



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“IMPLEMENTACIÓN DE LAST PLANNER SYSTEM PARA MEJORAR EL CUMPLIMIENTO DE PLAZOS DE EJECUCIÓN EN UNA OBRA PÚBLICA DE SANEAMIENTO POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA DE QUIVES, CANTALIMA EN EL PERIODO 2016 - 2017”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Santos Pablo Caballero Claudio

Asesor:

Mg. Ing. Pedro Modesto Loja Herrera

Lima – Perú
2017

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad problemática	13
1.2. Formulación del problema.....	16
1.2.1. <i>Problema general</i>	16
1.2.2. <i>Problemas específicos</i>	16
1.3. Justificación.....	17
1.4. Objetivos	18
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	18
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	18
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Antecedentes	19
2.2. Bases Teóricas	21
2.2.1. <i>Lean Construction</i>	21
2.2.2. <i>Teorías de Producción</i>	21
2.2.2.1. <i>Producción como Transformación</i>	22
2.2.2.2. <i>Producción como Flujo</i>	24
2.2.2.3. <i>Producción como Valor</i>	26
2.2.3. <i>Gestión de la Producción</i>	27
2.2.3.1. <i>El Sistema de Producción en la Construcción</i>	28
2.2.4. <i>Flujos no paren</i>	32
2.2.4.1. <i>Analizar lo evidente</i>	33
2.2.4.2. <i>Comprender que planear no es proceso estandarizado</i>	34
2.2.5. <i>Manejo de la variabilidad</i>	35
2.2.6. <i>Last Planner System</i>	36
2.2.6.1. <i>Planeamiento y programación</i>	36
2.2.6.2. <i>Enfoque tradicional</i>	37
2.2.6.3. <i>Enfoque Lean</i>	37
2.2.6.4. <i>El ciclo de programación</i>	41

2.2.7.	<i>Flujos eficientes</i>	48
2.2.8.	<i>Física de producción</i>	48
2.2.9.	<i>Procesos eficientes</i>	55
2.2.10.	<i>Optimización de procesos</i>	55
2.2.11.	<i>Obras públicas</i>	58
2.2.12.	<i>Obras por administración directa</i>	58
2.3.	Definición de términos básicos	58
CAPÍTULO 3. DESARROLLO		64
3.1.	Presentación de la organización	64
3.1.1.	<i>Municipalidad distrital de Santa Rosa de Quives</i>	64
3.1.2.	<i>Visión</i>	64
3.1.3.	<i>Misión</i>	64
3.1.4.	<i>Valores institucionales</i>	64
3.1.5.	<i>Principios</i>	65
3.1.6.	<i>Ejes estratégicos</i>	65
3.2.	Información del Proyecto de Inversión Pública (PIP).....	68
3.2.1.	<i>Nombre del proyecto</i>	68
3.2.2.	<i>Código SNIP</i>	68
3.2.3.	<i>Antecedentes</i>	68
3.2.4.	<i>Objetivo del proyecto</i>	68
3.2.5.	<i>Ubicación del proyecto</i>	68
3.2.6.	<i>Metas del proyecto</i>	69
3.2.7.	<i>Impacto ambiental</i>	69
3.2.8.	<i>Presupuesto de obra</i>	69
3.2.9.	<i>Plazo de ejecución</i>	69
3.2.10.	<i>Modalidad de ejecución</i>	69
3.3.	Implementación de Last Planner System	70
3.3.1.	<i>Planeamiento de la ejecución</i>	70
3.3.1.1.	<i>Plan maestro</i>	70
3.3.1.2.	<i>Plano del proyecto</i>	71
3.3.1.3.	<i>Costo directo e indirecto</i>	72
3.3.2.	<i>Programación de la ejecución</i>	72
3.3.2.1.	<i>Plan intermedio</i>	72
3.3.2.2.	<i>Análisis de restricciones</i>	74
3.3.2.3.	<i>Plan semanal y PAC</i>	75
3.4.	Control de la ejecución.....	78
3.4.1.	<i>Control de avance y plazo</i>	78
CAPÍTULO 4. RESULTADOS		79
4.1.	Levantamiento de Restricciones	79
4.2.	Actividades Completadas y Causas de Incumplimiento	80
4.3.	Control de Avance y Plazo.....	81
4.4.	Liquidación técnica del proyecto.....	82
4.5.	Liquidación financiera del proyecto.....	84
CONCLUSIONES		87

RECOMENDACIONES	88
REFERENCIAS.....	89
ANEXOS	92
Anexo n.º 1 Mapas de Ubicación del distrito de Santa Rosa de Quives.....	92
Anexo n.º 2 Organigrama de la Municipalidad de Santa Rosa de Quives.....	93
Anexo n.º 3 Catastro de obras ejecutadas en el periodo 2011 – 2016.....	94
Anexo n.º 4 Análisis de obras ejecutadas en el periodo 2011-2016.....	96
Anexo n.º 5 Resolución de aprobación del expediente técnico de obra	97
Anexo n.º 6 Resumen de Presupuesto de Obra	98
Anexo n.º 7 Presupuesto de obra.....	99
