



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente
Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Áncash”

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

AUTOR:

Vasquez Beteta, Franco Dante

ASESOR:

Mg. Ing. Huaroto Casquillas Enrique Eduardo

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Administración y Seguridad en la Construcción

Lima – Perú

2018

El **Jurado** encargado de evaluar la tesis presentada por don (ña)

Vázquez Beteta, Franco Dante.....

cuyo título es:

"Planificación y control en el desarrollo de la construcción del puente colgante con la aplicación LAAT Planner en la provincia Huari - Ancash".....

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

.....15..... (número)QUINCE..... (letras).

Lugar y fecha LIMA, 03-12-2018

M. BOZA
.....
PRESIDENTE

M.C. MARCARITA BOZA OLACHEA
Grado y nombre

Raul Pinto
.....
SECRETARIO

M.C. RAUL PINTO BARRANTE
Grado y nombre

[Signature]
.....
VOCAL

Mag. Ing. Enrique Huaroto
Grado y nombre

NOTA: En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

Dedicatoria

La presente investigación va dedicada a mis padres por su apoyo incondicional, por enseñarme principios y valores como amor, trabajo y confianza, a mi hermana por brindarme esa compañía llena de alegrías y felicidad, a todas esas personas que confiaron en mi a pesar de todas las circunstancias adversas, por último y no menos importante a mi Gohonzon por cuidarme y llenarme de fuerzas para ser mejor día a día.

Agradecimiento

Agradezco a mis padres por ser mi mejor modelo a seguir y brindarme toda su confianza.

A los maestros y asesores que nos brindaron su tiempo y conocimientos y así para lograr nuestros objetivos.

Por último, a las instituciones que me han abierto las puertas y permitido cumplir con los requerimientos de la investigación.

Declaratoria de Autenticidad

Yo, Franco Dante Vásquez Beteta, con DNI: 72783566, estudiante de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, con la tesis titulada “Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari - Áncash”, declaro bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 03 de diciembre del 2018

Vásquez Beteta, Franco Dante

DNI N° 72783566

Presentación

Señores miembros del Jurado Calificador:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada **“Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari - Áncash”**, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

Vásquez Beteta, Franco Dante

Índice

Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de Autenticidad	iv
Presentación.....	v

RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
I. INTRODUCCIÓN	22
1.1 Realidad problemática	18
1.2 Trabajos previos	19
1.2.1 Antecedentes nacionales	19
1.2.2 Antecedentes internacionales.....	20
1.3 Teorías relacionadas al Tema	22
1.3.1 Modelo de producción clásico	22
1.3.2 Lean Construction	23
1.3.3 Sistema Last Planner	26
1.3.4 Constructabilidad	30
1.3.5 Los Principios de la Constructabilidad	31
1.3.6 Building Information Modeling (BIM).....	32
1.4 Formulación del problema.....	34
1.4.1 Problema general	34
1.4.2 Problemas específicos	34
1.5 Variables	34
1.5.1 Variable independiente	34
1.5.2 Variable dependiente	34
1.6 Justificación	34
1.7 Hipótesis	35
1.7.1 Hipótesis general.....	35
1.7.2 Hipótesis específicas	35
1.8 Objetivo de la investigación	35
1.8.1 Objetivo general.....	35
1.8.2 Objetivos específicos	35
II. METODOLOGÍA	37

2.1	Diseño de la investigación.....	38
2.1.1	Enfoque.....	38
2.1.2	Tipo.....	38
2.1.3	Alcance.....	38
2.1.4	Diseño.....	39
2.1.5	Método de investigación.....	39
2.2	Variables Y Operacionalización.....	40
2.2.1	Identificación De Las Variables.....	40
2.2.2	Operacionalización de las variables.....	40
2.3	Población y muestra.....	42
2.3.1	Unidad de análisis.....	42
2.3.2	Población.....	42
2.3.3	Muestra.....	42
2.4	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	43
2.4.1	Técnicas.....	43
2.4.2	Instrumentos.....	45
2.4.3	Validez.....	46
2.4.4	Confiabilidad.....	46
2.5	Análisis de datos.....	47
2.6	Aspectos éticos.....	49
III. RESULTADOS.....		50
3.1	Ubicación del proyecto estudiado.....	51
3.2	Identificación del proyecto.....	51
3.3	Proceso constructivo.....	52
3.3.1	Excavación para cimentación.....	52
3.3.2	Excavación para la construcción de estribos.....	52
3.3.3	Vaciado del concreto de falsas zapatas.....	53
3.3.4	Armado del refuerzo de las zapatas.....	53

3.3.5	Vaciado del concreto de las zapatas.....	53
3.3.6	Armado del refuerzo de los estribos	53
3.3.7	Encofrado de los estribos del puente	53
3.3.8	Vaciado del concreto de los estribos.....	53
3.3.9	Relleno del trasdós de los estribos	53
3.3.10	Encofrado de las vigas del puente	54
3.3.11	Encofrado de las losas del puente	54
3.3.12	Armado del refuerzo de las vigas.....	54
3.3.13	Armado del refuerzo de las losas	54
3.3.14	Vaciado del concreto de las vigas y losas	54
3.4	Aplicación de la metodología Last Planner	54
3.5	Plan maestro	55
3.6	Programación a corto plazo (Look Ahead).....	57
3.7	Análisis de aplicación en la primera semana.....	60
3.8	Análisis de resultados en la segunda semana	66
3.9	Análisis de los resultados de la tercera semana.....	70
3.10	Análisis de resultados de la cuarta semana.....	74
3.11	Análisis de los resultados de la quinta semana.....	78
3.12	Análisis de los resultados encontrados en la sexta semana	83
3.13	Análisis de los resultados de la séptima semana	86
3.14	Análisis de los resultados obtenidos durante la octava semana.....	89
3.15	Análisis de resultados de la novena semana.....	92
3.16	Análisis de los resultados obtenidos en la décima semana.....	94
3.17	Actividades de la undécima semana de trabajo	97
3.18	Actividades de la duodécima semana de trabajo	101
3.19	Efecto del Last planner en el control de proyectos.....	104
3.20	Efecto de la aplicación del Last Planner en los costos	104
3.21	Efecto de la aplicación del Last Planner en el tiempo	106

3.22	Contrastación de hipótesis	109
3.22.1	Hipótesis general	109
3.22.2	Hipótesis específicas	109
IV.	DISCUSIÓN.....	111
V.	CONCLUSIONES	116
VI.	RECOMENDACIONES	118
	REFERENCIAS	120
	ANEXO	124
	Anexo 1: Matriz de consistencia.....	125
	Anexo 2: Construcción del plan.....	127
	Anexo 3: Fichas de recolección de dato	128
	Anexo 4: Fotografías	171
	Anexo 5: documentación y actas Universidad Cesar Vallejo.....	174

Índice de Tablas

Tabla 1.	Operacionalización de las variables	41
Tabla 2.	<i>Evaluación de la validez dada por expertos</i>	46
Tabla 3.	Análisis de datos	48
Tabla 4.	Plan Maestro.....	56
Tabla 5.	Primera programación a corto plazo (Look Ahead).....	57
Tabla 6.	Segunda programación a corto plazo (Look Ahead).....	58
Tabla 7.	<i>Tercera programación a corto plazo (Look Ahead).</i>	58
Tabla 8.	Cuarta programación a corto plazo (Look Ahead).....	59
Tabla 9.	Planilla de planificación de la primera semana de trabajo	60
Tabla 10.	<i>Cantidad de trabajo asignado y realizado por partida en la primera semana</i>	61

Tabla 11. Programación a corto plazo (Look Ahead)	62
Tabla 12. Programación semanal primera semana	62
Tabla 13. Análisis de las restricciones presentes en la primera semana	64
Tabla 14. Cantidad de trabajo asignado y realizado por partida en la segunda semana	66
Tabla 15. Planificación a corto plazo Look Ahead	68
Tabla 16. Programación semanal segunda semana	68
Tabla 17. Análisis de restricción de la segunda semana	69
Tabla 18. Cantidad de trabajo asignado y realizado por partida en la tercera semana.....	70
Tabla 19. Programación a corto plazo Look Ahead.....	72
Tabla 20. <i>Programación a corto plazo semana tres.</i>	72
Tabla 21. Análisis de restricciones encontradas en la tercera semana	73
Tabla 22. Cantidad de trabajo asignado y realizado por partida en la cuarta semana.....	74
Tabla 23. Análisis de restricciones de la cuarta semana	76
Tabla 24. Programación a corto plazo semana cuatro.....	77
Tabla 25. Programación semanal	77
Tabla 26. Cantidad de trabajo asignado y realizado por partida en la quinta semana	78
Tabla 27. Análisis de restricciones encontradas en la quinta semana	80
Tabla 28. Programación a corto plazo semana cinco	82
Tabla 29. Programación semanal semana cinco.....	82
Tabla 30. Cantidad de trabajo asignado y realizado por partida en la sexta semana	83
Tabla 31. Análisis de restricciones de la sexta semana.....	84
Tabla 32. Programación a corto plazo semana seis.....	85
Tabla 33. Programación semanal seis	85
Tabla 34. Cantidad de trabajo asignado y realizado por partida en la séptima semana	86
Tabla 35. Análisis de restricciones de la séptima semana.....	87
Tabla 36. Programación a corto plazo semana ocho	88
Tabla 37. Programación a corto plazo semana ocho	88
Tabla 38. Cantidad de trabajo asignado y realizado por partida en la octava semana	89
Tabla 39. Análisis de restricciones de la octava semana.....	90
Tabla 40. Programación a corto plazo semana nueve	91
Tabla 41. Programación semanal nueve.....	91
Tabla 42. Cantidad de trabajo asignado y realizado por partida en la novena semana	92
Tabla 43. Programación a corto plazo semana nueve	93
Tabla 44. Programación semanal nueve.....	93
Tabla 45. Análisis de restricciones de la novena semana (PAC).....	94

Tabla 46. Cantidad de trabajo asignado y realizado por partida en la décima semana	94
Tabla 47. Programación a corto plazo semana diez	96
Tabla 48. Programación semanal diez.....	96
Tabla 49. Análisis de restricciones de la décima semana (PAC)	97
Tabla 50. Cantidad de trabajo asignado y realizado por partida en la undécima semana	97
Tabla 51. Programación a corto plazo semana once	99
Tabla 52. Programación semanal once.....	99
Tabla 53. Análisis de restricciones en la semana once	100
Tabla 54. Cantidad de trabajo asignado y realizado por partida en la duodécima semana. ...	101
Tabla 55. Análisis de restricciones de la semana doce	102
Tabla 56. Programación a corto plazo semana doce	103
Tabla 57. Programación semanal doce.....	103
Tabla 58. Costos y presupuestos asociados a la construcción del puente carretero por semana	105
Tabla 59. Cantidad de horas de trabajo efectuado y planificado por semana	107

Índice de Figuras

Figura 1. Modelo clásico de producción de bienes. Koskela (1992.)	23
Figura 2. Componentes del triángulo Lean. Koskela (1992.)	24
Figura 3. Esquema del último planificador.	28
Figura 4. Diferencias entre la producción tradicional y sin pérdidas.	28
Figura 5. Gestión tradicional de trabajo en obras de construcción.	29
Figura 6. Proceso de evaluación del porcentaje de programa cumplido PPC, mensual.	29
Figura 7. Proceso de evaluación del porcentaje de programa cumplido PPC, mensual.	31
Figura 8. Campos de aplicación de las tecnologías BIM.	33
Figura 9. Evaluación de los costos de la partida.	44
Figura 10. Evaluación de los tiempos de la partida.....	45
Figura 11. Ubicación provincial del proyecto analizado en el presente trabajos de investigación.	51
Figura 12. Elevación del puente estudiado.....	52

Figura 13. Esquema que representa parte de la metodología del último planificador (Last Planner).	55
Figura 14: Porcentaje de actividades completadas en la primera semana (PAC).	63
Figura 15. Comparación entre el porcentaje de actividades ejecutadas contras las planificadas en la primera semana.	64
Figura 16. Evaluación de las causas de no cumplimiento detectadas en la primera semana. ..	65
Figura 17. Porcentaje de actividades completadas en la primera semana (PAC).	66
Figura 18. Comparación entre el porcentaje de actividades ejecutadas contras las planificadas en la primera semana.	67
Figura 19. Evaluación de las restricciones detectadas en la primera semana.	70
Figura 20. Porcentaje de actividades completadas en la tercera semana (PAC).	71
Figura 21. Comparación entre el porcentaje de actividades ejecutadas contras las planificadas en la tercera semana.	73
Figura 22. Análisis de restricciones detectadas en la tercera semana.	74
Figura 23. Porcentaje de actividades completadas en la cuarta semana (PAC).	75
Figura 24. Comparación entre el porcentaje de actividades ejecutadas contras las planificadas en la cuarta semana.	75
Figura 25. Restricciones detectadas en la cuarta semana.	78
Figura 26. Porcentaje de actividades completadas en la quinta semana (PAC).	79
Figura 27. Comparación entre el porcentaje de actividades ejecutadas contras las planificadas en la quinta semana.	79
Figura 28. Restricciones en la quinta semana.	81
Figura 29. Porcentaje de actividades completadas en la sexta semana (PAC).	83
Figura 30. Comparación entre el porcentaje de actividades ejecutadas contras las planificadas en la sexta semana.	84
Figura 31. Porcentaje de actividades completadas en la séptima semana (PAC).	86
Figura 32. Porcentaje de actividades completadas en la octava semana (PAC).	89
Figura 33. Comparación entre el porcentaje de actividades ejecutadas contras las planificadas en la octava semana.	90
Figura 34. Porcentaje de actividades completadas en la novena semana (PAC).	92
Figura 35. Porcentaje de actividades completadas en la décima semana (PAC).	95
Figura 36. Porcentaje de actividades completadas en la undécima semana (PAC).	98
Figura 37. Porcentaje de actividades completadas en la undécima semana (PAC).	101
Figura 38. Efecto del método Last Planner en la mejora continua del PAC.	104
Figura 39. Gasto efectuado contra presupuesto de la obra.	106

Figura 40. Gasto semanal acumulado contra presupuesto semanal acumulado de la obra analizada.....	106
Figura 41. Cantidad de tiempo gastado y planificado por semana de duración de la obra. ...	107
Figura 42. Cantidad de tiempo acumulado gastado y planificado por semana de duración de la obra.....	108
Figura 43. Variación de la cantidad de horas trabajadas con respecto de las horas planificadas.	108

RESUMEN

El presente trabajo de investigación estudia las mejoras encontradas en la construcción de un puente carretero después de haberse implementado el método del último planificador (*Last Planner*). El método *Last Planner* es una de las formas más usadas para la aplicación de la filosofía *Lean Construction*, filosofía ampliamente reconocida en la producción de bienes por su eficacia y la mínima generación de desperdicios que su desarrollo exige. La metodología fue implementada desde la primera semana de trabajo, a partir del diseño del plan maestro, el plan a corto plazo y el plan semanal. El plan maestro es un esquema de trabajo que marcará los hitos del proyecto, por tanto, es un plan general. La programación intermedia (*Look Ahead*) permite llevar al constructor de un hito del plan maestro a otro, por tanto, su nivel de detalles es mayor al del plan maestro. Finalmente, el plan semanal es un conjunto de actividades desarrolladas para poder alcanzar el *Look Ahead*. Es importante aclarar que la programación intermedia es susceptible de ser modificada constantemente, tanto para poder cubrir déficit de trabajo como para cubrir superávits de trabajo, por lo que el método aplicado tiene la ventaja de ser dinámico. Los resultados muestran que la aplicación del *Last Planner* permitió la mejora de la construcción logrando en las últimas semanas del proyecto alcanzar porcentajes de actividades completadas de hasta 100% y ahorros en costos y tiempo significativos.

Palabras clave: *Last Planner*, Puente carretero, *Look Ahead*, Tiempos, costos.

ABSTRACT

The present research studies the improvements found in the construction of a road bridge after having implemented the last planner method. The Last Planner method is one of the most used forms for the application of the Lean Construction philosophy, a philosophy widely recognized in the production of goods for efficiency and the minimum generation of waste that its development demands. The methodology was implemented from the first week of work, from the design of the master plan, the short-term plan and the weekly plan. The master plan is a work scheme that will mark the milestones of the project, therefore it is a general plan. The intermediate programming (Look Ahead) allows the constructor to take a milestone from the master plan to another, so its level of detail is greater than that of the master plan. Finally, the weekly plan is a set of activities developed to achieve the Look Ahead. It is important to clarify that the intermediate programming is capable of being constantly modified, both to cover job deficit and to cover job surpluses, so the applied method has the advantage of being dynamic. The results show that the application of the Last Planner allowed the improvement of the construction, achieving in the last weeks of the project to reach percentages of completed activities of up to 100% and significant cost and time savings.

Keywords: Last Planner, Road Bridge, Look Ahead, Times, costs

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

Tradicionalmente, la practica constructiva mundial ha requerido de nuevos métodos que le ayuden a mejorar su productividad, ya que de acuerdo con *Project Management Institute* (PMI), hace unos años era posible construir un edificio a partir de los residuos obtenidos de la construcción de otros dos, es decir, que los desperdicios generados en la construcción eran del 33.33%. Esta realidad, comparada con la eficiencia vista en otras áreas de la producción, tales como la fabricación de vehículos u otros productos de valor, en los que el desperdicio no superaba el 10%, hacían notar la necesidad de la implementación una metodología rigurosa, que permitiera determinar el conjunto de actividades que no incrementan el valor final de la construcción, sino que, por el contrario, la encareciesen.

Es así que se decidió la implementación de una serie de metodologías, que anteriormente habían sido aplicadas en la fabricación de automóviles teniendo un éxito tremendo, naciendo la filosofía *Lean Construction*, o lo que en la actualidad se conoce como la construcción limpia.

Aunque en un inicio esta metodología se aplicó en la construcción de viviendas o estructuras similares, el incremento de la necesidad de más infraestructura para los países, ha llevado a su aplicación a la construcción de puentes, muelles, reactores nucleares, entre otros.

En la actualidad, la construcción de puentes carreteros (*Highway Bridges*), estructuras que tienen la finalidad de permitir la continuidad de carreteras entre dos puntos que en principio estaban desconectados, ha tenido un incremento significativo, esto debido a la construcción de nuevas carreteras y al mejoramiento de las vías existentes dentro del país. Por lo que el análisis de los sobrecostos asociados a una planificación inadecuada y las causas de no cumplimiento de estas resulta de crucial importancia.

Por ejemplo, ha observado que, en la construcción de puentes carreteros, existen sobrecostos asociados a la planificación inadecuada, ya que, en numerosas ocasiones, para poder cumplir con los plazos exigidos, se hace necesaria la inversión de mayores cantidades de recursos, tanto humanos como materiales. Además, se ha podido observar que generalmente no se llegan a cumplir muchos de los objetivos de la planificación de obras, esto muchas veces a los problemas de diseño que posteriormente deben superarse en obra, hecho que generalmente tima mucho tiempo, lo que conlleva a un gasto innecesario de horas hombre, además de la alteración del cronograma de obra. Algunas de las causas de no cumplimiento más frecuentes son la falta de suministros adecuados en los momentos idóneos y la falta del personal requerido en los momentos necesarios.

Lo mencionado y la creciente en la demanda de construcción de puentes, obliga a que se sistematicen los procedimientos constructivos referidos a este tipo de estructuras, y poder conseguir resultados idóneos, tanto para los usuarios como para los constructores, dicho en otros términos, se espera así conseguir una estructura bien hecha, que cumpla con los estándares de seguridad mínimos y a su vez se económica.

Es este último punto el que nos conlleva a la búsqueda de métodos de organización y gestión, tanto de recursos materiales, equipos y humanos, que nos permita, por un lado, obtener los resultados deseados y con los menores costos, es decir, que nos permita incrementar nuestra productividad.

De acuerdo con esta realidad problemática, el presente trabajo pretende la aplicación de la metodología *Last Planner* en la mejora de la productividad de la construcción de puentes carreteros, disminuyendo de esta manera la producción de objetos que no aportan valor al bien inmueble y por tanto maximizan los beneficios obtenidos.

1.2 Trabajos previos

1.2.1 Antecedentes nacionales

Bueno de Olarte (2014) en su tesis de maestría titulada “Propuesta de mejora para disminuir el número de no cumplimientos de actividades programadas en proyectos de edificaciones basado en *Last Planner System*, para las empresas A&Arq Contratistas y Consultores”, presentada ante la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), usó la metodología *Last Planner* con el objetivo de minimizar los no cumplimientos de las actividades programadas en edificaciones. Con esta finalidad el autor de este trabajo de investigación aplicó el método *Last planner* para eliminar o minimizar actividades que generan valor al producto final. Los resultados de la implementación en la empresa A&Arq lograron la reducción de actividades de no agregan valor, mejorando de esta manera la productividad de estas empresas.

Miranda (2013) en su tesis de grado titulada “Implementación del sistema *Last Planner* en una habilitación urbana”, presentada ante la Pontificia Universidad Católica del Perú, propuso la aplicación de la metodología *Last Planner* en la construcción de habilitaciones urbanas en la ciudad de Lima. El objetivo principal de este trabajo de investigación fue encontrar una metodología que permita la producción de bienes inmuebles con la cantidad de trabajo absolutamente necesaria, logrando de esta manera incrementar la productividad. Para esto la metodología fue implementada en el diagrama de flujo de las partidas necesarias para la construcción. Los resultados muestran una clara disminución de las actividades que no aportan

valor a la construcción, lo que incrementó notablemente la productividad en la construcción de habilitaciones urbanas.

Oroz (2015), en su tesis de grado titulada “Aplicación de herramientas de planeamiento Look Ahead en la construcción de un proyecto inmobiliario multifamiliar de 10 pisos”, presentada ante la Universidad Privada Ricardo Palma, presenta la aplicación de la filosofía *Lean Construction*, por medio del método *Last Planner* en la construcción de un multifamiliar de 10 niveles. El objetivo principal de este trabajo de investigación es evaluar el efecto que tiene la aplicación del *Last Planner* en la disminución de los costos de construcción y los plazos de ejecución de obras. La metodología aplicada consistió en la implementación del *Last Planner* a través del personal involucrado, de tal forma que si se observan errores en el proceso constructivo, estos puedan asumir responsabilidades en la corrección de estos. Los resultados muestran que la aplicación del *Last Planner* logró la disminución de los costos y de los plazos constructivos, para esta obra en específico se logró una reducción de 18 semanas.

Ramos y Salvador (2013), en su tesis de grado titulada “Evaluación de la aplicación del sistema *Last Planner* en la construcción de edificios multifamiliares en Arequipa”, presentada ante la universidad peruana de ciencias aplicadas, presentan los resultados obtenidos al haber implementado la metodología *Last Planner* en la construcción de un edificio multifamiliar en la ciudad de Arequipa. El objetivo de este trabajo de investigación fue determinar los efectos que tenía la aplicación del *Last Planner* en los costos de construcción, en los tiempos de ejecución de partidas y en la solución de las causas de no cumplimiento. Para esto se implementó la metodología en la construcción del proyecto Valle Blanco, en la ciudad de Arequipa. Los resultados muestran que la aplicación del *Last Planner*, logró un ahorro significativo, en este caso del 15 %, por lo que el autor concluye que la aplicación del *Last Planner* es posible en la construcción de edificaciones y en específico en la ciudad de Arequipa.

1.2.2 Antecedentes internacionales

Abdullah (2014), en el trabajo de investigación titulado “Improving Construction Management practice with the Last Planner System: a case of study”, aplica el método Last Planner en la planificación y el control de dos obras de construcción. El objetivo principal de este trabajo de investigación fue evaluar la efectividad en la implementación del *Last Planner* (LPS) en la mejora de la planificación en obras de construcción, así como la mejora en la administración de la práctica de construcción Saudí. La metodología fue implementada en dos empresas de construcción, en específico en dos proyectos de construcción; la información

recolectada incluye, encuestas, observaciones de campo y cuestionarios. Se encontró que la aplicación de la metodología mencionada mejora la administración de los proyectos de construcción, en específico, se observó que el método mejora notablemente la comunicación y coordinación entre los agentes involucrados en la construcción.

Castillo (2017), en su tesis de grado titulada “Causas frecuentes del incumplimiento de la planificación a corto plazo en la construcción de puentes”, presentada ante la facultad de Ingeniería civil de la Universidad Nacional de Chimborazo del Ecuador, hace una revisión de las causas más comunes que impiden la realización de los objetivos preparados en la programación de obra, específicamente los objetivos a corto plazo. Tales causas de incumplimiento a corto plazo terminan provocando que la obra completa termine teniendo incumplimientos en sus plazos establecidos y finalmente en el cumplimiento de los requisitos de calidad mínimos exigidos. El objetivo principal de este trabajo de investigación fue la identificación de las causas más comunes que impiden la consecución de los objetivos del proyecto, una vez que estas hayan sido identificadas, se procede a su eliminación o la reducción de su impacto, para esto se usó la metodología *Last Planner*. Los resultados encontrados muestran que las principales causas de no cumplimiento fueron la no disponibilidad de maquinaria en los momentos de necesidad, la discontinuidad de los suministros requeridos, la planificación adelantada, la falta de personal de obra y muchas veces problemas con el diseño.

Delgado Orduz (2013) en su tesis de grado titulada “Aplicación de la metodología de planeación *Last Planner* en el mejoramiento de la productividad, efectividad y eficiencia en el sistema constructivo aporticado”, presentada ante la Universidad Industrial de Santander de Colombia, usó la metodología del *Last planner* en la construcción de edificaciones con sistema resistente de pórticos de concreto armado. Este trabajo tuvo como objetivo la mejora de la productividad en la construcción de estructuras con base en pórticos de concreto armado. Los resultados encontrados muestran que la aplicación de esta metodología permitió la reducción de los tiempos de construcción con el consiguiente ahorro de recursos, tanto humanos como materiales.

Díaz Montesino (2013) en su tesis de grado titulada “Aplicación del sistema de planificación *Last Planner* a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura”, presentada ante la Facultad de ciencias físicas y matemáticas de la Universidad de Chile, aplicó la metodología *Last Planner* como un medio que tenía para la consecución del objetivo principal de esta tesis, la reducción de los costos de construcción. Para esto la metodología fue

implementada dentro del sistema organizacional de una empresa constructora. Los resultados mostraron una reducción significativa de los plazos de construcción, así como una reducción del número de horas-hombre que no aportaban valor adicional a la producción. Concluyendo que en general, una implementación adecuada de la metodología propuesta permite incrementar notablemente la eficiencia del proceso constructivo.

Matéu (2015) en su tesis de grado titulada “Building Information Modeling 4d aplicado a una planificación con Last Planner System”, presentada ante la Universidad Politécnica de Valencia, muestra la implementación de las tecnologías BIM como un medio para la implementación del sistema Last Planner, para el control y la dirección de proyectos de construcción. El objetivo principal de este trabajo es mostrar como la implementación de las tecnologías BIM, pueden ayudarnos a mejorar el control de obras, ayudando a controlar de manera paramétrica el desarrollo del proceso constructivo, a este módulo en el que se puede controlar el avance mediante un software se le conoce como BIM 4D.

Los antecedentes presentados nos muestran que en general la aplicación del Last Planner logra mejoras sustanciales en la planificación y el control de obras, por lo que es posible lograr reducciones en los costos y tiempos.

1.3 Teorías relacionadas al Tema

1.3.1 Modelo de producción clásico

Es el modelo usado para la producción de bienes usado hasta siglo XIX y está basado en la división del trabajo en actividades más simples. Este modelo esencialmente considera que la producción de un bien consiste en el ingreso de un conjunto de bienes a través de un sistema que convierte todo eso en un conjunto de bienes finales, que son los productos del proceso y a los que el cliente final le da un valor de uso.

Este gran proceso puede ser dividido a su vez en muchos subprocesos simplificados, como se muestra en la Figura 1, entonces, el modelo clásico de producción considera que para disminuir los costos del producto final, se deben disminuir los costos de cada uno de los subprocesos.

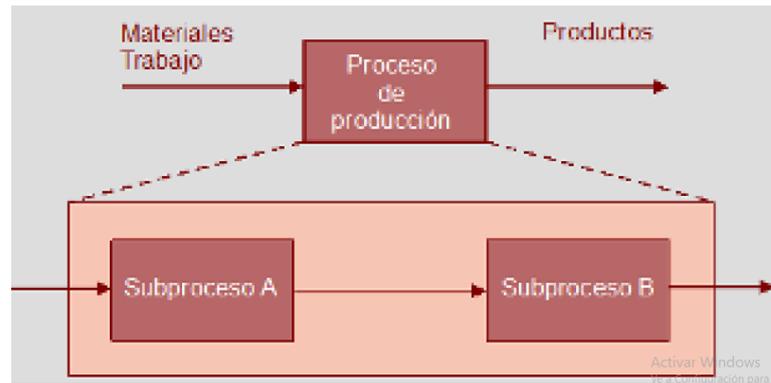


Figura 1. Modelo clásico de producción de bienes. Koskela (1992.)

1.3.1.1 Planificación

De acuerdo con la *American Management Association* la planificación es un conjunto de procesos que nos permiten determinar lo que se debe hacer, como se debe hacer, que acciones deben tomarse, quien es responsable de ella y por qué.

1.3.2 Lean Construction

De acuerdo con Koskela (1992, p. 16), la filosofía Lean, va más allá de una simple metodología, pues consiste en la aplicación de tres puntos principales, la primera de ellas la filosofía, es decir los principios rectores que deben regir un sistema productivo, el segundo punto es la cultura, puesto que esto debe ser parte de nuestra forma de pensar y actuar día con día, y finalmente, la tecnología, puesto que al aplicación de los principios de Lean requieren de medios efectivos, los que usualmente están relacionados con la tecnología.

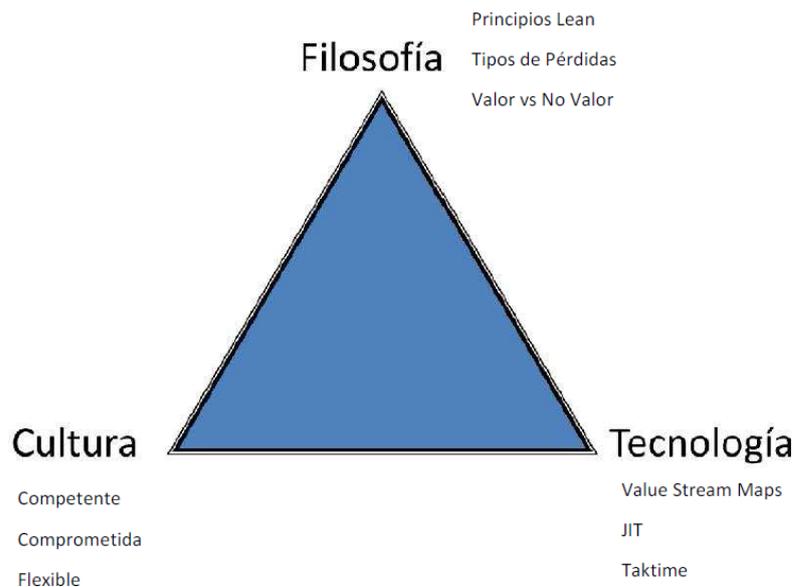


Figura 2. Componentes del triángulo Lean. Koskela (1992.)

En la Figura 2 se muestra un esquema del triángulo lean, de acuerdo con lo mencionado por Koskela (1992, p.).

1.3.2.1 Principios del Lean Construction

El estudio del lean como una filosofía de la producción requiere de la definición de términos, en esta sección se hablará de las actividades que no producen valor, las que son llamadas, usualmente, pérdidas (Sayer y Williams, 2007, p. 34):

Muro (Desigualdad): Es cualquier pérdida causada por la variación de la calidad del producto final, que lo hace distinto a las necesidades del consumidor final y que por tanto carece de valor.

Muri (Exceso): Esta referido a las actividades que no aportan valor al producto final y que por tanto sólo lo encarecen.

Muda (Desperdicio): Son las actividades que consumen recursos y no aportan valor agregados al producto final.

Dentro de marco más amplio, también pueden presentarse los siguientes principios del Lean.

1. Reducir la parte de actividades que no añaden valor.

2. Incrementar el valor del output a través de una consideración sistemáticas de los requerimientos del cliente.

3. Reducir la variabilidad.

4. Reducir los ciclos de producción.

5. Simplificar, minimizando el número de paso, partes y enlaces.

6. Incrementar la flexibilidad de output.

7. Incrementar la flexibilidad del proceso.

8. Focalizar el control en el proceso total.

9. Hacer que la mejora continua sea parte del proceso.

10. Balancear la mejora del flujo con la mejora de la conversión.

11. Compararse con el mejor (Benchmarking).

1.3.2.2 Algunos Conceptos Básicos Del *Lean Construction*

Antes de entrar en el desarrollo de la herramienta de planificación deberemos conocer algunas definiciones de la industria de la construcción que es manejada con una visión de transformación:

PRODUCCIÓN: Proceso de transformación.

PRODUCTIVIDAD: Es la relación de lo producido entre los recursos utilizados.

RENDIMIENTO: Es la cantidad producida por unidad de tiempo. (Velocidad de avance).

1.3.2.3 Tipos de trabajo

Trabajo Productivo, Aporta directamente a la producción, ejemplo: vaciado de concreto.

Trabajo Contributorio, Son acciones necesarias para poder realizar el trabajo productivo, ejemplo: transporte del concreto.

Trabajo No Contributorio, Acciones realizadas que no son necesarias, ejemplo: Esperas, viajes innecesarios.

1.3.2.4 Variabilidad

Constituye la principal fuente de desperdicio en la industria de la construcción. Los sobre costos ocasionados por la variabilidad se traducen en una pobre productividad, debido a

la baja utilización de recursos, baja producción y trabajo en condiciones no óptimas. Entonces, para minimizar el desperdicio se debe controlar la variabilidad.

La variabilidad no es otra cosa que, la ocurrencia de eventos distintos a los previstos tanto por efectos internos y/o externos al sistema. Esta incertidumbre está presente en todos los proyectos y se incrementa con la complejidad y velocidad de los mismos. Es una realidad en la vida del Proyecto, sabemos que pueden ocurrir, pero no sabemos con exactitud cuándo. No considerarla en la planificación hace que se incremente significativamente y su impacto sea mayor en el sistema de producción.

1.3.2.5 Estrategias Para El Manejo De La Variabilidad

Conocidos cuales son las principales causas de incumplimiento de las metas de los proyectos de construcción, para implementar el sistema de planificación se utilizarán los siguientes criterios:

- Manejo de la variabilidad
- Reducción de Impacto de variabilidad
- Uso de Buffers
- Sectorizar el proyecto en pequeños lotes.
- Entender mejor los procesos.
- Reducir dependencias entre procesos y actividades
- Reorganización de procesos
- Estandarizar uso de procedimientos constructivos.

1.3.3 Sistema Last Planner

El Último Planificador es un sistema de control de producción en donde se rediseñan los sistemas de planificación convencionales para lo cual participan nuevos estamentos, incorporando en algunos casos a capataces, subcontratistas, entre otros actores. Con el fin de lograr compromisos en la planificación.

El concepto de planificación no debe ser entendido simplemente como la utilización de un programa computacional para organizar las actividades del proyecto. La planificación debe determinar lo que se debe hacer, cómo se debe hacer, qué acción debe tomarse, quién es el responsable de ella y por qué. En este sentido, y con el fin de implementar un sistema de planificación que incorpore los puntos antes mencionados (por lo general ampliamente aceptados, pero pocas veces implementados), Glenn Ballard¹, propone el sistema del Ultimo

Planificador, basado en los principios del Lean Construction, que apunta fundamentalmente a aumentar la fiabilidad de la planificación y con eso a mejorar los desempeños. Este incremento de la confiabilidad se realiza tomando acciones principalmente en dos niveles: planificación intermedia (Planificación Look ahead) y planificación semanal.

Para explicar con mayor propiedad el desarrollo del nuevo sistema debemos responder y analizar la siguiente pregunta: ¿Quién es el último planificador?

El Ultimo Planificador es la persona que directamente vigila el trabajo hecho por las unidades de producción. El Ultimo Planificador típicamente es responsable de la capacidad de las unidades de producción, de sus rendimientos y de la calidad de sus productos. El Ultimo Planificador en la etapa de diseño puede ser el diseñador líder, en la etapa general de construcción puede ser el ingeniero residente del proyecto, y en una construcción específica puede ser el ingeniero de campo o el capataz a cargo.

El último planificador es la segunda etapa de programación del proyecto Lean Construction. En esta etapa se realizará la planificación de las actividades que se van a ejecutar en los diferentes procesos constructivos y con tal fin se tiene se tiene los siguientes tipos de planificación:

Planificación a largo plazo (Plan Maestro)

Planificación a mediano plazo (Plan Intermedio – Look Ahead)

Planificación a corto plazo (Plan semanal).

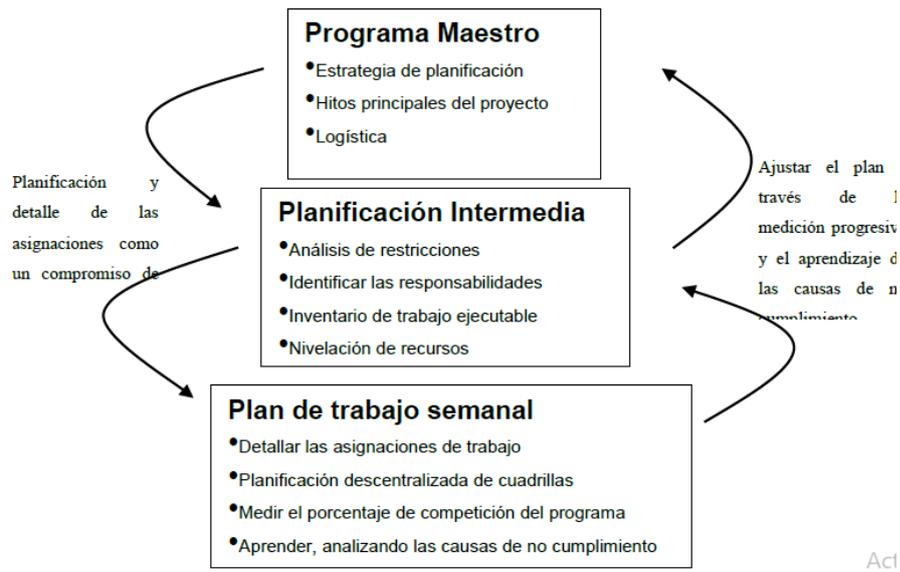


Figura 3. Esquema del último planificador.

LA PRODUCCIÓN CONVENCIONAL Y LA PRODUCCIÓN SIN PÉRDIDAS 3		
	Producción convencional	Producción sin pérdidas
Objeto	Afecta a productos y servicios.	Afecta a todas las actividades de la empresa.
Alcance	Actividades de control.	Gestión, asesoramiento, control.
Modo de aplicación	Impuesta por la dirección.	Por convencimiento y participación.
Metodología	Detectar y corregir.	Prevenir.
Responsabilidad	Del departamento de calidad.	Compromiso de todos los miembros de la empresa.
Clientes	Ajenos a la empresa.	Internos y externos.
Conceptualización de la producción	La producción consiste de conversiones (actividades) Todas las actividades añaden valor al producto.	La producción consiste de conversiones y flujos; hay actividades que agregan valor y actividades que no agregan valor al producto.
Control	Costo de la actividades.	Dirigido hacia el costo, tiempo y valor de los flujos.
Mejoramiento	Implementación de nueva tecnología.	Reducción de las tareas de flujo, y aumento de la eficiencia del proceso con mejoras continuas y tecnología.

Figura 4. Diferencias entre la producción tradicional y sin pérdidas.

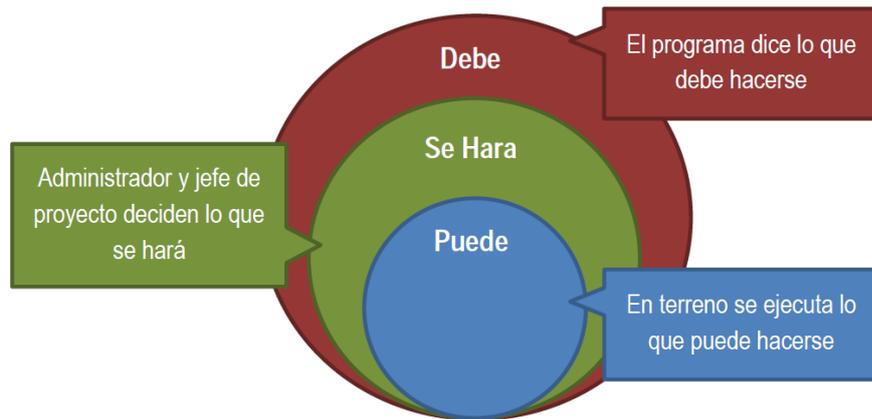


Figura 5. Gestión tradicional de trabajo en obras de construcción.

1.3.3.1 Indicadores del Last Planner

La medición de la efectividad de la aplicación de la metodología Last Planner en el control de obras de construcción se mide un indicador llamado Porcentaje de Programa Cumplido (PPC). Este índice mide el grado de anticipación que el Last Planner fue capaz de anticipar, con relación al trabajo que se haría en la semana de predicción. En términos sencillos, compara lo que se programó en el trabajo semanal, contra lo que se hizo en la respectiva semana, dándonos una medida de la efectividad del método. Queda claro que, si el factor obtenido es menor a la unidad, esto quiere decir que la ejecución de la obra fue menor a lo programado, por tanto, se deben evaluar una serie de razones de no cumplimiento, para poder mejorar la cadena de producción.

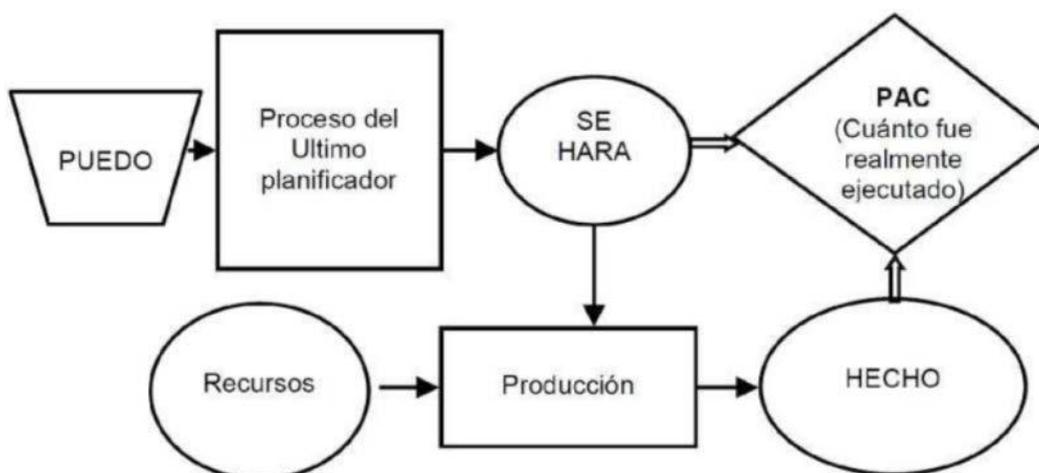


Figura 6. Proceso de evaluación del porcentaje de programa cumplido PPC, mensual.

1.3.3.2 Sectorización

Se llama sectorización al proceso de dividir un actividad o trabajo en dos o más partes. Las partes así obtenidas son denominados sectores. Una de las características más esenciales de la sectorización es que debe ser posible su realización en un día, como máximo.

La sectorización nos permite que una actividad pueda ser descompuestas en una cantidad finita de tareas más simples, es te hecho nos permite separar las actividades de una obra por especialidades, en las que se pueda tener mayor control, a esto se le llama usualmente, tren de trabajo.

1.3.4 Constructabilidad

De acuerdo con el *Project Management Insitute* (PMI), el termino constructabilidad se refiere al proceso en el que se es capaz de concertar los conocimientos necesarios para la construcción y poder cumplir de esta manera los objetivos deseados.

Otra acepción es la ofrecida por el *construction industry institute*, la que dice que constructabilidad es la forma más adecuada de aplicar los conocimientos y las experiencias a la planificación, el diseño y la ejecución de un proyecto de ingeniería, con la finalidad de lograr los mejores resultados con los menores recursos. De la definición dada podemos entender que no basta con tener los recursos, tanto materiales y humanos, sino se pueden coordinar estos de manera adecuada, en las formas que dictan los conocimientos, los resultados no serán los adecuados.



Figura 7. Proceso de evaluación del porcentaje de programa cumplido PPC, mensual.

En resumen, la constructabilidad es la integración más adecuada de los factores de la producción en la construcción, por lo que un adecuado enfoque de la constructabilidad hará que la planificación sea efectiva, que la ejecución se realice de manera adecuada, etc. En la Figura 7 se muestra la relación de constructabilidad con otras variables.

1.3.5 Los Principios de la Constructabilidad

1. Integración: Este criterio establece que la constructabilidad debe involucrar a todas las especialidades de un proyecto.
2. Conocimiento constructivo: Este principio establece que la simbiosis los elementos de la construcción solo son posibles si existe el conocimiento necesario para la realización de este proceso.
3. Equipo experto: Este principio nos conmina a emplear elementos bien capacitados y formados adecuadamente.
4. Objetivos comunes: este principio establece que la puesta en marcha de los elementos de la construcción tiene como finalidad el cumplimiento de los objetivos.
5. Recursos disponibles: La constructabilidad se basa en el correcto empleo de los recursos disponibles, como los materiales, los humanos la tecnología, etc.

6. Factores externos: Debido a que nuestro país se encuentra cada vez más integrado al mundo, es necesario que se evalúen los efectos externos.
7. Programa: El programa que involucra a todos los actores del proyecto debe tener en cuenta, tanto sus capacidades como sus limitaciones.
8. Métodos constructivos: Los métodos constructivos son una de las limitaciones más importantes a la hora de generar valor, por tanto, el conocimiento adecuado de sus limitaciones y la forma de maximizar su eficacia resultan importantes.
9. Innovaciones constructivas: Las innovaciones proporcionan nuevos caminos por los que es posible la realización de una alguna partida, las que en general son más efectivas y menos costosas que el estándar.
10. Retroalimentación: La retroalimentación es un proceso mediante el cual se analizan las causas de error más importantes, de esta manera es posible eliminar estas causas, logrando así mejores resultados en todos los casos.

1.3.6 Building Information Modeling (BIM)

Uno de los objetivos actuales en el sector de la construcción es el de conseguir un modelo donde toda la información este coordinada. Esto es posible obtenerlo gracias a la llegada de metodologías y herramientas BIM (Building Information Modeling) que representa nuevas formas de diseñar, planear, ejecutar y operar proyectos de construcción, gracias a que elaboran un único archivo en el que se introduce toda la información (Matéu, 2015, p. 50).

Con todo esto es fácil de intuir que BIM marcará una nueva era en el sector de la construcción, pues con todas las dimensiones que incorpora es posible documentar cada proyecto durante toda su vida útil, y es que los edificios son grandes infraestructuras que hay que mantener por un largo período de tiempo y que no se deben descuidar una vez terminada su construcción. Su mantenimiento y conservación es una tarea primordial que debe de empezar a tenerse en cuenta de una manera mucho más rigurosa (Matéu, 2015, p. 50).

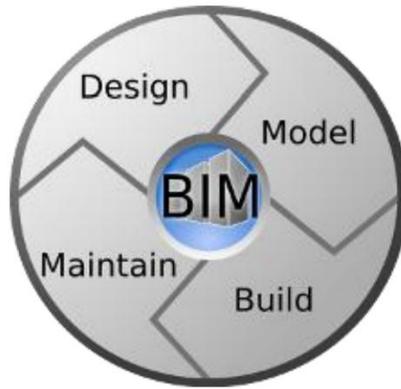


Figura 8. Campos de aplicación de las tecnologías BIM.

BIM es el acrónimo de Building Information Modeling (modelado de la información del edificio) y se refiere al conjunto de metodologías de trabajo y herramientas caracterizado por el uso de información de forma coordinada, coherente, computable y continua; empleando una o más bases de datos compatibles que contengan toda la información en lo referente al edificio que se pretende diseñar, construir o usar (Matéu, 2015, p. 50).

Resulta interesante pensar en que las tecnologías de información en la construcción permiten una serie de posibilidades. En la actualidad, existen dos aplicaciones con grandes posibilidades, estas son el control espacial del proyecto usado y el control temporal, llamados a menudo BIM 3D y BIM 4D. A continuación, numeramos las ventajas del uso del BIM 3D.

Al trabajar sobre un único archivo disminuyen considerablemente las discrepancias de información entre los diferentes planos del proyecto. Por ejemplo, donde más efectivo se manifiesta un modelo (en cuanto a incongruencias se refiere) es en la parte de MEP (mechanical, electrical & plumbing). Normalmente se trabaja con archivos en el que el solapamiento entre estructura e instalaciones no se detectaba hasta la fase de ejecución, donde provocaba problemas de difícil solución, con esta herramienta se detecta inmediatamente, por lo que la solución resulta fácil, rápida y económica (Matéu, 2015, p. 50).

Por otra parte, este tipo de software (para modelar en 3D), al ser una de las herramientas de BIM, posteriormente puede completarse con otras que ayudan considerablemente a la hora de medir la obra con una precisión exacta. O simplemente, va integrada dentro del mismo programa de modelado.

Otro punto muy importante es el hecho de que modelar en 3D, permite introducir información sobre cada material que se va a utilizar. Por tanto, si el modelo se desarrolla de manera adecuada, el grado de detalle del proyecto es infinitamente mayor que en 2D, en el que

se necesita por un lado de los planos y, por otro, de la memoria y demás documentos del proyecto para figurar la idea completa del edificio a construir.

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿De qué manera influye la implementación del *Last Planner* en la mejora de la planificación y el control en la construcción de un puente Carretero?

1.4.2 Problemas específicos

1. ¿De qué manera influye la implementación del *Last Planner* en la disminución de los tiempos de construcción de un puente Carretero?
2. ¿De qué manera influye la implementación del *Last Planner* en la reducción de los costos de construcción de un puente Carretero?
3. ¿De qué manera influye la implementación del *Last Planner* en el control de obras de un puente Carretero?

1.5 Variables

1.5.1 Variable independiente

De acuerdo con Hernández, Fernadez, Baptista (2014, p. 83), la variable independiente es aquella que será manipulada dentro del estudio, esto con la finalidad de poder observar los efectos que esta variación tiene sobre algún parámetro de interés.

De acuerdo con los objetivos plantados en este trabajo de investigación, la variable independiente será, el método de gestión aplicado, de tal forma que tome dos valores específicos, el método tradicional y el método *Last Planner*.

1.5.2 Variable dependiente

De acuerdo con Hernández et al. (2014, p. 84), la variable dependiente es aquella que es susceptible de cambio al cambiar la variable dependiente, además, es aquella variable sobre la que se quiere obtener información, por lo que el trabajo de investigación se centra en la medición de estas variaciones, en nuestro caso, por tanto, la variable dependiente será:

- La planificación y control de obra

1.6 Justificación

De acuerdo con Hernández et al. (2014, p.103), la justificación de una investigación científica son todos aquellos argumentos que muestran los beneficios que la sociedad puede

obtener de la realización de esta. En este trabajo de investigación, se han encontrado principalmente los siguientes aportes.

La construcción de puentes carreteros presenta una serie de dificultades tales como el incumplimiento de los proveedores de materiales, ya que se ha observado que, por ejemplo, no se dispone del concreto premezclado en los momentos adecuados, además, muchas veces no es fácil disponer del personal capacitado en los momentos de necesidad, por lo que no es posible avanzar con ciertos frentes, lo que conlleva a una demora en los plazos establecidos.

Los problemas anteriores exigen la implementación de una serie de métodos que nos permitan la solución de los problemas mencionados o en su defecto, la minimización de los efectos de esta en la construcción, de tal forma que sea posible mejorar el control y la planificación de obras.

1.7 Hipótesis

1.7.1 Hipótesis general

La implementación de la metodología *Last Planner* mejora la planificación y el control en la construcción de un puente carretero.

1.7.2 Hipótesis específicas

1. La implementación de la metodología *Last Planner* logra la disminución de los tiempos de construcción de un puente carretero.
2. La implementación de la metodología *Last Planner* reduce los costos de construcción de un puente carretero.
3. La implementación de la metodología *Last Planner* permite la mejora el control de obra en la construcción de un puente carretero.

1.8 Objetivo de la investigación

1.8.1 Objetivo general

Lograr la mejora en el control y planificación en la construcción de un puente carretero mediante la aplicación del *Last Planner*.

1.8.2 Objetivos específicos

1. Disminuir los tiempos de construcción de un puente carretero mediante la aplicación del *Last Planner*.
2. Lograr reducción de costos en la construcción de un puente carretero, mediante la aplicación del *Last Planner*.

3. Mejora en el control de obra de construcción de un puente carretero mediante la aplicación del *Last Planner*.

II. METODOLOGÍA

2.1 Diseño de la investigación

Habiéndose definido el problema a responder, así como la hipótesis que da una respuesta tentativa, se procederá al desarrollo de la metodología a aplicarse en la investigación, dicha metodología incluye: el estudio de los métodos, el enfoque de la investigación, tipo de investigación, el nivel de la investigación y el diseño (Hernández et al. 2014, p. 149) “Su finalidad será comprender el proceso de investigación misma y el camino a los resultados esperados”.

2.1.1 Enfoque

Se aplicará el ENFOQUE CUANTITATIVO de la investigación científica; el presente plan de Tesis proyecta un tipo de investigación en un enfoque cuantitativo, en razón de ello, el presente trabajo pretende recolectar datos numéricos referidos a la mejora de la productividad en la construcción de puentes carreteros mediante la aplicación del *Last Planner*, esto con la finalidad de aportar evidencia en la explicación al problema de la investigación (Hernández et al. 2010).

2.1.2 Tipo

La investigación aplicada es aquella en la que, se busca resolver un problema práctico de alguna disciplina, como los acontecidos en la práctica de la ingeniería civil (Borja, 2010, p. 160), las ideas mencionadas resultan compatibles con lo mencionado por Martínez (2012, p. 101), ya que según este, la investigación aplicada es aquella en la que se proponen métodos y técnicas orientadas a la resolución de un problema específico, agregado este último que debido a la naturaleza de las investigaciones realizadas, las conclusiones obtenidas son un aplicación limitada y no se pueden generalizar.

De acuerdo con estas ideas, el presente trabajo de investigación puede ser calificado como una investigación aplicada, pues pretende la aplicación de un conjunto de técnicas, usadas en su momento como un método para la mejora de la producción de vehículos, para la mejora de la productividad en la construcción de puentes carreteros.

2.1.3 Alcance

De acuerdo con Arbayza (2014), existen diferentes formas de clasificación de una investigación científica, si se tiene en cuenta los alcances o el nivel de esta, tenemos la investigación exploratoria, descriptiva, correlacional, explicativa o causal, documental, experimental, transversal y longitudinal. Con respecto a lo anterior, Hernández et al. (2014, p. 107), “menciona que, de acuerdo al alcance de la investigación, esta puede ser calificada como

Exploratoria, correlacional y explicativa”. De los enfoques presentados por estos dos autores, es importante mencionar que, el alcance se determinará de acuerdo con los objetivos del proyecto de investigación.

De acuerdo con estas ideas, se observa que la presente investigación califica como una investigación correlacional, pues pretende determinar el efecto que tiene la aplicación de la metodología del *Last Planner* en la mejora de la productividad de en la construcción de puentes carreteros.

2.1.4 Diseño

De acuerdo con Hernández et al. (2014, p. 149), “el diseño de la investigación es el proceso sistemático mediante el cual el investigador podrá demostrar la validez o no de la hipótesis de la investigación”, por tanto, puede concebirse como el plan o estrategia planteada para obtener las pruebas requeridas en el proyecto de investigación, de acuerdo con el mismo autor, en este paso, el diseño de una investigación puede ser experimental o no experimental.

Según Hernández et al. (2014, p. 149)” una investigación es no experimental si el investigador estudia las variables de trabajo tal como se presentan en el momento en que está realizando el proceso de la investigación”, es decir, que el investigador no realizará una manipulación intencional de la variable independiente, y así poder observar si esta manipulación tiene efecto o no en la variable dependiente.

De acuerdo con las definiciones presentadas, y teniendo en cuenta que el presente trabajo de investigación aplicará la metodología *Last Planner* con la finalidad de observar el efecto que esta tiene en la mejora de la productividad de la construcción de puentes carreteros, es decir se manipulará deliberadamente la variable independiente para observar así el efecto de esta sobre la variable dependiente, concluimos que se trata de una investigación experimental.

2.1.5 Método de investigación

La investigación que se proyecta utilizará dos métodos de tratamiento de la información que se recolectará en el desarrollo de la investigación:

Método HIPOTÉTICO-DEDUCTIVO. - son los pasos o procedimientos que se utilizan en el presente proyecto de investigación, el cual presenta varios pasos esenciales: la observación del fenómeno a estudiar, la creación de una hipótesis para explicar el fenómeno observado y la verificación o comprobación de los enunciados de la hipótesis planteada verificándolos con la experiencia. Este método combina el estudio de la realidad bajo ciertas condiciones (método

empírico) y la explicación racional del investigador, de esta manera se puede llegar a la obtención del conocimiento de nuestro entorno de manera sistematizada (Hernández et al. 2014, p. 49 - 50).

Método ESTADÍSTICO. - El Método Estadístico es un proceso sistemático de obtención de información cuantitativa, procesamiento de esta información mediante la aplicación de las técnicas estadísticas y probabilísticas y la síntesis y obtención de información relevante que aporte evidencia útil para apoyar una hipótesis de trabajo (Hernández et al. 2014, p. 145)

El método estadístico tiene como objetivo la obtención de evidencia lógica y racional, que termine apoyando o desestimando una hipótesis de trabajo. Finalmente es importante tener en cuenta que las características del método estadístico específico, dependerán del tipo de investigación realizada (Arbaiza et. al. 2013, p. 21).

Por ello en la investigación, la finalidad de la estadística es utilizar los datos obtenidos en una muestra de sujetos para realizar inferencias válidas para una población más amplia de individuos de características similares.

2.2 Variables Y Operacionalización

2.2.1 Identificación De Las Variables

Variable independiente (x):

La metodología implementada: *Last Planner*

Variable dependiente (y):

Planificación y Control de obra

2.2.2 Operacionalización de las variables

Tabla 1. Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIÓN
Last Planner.	Es el conjunto de técnicas y métodos implementados para la consecución de algún objetivo.	La metodología implementada se medirá usando fichas de recolección de datos.	Distribución de tareas.	Asignación de recursos Asignación de personal	Frente de trabajo m ² /día. Cantidad de obreros/ frente
			Distribución de tiempo para las actividades	Asignación de plazos	Días
Planificación y control de obra.	La planificación de obra son un conjunto de actividades programadas en el tiempo que nos permiten alcanzar objetivos específicos.	Se medirán usando fichas de recolección de datos.	Control de Obras	Cronograma de obra Curva S.	Días
			Planificación de obra	Cumplimiento de objetivos Costos de partidas	Tareas cumplidas Soles

Fuente: elaboración propia.

2.3 Población y muestra

2.3.1 Unidad de análisis

Según Hernández et al. (2014, p. 156),” podemos entender a la unidad de análisis como los objetos, sucesos, personas o grupos humanos, en los que el trabajo de investigación se centra.” Es decir, que la unidad de análisis se refiere a los objetos específicos que son materia de estudio de la presente investigación; en ese sentido se define la unidad de análisis de la siguiente forma:

Proyectos de construcción de puentes carreteros.

2.3.2 Población

Estableceremos el concepto de población como el conjunto con una serie de atributos definidos y de interés para el estudio realizado. “Una población es un conjunto de todos los elementos que estamos estudiando, acerca de los cuales intentamos sacar conclusiones” (Hernández et al. 2014, p. 153). Entonces entendemos que la población es un conjunto conformado por todos los elementos o casos que define la unidad de análisis, en ese sentido establecemos la población para el presente proyecto de investigación de la siguiente forma:

El conjunto de proyectos de construcción de puentes carreteros en el departamento de Ancash, los que a la fecha contabilizan dieciocho, según el gobierno regional de Ancash.

2.3.3 Muestra

Para entender el concepto de muestra, nos valemos de las ideas y conceptos aportados por Hernández et al. (2014, p. 157). De acuerdo con esto, una muestra es un subconjunto de la población de estudio, la que debe definirse de antemano y debe tomarse siempre de tal manera que sea representativa de la población de estudio.

El cálculo del tamaño de la muestra elegida, se obtendrá de la aplicación de la siguiente formula, propuesta por Murray y Larry (2005, p. 57):

$$n = \frac{z_a^2 N p q}{d^2 (N - 1) - z_a^2 p q}$$

En donde, N = tamaño de la población Za = nivel de confianza, P = probabilidad de éxito, o proporción esperada Q = probabilidad de fracaso D = precisión (Error máximo admisible en

términos de proporción). De acuerdo con esta fórmula y considerando que el tamaño de la población fue de 12 elementos, y que los parámetros mencionados tuvieron los siguientes valores:

$$N=12, Z_{\alpha}=0.95, p=0.01, q=0.99 \text{ y } d=0.10$$

Se obtiene que el tamaño muestral fue de uno, por lo que se eligió el proyecto de construcción de puente carretero en el distrito de Huari, provincia de Huari, departamento de Ancash.

2.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

El presente plan de Tesis al proyectar una investigación con fuentes de información primarias (información de primera mano, recogidos originariamente por el investigador) se define como una investigación de campo, en el cual se utilizarán las siguientes Técnicas e Instrumentos de recolección de datos:

2.4.1 Técnicas

De acuerdo con Hernández (2014, p.150), las técnicas son mecanismos, recursos y medios dirigidos a la recolección, conservación y transmisión de los datos obtenidos durante el proceso de la investigación científica. De manera más específica podemos decir que las técnicas están referidas al cómo se obtendrá la información, mientras que los instrumentos estarían representados por el medio físico requerido para la obtención de estos datos.

De acuerdo con esto, la presente investigación se proyecta ser una investigación de tipo no experimental, pues únicamente pretende la evaluación de la planificación y control de obras en proyectos de construcción de puentes carreteros.

1. Se hará un estudio de la programación general de la obra y de cada una de las partidas, con la finalidad de evaluar los tiempos y costos programados por el proyecto.
2. Con la finalidad de evaluar el efecto de la aplicación del *Last Planner* el estudio se enfocará en partidas que requieran dos frentes de trabajo, de tal forma que en uno de los frentes se aplicará el *Last Planner*, mientras que en el otro frente, no se hará una implementación de este sistema. La medición de los datos se hará empleando las fichas de recolección de datos presentadas en el anexo de este trabajo.
3. Se hará un seguimiento de la implementación con *Last Planner*, se analizarán las técnicas implementadas y los efectos que estas tienen en el desarrollo de las partidas,

tanto desde el punto de vista de los rendimientos, costos, etc. Se hará uso de las fichas de recolección de datos implementada y presentada en los anexos.

4. Se hará un seguimiento parecido en el frente de trabajo paralelo. Debe entenderse que se evaluarán costos, tiempos y la adecuada aplicación del control de obra, en ambos grupos.
5. Finalmente se evaluarán los efectos del *Last planner* en el desarrollo de las distintas partidas del proyecto, para esto se hará uso de las curvas de avance y programadas, es decir, se hará uso de las curvas s.
6. Se analizarán los resultados obtenidos para el frente en el que no se aplicó ninguna metodología.
7. Los datos obtenidos serán analizados posteriormente en gabinete, para finalmente ser comparados y poder determinar de manera adecuada si la aplicación del *Last Planner* tiene algún efecto en el control de un puente carretero.

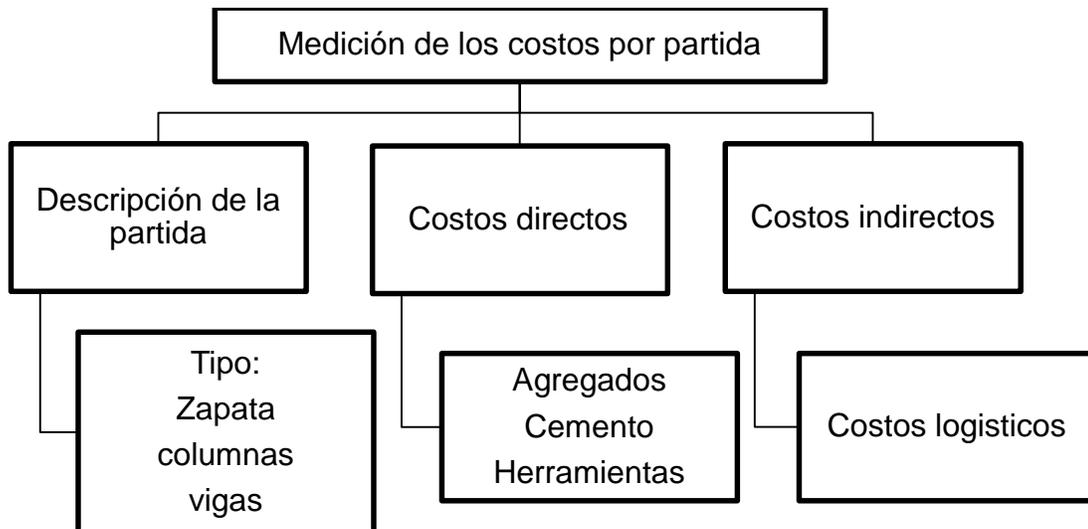


Figura 9. Evaluación de los costos de la partida.

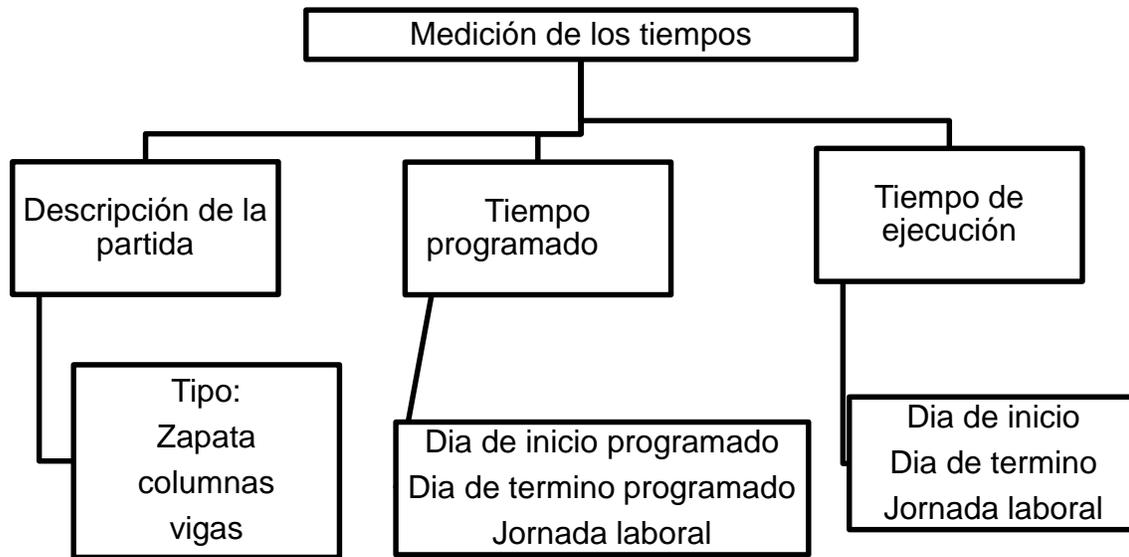


Figura 10. Evaluación de los tiempos de la partida

2.4.2 Instrumentos

De acuerdo con Hernández et al. (2014, p. 163), los instrumentos de investigación son un conjunto herramientas usadas para la medición de las variables definidas en el problema de investigación, de acuerdo con esto, las herramientas usadas serán:

1. Ficha de recolección de datos F01, referida a la medición de los tiempos de construcción.

Esta ficha nos permite la evaluación de los tiempos que requiere la ejecución de una partida específica, como el tiempo que le toma a una cuadrilla la ejecución de una zapata.

2. Ficha de recolección de datos F02, referida a los costos de la obra.

Esta ficha nos permite cuantificar los costos de cada una de las partidas, para esto se han considerado el cálculo de los cotos directos y los costos directos.

3. Ficha de recolección de datos F03, de control de obra.

Esta ficha nos permite la evaluación del cumplimiento de las actividades programadas en el plan maestro. Por medio de esta herramienta, se puede evaluar si la

ejecución de una partida se encuentra adelantada o retrasada, respecto de su programación.

4. Ficha de recolección de datos F04, datos generales

Esta ficha nos permite la recolección de información general de la obra estudiada, así como los incidentes generales que podrían tener efecto en las variables de estudio.

2.4.3 Validez

De acuerdo con Hernández et al. (2014, p. 207), la validez de un instrumento de investigación, indica el grado en que un instrumento realmente mide la variable que se pretende estudiar.

Los instrumentos de medición, miden el tiempo, los costos y el control en la construcción de puentes carreteros, por lo que, de acuerdo con la definición presentada, realmente miden las variables de interés.

Tabla 2. *Evaluación de la validez dada por expertos*

Formato	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio
Ficha 01				
Ficha 02				
Ficha 03				
Ficha 04				
Índice de validez				

Fuente: elaboración propia.

2.4.4 Confiabilidad

De acuerdo con Hernández et al. (2013, p. 247), “la confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales” (Hernández et al. 2013, p. 247), (Kellstedt y Whitten, 2013, p. 11) y (Ward y Street, 2009, p. 247).

La confiabilidad de los instrumentos mencionados, se evaluará de acuerdo con la opinión de tres expertos en el tema, los que serán ingenieros civiles colegiados y habilitados.

2.5 Análisis de datos

De acuerdo con Hernández et. al (2014, p. 286), el análisis de datos es un conjunto de técnicas orientadas al procesamiento de los datos de una investigación, de tal forma que estos tengan un sentido lógico y coherente, que además nos permitan poner a prueba nuestras hipótesis. En este caso, por ejemplo, supongamos que se mide la productividad de un grupo de obreros en determinada partida. Para dar inicio a las mediciones se empezará por analizar la cantidad de trabajo realizado en una jornada específica, y se repetirá este proceso por un número definido de días, entonces, queda claro que el conjunto de datos estudiados tendrá un conjunto de parámetros estadísticos que nos permitan determinar su comportamiento más probable. Tales parámetros serán la media aritmética, la desviación estándar, el coeficiente de variación, etc.

Tabla 3. Análisis de datos

OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	Estadístico	Herramientas
<p>Objetivo general</p> <p>Lograr la mejora en el control y planificación en la construcción de un puente carretero mediante la aplicación del Last Planner.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Disminuir los tiempos de construcción de un puente carretero mediante la aplicación del Last Planner.</p> <p>Lograr reducción de costos en la construcción de un puente carretero, mediante la aplicación del Last Planner.</p> <p>Mejora en el control de obra de construcción de un puente carretero mediante la aplicación del Last Planner.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>La implementación de la metodología Last Planner mejora la planificación y el control en la construcción de un puente carretero.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>La implementación de la metodología Last Planner logra la disminución de los tiempos de construcción de un puente carretero.</p> <p>La implementación de la metodología Last Planner reduce los costos de construcción de un puente carretero.</p> <p>La implementación de la metodología Last Planner permite la mejora el control de obra en la construcción de un puente carretero.</p>	<p>Método de gestión aplicado</p> <p>La planificación y control de obras</p>	<p>Frecuencias simples</p> <p>Frecuencias acumuladas</p> <p>Frecuencias relativas</p> <p>Frecuencias relativas acumuladas</p> <p>Media aritmética</p> <p>Desviación estándar</p>	<p>Excell</p> <p>SPSS</p>

Fuente: elaboración propia.

2.6 Aspectos éticos

Toda la información consignada en el presente documento es propiedad intelectual del autor de la misma, en tanto que las ideas, gráficos, tablas y cualquier otro tipo relacionado de terceros ha sido citados de manera adecuado, dándoles a estos autores el crédito y el mérito que por derecho se han ganado, para esto se han seguido las pautas del citado de acuerdo al sistema ISO 690.

III. RESULTADOS

3.1 Ubicación del proyecto estudiado

La aplicación del last planner, como técnica de gestión de proyectos de ingeniería, debe aplicarse de manera específica para cada caso de estudio, por lo que es necesario definir un caso de estudio para el desarrollo del presente trabajo de investigación. En este contexto se decidió establecer la construcción del puente carretero Ollantay, ubicada en el distrito de Pontó en la provincia de Huari.



Figura 11. Ubicación provincial del proyecto analizado en el presente trabajos de investigación.

En cuanto al distrito de Pontó, conviene aclarar que este se encuentra ubicado en la provincia de Huari, provincia que forma parte de la jurisprudencia política del departamento de Ancash, tal como se muestra en la Figura 11.

3.2 Identificación del proyecto

El proyecto elegido consiste en la construcción de un puente carretero, es decir, un puente diseñado para el tránsito de vehículos, tal como se puede apreciar en la Figura 12. Este puente consistió de un puente tablero con vigas nervadas y losa maciza. El puente estudiado también permite el paso de peatones y acémilas u otro tipo de medio de transporte.

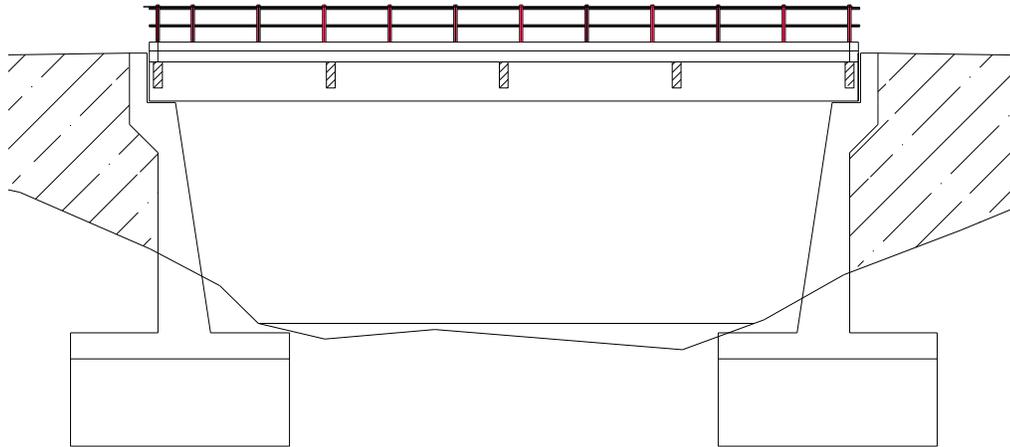


Figura 12. Elevación del puente estudiado.

3.3 Proceso constructivo

Es importante tener en cuenta que el proceso constructivo elegido para la materialización de un proyecto de infraestructura cualquiera tiene efecto directo en los costos y tiempos de construcción y por tanto en la elección de la gestión de estos. Por lo expuesto en esta sección se exponen, de manera general, el proceso constructivo empleado en el desarrollo de este proyecto.

3.3.1 Excavación para cimentación

El proceso da inicio con las excavaciones necesarias para la colocación de la cimentación de la estructura. En este punto conviene aclarar que la cimentación elegida fue superficial, mediante zapatas. Además, el sistema de transmisión de cargas elegido fue de estribos.

3.3.2 Excavación para la construcción de estribos

Este segundo proceso involucra la movilización de grandes masas de tierra, específicamente las masas de tierra ubicadas en el trasdós del estribo proyectado. Este movimiento es necesario, en primer lugar, para la construcción de los estribos, estructuras que tienen como finalidad la contención de la presión posterior de la tierra y las cargas verticales transmitidas por la superestructura. El segundo objetivo de la excavación presentada es que permite construir el terraplén requerido para la aproximación al puente.

3.3.3 Vaciado del concreto de falsas zapatas

Una vez que el movimiento de las masas del suelo se ha efectuado, se deben vaciar las falsas zapatas. Las falsas zapatas son estructuras, generalmente de concreto simple, que permiten alcanzar un nivel de cimentación requerido, sin necesidad de usar acero de refuerzo. Es usual que este concreto tenga una resistencia a la compresión de 100 kg/cm².

3.3.4 Armado del refuerzo de las zapatas

El armado del acero de refuerzo de las zapatas colocadas, se realiza usando varillas de acero de construcción convencionales, de acuerdo con los planos de estructuras. Esta partida requiere que previamente se habilite el acero de refuerzo, es decir, que se corte y se doblen de acuerdo a las especificaciones del ingeniero estructural.

3.3.5 Vaciado del concreto de las zapatas

Este paso debe realizarse una vez que las armaduras de las zapatas y los aceros de empalme para el estribo del puente hayan sido colocadas, adecuadamente. La partida da inicio con la fabricación del concreto, para esto el ingeniero responsable deberá tener el diseño de mezclas definido con antelación.

3.3.6 Armado del refuerzo de los estribos

Esta partida implica la colocación de la malla de acero de refuerzo en el cuerpo del estribo, además, implica el corte y doblado de las varillas de acero requeridas para la conformación del estribo.

3.3.7 Encofrado de los estribos del puente

El encofrado de estribos consiste en la colocación del molde, ya sea este de madera o metal. Este molde permite al constructor dotarle al elemento de la forma deseada.

3.3.8 Vaciado del concreto de los estribos

Al igual que en casos anteriores, esta partida implica colocar el concreto especificado en los planos de construcción dentro de los encofrados.

3.3.9 Relleno del trasdós de los estribos

Una vez que los estribos han sido fabricados, es necesario rellenar el trasdós de estos elementos. El relleno se hace de tal forma que se alcance los niveles establecidos en el proyecto.

3.3.10 Encofrado de las vigas del puente

Esta partida implica la colocación del encofrado que permita dar forma a las vigas o trabes longitudinales. Es importante mencionar que estos elementos estructurales son vitales de la estructura del puente.

3.3.11 Encofrado de las losas del puente

Esta partida implica la colocación de los encofrados de requeridos para la conformación de la losa del puente analizado.

3.3.12 Armado del refuerzo de las vigas

Esta partida implica el corte y doblado de las varillas de acero que componen las vigas o trabes principales.

3.3.13 Armado del refuerzo de las losas

Esta partida implica el armado de las varillas de acero que van dentro de las losas de concreto armado.

3.3.14 Vaciado del concreto de las vigas y losas

Finalmente, esta partida implica la colocación del concreto especificado en toda la superestructura, lo que implica llenado de vigas y losas.

3.4 Aplicación de la metodología Last Planner

La aplicación del *Last Planner*, es un conjunto de técnicas que nos permite implementar la filosofía *Lean Construction*, con la finalidad de lograr mejoras notables tanto en la gestión de tiempo como de recursos. Para esto, esta filosofía se ha implementado en la construcción del puente carretero analizado en este trabajo de investigación, y los efectos de esta metodología han sido recogidos y estudiados.

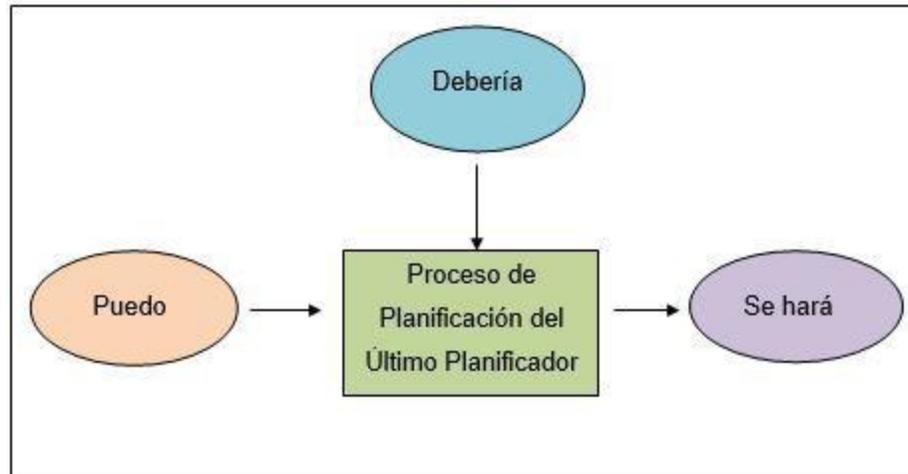


Figura 13. Esquema que representa parte de la metodología del último planificador (*Last Planner*).

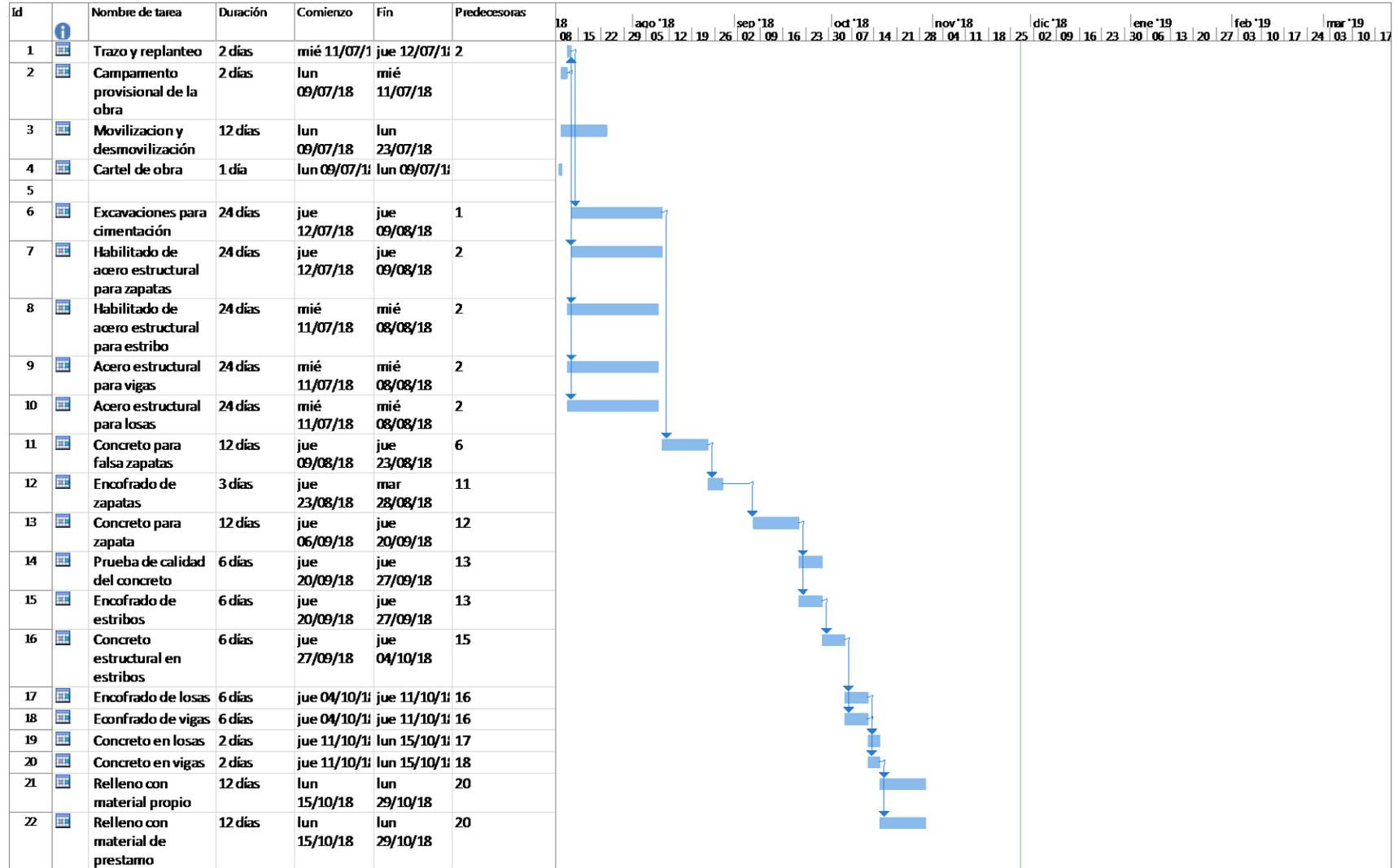
De acuerdo con Ballard y Howard (2004, p. 317) la metodología del último planificador (*Last Planner*) consiste en el control de procesos y la reducción de la variabilidad mediante el aseguramiento de los objetivos globales y sus restricciones. En este sentido el último planificador es aquella persona o grupo de personas que, en última instancia, deciden la cantidad de trabajo físico que deberá ser ejecutado para poder alcanzar las metas globales del proyecto. Es también el último planificador el que deberá detectar aquellas fuentes o causas de no cumplimiento y suprimirlas de manera oportuna.

De acuerdo con esto en determinadas circunstancias el ultimo planificador deberá decidir la cantidad de trabajo que se debe realizar, en función de lo que se debería hacer y lo que se puede hacer, tal como se muestra en la Figura 13.

3.5 Plan maestro

El plan maestro es un esquema general de construcción que nos permite identificar los frentes de construcción más importantes. Este esquema de trabajo nos permite planificar las diferentes actividades que deberemos seguir a lo largo de la implementación del método Last Planner.

Tabla 4. Plan Maestro



Fuente: elaboración propia.

3.6 Programación a corto plazo (Look Ahead)

Dentro del método de planificación y control de proyectos usando *Last Planner*, es usual tener niveles de programación, los que van, desde el plan maestro, y pasan por la programación a corto plazo hasta la programación semanal.

De acuerdo con esto se debe tener en cuenta que el plan maestro marca los hitos que se deberán desarrollar en el proyecto de construcción, es decir, nos guía para el desarrollo de actividades intermedias necesarias para el cumplimiento de las metas planteadas en el programa maestro.

Tabla 5. *Primera programación a corto plazo (Look Ahead)*

Actividad	unidad	semana 01	semana 02	semana 03
Excavación para cimentación	m3	60	60	60
Encofrado para zapatas de estribos	m2	1275	1275	1275
Habilitación de acero zapatas	kg	4600	4600	4600
Habilitación del acero para estribos	kg	1375	1375	1375
Habilitación del acero para vigas	kg	1350	1350	1350
Habilitación del acero para losas	kg	490	490	490
Concreto simple para falsa zapata	m3	0	120	120
Concreto para zapata	m3	0	0	35

Fuente: elaboración propia.

Sin embargo, la metodología implementada en la construcción del puente carretero analizado implica la elaboración de un plan intermedio, entre hitos plenamente establecidos del programa maestro. Esta planeación se verá modificada entre dos programas sucesivos, y esto se hará en función del análisis de restricción o las causas de no cumplimiento.

Tabla 6. Segunda programación a corto plazo (Look Ahead).

Actividad	U nd	Semana 04	Semana 05	Semana 06
Excavación para cimentación	m 3	60	0	0
Concreto para zapata	m 3	35	0	0
Encofrado para zapatas	m 2	1275	0	0
Habilitación de acero para zapatas	kg	4600	0	0
Habilitación del acero para estribos	kg	1375	0	0
Habilitación del acero para viga	kg	1350	0	0
Habilitación del acero para losas	kg	490	0	0
Encofrado para estribos de puente	m 2	0	2532	2532
Concreto estructural para estribos	m 3	0	20200	20200

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. Tercera programación a corto plazo (Look Ahead).

Actividad	U nd	Semana 07	Semana 08	Semana 09
Encofrado de vigas	m 2	3934	0	0
Encofrado de losas	m 2	3010	0	0
Concreto estructurales vigas	m 3	0	3089	0
Concreto estructurales losas	m 3	0	5700	0
Apoyos	m 3	0	1352	0
Juntas de construcción	m 2	0	7246	0
Prueba de resistencia compresión	kg	0	472	0
Tubería de drenaje	kg	0	86	0

Relleno con material propio	m 3	0		3170
-----------------------------	--------	---	--	------

Fuente: elaboración propia.

En este sentido se puede mencionar que si hubo un conjunto de actividades de no se cumplieron, se deben identificar las causas que originaron el incumplimiento y eliminarlas o al menos reducirlas. El paso siguiente consisten en la reorientación de las actividades y las cantidades de trabajo para poder asegurar el cumplimiento del plan maestro. Esta dinámica le permite al método *Last Planner* poder adecuarse a cada circunstancia específica para garantizar los logros esperados.

En este sentido, en el presente ítem se muestra la programación a corto plazo realizada para la construcción del puente carretero analizado. Se aclara que por las características propias de la obra el tiempo del *Look Ahead* fue de 3 semanas, por lo que se tuvieron tres planes intermedios, mostrados en las **Tabla 4, Tabla 5, Tabla 6 y Tabla 7.**

Tabla 8. Cuarta programación a corto plazo (*Look Ahead*)

Actividad	U nd	Semana 10	Semana 11	Semana 12
Relleno con material propio	m 3	3170	0	0
Relleno con material de préstamo	m 3	0	780	390
Limpieza del cauce	un	0	0	1
Baranda de fierro galvanizado	un	0	0	2
Placa recordatoria	un	0	0	1

Fuente: elaboración propia.

3.7 Análisis de aplicación en la primera semana

La aplicación del método Last Planner en este proyecto de construcción específico se hizo con base en el plan maestro, el que es un conjunto de hitos que guían el desarrollo de la obra. Además, con la finalidad de poder aprovechar al máximo los recursos disponibles la concreción de este proyecto, se aplicará el método del ultimo planificador, es decir, una persona o grupo de personas que en última instancia pueden decidir cómo se organizará la actividad productiva, así como la mejor disposición e los recursos en función de las características propias de cada situación. Para esto, el ultimo planificador deberá realizar una programación a corto plazo (Look Ahead) que le permitirá programar actividades con una visión de corto plazo y tomado en cuenta las posibles contingencias.

Tabla 9. Planilla de planificación de la primera semana de trabajo

Actividad	inicio	termino	Responsa ble	Sub contrat o	Causa de no cumplimiento	
					Gener al	Especifi co
Excavación para cimentación						
Encontrado para zapatas de estribos						
Habitación de acero zapatas						
Habilitación del acero para estribos						
Habilitación del acero para vigas						
Habilitación del acero para losas						

Fuente: elaboración propia.

Para esto el ultimo planificar hizo uso de la plantilla de planificación semana mostrada en la Figura 11 *Figura 11*, en el que se ven todas las actividades que según él se deberán ejecutar en el transcurso de esta semana. El mismo proceso se ha implementado en cada semana de trabajo, por lo que se ha considerado que no es necesario repetir la presentación de esta ficha de trabajo.

Es importante recordar que en los anexos se presentan las fichas de recolección de datos obtenidos de la medición de las variables de interés durante el desarrollo del presente trabajo de

investigación. En este trabajo las partidas se han numerado en el mismo orden en que estas aparecen en los anexos y en estricto orden de construcción.

Tabla 10. *Cantidad de trabajo asignado y realizado por partida en la primera semana*

Semana 01				
Actividad	Und	Asignación semanal	Realizado	PAC
Excavación para cimentación	m3	60	45	75.0%
Enconfrado para zapatas de estribos	m2	1275	950	74.5%
Habilitación de acero zapatas	kg	4600	4000	87.0%
Habilitación del acero para estribos	kg	1375	850	61.8%
Habilitación del acero para vigas	kg	1350	1000	74.1%
Habilitación del acero para losas	kg	490	350	71.4%

Fuente: elaboración propia.

La primera semana de trabajo se ve marcada por una serie de actividades o partidas de trabajo, tal como se muestra en la Figura 12. Es importante tomar en cuenta que, en numerosas ocasiones, la realización de una actividad depende de la culminación de otras. Este es el caso, por ejemplo, del encontrado de zapatas es una actividad que no puede ser desarrollada antes de que las excavaciones este terminadas, por lo que esta última marcará una restricción para la primera actividad.

Tabla 11. Programación a corto plazo (Look Ahead)

SEMANA 1												SEMANA 2												SEMANA 3											
ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC	ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC	ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC			
			Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Lunes					Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Lunes	Martes					Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado							
Excavación para cimentación	m3	Programado	60	15	10	10	10	10	5	Excavación para cimentación	m3	Programado	70	60	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	4	Excavación para cimentación	m3	Programado	70	60	11	11	11	11	11	5				
		Ejecutado									Ejecutado											Ejecutado													
Encontrado para zapatas de estribos	m2	Programado	1275	240	240	240	240	240	75	Concreto simple para falsa zapata	m3	Programado	120	120	22	22	22	22	22	10	Concreto simple para falsa zapata	m3	Programado	120	120	22	22	22	22	22	10				
		Ejecutado									Ejecutado											Ejecutado													
Habitación de acero zapatas	kg	Programado	4600	880	880	880	880	880	200	Encofrado para zapatas de estribos	m2	Programado	1600	1275	235	235	235	235	235	100	Concreto para zapata	m3	Programado	35	35	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	3				
		Ejecutado									Ejecutado											Ejecutado													
Habilitación del acero para estribos	kg	Programado	1375	265	265	265	265	265	50	Habilitación de acero para zapatas	kg	Programado	5200	4600	840	840	840	840	840	400	Encofrado para zapatas	m2	Programado	1575	1275	231	231	231	231	231	120				
		Ejecutado									Ejecutado											Ejecutado													
Habilitación del acero para vigas	kg	Programado	1350	246	246	246	246	246	120	Habilitación del acero para estribos	kg	Programado	1900	1375	255	255	255	255	255	100	Habilitación de acero zapatas	kg	Programado	4800	4600	840	840	840	840	840	400				
		Ejecutado									Ejecutado											Ejecutado													
Habilitación del acero para losas	kg	Programado	490	90	90	90	90	90	40	Habilitación del acero para vigas	kg	Programado	1700	1350	250	250	250	250	250	100	Habilitación del acero para estribos	kg	Programado	1875	1375	251	251	251	251	251	120				
		Ejecutado									Ejecutado											Ejecutado													
		Programado								Habilitación del acero para losas	kg	Programado	630	490	88	88	88	88	88	50	Habilitación del acero para viga	kg	Programado	1700	1350	244	244	244	244	244	130				
		Ejecutado									Ejecutado											Ejecutado													
		Programado									Programado											Programado	620	490	88	88	88	88	88	50					
		Ejecutado									Ejecutado											Ejecutado													

Fuente: elaboración propia.

Tabla 12. Programación semanal primera semana

SEMANA 1											
ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC	
			Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado			
Excavación para cimentación	m3	Programado	60	15	10	10	10	10	5		
		Ejecutado	45	8	8	8	8	8	5	75%	
Encontrado para zapatas de estribos	m2	Programado	1275	240	240	240	240	240	75		
		Ejecutado	950	180	180	180	180	180	50	74.50%	
Habitación de acero zapatas	kg	Programado	4600	880	880	880	880	880	200		
		Ejecutado	4000	700	700	700	700	700	500	87%	
Habilitación del acero para estribos	kg	Programado	1375	265	265	265	265	265	50		
		Ejecutado	850	154	154	154	154	154	80	61.80%	
Habilitación del acero para vigas	kg	Programado	1350	246	246	246	246	246	120		
		Ejecutado	1000	180	180	180	180	180	100	74.10%	
Habilitación del acero para losas	kg	Programado	490	90	90	90	90	90	40		
		Ejecutado	350	66	66	66	66	66	20	71.40%	
		Programado									
		Ejecutado									
		Programado									
		Ejecutado									

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a los resultados obtenidos en la primera semana se puede observar que, en el caso de las excavaciones, la asignación semanal fue de 60 metros cúbicos, sin embargo, por motivos que se analizarán más adelante, solo se lograron culminar 45 metros cúbicos de excavación. En este punto conviene definir un parámetro de análisis definido como el porcentaje de actividades completadas (PAC), que no es otra cosa que el cociente de las actividades completadas sobre las actividades planificadas. Así, si este índice es menor a la unidad, o menor al 100%, esto quiere decir que la actividad planificada no logró ser completada.

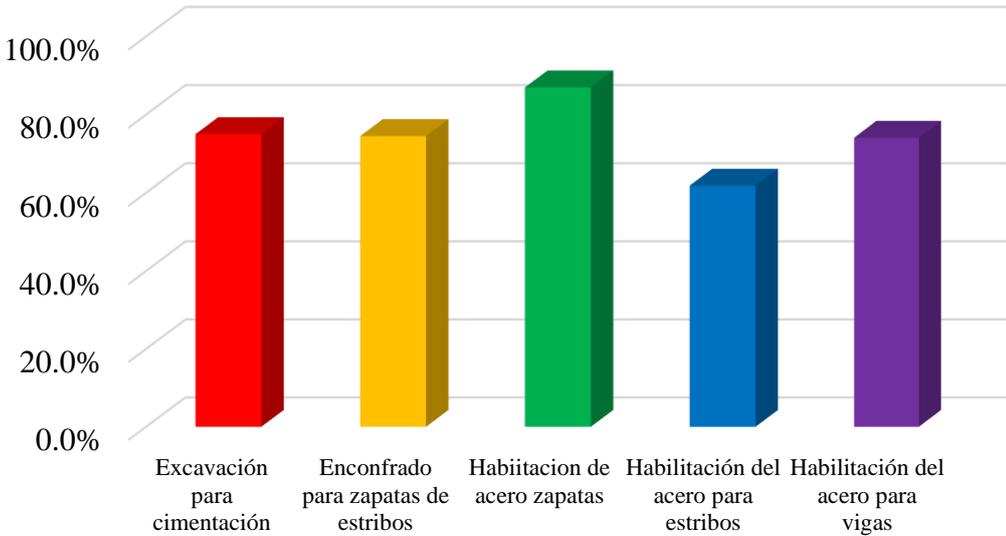


Figura 14: Porcentaje de actividades completadas en la primera semana (PAC).

En este sentido el PAC resulta un indicador de la efectividad de las técnicas de planificación implementadas en un proceso constructivo. De acuerdo con esto, como no se logró completar la actividad planificada el PAC en el caso de excavaciones sería menor al 100%, valor que en el caso analizado fue de 75%, tal como se aprecia en la Figura 12.

Es importante mencionar que cuando una actividad no logra ser completada en el periodo asignado, el ultimo planificador deberá ver la forma en la que tal actividad deberá ser recuperada, ya sea incrementando el número de horas de trabajo o incrementando la cantidad de trabajadores. Esto, como ya se mencionó, deberá hacerse para cumplir con la cantidad de horas asignadas. En la Figura 14 se muestran los PAC encontrados para cada una de las actividades realizadas en esta semana de trabajo. De la misma manera, en la Figura 15, se muestra la tendencia del PAC, de todas las actividades realizadas en esta semana y su relación con respecto al objetivo del 100%.

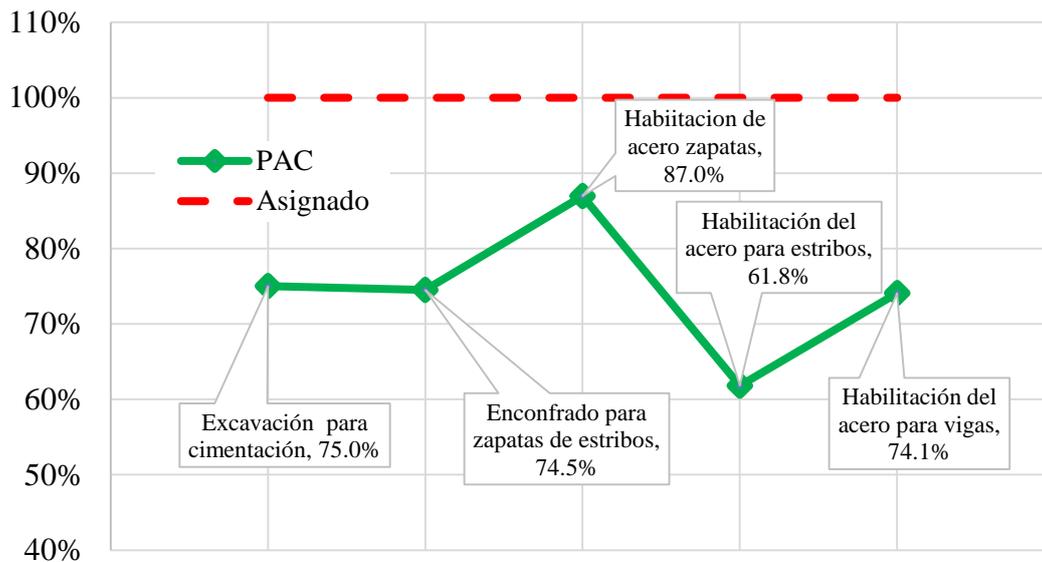


Figura 15. Comparación entre el porcentaje de actividades ejecutadas contras las planificadas en la primera semana.

Finalmente, una de las actividades propias del *Lean Construction*, y aplicadas a través del ultimo planificador, es la detección de las causas de no cumplimiento. Estos son el conjunto de motivos por el que cierta actividad no logró ser completada como estaba planificada. En este trabajo de investigación específico, se ha logrado identificar como causas de incumplimiento de actividades lo siguiente: Prerrequisitos, materiales, mala participación, mano de obra, proveedor, mala ejecución del trabajo, cambios de diseño, diseño, máquinas y equipos, y factores climáticos.

Tabla 13. Análisis de las restricciones presentes en la primera semana

Causas	Día					Total	%
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes		
Pre-requisito						0	0%
Material						0	0%
Mala participación	2	2	2			6	55%
Mano de obra			2			2	18%
Proveedor						0	0%
Mala ejecución del trabajo						0	0%
Cambios de diseño						0	0%
Diseño						0	0%
Máquinas y equipos	1	1	1			3	27%
Factores climáticos						0	0%

Fuente: elaboración propia.

Nota: Se colocó mala participación de en los trabajadores ya que se observó que dos no alcanzaron con sus asignaciones diarias, al ser comparados con sus compañeros de obra. Se consideró mano de obra puesto que el día miércoles dos obreros faltaron injustificadamente. Finalmente, se consideraron máquinas y equipos debido a que faltaron herramientas o las que se disponían era inadecuadas.

En este sentido, las causas de no cumplimiento detectadas en la primera semana de trabajo se han marcado en la tabla mostrada en la Figura 13. Este esquema nos permite evaluar cuáles son las causas de que las partidas analizadas en esta semana no hayan podido ser concluidas. Es importante mencionar que la detección adecuada y a tiempo de estos problemas resultará en un incremento de la productividad, pues al detectarlos, se podrán eliminar.

Finalmente, en la Figura 16, se muestran las causas de no cumplimiento más relevantes durante toda la primera semana. Esta información permitirá destrabar actividades que de otra manera permanecerían generando problemas a toda la construcción.

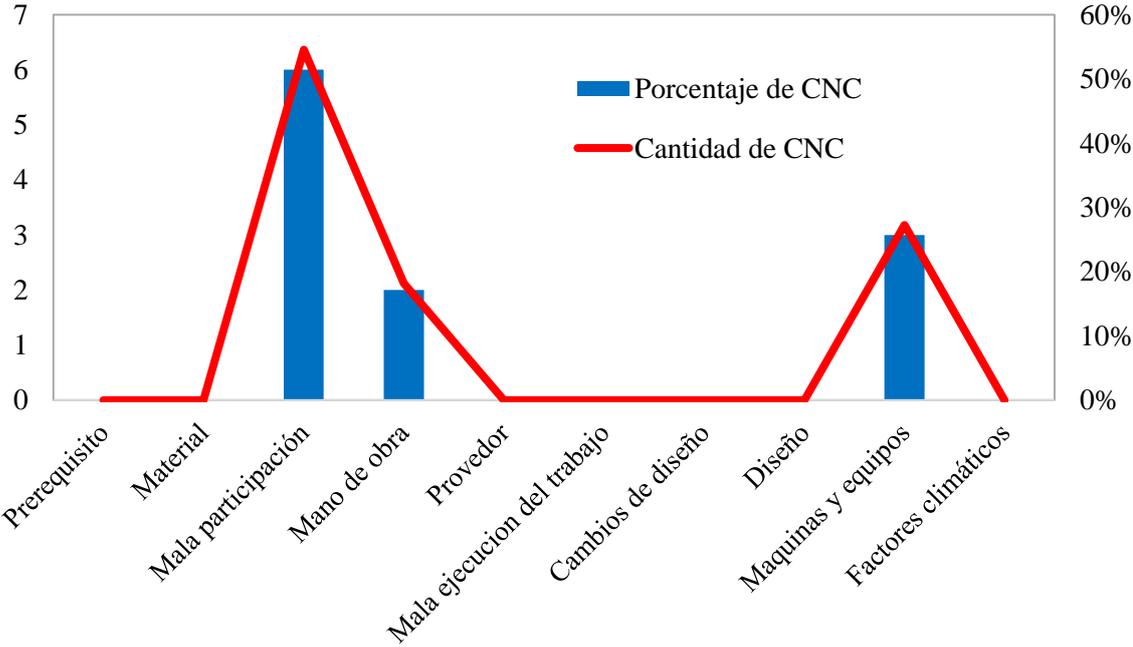


Figura 16. Evaluación de las causas de no cumplimiento detectadas en la primera semana.

3.8 Análisis de resultados en la segunda semana

En la segunda semana se aplicarán los mismos criterios aplicados en la primera semana de trabajo, sin embargo, se deberá tener en cuenta que las actividades se adaptan a cada escenario específico. En este sentido en la segunda semana se tienen las siguientes partidas, excavación para cimentación, concreto simple para falsa zapata, encofrado para zapatas de estribos, habilitación de acero para zapatas, habilitación de acero para vigas, y habilitación de acero para losas.

Tabla 14. Cantidad de trabajo asignado y realizado por partida en la segunda semana

Semana 02					
Actividad	Und	Asignación semanal	Look Ahead	Realizado	PAC
Excavación para cimentación	m3	60	70	65	92.9%
Concreto simple para falsa zapata	m3	120	120	120	100.0%
Encofrado para zapatas de estribos	m2	1275	1600	1300	81.3%
Habilitación de acero para zapatas	kg	4600	5200	5000	96.2%
Habilitación del acero para estribos	kg	1375	1900	1400	73.7%
Habilitación del acero para vigas	kg	1350	1700	1350	79.4%
Habilitación del acero para losas	kg	490	630	500	79.4%

Fuente: elaboración propia.

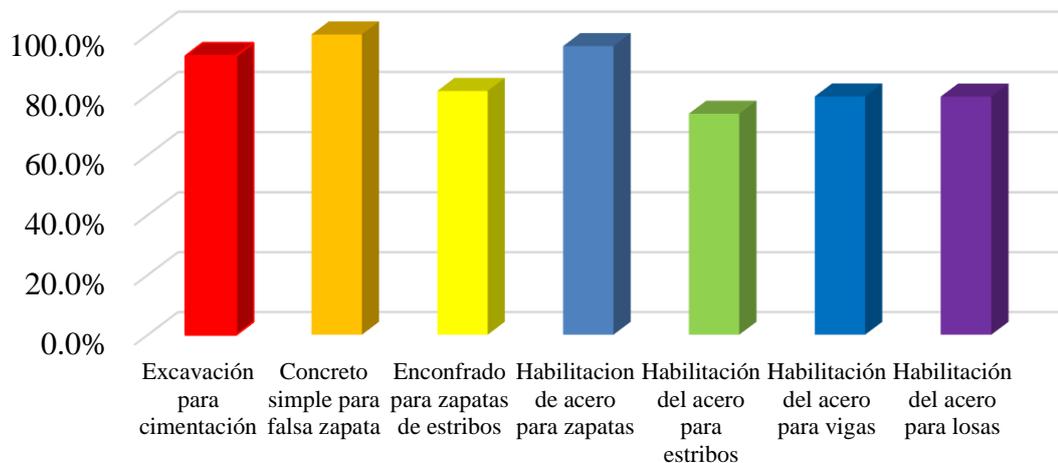


Figura 17. Porcentaje de actividades completadas en la primera semana (PAC).

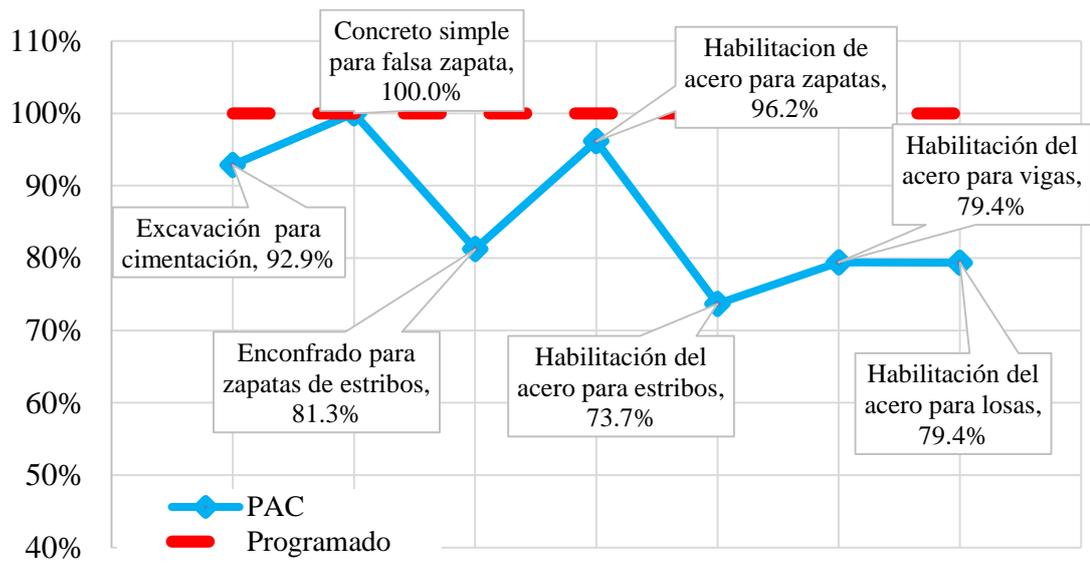


Figura 18. Comparación entre el porcentaje de actividades ejecutadas contras las planificadas en la primera semana.

Tabla 15. Planificación a corto plazo Look Ahead

SEMANA 2											SEMANA 3											SEMANA 4										
ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC	ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC	ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC
			Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Lunes					Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Lunes	Martes					Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado				
Excavación para cimentación	m3	70	60	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	4	Excavación para cimentación	m3	70	60	11	11	11	11	11	5	Excavación para cimentación	m3	60	60	11	11	11	11	11	5			
Concreto simple para falsa zapata	m3	120	120	22	22	22	22	22	10	Concreto simple para falsa zapata	m3	120	120	22	22	22	22	22	10	Concreto para zapata	m3	35	35	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	3			
Encofrado para zapatas de estribos	m2	1600	1275	235	235	235	235	235	100	Concreto para zapata	m3	35	35	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	3	Encofrado para zapatas	m2	1550	1275	231	231	231	231	231	120			
Habilitación de acero para zapatas	kg	5200	4600	840	840	840	840	840	400	Encofrado para zapatas	m2	1575	1275	231	231	231	231	231	120	Habilitación de acero para zapatas	kg	5400	4600	840	840	840	840	840	400			
Habilitación del acero para estribos	kg	1900	1375	255	255	255	255	255	100	Habilitación de acero zapatas	kg	4800	4600	840	840	840	840	840	400	Habilitación del acero para estribos	kg	1750	1375	251	251	251	251	251	120			
Habilitación del acero para vigas	kg	1700	1350	250	250	250	250	250	100	Habilitación del acero para estribos	kg	1875	1375	251	251	251	251	251	120	Habilitación del acero para viga	kg	1550	1350	246	246	246	246	246	120			
Habilitación del acero para losas	kg	630	490	88	88	88	88	88	50	Habilitación del acero para viga	kg	1700	1350	244	244	244	244	244	130	Habilitación del acero para losas	kg	490	490	89	89	89	89	89	45			
										Habilitación del acero para losas	kg	620	490	88	88	88	88	88	50													

Fuente: elaboración propia.

Tabla 16. Programación semanal segunda semana

SEMANA 2											
ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC	
			Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado			
Excavación para cimentación	m3	Programado	70	60	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	4	
		Ejecutado		65	12	12	12	12	12	5	92.90%
Concreto simple para falsa zapata	m3	Programado	120	120	22	22	22	22	22	10	
		Ejecutado		120	22	22	22	22	22	10	100.00%
Encofrado para zapatas de estribos	m2	Programado	1600	1275	235	235	235	235	235	100	
		Ejecutado		1300	240	240	240	240	240	100	81.30%
Habilitación de acero para zapatas	kg	Programado	5200	4600	840	840	840	840	840	400	
		Ejecutado		5000	920	920	920	920	920	400	96.20%
Habilitación del acero para estribos	kg	Programado	1900	1375	255	255	255	255	255	100	
		Ejecutado		1400	260	260	260	260	260	100	73.70%
Habilitación del acero para vigas	kg	Programado	1700	1350	250	250	250	250	250	100	
		Ejecutado		1350	250	250	250	250	250	100	79.40%
Habilitación del acero para losas	kg	Programado	630	490	88	88	88	88	88	50	
		Ejecutado		500	90	90	90	90	90	50	79.40%
		Programado									
		Ejecutado									

Fuente: elaboración propia.

Debe aclararse que se ha distinguido entre las actividades planificada en el plan maestro, las que usualmente se hacen dividiendo la cantidad de metrado entre el número total de semanas asignadas. También se han realizado programaciones semanales (Look Ahead), que es el conjunto de actividades que el último planificador decide que deberían realizarse.

Tabla 17. *Análisis de restricción de la segunda semana*

Causas	Día					Total	%
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes		
Pre-requisito	1	1				2	15%
Material						0	0%
Mala participación	2	2	2			6	46%
Mano de obra			2			2	15%
Proveedor						0	0%
Mala ejecución del trabajo						0	0%
Cambios de diseño						0	0%
Diseño						0	0%
Máquinas y equipos	1	1	1			3	23%
Factores climáticos						0	0%

Fuente: elaboración propia.

Nota: Se colocó mala participación de en los trabajadores ya que se observó que dos no alcanzaron con sus asignaciones diarias, al ser comparados con sus compañeros de obra. Se consideró mano de obra puesto que el día miércoles dos obreros faltaron injustificadamente. Se consideraron máquinas y equipos debido a que faltaron herramientas o las que se disponían era inadecuadas. Finalmente se consideró como restricción el prerrequisito, ya que no se completaron tareas requeridas la semana anterior.

Las cantidades de trabajo realmente efectuadas al final de la semana deberán compararse con lo planificado, de esta forma se podrá determinar la efectividad de las medidas implementadas. Los resultados muestran una mejora promedio significativa en cada una de las partidas efectuadas, al ser comparadas con las efectividades obtenidas anteriormente.

Otro parámetro importante para la ejecución de las actividades presentes en una construcción es el conjunto de actividades que no aportan valor, y que, por el contrario, encarecen o dificultan las actividades a realizar. Este conjunto de causas es denominado comúnmente como causa de cumplimiento (CNC).

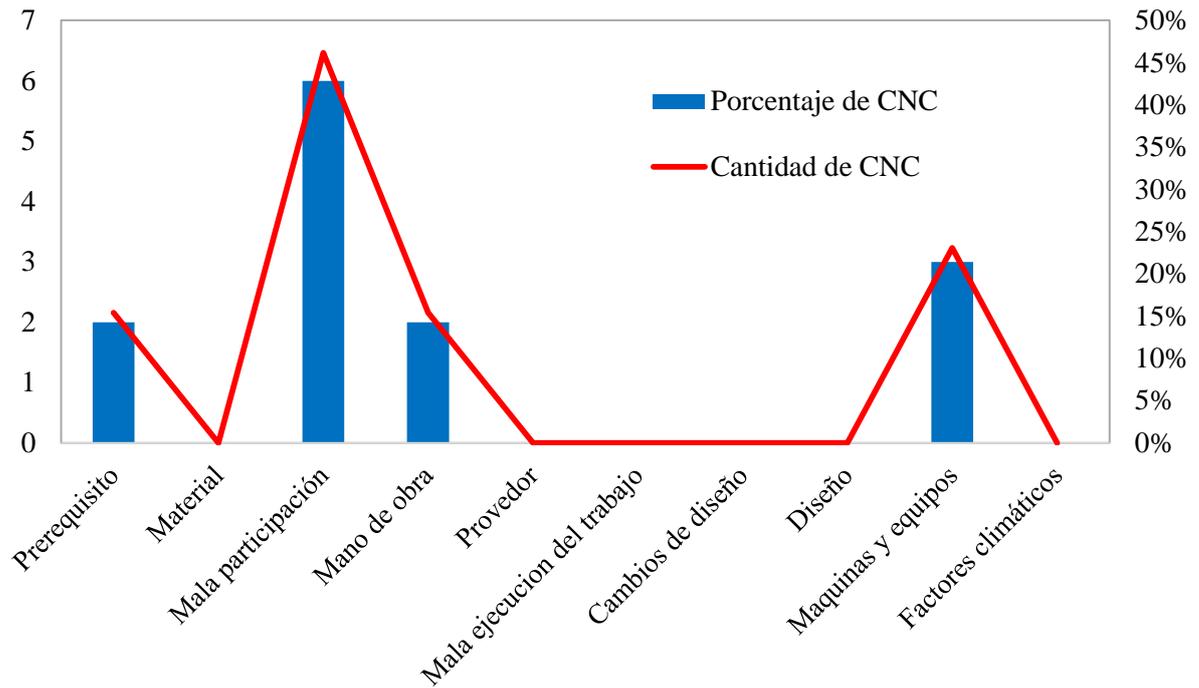


Figura 19. Evaluación de las restricciones detectadas en la primera semana.

3.9 Análisis de los resultados de la tercera semana

La tercera semana se continúa con muchas de las partidas indicadas en la primera semana. se debe tener en cuenta que se han considerado comparar las asignaciones semanales, la programación semanal (Look Ahead) y la cantidad físicas de trabajo realizado en dicha semana, tal como se muestra en la tabla 18.

Tabla 18. Cantidad de trabajo asignado y realizado por partida en la tercera semana

Semana 03					
Actividad	Und	Asignación semanal	Look Ahead	Realizado	PAC
Excavación para cimentación	m3	60	70	70	100.0%
Concreto simple para falsa zapata	m3	120	120	120	100.0%
Concreto para zapata	m3	35	35	30	85.7%
Encofrado para zapatas	m2	1275	1575	1300	82.5%
Habilitación de acero zapatas	kg	4600	4800	4000	83.3%
Habilitación del acero para estribos	kg	1375	1875	1500	80.0%

Habilitación del acero para viga	kg	1350	1700	1500	88.2%
Habilitación del acero para losas	kg	490	620	620	100.0%

Fuente: elaboración propia.

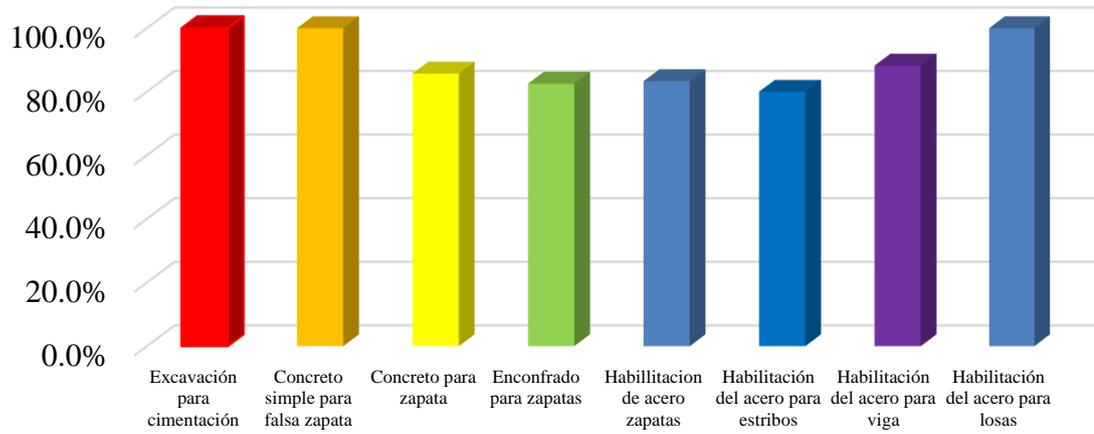


Figura 20. Porcentaje de actividades completadas en la tercera semana (PAC).

Tabla 19. Programación a corto plazo Look Ahead

SEMANA 3											SEMANA 4											SEMANA 5										
ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC	ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC	ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC
			Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Lunes					Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Lunes	Martes					Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado				
Excavación para cimentación	m3	Programado	70	60	11	11	11	11	11	5	Excavación para cimentación	m3	Programado	60	60	11	11	11	11	11	5	Encofrado para estribos de puente	m2	Programado	2532	2532	460.4	460.4	460.4	460.4	460.4	230
		Ejecutado											Ejecutado													Ejecutado	20200	20200	3672.8	3672.8	3672.8	3672.8
Concreto simple para falsa zapata	m3	Programado	120	120	22	22	22	22	22	10	Concreto para zapata	m3	Programado	35	35	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	3	Concreto estructural para estribos	m3	Programado	20200	20200	3672.8	3672.8	3672.8	3672.8	3672.8	
		Ejecutado											Ejecutado												Ejecutado							
Concreto para zapata	m3	Programado	35	35	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	3	Encofrado para zapatas	m2	Programado	1550	1275	231	231	231	231	231	120	Habilitación de acero para zapatas	kg	Programado	5400	4600	840	840	840	840	840	400
		Ejecutado											Ejecutado												Ejecutado							
Encofrado para zapatas	m2	Programado	1575	1275	231	231	231	231	231	120	Habilitación del acero para estribos	kg	Programado	1750	1375	251	251	251	251	251	120	Habilitación del acero para vigas	kg	Programado	1550	1350	246	246	246	246	246	120
		Ejecutado											Ejecutado												Ejecutado							
Habilitación de acero zapatas	kg	Programado	4800	4600	840	840	840	840	840	400	Habilitación del acero para losas	kg	Programado	490	490	89	89	89	89	89	45	Habilitación del acero para losas	kg	Programado	620	490	88	88	88	88	88	50
		Ejecutado											Ejecutado												Ejecutado							

Fuente: elaboración propia.

Tabla 20. Programación a corto plazo semana tres.

SEMANA 3											
ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC	
			Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado			
Excavación para cimentación	m3	Programado	70	60	11	11	11	11	11	5	
		Ejecutado		70	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	6	100%
Concreto simple para falsa zapata	m3	Programado	120	120	22	22	22	22	22	10	
		Ejecutado		120	22	22	22	22	22	10	100%
Concreto para zapata	m3	Programado	35	35	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	3	
		Ejecutado		30	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	3	85.70%
Encofrado para zapatas	m2	Programado	1575	1275	231	231	231	231	231	120	
		Ejecutado		1300	236	236	236	236	236	120	82.50%
Habilitación de acero zapatas	kg	Programado	4800	4600	840	840	840	840	840	400	
		Ejecutado		4000	720	720	720	720	720	400	83.30%
Habilitación del acero para estribos	kg	Programado	1875	1375	251	251	251	251	251	120	
		Ejecutado		1500	276	276	276	276	276	120	80%
Habilitación del acero para viga	kg	Programado	1700	1350	244	244	244	244	244	130	
		Ejecutado		1500	274	274	274	274	274	130	88.20%
Habilitación del acero para losas	kg	Programado	620	490	88	88	88	88	88	50	
		Ejecutado		620	114	114	114	114	114	50	100%

Fuente: elaboración propia.

De los resultados mostrados se puede apreciar que hay una gran cantidad de partidas que tienen una cantidad de trabajo pendiente de las semanas anteriores, por lo que esta se debe incluir en la programación semanal (Look Ahead).

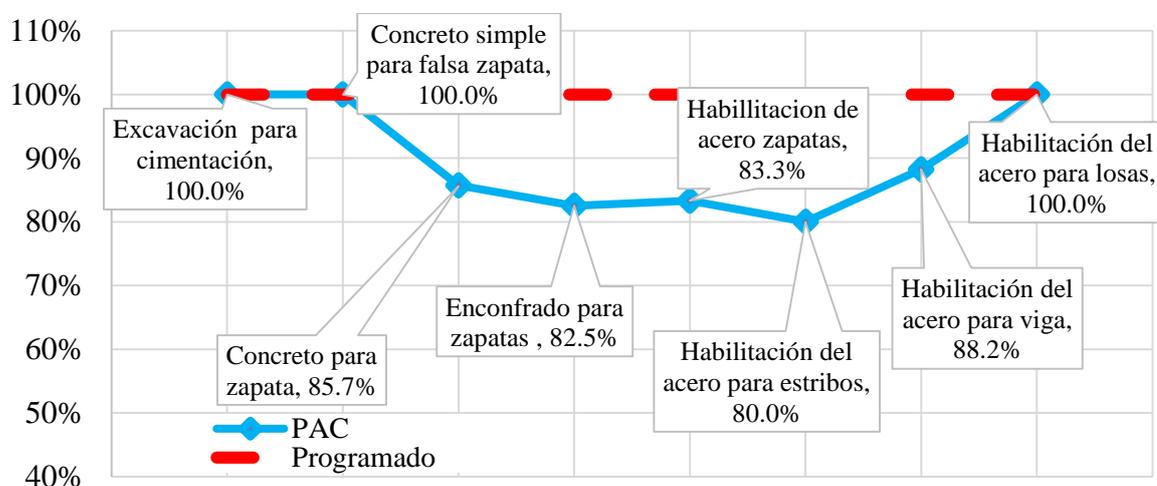


Figura 21. Comparación entre el porcentaje de actividades ejecutadas contra las planificadas en la tercera semana.

Tabla 21. Análisis de restricciones encontradas en la tercera semana

Causas	Día					Total	%
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes		
Pre-requisito	1	1				2	15%
Material						0	0%
Mala participación	2	2	2			6	46%
Mano de obra			2			2	15%
Proveedor						0	0%
Mala ejecución del trabajo						0	0%
Cambios de diseño						0	0%
Diseño						0	0%
Máquinas y equipos	1	1	1			3	23%
Factores climáticos						0	0%

Fuente: elaboración propia.

Nota: Se colocó mala participación de en los trabajadores ya que se observó que dos no alcanzaron con sus asignaciones diarias, al ser comparados con sus compañeros de obra. Se consideró mano de obra puesto que el día miércoles dos obreros faltaron injustificadamente. Finalmente, se consideraron máquinas y equipos debido a que faltaron herramientas o las que se disponían era inadecuadas.

La relación existente entre cantidad de trabajo físico efectuado en esta semana contra la cantidad de trabajo semanal planificado se llama Porcentaje de actividades completadas (PAC). Al igual que en semanas anteriores, se puede notar que muchas de las actividades planificadas no se han logrado completar al 100%, por lo que ha sido necesario determinar las causas de no cumplimiento más importantes. Estas se muestran en la Tabla 20.

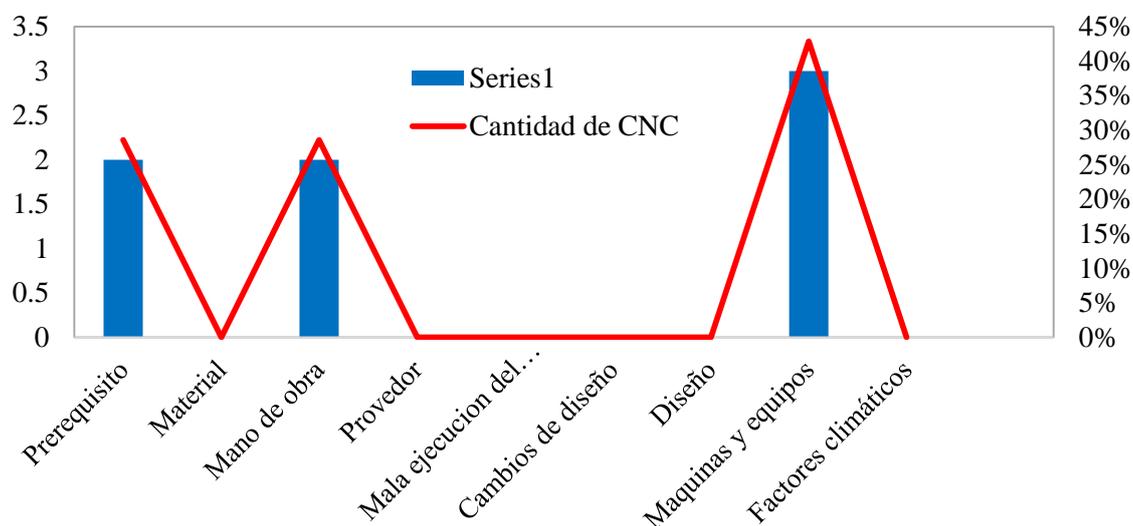


Figura 22. Análisis de restricciones detectadas en la tercera semana.

3.10 Análisis de resultados de la cuarta semana

La cuarta semana marca un hito importante en el desarrollo de las actividades orientadas a la construcción de un puente carretero, ya que es en esta semana que terminan cuatro partidas de gran importancia. Además, se planteó como meta corporativa la finalización de estas actividades de acuerdo con el plan maestro.

Tabla 22. Cantidad de trabajo asignado y realizado por partida en la cuarta semana

Semana 4					
Actividad	Und	Asignación semanal	Look Ahead	Realizado	PAC
Excavación para cimentación	m3	60	60	60	100.0%
Concreto para zapata	m3	35	35	30	85.7%
Encofrado para zapatas	m2	1275	1550	1550	100.0%
Habilitación de acero para zapatas	kg	4600	5400	5400	100.0%
Habilitación del acero para estribos	kg	1375	1750	1750	100.0%

Habilitación del acero para viga	kg	1350	1550	1550	100.0%
Habilitación del acero para losas	kg	490	490	490	100.0%

Fuente: elaboración propia.

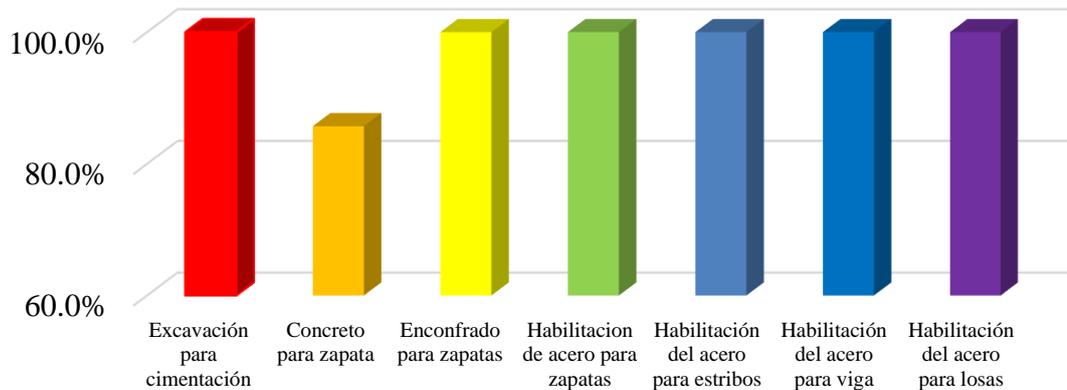


Figura 23. Porcentaje de actividades completadas en la cuarta semana (PAC).

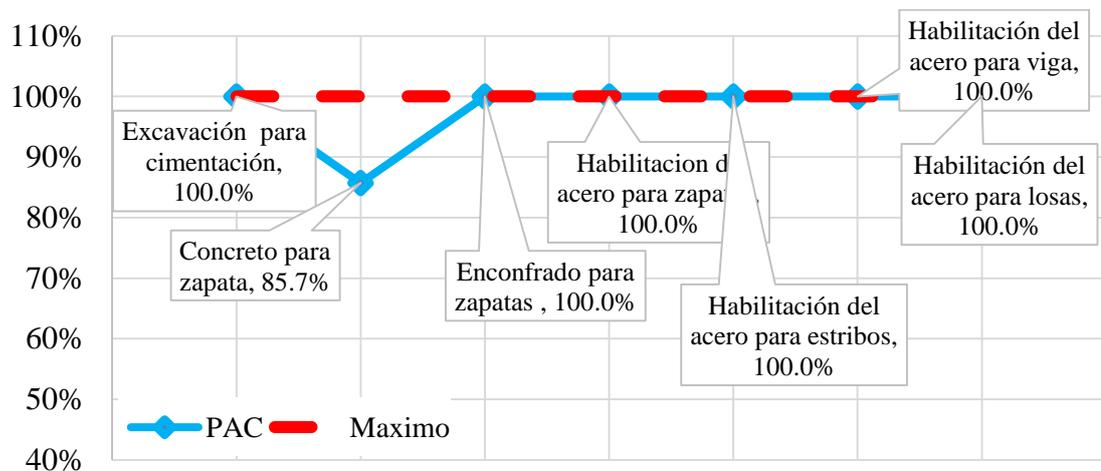


Figura 24. Comparación entre el porcentaje de actividades ejecutadas contra las planificadas en la cuarta semana.

Tabla 23. *Análisis de restricciones de la cuarta semana*

Causas	Día					Total	%
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes		
Pre-requisito	1	1				2	29%
Material						0	0%
Mano de obra			2			2	29%
Proveedor						0	0%
Mala ejecución del trabajo						0	0%
Cambios de diseño						0	0%
Diseño						0	0%
Máquinas y equipos	1	1	1			3	43%
Factores climáticos						0	0%

Fuente: elaboración propia.

Nota: Se colocó mala participación de en los trabajadores ya que se observó que dos no alcanzaron con sus asignaciones diarias, al ser comparados con sus compañeros de obra. Se consideró mano de obra puesto que el día miércoles dos obreros faltaron injustificadamente. Finalmente, se consideraron máquinas y equipos debido a que faltaron herramientas o las que se disponían era inadecuadas.

Tabla 24. Programación a corto plazo semana cuatro

SEMANA 4												SEMANA 5												SEMANA 6											
ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC	ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC	ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC			
			Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Lunes					Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Lunes	Martes					Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado							
Excavación para cimentación	m3	60	60	11	11	11	11	11	11	5	Encofrado para estribos de puente	m2	2532	2532	460.4	460.4	460.4	460.4	460.4	230	Encofrado para estribos de puente	m2	2532	2532	460.4	460.4	460.4	460.4	460.4	230					
Concreto para zapata	m3	35	35	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	3	Concreto estructural para estribos	m3	20200	20200	3672.8	3672.8	3672.8	3672.8	3672.8	1836	Concreto estructural para estribos	m3	20200	20200	3892	3892	3892	3892	3892	1940						
Encofrado para zapatas	m2	1550	1275	231	231	231	231	231	120																										
Habilitación de acero para zapatas	kg	5400	4600	840	840	840	840	840	400																										
Habilitación del acero para estribos	kg	1750	1375	251	251	251	251	251	120																										
Habilitación del acero para viga	kg	1550	1350	246	246	246	246	246	120																										
Habilitación del acero para losas	kg	490	490	89	89	89	89	89	45																										

Fuente: elaboración propia.

Tabla 25. Programación semanal

SEMANA 4											
ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC	
			Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado			
Excavación para cimentación	m3	60	60	11	11	11	11	11	5		
			60	11	11	11	11	11	5	100%	
Concreto para zapata	m3	35	35	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	3		
			30	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	3	85.70%	
Encofrado para zapatas	m2	1550	1275	231	231	231	231	231	120		
			1550	286	286	286	286	286	120	100%	
Habilitación de acero para zapatas	kg	5400	4600	840	840	840	840	840	400		
			5400	980	980	980	980	980	500	100%	
Habilitación del acero para estribos	kg	1750	1375	251	251	251	251	251	120		
			1750	320	320	320	320	320	150	100%	
Habilitación del acero para viga	kg	1550	1350	246	246	246	246	246	120		
			1550	280	280	280	280	280	150	100%	
Habilitación del acero para losas	kg	490	490	89	89	89	89	89	45		
			490	89	89	89	89	89	45	100%	

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con esto, fue necesario completar las actividades programadas para esta semana más el restante de las cantidades de trabajo de semanas pasadas. Además, de los resultados mostrados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se puede apreciar que el PAC, en la mayor parte de las partidas trabajadas ha alcanzado el 100%. Finalmente, en la Tabla 25, se muestran las causas de no cumplimiento presentes en esa semana.

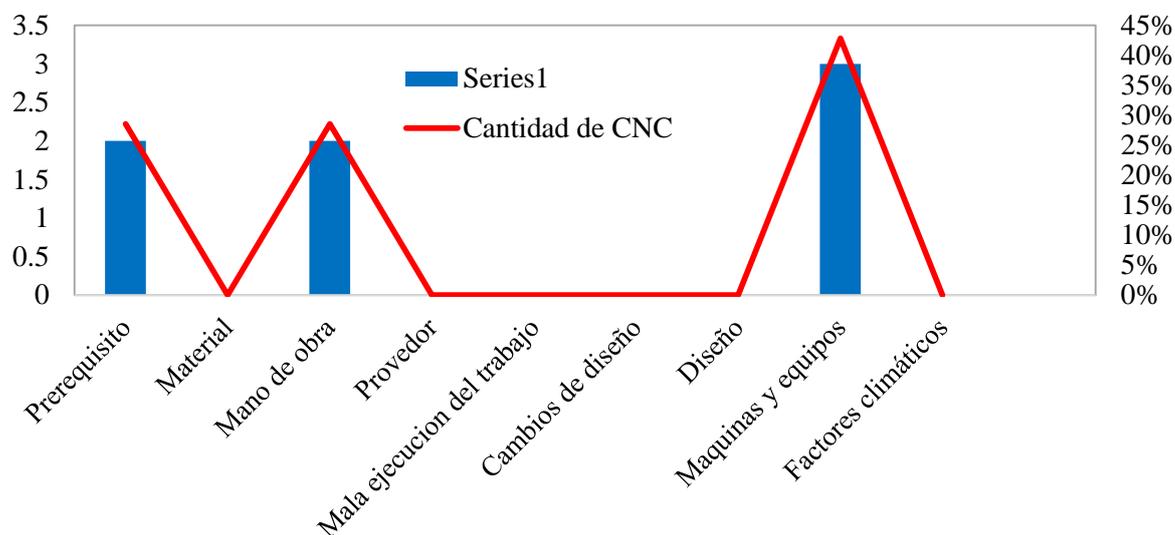


Figura 25. Restricciones detectadas en la cuarta semana.

3.11 Análisis de los resultados de la quinta semana

La quinta semana está caracterizada por solo dos partidas, las que son, encontrado para estribos de puente y concreto estructural para estribos. Resulta interesante observar que en este caso la cantidad de actividades físicas completadas coincidió con la cantidad de trabajo planificado, es decir, que el PAC llegó al 100%. Sin embargo, en el caso del concreto estructural para estribos, solo se alcanzó un PAC del 94%.

Tabla 26. Cantidad de trabajo asignado y realizado por partida en la quinta semana

Semana 05					
Actividad	Und	Asignación semanal	Look Ahead	Realizado	PAC
Encofrado para estribos de puente	m2	2532	2532	2532	100.0%
Concreto estructural para estribos	m3	20200	20200	19000	94.1%

Fuente: elaboración propia.

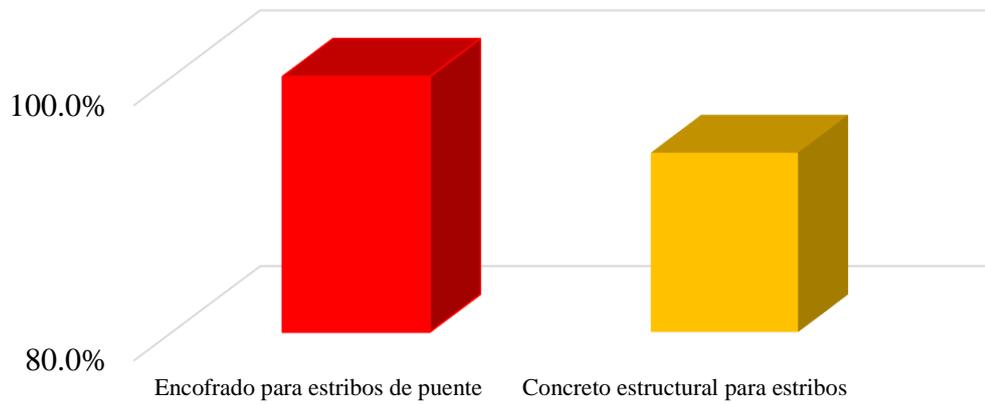


Figura 26. Porcentaje de actividades completadas en la quinta semana (PAC).

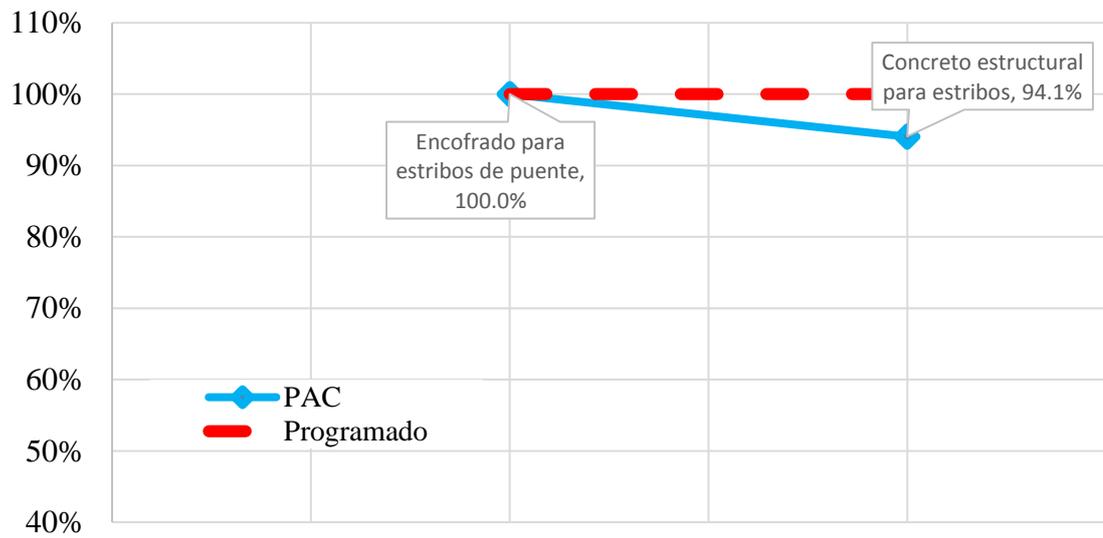


Figura 27. Comparación entre el porcentaje de actividades ejecutadas contra las planificadas en la quinta semana.

Tabla 27. *Análisis de restricciones encontradas en la quinta semana*

Causas	Día					Total	%
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes		
Pre-requisito	0	0				0	0%
Material						0	0%
Mala participación	1	1	1			3	43%
Mano de obra			2			2	29%
Proveedor						0	0%
Mala ejecución del trabajo						0	0%
Cambios de diseño						0	0%
Diseño						0	0%
Máquinas y equipos	0	1	1			2	29%
Factores climáticos						0	0%

Fuente: elaboración propia.

Nota: Se colocó mala participación de en los trabajadores ya que se observó que dos no alcanzaron con sus asignaciones diarias, al ser comparados con sus compañeros de obra. Se consideró mano de obra puesto que el día miércoles dos obreros faltaron injustificadamente. Finalmente, se consideraron máquinas y equipos debido a que faltaron herramientas o las que se disponían era inadecuadas.

Las causas de no cumplimiento encontradas en esta partida se muestran en la Tabla 22, y como se puede apreciar se tuvieron dificultades con equipos y personal. Una de las medidas tomadas para prevenir estas causas de no cumplimiento fue el contrato de nuevos trabajadores y la adquisición de equipo apropiado.

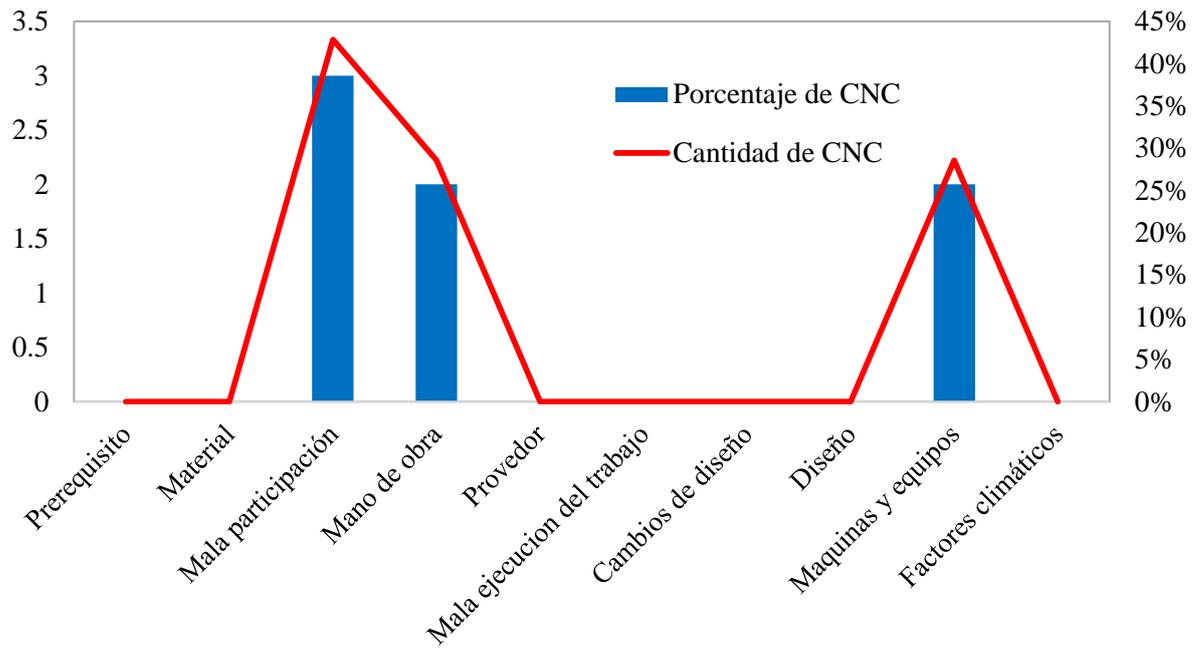


Figura 28. Restricciones en la quinta semana.

Tabla 28. Programación a corto plazo semana cinco

SEMANA 5											SEMANA 6											SEMANA 7												
ACTIVIDAD	UND	Programado	Look Ahead	DIAS							PAC	ACTIVIDAD	UND	Programado	Look Ahead	DIAS							PAC	ACTIVIDAD	UND	Programado	Look Ahead	DIAS						
				Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Lunes						Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Lunes	Martes						Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado			
Encofrado para estribos de puente	m2	Programado	2532	2532	460.4	460.4	460.4	460.4	460.4	230		Encofrado para estribos de puente	m2	Programado	2532	2532	460.4	460.4	460.4	460.4	460.4	230		Encofrado de vigas	m2	Programado	3934	3934	714.8	714.8	714.8	714.8	714.8	360
		Ejecutado											Ejecutado												Ejecutado									
Concreto estructural para estribos	m3	Programado	20200	20200	3672.8	3672.8	3672.8	3672.8	3672.8	1836		Concreto estructural para estribos	m3	Programado	20200	20200	3892	3892	3892	3892	3892	1940		Encofrado de losas	m2	Programado	3010	3010	552	552	552	552	250	
		Ejecutado											Ejecutado												Ejecutado									

Fuente: elaboración propia.

Tabla 29. Programación semanal semana cinco

SEMANA 5											
ACTIVIDAD	UND	Programado	Look Ahead	DIAS							PAC
				Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado		
Encofrado para estribos de puente	m2	Programado	2532	2532	460.4	460.4	460.4	460.4	460.4	230	
		Ejecutado		2532	460.4	460.4	460.4	460.4	460.4	230	100%
Concreto estructural para estribos	m3	Programado	20200	20200	3672.8	3672.8	3672.8	3672.8	3672.8	1836	
		Ejecutado		19000	3433	3433	3433	3433	3433	1835	94.10%

Fuente: elaboración propia.

3.12 Análisis de los resultados encontrados en la sexta semana

La sexta semana, al igual que la anterior, solo tuvo dos partidas significativas, las que se muestran en la tabla 29. Sobre esta solo se puede comentar que la cantidad trabajado semanal, en el caso de concreto estructural se tuvo que incrementar con la finalidad de poder cumplir con las cantidades planificadas en el plan maestro. Se debe mencionar también que la cantidad de actividades completadas fue del 100%.

Tabla 30. Cantidad de trabajo asignado y realizado por partida en la sexta semana

Semana 06					
Actividad	Und	Asignación semanal	Look Ahead	Realizado	PAC
Encofrado para estribos de puente	m2	2532	2532	2532	100.0%
Concreto estructural para estribos	m3	20200	21400	21400	100.0%

Fuente: elaboración propia.

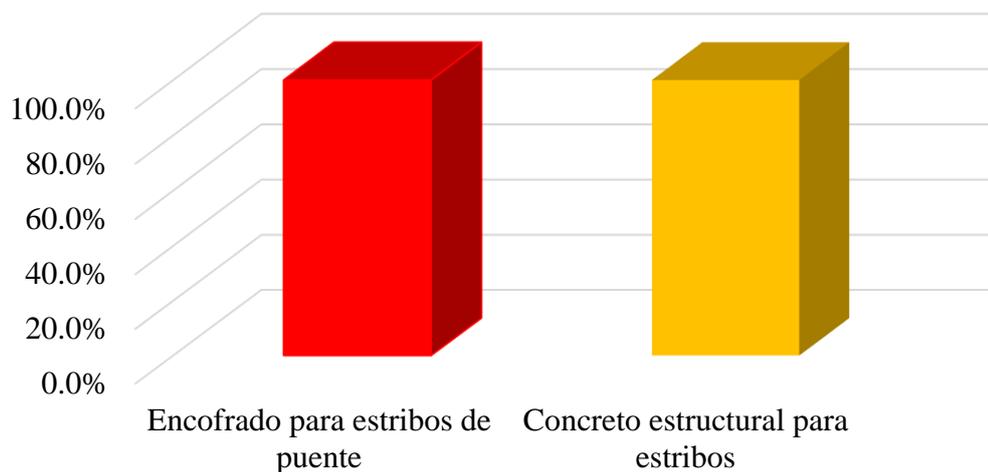


Figura 29. Porcentaje de actividades completadas en la sexta semana (PAC).

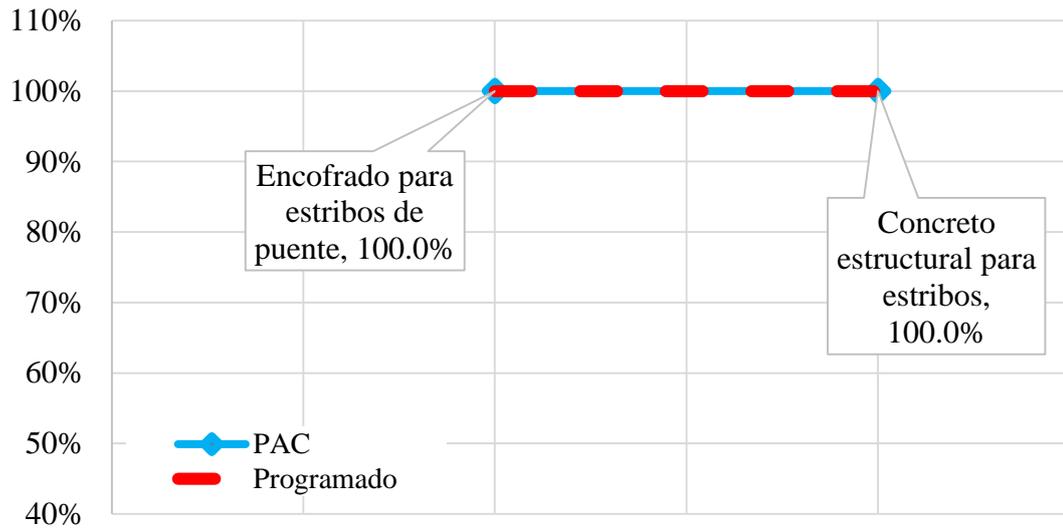


Figura 30. Comparación entre el porcentaje de actividades ejecutadas contra las planificadas en la sexta semana.

Tabla 31. Análisis de restricciones de la sexta semana

Causas	Día					Total	%
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes		
Pre-requisito							
Material							
Mala participación							
Mano de obra							
Proveedor							
Mala ejecución del trabajo							
Cambios de diseño							
Diseño							
Máquinas y equipos							
Factores climáticos							

Fuente: elaboración propia.

Tabla 32. Programación a corto plazo semana seis

SEMANA 6											SEMANA 7											SEMANA 8										
ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC	ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC	ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC
			Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Lunes					Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Lunes	Martes					Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado				
Encofrado para estribos de puente	m2	2532	2532	460.4	460.4	460.4	460.4	460.4	230		Encofrado de vigas	m2	3934	3934	714.8	714.8	714.8	714.8	714.8	360		Concreto estructural vigas	m3	3089	3089	567.8	567.8	567.8	567.8	567.8	250	
Concreto estructural para estribos	m3	20200	20200	3892	3892	3892	3892	3892	1940		Encofrado de losas	m2	3010	3010	552	552	552	552	552	250		Concreto estructural losas	m3	5700	5700	1040	1040	1040	1040	1040	500	
																						Apoyos	m3	1352	1352	245.8	245.8	245.8	245.8	245.8	123	
																						Junta de construcción	m2	7246	7246	1319.2	1319.2	1319.2	1319.2	1319.2	650	
																						Prueba de resistencia compresión	kg	472	472	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	40	
																						Tubería de drenaje	kg	86	86	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	7.5	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 33. Programación semanal seis

SEMANA 6											
ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC	
			Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado			
Encofrado para estribos de puente	m2	2532	2532	460.4	460.4	460.4	460.4	460.4	460.4	230	
				460.4	460.4	460.4	460.4	460.4	460.4	230	100%
Concreto estructural para estribos	m3	21400	21400	3892	3892	3892	3892	3892	3892	1940	
				3892	3892	3892	3892	3892	3892	1940	100%

Fuente: elaboración propia.

3.13 Análisis de los resultados de la séptima semana

La séptima semana de trabajo estuvo caracterizada por dos frentes de trabajo, el encofrado de vigas y el encofrado de losas. En cuanto a estas actividades, se puede comentar que fue posible la concreción del 100% de las actividades planeadas. Es importante mencionar que el éxito en el cumplimiento se dio debido a la eliminación de las causas de no cumplimiento.

Tabla 34. Cantidad de trabajo asignado y realizado por partida en la séptima semana

Semana 07					
Actividad	Und	Asignación semanal	Look Ahead	Realizado	PAC
Encofrado de vigas	m2	3934	3934	3934	100.0%
Encofrado de losas	m2	3010	3010	3010	100.0%

Fuente: elaboración propia.

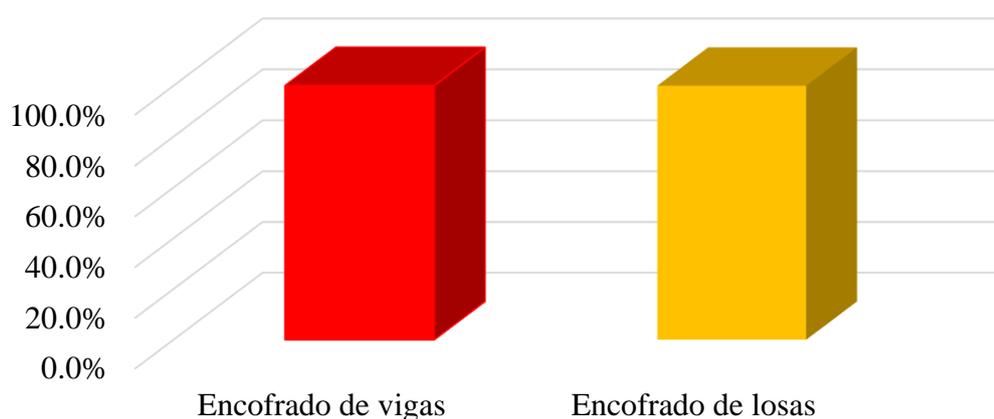


Figura 31. Porcentaje de actividades completadas en la séptima semana (PAC).

Como se mencionó líneas arriba, en esta semana de trabajo se logró concretar las actividades como se habían planificado, por lo que no hubo causas de no cumplimiento que se deban erradicar o minimizar.

Tabla 35. *Análisis de restricciones de la séptima semana*

Causas	Día					Total	%
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes		
Pre-requisito							
Material							
Mala participación							
Mano de obra							
Proveedor							
Mala ejecución del trabajo							
Cambios de diseño							
Diseño							
Máquinas y equipos							
Factores climáticos							

Fuente: elaboración propia.

Tabla 36. Programación a corto plazo semana ocho

SEMANA 7											SEMANA 8											SEMANA 9														
ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	Look Ahead	DIAS						PAC	ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	Look Ahead	DIAS						PAC	ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	Look Ahead	DIAS										
				Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado						Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado						Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado					
Encofrado de vigas	m2	Programado	3934	3934	714.8	714.8	714.8	714.8	714.8	360		Concreto estructural vigas	m3	Programado	3089	3089	567.8	567.8	567.8	567.8	567.8	567.8	250		Relleno con material propio	m3	Programado	3170	3170	584	584	584	584	584	584	2
		Ejecutado										Ejecutado		Ejecutado											Ejecutado		Ejecutado									
Encofrado de losas	m2	Programado	3010	3010	552	552	552	552	552	250		Concreto estructural losas	m3	Programado	5700	5700	1040	1040	1040	1040	1040	1040	500													
		Ejecutado										Ejecutado		Ejecutado																						
												Apoyos	m3	Programado	1352	1352	245.8	245.8	245.8	245.8	245.8	245.8	123													
												Ejecutado		Ejecutado																						
												Juntas de construcción	m2	Programado	7246	7246	1319.2	1319.2	1319.2	1319.2	1319.2	1319.2	650													
												Ejecutado		Ejecutado																						
												Prueba de resistencia compresión	kg	Programado	472	472	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	40													
												Ejecutado		Ejecutado																						
												Tubería de drenaje	kg	Programado	86	86	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	7.5													
												Ejecutado		Ejecutado																						

Fuente: elaboración propia.

Tabla 37. Programación a corto plazo semana ocho

SEMANA 7											
ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	Look Ahead	DIAS						PAC	
				Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado		
Encofrado de vigas	m2	Programado	3934	3934	714.8	714.8	714.8	714.8	714.8	360	
		Ejecutado		3934	714.8	714.8	714.8	714.8	714.8	360	100%
Encofrado de losas	m2	Programado	3010	3010	552	552	552	552	552	250	
		Ejecutado		3934	718.8	718.8	718.8	718.8	718.8	340	100%

Fuente: elaboración propia.

3.14 Análisis de los resultados obtenidos durante la octava semana

La octava semana tuvo seis partidas relevantes para la culminación del proyecto del puente carretero analizado, estas fueron, concreto estructural para vigas, concreto estructural para losas, apoyos, juntas de construcción, prueba de resistencia compresión y tuberías de drenaje.

Tabla 38. Cantidad de trabajo asignado y realizado por partida en la octava semana

Semana 08					
Actividad	Und	Asignación semanal	Look Ahead	Realizado	PAC
Concreto estructural vigas	m3	3089	3089	3089	100.0%
Concreto estructural losas	m3	5700	5700	5700	100.0%
Apoyos	m3	1352	1352	1352	100.0%
Juntas de construcción	m2	7246	7246	7246	100.0%
Prueba de resistencia compresión	kg	472	472	472	100.0%
Tubería de drenaje	kg	86	86	86	100.0%

Fuente: elaboración propia.

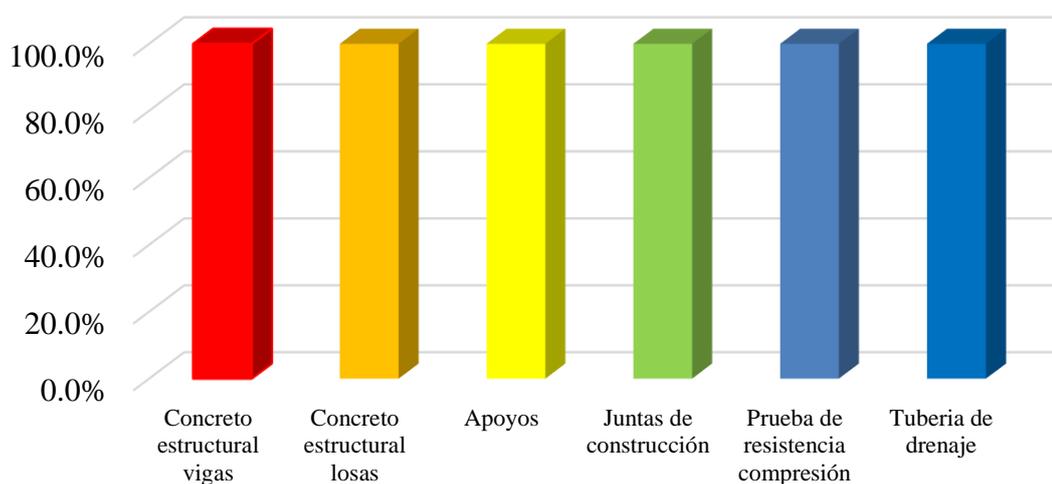


Figura 32. Porcentaje de actividades completadas en la octava semana (PAC).

Como se puede ver de esta tabla y el grafico correspondiente, se logró completar el 100% de las actividades planificadas, por lo que el PAC fue del 100%. Al igual que en semanas anteriores, no hubo casusas de no cumplimiento.

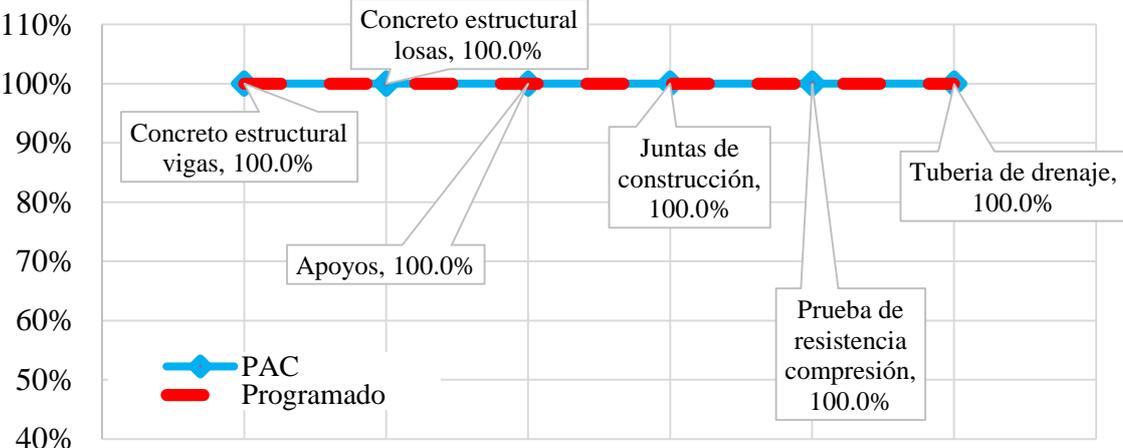


Figura 33. Comparación entre el porcentaje de actividades ejecutadas contra las planificadas en la octava semana.

Tabla 39. Análisis de restricciones de la octava semana

Causas	Día					Total	%
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes		
Pre-requisito							
Material							
Mala participación							
Mano de obra							
Proveedor							
Mala ejecución del trabajo							
Cambios de diseño							
Diseño							
Máquinas y equipos							
Factores climáticos							

Fuente: elaboración propia.

Tabla 40. Programación a corto plazo semana nueve

SEMANA 8											SEMANA 9											SEMANA 10										
ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS						PAC	ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS						PAC	ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS									
			Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado					Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado					Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado				
Concreto estructural vigas	m3	Programado	3089	567.8	567.8	567.8	567.8	567.8	250	Relleno con material propio	m3	Programado	3170	584	584	584	584	584	250	Relleno con material propio	m3	Programado	3170	578	578	578	578	578	280			
		Ejecutado										Ejecutado											Ejecutado									
Concreto estructural losas	m3	Programado	5700	1040	1040	1040	1040	1040	500			Programado										Programado										
		Ejecutado										Ejecutado											Ejecutado									
Apoyos	m3	Programado	1352	245.8	245.8	245.8	245.8	245.8	123			Programado										Programado										
		Ejecutado										Ejecutado											Ejecutado									
Juntas de construcción	m2	Programado	7246	1319.2	1319.2	1319.2	1319.2	1319.2	650			Programado										Programado										
		Ejecutado										Ejecutado											Ejecutado									
Prueba de resistencia compresión	kg	Programado	472	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	40			Programado										Programado										
		Ejecutado										Ejecutado											Ejecutado									
Tubería de drenaje	kg	Programado	86	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	7.5			Programado										Programado										
		Ejecutado										Ejecutado											Ejecutado									

Fuente: elaboración propia.

Tabla 41. Programación semanal nueva

SEMANA 8										
ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS						PAC	
			Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado		
Concreto estructural vigas	m3	Programado	3089	567.8	567.8	567.8	567.8	567.8	250	
		Ejecutado	3089	567.8	567.8	567.8	567.8	567.8	250	100%
Concreto estructural losas	m3	Programado	5700	1040	1040	1040	1040	1040	500	
		Ejecutado	5700	1032	1032	1032	1032	1032	540	100%
Apoyos	m3	Programado	1352	245.8	245.8	245.8	245.8	245.8	123	
		Ejecutado	1352	245.4	245.4	245.4	245.4	245.4	125	100%
Juntas de construcción	m2	Programado	7246	1319.2	1319.2	1319.2	1319.2	1319.2	650	
		Ejecutado	7246	1319.2	1319.2	1319.2	1319.2	1319.2	650	100%
Prueba de resistencia compresión	kg	Programado	472	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	40	
		Ejecutado	472	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	40	100%
Tubería de drenaje	kg	Programado	86	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	7.5	
		Ejecutado	86	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	7.5	100%

Fuente: elaboración propia.

3.15 Análisis de resultados de la novena semana

Las actividades de la novena semana implican el relleno con material propio, en una cantidad 3170 metros cúbicos. Sobre esta semana solo nos queda aclarar que se logró completar esta actividad al 100%.

Tabla 42. Cantidad de trabajo asignado y realizado por partida en la novena semana

Semana 09				
Actividad	Und	Asignación semanal	Realizado	PAC
Relleno con material propio	m3	3170	3170	100.0 %

Fuente: elaboración propia.

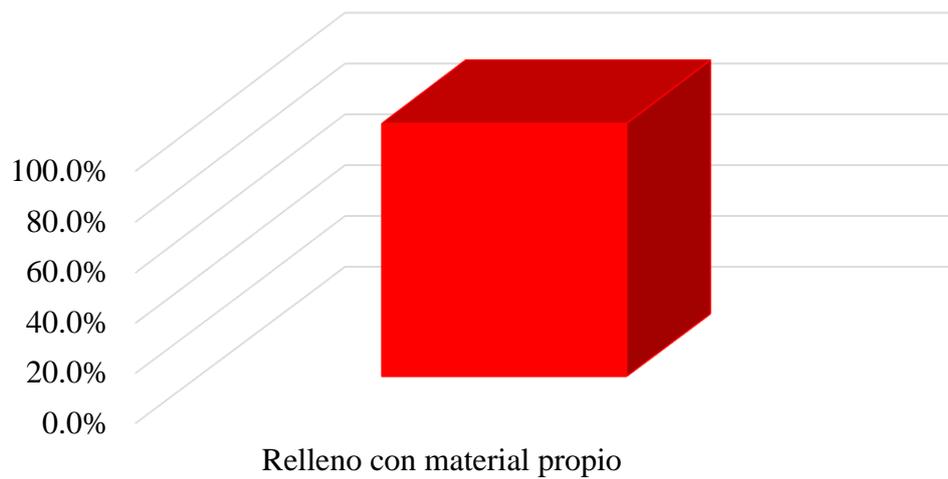


Figura 34. Porcentaje de actividades completadas en la novena semana (PAC).

Tabla 43. Programación a corto plazo semana nueve

SEMANA 9											SEMANA 10											SEMANA 11										
ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC	ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC	ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							
			Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Lunes					Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Lunes	Martes					Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado				
Relleno con material propio	m3		3170	584	584	584	584	584	250		Relleno con material propio	m3		3170	578	578	578	578	578	280		Relleno con material de préstamo	m3		390	71.4	71.4	71.4	71.4	71.4		

Fuente: elaboración propia.

Tabla 44. Programación semanal nueve

SEMANA 9										
ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC
			Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado		
Relleno con material propio	m3		3170	584	584	584	584	584	250	
			3170	584	584	584	584	584	250	100%

Fuente: elaboración propia.

Además, como resulta obvio al ver los PAC de esta semana no hubo causas de no cumplimiento que notificar no eliminar.

Tabla 45. *Análisis de restricciones de la novena semana (PAC)*

Causas	Día					Total	%
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes		
Pre-requisito							
Material							
Mala participación							
Mano de obra							
Proveedor							
Mala ejecución del trabajo							
Cambios de diseño							
Diseño							
Máquinas y equipos							
Factores climáticos							

Fuente: elaboración propia.

3.16 Análisis de los resultados obtenidos en la décima semana

La décima semana continuó con el desarrollo de las actividades de relleno con material propio. Al igual que la semana anterior, solo se puede mencionar que se llegó a completar el 100% de las actividades.

Tabla 46. *Cantidad de trabajo asignado y realizado por partida en la décima semana*

Semana 10				
Actividad	Und	Asignación semanal	Realizado	PAC
Relleno con material propio	m3	3170	3170	100.0%

Fuente: elaboración propia.

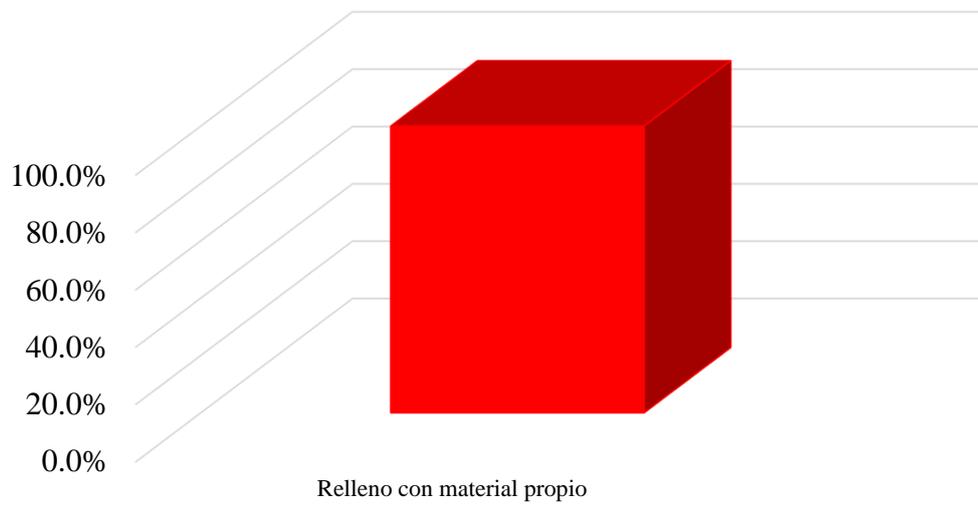


Figura 35. Porcentaje de actividades completadas en la décima semana (PAC).

Tabla 47. Programación a corto plazo semana diez

SEMANA 10											SEMANA 11											SEMANA 12											
ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC	ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC	ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS								
			Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Lunes					Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Lunes	Martes					Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado					
Relleno con material propio	m3		3170	578	578	578	578	578	280		Relleno con material de préstamo	m3		390	71.4	71.4	71.4	71.4	71.4	71.4	33		Relleno con material de préstamo	m3		390	72	72	72	72	72	72	30

Fuente: elaboración propia.

Tabla 48. Programación semanal diez

SEMANA 10											
ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC	
			Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado			
Relleno con material propio	m3		3170	578	578	578	578	578	578	280	
			3170	579	579	579	579	579	579	275	100%

Fuente: elaboración propia.

Además, como el PAC fue el esperado no fue necesario realizar un análisis de causas de no cumplimiento, por lo que este análisis no se desarrolló.

Tabla 49. *Análisis de restricciones de la décima semana (PAC)*

Causas	Día					Total	%
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes		
Pre-requisito							
Material							
Mala participación							
Mano de obra							
Proveedor							
Mala ejecución del trabajo							
Cambios de diseño							
Diseño							
Máquinas y equipos							
Factores climáticos							

Fuente: elaboración propia.

3.17 Actividades de la undécima semana de trabajo

La undécima semana de trabajo continuó con la partida relleno con material de préstamo, misma que fue completada con éxito, es decir, se logró un cien por ciento en el PAC. Este hecho se puede ver reflejado en la Tabla 47.

Tabla 50. *Cantidad de trabajo asignado y realizado por partida en la undécima semana*

Semana 11				
Actividad	Und	Asignación semanal	Realizado	PAC
Relleno con material de préstamo	m3	390	390	100.0%

Fuente: elaboración propia.

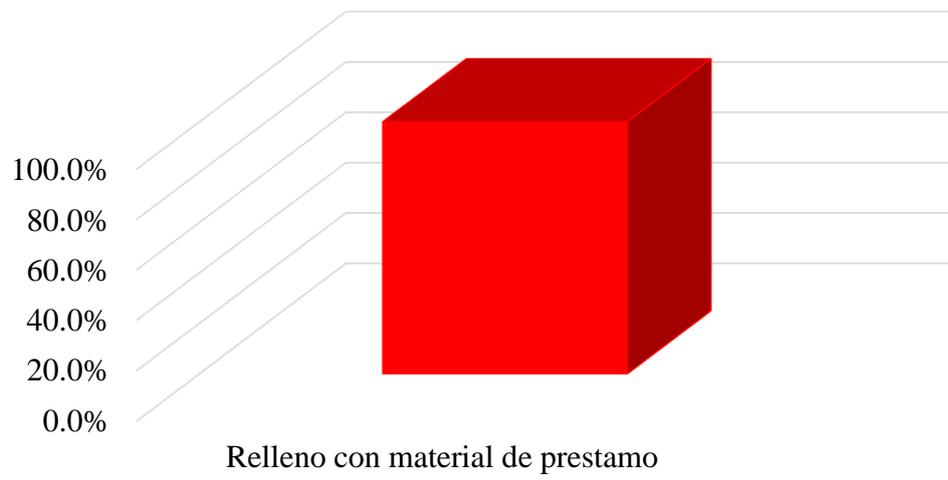


Figura 36. Porcentaje de actividades completadas en la undécima semana (PAC).

Tabla 51. Programación a corto plazo semana once

SEMANA 11											SEMANA 12										
ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC	ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC
			Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Lunes					Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado			
Relleno con material de préstamo	m3		390	71.4	71.4	71.4	71.4	71.4	33		Relleno con material de préstamo	m3		390	72	72	72	72	72	30	
											Limpieza del cauce	UND		1	1	0	0	0	0	0	
											Baranda de fierro galvanizado	UND		2	2	0	0	0	0	0	
											Placa recordatoria	UND		1	1	0	0	0	0	0	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 52. Programación semanal once

SEMANA 11											
ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC	
			Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado			
Relleno con material de préstamo	m3		390	71.4	71.4	71.4	71.4	71.4	33		
			390	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	34	100%	

Fuente: elaboración propia.

Debido al éxito obtenido en el desarrollo de esta partida no fue necesario llevar a cabo un análisis de las causas de no cumplimiento, por lo que solo se presenta la plantilla usada a lo largo de este trabajo de investigación.

Tabla 53. Análisis de restricciones en la semana once

Causas	Día					Total	%
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes		
Pre-requisito							
Material							
Mala participación							
Mano de obra							
Proveedor							
Mala ejecución del trabajo							
Cambios de diseño							
Diseño							
Máquinas y equipos							
Factores climáticos							

Fuente: elaboración propia.

3.18 Actividades de la duodécima semana de trabajo

Finalmente, la duodécima semana de trabajo se continuó con la partida relleno con material de préstamo, a la que además se agregaron limpieza de cauce, la instalación de las barandas de fierro galvanizado y la placa recordatoria. Al igual que en los casos anteriores, estas actividades fueron completadas al 100%.

Tabla 54. Cantidad de trabajo asignado y realizado por partida en la duodécima semana.

Semana 12				
Actividad	Und	Asignación semanal	Realizado	PAC
Relleno con material de préstamo	m3	390	390	100.0%
Limpieza del cauce	un	1	1	100.0%
Baranda de fierro galvanizado	un	2	2	100.0%
Placa recordatoria	un	1	1	100.0%

Fuente: elaboración propia.

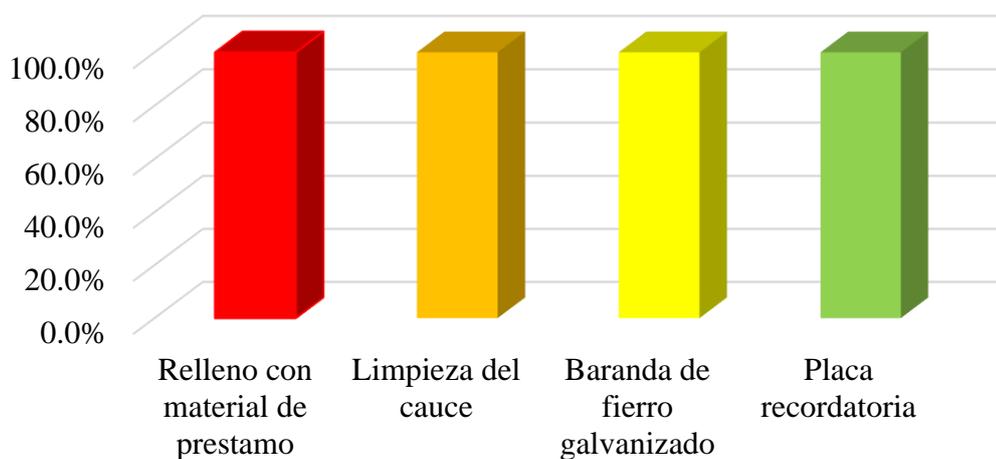


Figura 37. Porcentaje de actividades completadas en la undécima semana (PAC).

Finalmente, y considerando que las tareas programadas se han completado con éxito, no fue necesario un análisis de causas de no cumplimiento, por lo que solo se presenta la plantilla usada a lo largo de este trabajo de investigación.

Tabla 55. *Análisis de restricciones de la semana doce*

Causas	Día					Total	%
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes		
Pre-requisito							
Material							
Mala participación							
Mano de obra							
Proveedor							
Mala ejecución del trabajo							
Cambios de diseño							
Diseño							
Máquinas y equipos							
Factores climáticos							

Fuente: elaboración propia.

Tabla 56. Programación a corto plazo semana doce

SEMANA 12										
ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC
			Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado		
Relleno con material de préstamo	m3	Programado	390	72	72	72	72	72	30	
		Ejecutado								
Limpieza del cauce	UND	Programado	1	1	0	0	0	0	0	
		Ejecutado								
Baranda de fierro galvanizado	UND	Programado	2	2	0	0	0	0	0	
		Ejecutado								
Placa recordatoria	UND	Programado	1	1	0	0	0	0	0	
		Ejecutado								
		Programado								
		Ejecutado								
		Programado								
		Ejecutado								

Fuente: elaboración propia.

Tabla 57. Programación semanal doce

SEMANA 12										
ACTIVIDAD	UND	Look Ahead	DIAS							PAC
			Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado		
Relleno con material de préstamo	m3	Programado	390	72	72	72	72	72	30	
		Ejecutado	390	72	72	72	72	72	30	100%
Limpieza del cauce	UND	Programado	1	1	0	0	0	0	0	
		Ejecutado	1	1	0	0	0	0	0	100%
Baranda de fierro galvanizado	UND	Programado	2	2	0	0	0	0	0	
		Ejecutado	2	1	1	0	0	0	0	100%
Placa recordatoria	UND	Programado	1	1	0	0	0	0	0	
		Ejecutado	1	1	0	0	0	0	0	100%
		Programado								
		Ejecutado								
		Programado								
		Ejecutado								

Fuente: elaboración propia.

3.19 Efecto del Last planner en el control de proyectos

A lo largo de las secciones anteriores se ha evidenciado que la aplicación del *Last Planner* tuvo efecto significativo en la mejora del control de proyectos. Esto se evidenció de manera clara cuando se evaluó su efecto en el porcentaje de cumplimiento de actividades (PAC). De hecho, a manera de resumen, en la Figura 38 se muestra la evolución del PAC con las semanas que duró el mencionado proyecto de construcción.

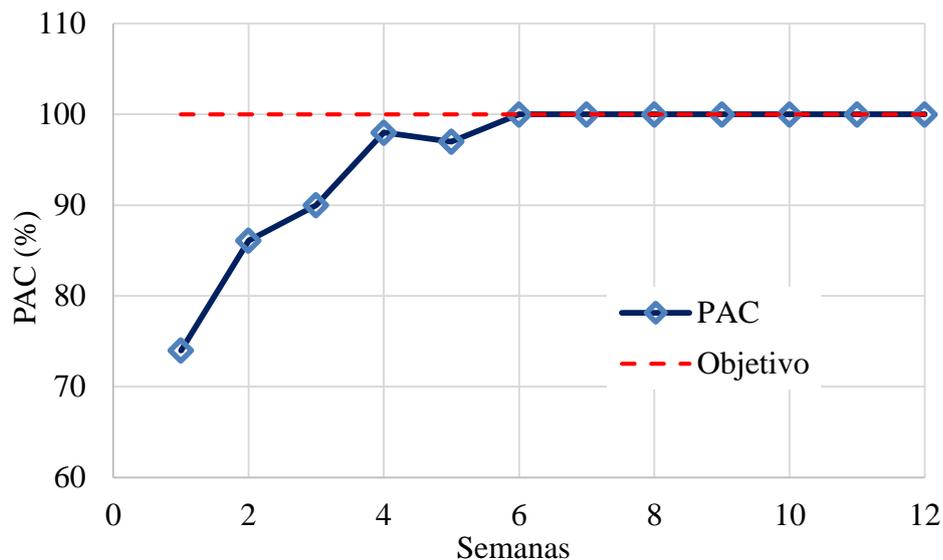


Figura 38. Efecto del método *Last Planner* en la mejora continua del PAC.

De este gráfico se puede apreciar que la aplicación del *Last Planner* ha venido con una mejora sostenida del índice de actividades completadas. Esto demuestra que la aplicación de esta metodología ha permitido eliminar las causas de no cumplimiento más comunes detectadas en este proyecto específico.

3.20 Efecto de la aplicación del Last Planner en los costos

Una de las variables de mayor interés en este trabajo de investigación es el de los costos asociados a la construcción. Es importante tener en claro que todo proyecto de ingeniería debe evaluar la factibilidad técnica, pero también debe tener en cuenta la factibilidad económica. De hecho, en numerosas ocasiones un proyecto se sobrepone a otro siempre que, sin perjuicio de la calidad técnica, los costos de construcción son menores en un caso que en el otro.

Tabla 58. Costos y presupuestos asociados a la construcción del puente carretero por semana

Semana	Presupuesto	Gastado	P. Acumulado	G. Acumulado
1	60000	37000	60000	37000
2	60000	57400	120000	94400
3	65000	68890	185000	163290
4	45000	53000	230000	216290
5	30000	26200	260000	242490
6	30000	26200	290000	268690
7	10000	7980	300000	276670
8	35000	31570	335000	308240
9	5000	3640	340000	311880
10	8000	3640	348000	315520
11	20000	15000	368000	330520
12	35000	30700	403000	361220
	403000	361220		

Fuente: elaboración propia.

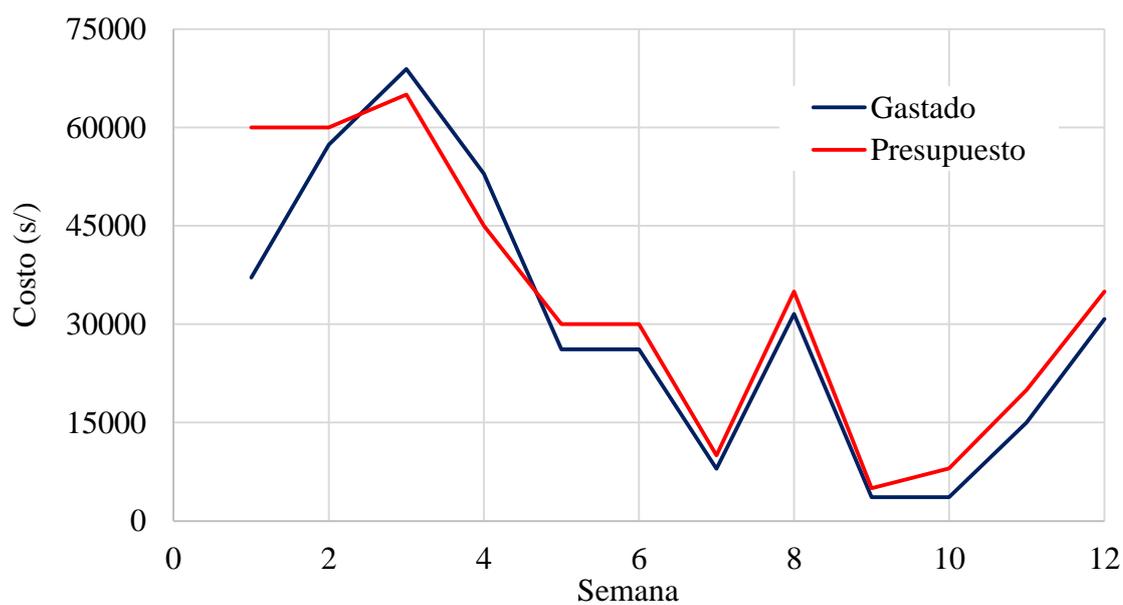


Figura 39. Gasto efectuado contra presupuesto de la obra.

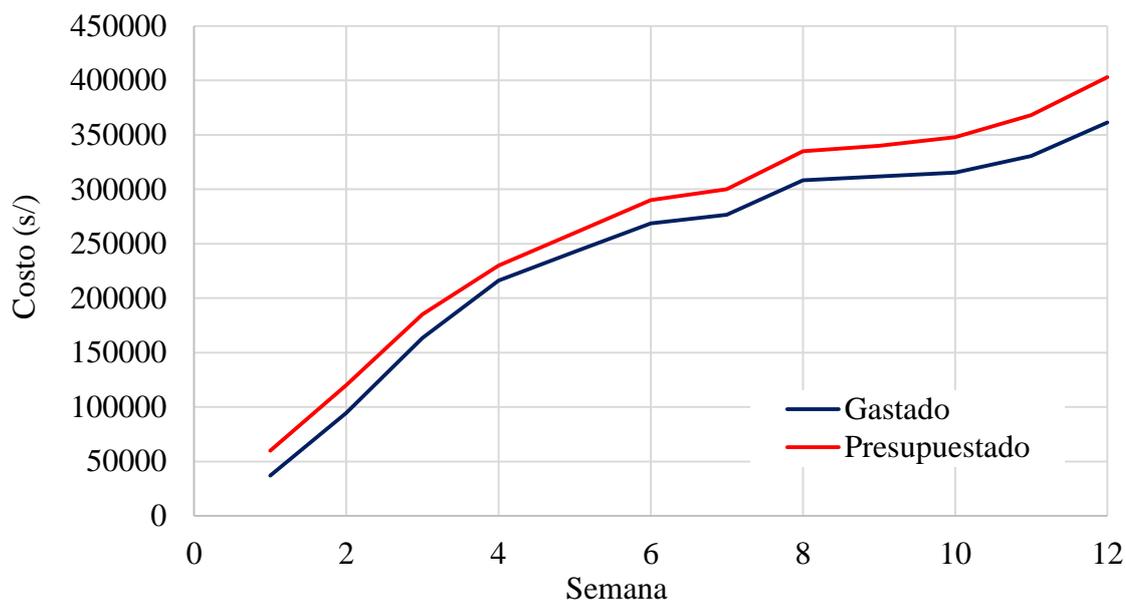


Figura 40. Gasto semanal acumulado contra presupuesto semanal acumulado de la obra analizada.

En este sentido, en el presente ítem se ha hecho un resumen de los gastos asociados a la construcción del puente carretero analizado. De hecho, en la se muestran los costos reales contra los presupuestados, tanto simples como acumulados. De estos resultados se puede observar que los costos reales variaron de manera considerable frente a los costos presupuestados, incluso siendo más elevados en algunos casos. Sin embargo, a partir de la quinta semana se apreció un descenso de los costos, el cual se mantuvo inferior a lo presupuestado hasta terminar la obra.

3.21 Efecto de la aplicación del Last Planner en el tiempo

Otra variable de gran interés para la evaluación de la efectividad del Last Planner es el tiempo asociado a la construcción. La metodología seguida para la evaluación de los costos se basó en comparaciones realizadas entre lo gastado y lo presupuestado.

Tabla 59. Cantidad de horas de trabajo efectuado y planificado por semana

Semana	Gastado	Planificado	G. Acumulado	P. Acumulado
1	384	350	384	350
2	320	300	704	650
3	280	250	984	900
4	240	200	1224	1100
5	80	50	1304	1150
6	80	50	1384	1200
7	80	50	1464	1250
8	120	150	1584	1400
9	80	100	1664	1500
10	100	150	1764	1650
11	50	100	1814	1750
12	50	100	1864	1850
	1864	1850		

Fuente: elaboración propia.

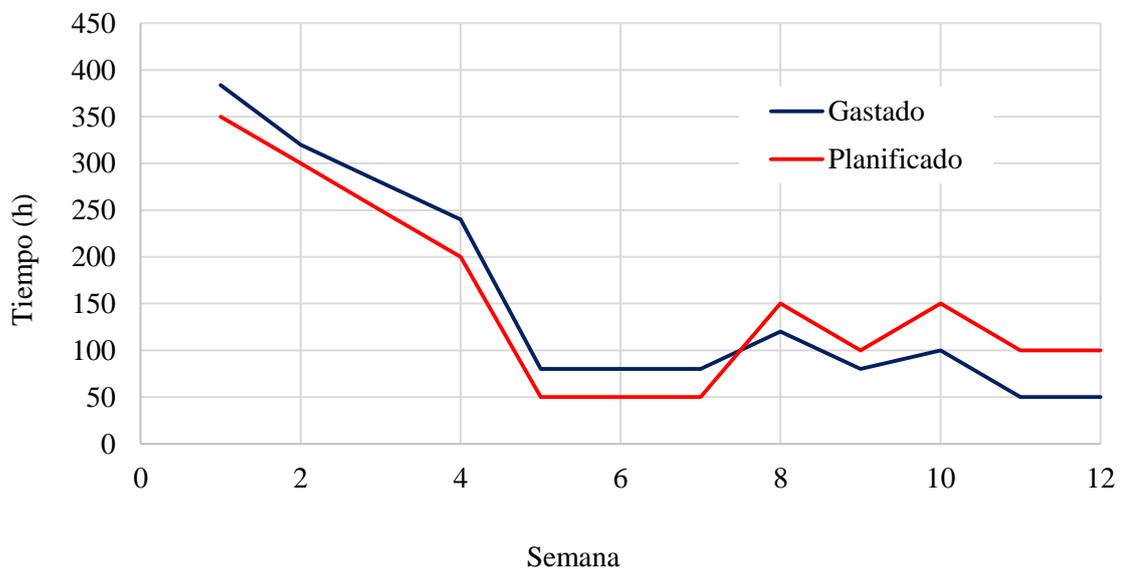


Figura 41. Cantidad de tiempo gastado y planificado por semana de duración de la obra.

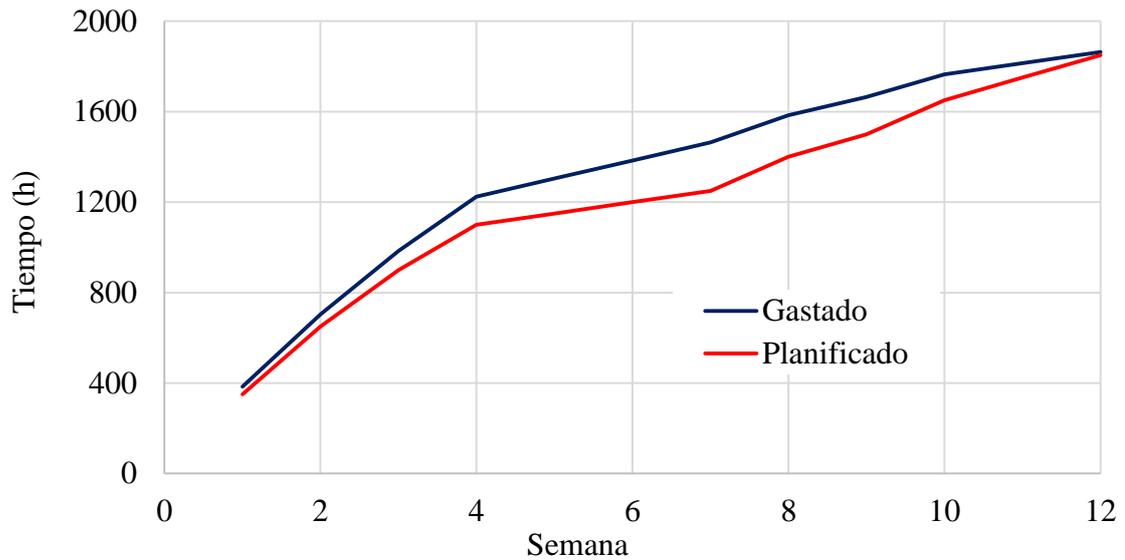


Figura 42. Cantidad de tiempo acumulado gastado y planificado por semana de duración de la obra.

En este punto es importante aclarar que la estimación de los tiempos requeridos por la constructora se hizo teniendo en cuenta los métodos y ratios de obras similares efectuadas en el pasado, por lo que, al comparar los tiempos asociados con respecto de los estimados, se podrá tener una medida del efecto de la aplicación de la metodología.

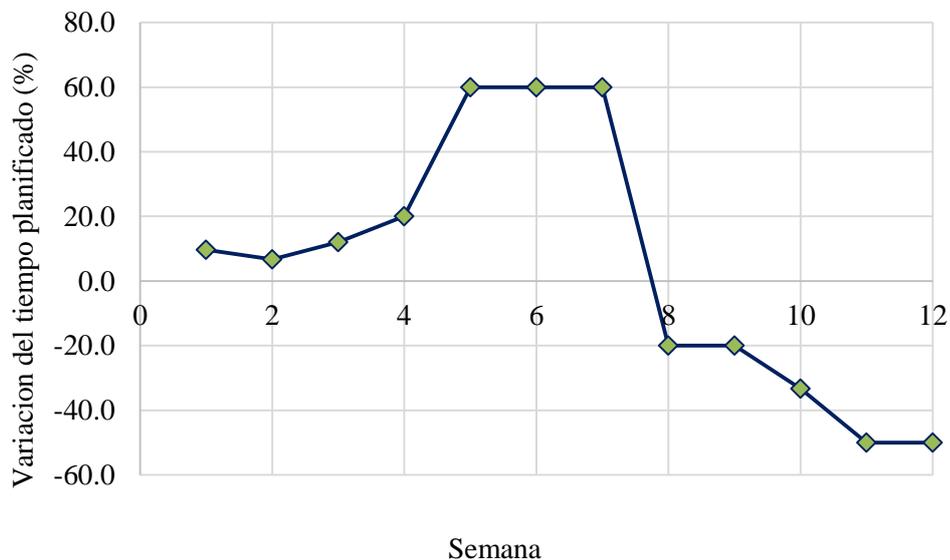


Figura 43. Variación de la cantidad de horas trabajadas con respecto de las horas planificadas.

Los resultados muestran que hubo un incremento de las horas de trabajo hasta la semana siete, y que a partir de este momento hubo un descenso considerable, tal como se muestra en

la Figura 41 y Figura 42. Además, al calcular la diferencia entre el tiempo estimado y el requerido para la construcción se observa que en determinados momentos hubo un incremento de hasta 60%, mientras que, en otros, hubo un decremento de hasta 60%, tal como se muestra en la Figura 43.

3.22 Contratación de hipótesis

3.22.1 Hipótesis general

La hipótesis que orientó el desarrollo del presente trabajo de investigación decía que la implementación del método *Last Planner* permitiría mejorar, tanto la planificación como el control de obras al ser aplicado a la construcción de un puente carretero.

La hipótesis planteada queda confirmada por los resultados encontrados a lo largo del presente trabajo de investigación. De hecho, en la sección 3.19 se muestra la evolución temporal de los porcentajes de actividades completadas (PAC). Como se puede apreciar de este gráfico, el PAC se ha ido incrementando desde la aplicación del método *Last Planner*, hasta alcanzar el ideal del 100% en la semana siete. El estudio de la mejora evolutiva del PAC durante el desarrollo de este proyecto nos permite la mejora continua y por tanto la mejora en el planeamiento de proyectos, ya que, con base en el PAC, el último planeador (*Last Planner*) será capaz de reasignar los recursos de acuerdo con el avance físico disponible y de acuerdo con los objetivos globales del proyecto.

3.22.2 Hipótesis específicas

La primera hipótesis específica establecida nos decía que la implementación del método *Last Planner* lograría la disminución de los tiempos de construcción de un puente carretero.

Esta afirmación queda confirmada con el estudio de los tiempos asociados a la construcción, tal como se puede observar en la Tabla 54 y en la Tabla 30. De estos resultados se puede apreciar un ahorro significativo de las horas hombre encontrados en el desarrollo de este proyecto de construcción.

La segunda hipótesis específica planteada nos decía que la aplicación del método *Last Planner* nos permite reducir los costos asociados a la construcción de un puente carretero.

Esta afirmación se acepta ya que de los resultados encontrados en cuanto a los costos asociados a la construcción del puente carretero muestran que la aplicación del último planificador, como técnica de control de obras, nos permitió un ahorro significativo de dinero, en este caso específico un aproximado de 45000 nuevos soles.

En tercer lugar, se afirmaba que la aplicación del método *Last Planner* nos permite una mejora significativa en el control de proyectos de ingeniería.

Esta afirmación queda validada ya que los resultados obtenidos del PAC nos permiten afirmar que la aplicación del método *Last Planner* nos ha permitido corregir atrasos y demoras en ciertas partidas, esto gracias a su gran versatilidad y la dependencia del último planificador, quien es la persona que con base en su experiencia y su capacidad de entender los problemas que más aquejan a un proyecto específico permite el movimiento de los recursos que tiene a su disposición para subsanar deficiencias y así mantener la producción en su mejor estado.

IV. DISCUSIÓN

De los resultados presentados en la sección anterior se ha podido observar que la aplicación del método *Last Planner* ha logrado mejoras importantes en diferentes aspectos del desarrollo del proyecto de construcción de un puente carretero. Aunque en general, es posible encontrar mejoras en diversos aspectos, en este trabajo de investigación nos hemos centrado en la mejora de los tiempos de construcción, la disminución de los costos y en especial en el control del proyecto.

En cuanto a la variable costos, se puede mencionar que a menudo, los costos asociados con la construcción tienden a exceder los presupuestos realizados. Y aunque en principio este problema no parezca importante, el intento de evasión de pérdidas económicas por parte del contratista o constructor lo obliga a enfrentar problemas tales como la rescisión del acta contractual o la solicitud de adicionales de obra, tal como sostiene Oroz (2015, p 37.) y Miranda (2013, p. 43). Además, no se debe olvidar que la construcción como actividad económica tiene por objetivo la generación de ganancias por lo que cualquier metodología que ayude a minimizar los costos de construcción siempre será bienvenida.

Es importante aclarar que este trabajo de investigación pretende la reducción de los costos de construcción sin afectar la calidad de las construcciones, por tal motivo, este se centra en la reducción de los costos asociados a actividades que no generan valor a la obra, por lo que, por un lado, se evitarán pérdidas de tiempo innecesarias y por otro lado se conseguirá una reducción de costos asociados a estos tiempos muertos (Bueno de Olarte, 2014, p. 24).

En el caso de las excavaciones se optimizó el número de obreros que debían trabajar, ya que se observó que un número mayor provocaba que los obreros se estorbaran entre ellos repitiendo frentes de trabajo o dejando si frentes a otros (Ramos y Salvador, 2013, p. 28). De manera similar se asignaron fierreros experimentados para la tarea de corte y doblado de las varillas de acero, de tal forma que se pudo optimizar la producción de estos reduciendo los tiempos requeridos para esta tarea. Aunque es importante aclarar que en el caso estudiado tal situación ha sido posible porque se disponían de los planos de estructuras ya terminados y por tanto esta restricción ha sido liberada. En cuanto a la disposición de materiales de construcción para la preparación de las mezclas de concreto, se puede comentar que los ingredientes fueron dispuestos de manera oportuna, por lo que no hubo pérdidas asociadas a la espera, por tanto, se puede decir que esta restricción también fue levantada.

Los resultados en cuanto a los costos de construcción muestran una variación importante con respecto a los presupuestos, sin embargo, de estos datos se puede observar que hubo una disminución apreciable de los costos esperados de aproximadamente 40000 nuevos soles, es decir, una reducción de aproximadamente 10% del presupuesto inicial del proyecto. Los resultados encontrados son consecuentes con los resultados de otros investigadores, tales como Delgado (2013, p. 29), quien encontró reducciones de los costos de hasta el 15%, en el caso de edificaciones, más específicamente en el caso de pórticos de concreto armado. Resultados análogos fueron encontrados por Díaz (2013, p. 40), quien en su investigación sobre los efectos del *Last Planner* en la productividad observó que era posible lograr una reducción del número de horas hombre y por tanto de los costos asociados a la construcción.

Otra variable de gran interés e importante en la construcción es el tiempo de duración de las obras. Este parámetro determina la planificación de los proyectos de construcción y la administración de los recursos involucrados en la construcción. Además, el incumplimiento de los plazos de construcción a menudo implica el pago de penalidades y la pérdida de oportunidades vinculadas al sector construcción (Matéu, 2015, p. 31), por lo que la optimización de este, será siempre un campo activo de investigación.

Con respecto de esta variable y de los resultados presentados en el capítulo anterior, se ha podido apreciar que, específicamente en el desarrollo de este proyecto de construcción, hubo un incremento de los tiempos planificados en las primeras siete semanas de trabajo. Esto último se dio pese a que el método *Last Planner* fue implementado desde el inicio de la obra. En este sentido se puede afirmar que su efectividad no se notó desde un principio, ya que en general el personal, tanto calificado como no calificado, no había tenido experiencia previa en esta filosofía de trabajo, por lo que la adaptación resultó tediosa en un principio.

Pese a no haber mejoras significativas en las primeras semanas de trabajo, se observó que a partir de la octava semana de trabajo hubo una disminución de los tiempos requeridos. En cuanto a la reducción del tiempo se puede observar que hubo una reducción del 20% en la cantidad total de horas trabajadas. Un caso similar se pudo observar en la novena semana de trabajo ya que se apreció, nuevamente, una reducción de los tiempos de hasta el 20%. Resultados similares fueron obtenidos en las semanas siguientes hasta alcanzar el máximo en la reducción de los tiempos gastados, en las semanas once y doce.

Estos resultados nos muestran que una variable a tener en cuenta en la efectividad del *Last Planner* es la cantidad de horas que esta metodología se ha venido aplicando en una empresa. Estos comentarios son consecuentes con lo mencionado por Ramos y Salvador (2013, p. 47), quienes observaron que las empresas que vienen aplicando el método del *Last Planner* con mayor anticipación, es decir, aquellas con más experiencia en la aplicación de este tipo de metodología, fueron más efectivas a la hora de reducir los tiempos de construcción, en general, y los tiempos asignados a cada partida específica.

En cuanto a la disminución de los tiempos planificados, estos resultados son congruentes con otras observaciones, como las planteadas por Delgado (2013, p. 31), quien en su trabajo de investigación reportó decrementos de las cantidades de tiempo anticipadas de la experiencia previa y basadas en el enfoque tradicional. En tanto Abdullah (2014, p. 35), encontró que la aplicación de la metodología *Last Planner* logró mejorar notablemente la capacidad comunicativa de los protagonistas de construcción, lo que en suma permitió una disminución apreciable de los tiempos de construcción, llegando a alcanzar en algunos frentes de trabajo un 10%.

V. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en este trabajo de investigación se pueden sacar las siguientes conclusiones:

1. En cuanto a la cantidad de tiempo, los resultados encontrados muestran incrementos del tiempo en las primeras siete semanas, mientras que en las semanas restantes hubo una mejora importante en la reducción de estos valores. Aunque hubo un desequilibrio en tiempos ganados y ahorrados, al observar el diagrama de horas trabajadas acumuladas se pudo apreciar que hubo un pequeño ahorro de horas de trabajo del 3%.
2. De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede afirmar que la aplicación del *Last Planner* en la construcción de un puente carretero permite la reducción de los costos asociados a la construcción, en específico, en el presente caso se lograron reducciones de hasta un 50%. Esto es posible puesto que la programación semanal (*Look Ahead*), permite aprovechar de manera más eficiente los recursos disponibles en función de la situación específica encontrada en cada semana.
3. La aplicación del *Last Planner* permitió mejorar de manera notable el control de la construcción de un puente carretero, ya que esta se anticipa a los posibles problemas asociados con la construcción, detecta las causas que generan incumplimiento y las elimina o minimiza al máximo. En este trabajo se aplicó una programación a corto plazo de una semana (*Look Ahead*), de esta manera se dejó que el último planificador decida las tareas semanales en función de los objetivos globales del proyecto y de las condiciones específicas de cada semana, lo que ayudó a distribuir de manera más racional los recursos disponibles para la consecución de los objetivos del proyecto.

VI. RECOMENDACIONES

- 1- Se recomienda la implantación del *Last Planner* de manera inmediata, desde el comienzo de las obras de construcción, ya que esto permitirá que todos los involucrados en la construcción se familiaricen con más prontitud, hecho que se verá reflejado en mejores rendimientos y reducciones de actividades que no generan valor.
- 2- Se recomienda la implantación del Last Planner en el tema de costos por que debe concebirse desde la planeación de un proyecto de obra civil, ya que entre más pronta sea su implementación mayor será su beneficio de reducción de costos.
- 3- Se recomienda la implantación del *Last Planner* de manera inmediata, desde el comienzo de las obras de construcción, ya que esto permitirá que todos los involucrados en la construcción se familiaricen con más prontitud, hecho que se verá reflejado en mejores rendimientos y reducciones de actividades que no generan valor.

REFERENCIAS

- **ALARCON**, Luis. “Identificación y Reducción de Pérdidas en la Construcción. Herramientas y Pérdidas”. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile. 2000.
- **ALARCON**, Luis. “Herramientas para identificar y reducir pérdidas en proyectos de construcción”. Revista Ingeniería de construcción.
- **ALARCON**, Luis. “Guía para la implementación del Sistema del último planificador”. Santiago: GEPUC, Pontificia Universidad Católica de Chile. 2008.
- **ALARCON**, Luis y **GONZALES**, Vicente. “Buffers de programación: una estrategia complementaria para reducir la variabilidad en los procesos de construcción”. Revista ingeniería de construcción, Vol 18, N° 2. Pontificia universidad católica de Chile, Santiago de Chile. 2003.
- **ALARCON**, Luis. “Planificación y Control de Producción para la Construcción, Guía para la Implementación”. Primera edición. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile. 2003.
- **BALLARD**, Herman. The Last Planner System of Production control. Brimingham: University of Birmingham, 2000.
- **BOTERO**, Luis. “Construcción sin pérdidas, análisis de procesos y filosofía lean construction”. Segunda edición, Colombia: Editorial Legis. 2006.
- **BOTERO**, Luis. “*Construcción sin pérdidas, análisis de procesos y filosofía lean construction*”. Colombia: Editorial Legis. 2004.
- **BUENO DE OLARTE**, Antonio. Propuesta de mejora para disminuir el número de no cumplimientos de actividades programadas en proyectos de edificaciones basado en Last Planner System. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2014.
- **BRIOSO**, Xavier. “Material de la Diplomatura de Gestión del Proyectos de Construcción”, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014.
- **CARRILLO**, Catherine y **PLAZA**, Tania Alexandra. Causas frecuentes de incumplimiento de la planificación a corto plazo en la construcción de puentes. Riobamba, Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo, 2017.
- **CASTILLO**, Inés. “Inventario de herramientas del sistema de entrega de proyectos Lean (LPDS)”. [Tesis]. Pontificia universidad católica del Perú, Lima, Perú. 2014.
- **DELGADO**, Elberth. Aplicación de la metodología de planeación Last Planner en el mejoramiento de la productividad, efectividad y eficiencia en el sistema constructivo aportado. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2012.

- **EYZAGUIRRE**, Raúl. Potenciando la capacidad de análisis y comunicacion de los proyectos de construccion mediante herramientas virtuales BIM 4D durante la etapa de planificación. Lima: PUCP, 2015.
- **GHIO**, Virgilio. “Guía para la innovación tecnológica en la construcción”.Santiago de Chile: Editorial Pontificia Universidad Católica de Chile. 1997.
- **GHIO**, Virgilio. “Productividad en obras de construcción; Diagnostico, critica y propuesta”. Lima: Fondo editorial PUCP. 2001.
- **GOYZUETA**, Gleyser y **PUMA**, Hipólito. Implementacion de la metodología BIM y el sistema Last Planner 4d para la mejora de gestion de la obra residencial Montesol. Arequipa: Universidad Nacional San Agustin, 2016.
- **HERMAN**, Ballard. “The last planner”. Nothern California Construction Institute. Monterey, CA. 1994
- **HERMAN**, Ballard. “The last planner system of production control”. [Tesis doctoral]. Birmingham: Universidad de Birmingham, Facultad de Ingeniería. 2000.
- **HERMAN**, Ballard. “White paper #7 Phase scheduling”.Lean Construction Institute. 2000.
- **HERMAN**, Ballard. “Lean Project Delivery System”.Lean construction institute, California. 2000.
- **MIRANDA**, Daniel. Implementacion del sistema Last Planner en una habilitacion hurbana. Lima: Pontificia Universidad Catolica, 2012.
- **MATEU**, Diana. Building Information Modeling 4D aplicado a una planificacion con Last Planner System. Valencia: Universitat Politecnica de Valencia, 2015.
- **OROZ**, Fernando. Aplicacion de herramienta de planeamiento Look Ahead en construccion de proyecto inmobiliario. Lima: Universidad Ricardo Palma, 2015.
- **RAMOS**, Renzo y **SALVADOR**, Sebastiao. Evaluacion de la aplicacion del sistema Last Planner en la construccion de edificios multifamilares en Arequipa. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2013.
- **SABBATINO**, Daniel, **ALARCÓN**, Luis y **TOLEDO**, Mauricio. “Análisis de indicadores claves para una exitosa implementación del sistema Last Planner en proyectos de edificación”.
- **SABBATINO**, Daniel. “Directrices y recomendaciones para una buena implementación del Sistema Last Planner en proyectos de edificación en Chile”. Universidad de Chile, 2011.

- **SERPELL**, Alfredo y **ALARCÓN**, Luis. “Planificación y control de proyectos”. Segunda edición, Ediciones Universidad Católica, 2001
- **SABBATINO**, Daniel. “Directrices y recomendaciones para una buena implementación del Sistema Last Planner en proyectos de edificación en Chile”. Universidad de Chile, 2011.
- **ORIHUELA**, Delfin “Aplicación del método de la línea de balance a la planificación maestra”. 5to encuentro latino americano de gestión y economía de la construcción (ELAGEC). Cancún, México. 2013.

ANEXO

Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>¿De qué manera influye la implementación del Last Planner en la mejora de la planificación y el control en la construcción de puente Carretero?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>¿De qué manera influye la implementación del Last Planner en la disminución de los tiempos de construcción de puente Carretero?</p> <p>¿De qué manera influye la implementación del Last Planner en la reducción de los costos de construcción de puente Carretero?</p> <p>¿De qué manera influye la implementación del Last Planner en el control de obras de puentes Carreteros?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Lograr la mejora en el control y planificación en la construcción de puentes carreteros mediante la aplicación del Last Planner.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Disminuir los tiempos de construcción en puentes carreteros mediante la aplicación del Last Planner.</p> <p>Lograr reducción de costos en la construcción de puentes carreteros, mediante la aplicación del Last Planner.</p> <p>Mejora en el control de obra de construcción de puentes carreteros mediante la aplicación del Last Planner.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>La implementación de la metodología Last Planner mejora la planificación y el control en la construcción de puentes carreteros.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>La implementación de la metodología Last Planner logra la disminución de los tiempos de construcción de puentes carreteros.</p> <p>La implementación de la metodología Last Planner reduce los costos de construcción de puentes carreteros.</p> <p>La implementación de la metodología Last Planner permite la mejora el control de</p>	<p>Método de gestión aplicado</p> <p>La planificación y control de obras</p>	<p>Distribución de tareas. Distribución de tiempo para las actividades</p> <p>Control de Obras</p> <p>Planificación de obra</p>	<p>Asignación de recursos</p> <p>Asignación de personal Asignación de plazos</p> <p>Cronograma de obra Curva S.</p> <p>Cumplimiento de objetivos</p> <p>Costos de partidas</p>

		obra en la construcción de puentes carreteros.			
--	--	--	--	--	--

Anexo 2: Construcción del plan

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	Estadístico
<p>¿De qué manera influye la implementación del Last Planner en la mejora de la planificación y el control en la construcción de puentes Carreteros?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>¿De qué manera influye la implementación del Last Planner en la disminución de los tiempos de construcción de puentes Carreteros?</p> <p>¿De qué manera influye la implementación del Last Planner en la reducción de los costos de construcción de puentes Carreteros?</p> <p>¿De qué manera influye la implementación del Last Planner en el control de obras de puentes Carreteros?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Lograr la mejora en el control y planificación en la construcción de puentes carreteros mediante la aplicación del Last Planner.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Disminuir los tiempos de construcción en puentes carreteros mediante la aplicación del Last Planner.</p> <p>Lograr reducción de costos en la construcción de puentes carreteros, mediante la aplicación del Last Planner.</p> <p>Mejora en el control de obra de construcción de puentes carreteros mediante la aplicación del Last Planner.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>La implementación de la metodología Last Planner mejora la planificación y el control en la construcción de puentes carreteros.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>La implementación de la metodología Last Planner logra la disminución de los tiempos de construcción de puentes carreteros.</p> <p>La implementación de la metodología Last Planner reduce los costos de construcción de puentes carreteros.</p> <p>La implementación de la metodología Last Planner permite la mejora el control de obra en la construcción de puentes carreteros.</p>	<p>Método de gestión aplicado</p> <p>La planificación y control de obras</p>	<p>Chi cuadrado</p> <p>Chi cuadrado.</p>

Universidad Cesar Vallejo
Facultad de Ingeniería civil



Tesis: Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Áncash

Tesista: VASQUEZ BETETA FRANCO DANTE

Ficha de recolección F01

Nombre de la partida	Habilitación de acero zapatas
Fecha	12/07/2018
Especialidad	Estructuras
Descripcion	Habilitación

NOTA: Semana 1

2	Tiempo medido	Horas
2.1	Habilitación	8
2.2		
2.3		
2.4		
3	Cantidad de trabajo realizado	M3/m2/unidades
3.1		
3.2	Programado	4600 kg
3.3	Ejecutado	4000 kg
3.4		
3.5		

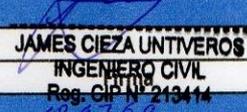
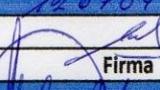
Validado por el Ing.	CIP
Ing. James Cieza Untiveros	JAMES CIEZA UNTIVEROS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 213414
Validado por el Ing.	CIP
Ing. José L. Benitos Zuñiga	120769 Firma
Validado por el Ing.	CIP
Ing. CARLOS CORTIJO NORRINZA	52444 Firma

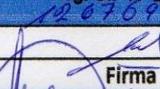
Universidad Cesar Vallejo		 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Facultad de Ingeniería civil		
Tesis: Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Áncash		
Tesista: VASQUEZ BETETA FRANCO DANTE		

Ficha de recolección F01			
Nombre de la partida	Habilitación del acero para estribos		
Fecha	11/07/2018		
Especialidad	Estructuras		
Descripción	Habilitación		
NOTA: Semana 1			

2	Tiempo medido	Horas
2.1	Habilitación	8
2.2		
2.3		
2.4		
3	Cantidad de trabajo realizado	M3/m2/unidades
3.1		
3.2	Programado	1375 kg
3.3	Ejecutado	850 kg
3.4		
3.5		

Validado por el Ing.	CIP	Firma
Ing. James Cieza Untiveros	JAMES CIEZA UNTVEROS	INGENIERO CIVIL
Validado por el Ing.	CIP	Firma
Ing. Jose L. Benitos Zuniga	120709	Firma
Validado por el Ing.	CIP	Firma
Ing. CARLOS CORTIJO NORRINER	52444	Firma

Universidad Cesar Vallejo		Facultad de Ingenieria civil	
Tesis: Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Áncash			
Tesista: VASQUEZ BETETA FRANCO DANTE			
Ficha de recolección F01			
Nombre de la partida	Habilitación del acero para vigas		
Fecha	11/07/2018		
Especialidad	Estructuras		
Descripcion	Habilitación		
NOTA: Semana 1			
2		Tiempo medido	Horas
2.1	Habilitación		8
2.2			
2.3			
2.4			
3		Cantidad de trabajo realizado	M3/m2/unidades
3.1			
3.2	Programado		1350 kg
3.3	Ejecutado		1000 kg
3.4			
3.5			
Validado por el Ing.	CIP		
Ing. James Cieza Untiveros	 JAMES CIEZA UNTVEROS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 213414		
Validado por el Ing.	CIP		
Ing. Jose L. Benites Zuniga	 Firma		
Validado por el Ing.	CIP		
Ing CARLOS CORTIJO NARVAEZ	 Firma		

Universidad Cesar Vallejo		Facultad de Ingenieria civil			
Tesis: Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Áncash					
Tesisista: VASQUEZ BETETA FRANCO DANTE					
Ficha de recolección F01					
Nombre de la partida	Habilitación del acero para losas				
Fecha	11/07/2018				
Especialidad	Estructuras				
Descripcion	Habilitación				
NOTA: Semana 1					
2		Tiempo medido			Horas
2.1	Habilitación			8	
2.2					
2.3					
2.4					
3		Cantidad de trabajo realizado			M3/m2/unidades
3.1					
3.2	Programado			490 kg	
3.3	Ejecutado			350 kg	
3.4					
3.5					
validado por el Ing.				CIP	
Ing. James Cieza Untiveros				 JAMES CIEZA UNTIVEROS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 213414	
validado por el Ing.				CIP	
Ing. Jose L. Benites Zuniga				 Firma	
validado por el Ing.				CIP	
Ing. CARLOS COPTITO NARANJO				 Firma 52444	

Universidad Cesar Vallejo		 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Facultad de Ingeniería civil		
Tesis: Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Áncash		
Tesista: VASQUEZ BETETA FRANCO DANTE		

Ficha de recolección F02

Nombre de la partida	Excavación para cimentación
Fecha	
Especialidad	Estructuras
Descripción	Excavación
NOTA: Semana 2	

2	Tiempo medido	Horas
2.1	Excavación	8
2.2		
2.3		
2.4		
3	Cantidad de trabajo realizado	M3/m2/unidades
3.1		
3.2	Programado	70 m3
3.3	Ejecutado	65 m3
3.4		
3.5		

Validado por el Ing.	CIP
Ing. James Cieza Untiveros	JAMES CIEZA UNTIVEROS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 213414
Validado por el Ing.	CIP
Ing. Jose L. Benites Zuniga	120707 Firma
Validado por el Ing.	CIP
Ing. CARLOS CORTIJO NARANJO	52444 Firma

Universidad Cesar Vallejo
Facultad de Ingeniería civil



UCV
UNIVERSIDAD
CÉSAR VALLEJO

Tesis: Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Áncash

Tesista: VASQUEZ BETETA FRANCO DANTE

Ficha de recolección F02

Nombre de la partida	Concreto simple para falsa zapata
Fecha	09/08/2018
Especialidad	Estructuras
Descripción	Concreto simple

NOTA: Semana 2

2	Tiempo medido	Horas
2.1	Concreto simple	8
2.2		
2.3		
2.4		
3	Cantidad de trabajo realizado	M3/m2/unidades
3.1		
3.2	Programado	120 m3
3.3	Ejecutado	120 m3
3.4		
3.5		

Validado por el Ing.	CIP
Ing. James Cieza Untiveros	JAMES CIEZA UNTIVEROS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 213414
Validado por el Ing.	CIP
Ing. José L. Benites Zuñiga	120709 Firma
Validado por el Ing.	CIP
Ing. CARLOS CORTIJO NAVARREZ	52444 Firma

Universidad Cesar Vallejo		 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Facultad de Ingeniería civil		
Tesis: Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Áncash		
Tesista: VASQUEZ BETETA FRANCO DANTE		

Ficha de recolección F02

Nombre de la partida	Habilitación del acero para vigas
Fecha	
Especialidad	Estructuras
Descripción	Habilitación

NOTA: Semana 2

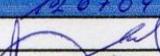
2	Tiempo medido	Horas
2.1	Habilitación	8
2.2		
2.3		
2.4		
3	Cantidad de trabajo realizado	M3/m2/unidades
3.1		
3.2	Programado	1700 kg
3.3	Ejecutado	1350 kg
3.4		
3.5		

Validado por el Ing.	CIP
Ing. James Cieza Untiveros	JAMES CIEZA UNTIVEROS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 213414
Validado por el Ing.	CIP
Ing. José L. Benites Zuñiga	120769 Firma
Validado por el Ing.	CIP
Ing. CARLOS CORTIJO NARVAEZ	52444 Firma

Universidad Cesar Vallejo		 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Facultad de Ingeniería civil		
Tesis: Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Áncash		
Tesista: VASQUEZ BETETA FRANCO DANTE		

Ficha de recolección F02			
Nombre de la partida	Habilitación del acero para losas		
Fecha			
Especialidad	Estructuras		
Descripción	Habilitación		
NOTA: Semana 2			

2	Tiempo medido	Horas
2.1	Habilitación	8
2.2		
2.3		
2.4		
3	Cantidad de trabajo realizado	M3/m2/unidades
3.1		
3.2	Programado	630 kg
3.3	Ejecutado	500 kg
3.4		
3.5		

Validado por el Ing.	CIP	 JAMES CIEZA UNTIVEROS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 213414
Validado por el Ing.	CIP	 120767 Firma
Validado por el Ing.	CIP	 52444 Firma

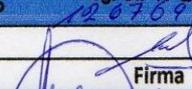
Universidad Cesar Vallejo		 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Facultad de Ingeniería civil		
Tesis: Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Áncash		
Tesisista: VASQUEZ BETETA FRANCO DANTE		

Ficha de recolección F03

Nombre de la partida	Excavación para cimentación
Fecha	
Especialidad	Estructuras
Descripción	Excavación
NOTA: Semana 3	

2	Tiempo medido	Horas
2.1	Excavación	8
2.2		
2.3		
2.4		
3	Cantidad de trabajo realizado	M3/m2/unidades
3.1		
3.2	Programado	70 m3
3.3	Ejecutado	70 m3
3.4		
3.5		

Validado por el Ing.	CIP
Ing. James Cieza Untiveros	JAMES CIEZA UNTIVEROS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 213414
Validado por el Ing.	CIP
Ing. José L. Benites Zuñiga	12 87 69 Firma
Validado por el Ing.	CIP
Ing. CARLOS CORTIJO NAVARRETE	52444 Firma

Universidad Cesar Vallejo		Facultad de Ingenieria civil	
Tesis: Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Áncash			
Tesista: VASQUEZ BETETA FRANCO DANTE			
Ficha de recolección F03			
Nombre de la partida	Habilitación del acero para estribos		
Fecha			
Especialidad	Estructuras		
Descripcion	Habilitación		
NOTA: Semana 3			
2		Tiempo medido	Horas
2.1	Habilitación		8
2.2			
2.3			
2.4			
3		Cantidad de trabajo realizado	M3/m2/unidades
3.1			
3.2	Programado		1875 kg
3.3	Ejecutado		1500 kg
3.4			
3.5			
Validado por el Ing.		CIP	
Ing. James Cieza Untiveros		 JAMES CIEZA UNTVEROS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 213414	
Validado por el Ing.		CIP	
Ing. Jose L. Benites Zuniga		 Firma	
Validado por el Ing.		CIP	
Ing CARLOS CORTIJO NARANJO		 52444 Firma	

Universidad Cesar Vallejo		 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Facultad de Ingeniería civil		
Tesis: Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Áncash		
Tesista: VASQUEZ BETETA FRANCO DANTE		

Ficha de recolección F04

Nombre de la partida	Concreto para zapata
Fecha	
Especialidad	Estructuras
Descripción	Concreto

NOTA: Semana 4

2	Tiempo medido	Horas
2.1	Concreto	8
2.2		
2.3		
2.4		
3	Cantidad de trabajo realizado	M3/m2/unidades
3.1		
3.2	Programado	35 m3
3.3	Ejecutado	30 m3
3.4		
3.5		

Validado por el Ing.	CIP
<i>Ing. James Cieza Untiveros</i>	JAMES CIEZA UNTIVEROS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 213414
Validado por el Ing.	CIP
<i>Ing. José L. Benites Zuñiga</i>	12 07 69 Firma
Validado por el Ing.	CIP
<i>Ing. CARLOS CORTIJO NAVARRETE</i>	52444 Firma

**Universidad Cesar Vallejo
Facultad de Ingenieria civil**



Tesis: Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Áncash

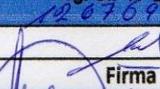
Tesista: VASQUEZ BETETA FRANCO DANTE

Ficha de recolección F04

Nombre de la partida	Habilitación de acero para zapatas				
Fecha					
Especialidad	Estructuras				
Descripcion	habilitación				
NOTA: Semana 4					

2	Tiempo medido	Horas
2.1	habilitación	8
2.2		
2.3		
2.4		
3	Cantidad de trabajo realizado	M3/m2/unidades
3.1		
3.2	Programado	5400 kg
3.3	Ejecutado	5400 kg
3.4		
3.5		

Validado por el Ing.	CIP
Ing. James Cieza Untiveros	JAMES CIEZA UNTVEROS INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 213414
Validado por el Ing.	CIP
Ing. Jose L. Benites Zuniga	120787 Firma
Validado por el Ing.	CIP
Ing CARLOS CORTIJO NARVAEZ	52444 Firma

Universidad Cesar Vallejo		Facultad de Ingenieria civil	
Tesis: Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Punte Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Áncash			
Tesisista: VASQUEZ BETETA FRANCO DANTE			
Ficha de recoleccion F04			
Nombre de la partida	Habilitación del acero para estribos		
Fecha			
Especialidad	Estructuras		
Descripcion	habilitación		
NOTA: Semana 4			
2		Tiempo medido	Horas
2.1	habilitación		8
2.2			
2.3			
2.4			
3		Cantidad de trabajo realizado	M3/m2/unidades
3.1			
3.2	Programado		1750 kg
3.3	Ejecutado		1750 kg
3.4			
3.5			
validado por el Ing.		CIP	
Ing. James Cieza Untiveros		 JAMES CIEZA UNTIVEROS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 213414	
validado por el Ing.		CIP	
Ing. Jose L. Benites Zuniga		 Firma	
validado por el Ing.		CIP	
Ing CARLOS COPTO NARANJO		 Firma	

Universidad Cesar Vallejo		 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Facultad de Ingeniería civil		
Tesis: Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Áncash		
Tesista: VASQUEZ BETETA FRANCO DANTE		

Ficha de recolección F04

Nombre de la partida	Habilitación del acero para viga
Fecha	
Especialidad	Estructuras
Descripción	habilitación
NOTA: Semana 4	

2	Tiempo medido	Horas
2.1	habilitación	8
2.2		
2.3		
2.4		
3	Cantidad de trabajo realizado	M3/m2/unidades
3.1		
3.2	Programado	1550 kg
3.3	Ejecutado	1550 kg
3.4		
3.5		

Validado por el Ing.	CIP
Ing. James Cieza Untiveros	JAMES CIEZA UNTIVEROS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 213414
Validado por el Ing.	CIP
Ing. Jose L. Benites Zuniga	Firma 120769
Validado por el Ing.	CIP
Ing. CARLOS CORTIJO NORRMEZ	Firma 52444

Universidad Cesar Vallejo		 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Facultad de Ingeniería civil		
Tesis: Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Áncash		
Tesisista: VASQUEZ BETETA FRANCO DANTE		

Ficha de recolección F04

Nombre de la partida	Habilitación del acero para losas				
Fecha					
Especialidad	Estructuras				
Descripción	habilitación				
NOTA: Semana 4					

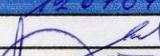
2	Tiempo medido	Horas
2.1	habilitación	8
2.2		
2.3		
2.4		
3	Cantidad de trabajo realizado	M3/m2/unidades
3.1		
3.2	Programado	490 kg
3.3	Ejecutado	490 kg
3.4		
3.5		

Validado por el Ing.	CIP
Ing. James Cieza Untiveros	JAMES CIEZA UNTIVEROS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 213414
Validado por el Ing.	CIP
Ing. Jose L. Benites Zuniga	120709 Firma
Validado por el Ing.	CIP
Ing. CARLOS CORTIJO NARANJO	52444 Firma

Universidad Cesar Vallejo		 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Facultad de Ingeniería civil		
Tesis: Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Áncash		
Tesisista: VASQUEZ BETETA FRANCO DANTE		

Ficha de recolección F05	
Nombre de la partida	Encofrado para estribos de puente
Fecha	
Especialidad	Estructuras
Descripción	Encofrado
NOTA: Semana 5	

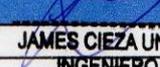
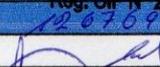
2	Tiempo medido	Horas
2.1	Encofrado	8
2.2		
2.3		
2.4		
3	Cantidad de trabajo realizado	M3/m2/unidades
3.1		
3.2	Programado	2532 m2
3.3	Ejecutado	2532 m2
3.4		
3.5		

Validado por el Ing.	CIP	 JAMES CIEZA UNTIVEROS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 213414
Validado por el Ing.	CIP	126789  Firma
Validado por el Ing.	CIP	 52444 Firma

Universidad Cesar Vallejo	 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Facultad de Ingeniería civil	
Tesis: Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Áncash	
Tesisista: VASQUEZ BETETA FRANCO DANTE	

Ficha de recolección F05	
Nombre de la partida	Concreto estructural para estribos
Fecha	
Especialidad	Estructuras
Descripción	Concreto
NOTA: Semana 5	

2	Tiempo medido	Horas
2.1	Concreto	8
2.2		
2.3		
2.4		
3	Cantidad de trabajo realizado	M3/m2/unidades
3.1		
3.2	Programado	21400 m3
3.3	Ejecutado	21400 m3
3.4		
3.5		

Validado por el Ing.	CIP
<i>Ing. James Cieza Untiveros</i>	 JAMES CIEZA UNTIVEROS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 213414
Validado por el Ing.	CIP
<i>Ing. Jose L. Benites Zuniga</i>	 126769 Firma
Validado por el Ing.	CIP
<i>Ing. CARLOS CORTIJO NORRUEGA</i>	 52444 Firma

Universidad Cesar Vallejo		 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Facultad de Ingeniería civil		
Tesis: Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Áncash		
Tesista: VASQUEZ BETETA FRANCO DANTE		

Ficha de recolección F06

Nombre de la partida	Encofrado para estribos de puente				
Fecha					
Especialidad	Estructuras				
Descripcion	Encofrado				
NOTA: Semana 6					

2	Tiempo medido	Horas
2.1	Encofrado	8
2.2		
2.3		
2.4		
3	Cantidad de trabajo realizado	M3/m2/unidades
3.1		
3.2	Programado	2532 m2
3.3	Ejecutado	2532 m2
3.4		
3.5		

Validado por el Ing.	CIP
Ing. James Cieza Untiveros	JAMES CIEZA UNTIVEROS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 213414
Validado por el Ing.	CIP
Ing. Jose L. Benites Zuniga	126769 Firma
Validado por el Ing.	CIP
Ing. CARLOS COPIJO NARANJO	52444 Firma

Universidad Cesar Vallejo		 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Facultad de Ingeniería civil		
Tesis: Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Áncash		
Tesista: VASQUEZ BETETA FRANCO DANTE		

Ficha de recolección F06

Nombre de la partida	Concreto estructural para estribos
Fecha	
Especialidad	Estructuras
Descripción	Concreto

NOTA: Semana 6

2	Tiempo medido	Horas
2.1	Concreto	8
2.2		
2.3		
2.4		
3	Cantidad de trabajo realizado	M3/m2/unidades
3.1		
3.2	Programado	21400 m3
3.3	Ejecutado	21400 m3
3.4		
3.5		

Validado por el Ing.	CIP
Ing. James Cieza Untiveros	JAMES CIEZA UNTIVEROS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 213414
Validado por el Ing.	CIP
Ing. Jose L. Benites Zuniga	120709 Firma
Validado por el Ing.	CIP
Ing. CARLOS CORTIJO NARANJO	52444 Firma

Universidad Cesar Vallejo		Facultad de Ingeniería civil	
Tesis: Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Áncash			
Tesis: VASQUEZ BETETA FRANCO DANTE			
Ficha de recolección F07			
Nombre de la partida	Encofrado de vigas		
Fecha	04/10/2018		
Especialidad	Estructuras		
Descripción	Encofrado		
NOTA: Semana 7			
2		Tiempo medido	Horas
2.1	Encofrado		8
2.2			
2.3			
2.4			
3		Cantidad de trabajo realizado	M3/m2/unidades
3.1			
3.2	Programado		3934 m2
3.3	Ejecutado		3934 m2
3.4			
3.5			
Validado por el Ing.	CIP		
Ing. James Cieza Untiveros	JAMES CIEZA UNTIVEROS		
	INGENIERO CIVIL		
	Reg. CIP N° 213114		
Validado por el Ing.	CIP		
Ing. José L. Benites Zuñiga	120769		
	Firma		
Validado por el Ing.	CIP		
Ing. CARLOS CORTIJO NARANJO	52444		
	Firma		

Universidad Cesar Vallejo		 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Facultad de Ingeniería civil		
Tesis: Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Punte Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Áncash		
Tesisista: VASQUEZ BETETA FRANCO DANTE		

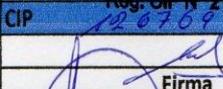
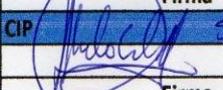
Ficha de recolección F07

Nombre de la partida	Encofrado de losas
Fecha	04/10/2018
Especialidad	Estructuras
Descripción	Encofrado

NOTA: Semana 7

2	Tiempo medido	Horas
2.1	Encofrado	8
2.2		
2.3		
2.4		
3	Cantidad de trabajo realizado	M3/m2/unidades
3.1		
3.2	Programado	3010 m2
3.3	Ejecutado	3010 m2
3.4		
3.5		

Validado por el Ing.	CIP
Ing. James Cieza Untiveros	JAMES CIEZA UNTIVEROS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 213414
Validado por el Ing.	CIP
Ing. Jose L. Benites Zuniga	126769 Firma
Validado por el Ing.	CIP
Ing. CARLOS CORTIJO NARANJO	52444 Firma

Universidad Cesar Vallejo		Facultad de Ingenieria civil	
Tesis: Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Áncash			
Tesista: VASQUEZ BETETA FRANCO DANTE			
Ficha de recoleccion F08			
Nombre de la partida	Prueba de resistencia compresión		
Fecha	20/09/2018		
Especialidad	Estructuras		
Descripcion	Prueba de resistencia compresión		
NOTA: Semana 8			
2	Tiempo medido	Horas	
2.1	Prueba de resistencia compresión	8	
2.2			
2.3			
2.4			
3	Cantidad de trabajo realizado	M3/m2/unidades	
3.1			
3.2	Programado	472 kg	
3.3	Ejecutado	472 kg	
3.4			
3.5			
Validado por el Ing.		CIP	
Ing. James Cieza Untiveros		 JAMES CIEZA UNTIVEROS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 213414	
Validado por el Ing.		CIP	
Ing. Jose L. Benites Zuniga		 Firma	
Validado por el Ing.		CIP	
Ing. CARLOS CORTIJO NARANJO		 Firma	

Universidad Cesar Vallejo		 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Facultad de Ingeniería civil		
Tesis: Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Áncash		
Tesis: VASQUEZ BETETA FRANCO DANTE		

Ficha de recolección F11

Nombre de la partida	Relleno con material de préstamo
Fecha	15/10/2018
Especialidad	Estructuras
Descripción	Relleno con material de préstamo
NOTA: Semana 11	

2	Tiempo medido	Horas
2.1	Relleno con material de préstamo	8
2.2		
2.3		
2.4		
3	Cantidad de trabajo realizado	M3/m2/unidades
3.1		
3.2	Programado	390 m3
3.3	Ejecutado	390 m3
3.4		
3.5		

Validado por el Ing.	CIP
Ing. James Cieza Untiveros	JAMES CIEZA UNTVEROS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 213414
Validado por el Ing.	CIP
Ing. Jose L. Benites Zuniga	120709 Firma
Validado por el Ing.	CIP
Ing. CARLOS COPTITO NARANJO	52444 Firma

Universidad Cesar Vallejo		 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Facultad de Ingeniería civil		
Tesis: Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Áncash		
Tesis: VASQUEZ BETETA FRANCO DANTE		

Ficha de recolección F12

Nombre de la partida	Relleno con material de préstamo
Fecha	15/10/2018
Especialidad	Estructuras
Descripción	Relleno con material de préstamo

NOTA: Semana 12

2	Tiempo medido	Horas
2.1	Relleno con material de préstamo	8
2.2		
2.3		
2.4		
3	Cantidad de trabajo realizado	M3/m2/unidades
3.1		
3.2	Programado	390 m3
3.3	Ejecutado	390 m3
3.4		
3.5		

Validado por el Ing.	CIP
Ing. James Cieza Untiveros	JAMES CIEZA UNTVEROS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 213414
Validado por el Ing.	CIP
Ing. Jose L. Benites Zuniga	120709 Firma
Validado por el Ing.	CIP
Ing. CARLOS COPIJO NARANJO	52444 Firma

Anexo 4: Fotografias







Anexo 5: documentación y actas Universidad Cesar Vallejo.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

VASQUEZ BETETA, FRANCISCO DANTE

INFORME TÍTULADO:

*PLANIFICACIÓN Y CONTROL EN EL DESARROLLO DE LA CONSTRUCCIÓN
DEL PUENTE CARASTERO CON LA APLICACIÓN LAST. PLANIFICAR EN LA
PROVINCIA HUARI - ARECASH*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

03/12/2018

NOTA O MENCIÓN :

15 (QUINCE)



[Signature]
Coordinador de Investigación de
Ingeniería Civil

Yo, Huano Casquillas Enrique E

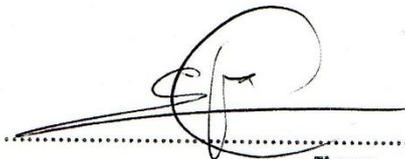
Docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, sede Lima Norte), revisor(a) de la tesis titulada:

 " Planificación y control en el desarrollo de la construcción del puente concreto con la aplicación LANT planner en la provincia Huari - Ancash "

 del (de la) estudiante Varguez Beteta, Franco Dante

 constato que la investigación tiene un índice de similitud de 9..... % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

 Lugar y fecha los Olivos 03/12/18


Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente:

Enrique E. Huano Casquillas

 DNI: 08120578

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02
		Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1

Yo Vásquez Beteta, Franco Dante....., identificado con DNI N° 72783566.....,

Egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

"Planificación y Control en el desarrollo de la construcción del Puente Conestoga con la Aplicación Cost Planner en la Provincia Huari - Ancash".....";

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

F. A. B.

FIRMA

DNI: 72783566.....

FECHA: 03 de Diciembre del 2018.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

The screenshot displays a plagiarism checker interface. On the left, a document preview shows the title "TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL" and the author "Vásquez Beica, Franco Dante". The document text includes "ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL" and "Planificación y Control en el Desarrollo de la Construcción del Puente Carretero con la Aplicación Last Planner en la Provincia Huari – Ancash?". A blue circular stamp is visible over the document text. On the right, a list of 12 sources is shown with their respective percentages of coincidence. A red bar at the top of the source list indicates a total coincidence rate of 9%.

Rank	Source	Percentage
1	cybertesis.urp.edu.pe	3 %
2	repositorio.ucv.edu.pe	2 %
3	repositorio.continental...	<1 %
4	repositorio.bacademico...	<1 %
5	docplayeres	<1 %
6	upcommons.upc.edu	<1 %
7	repositorio.uis.edu.co	<1 %
8	repositorio.unsa.edu.pe	<1 %
9	www.mh.gob.sv	<1 %
10	www.biblioteca.uma.es	<1 %
11	www.andresmarketing...	<1 %
12	repositorio.unh.edu.pe	<1 %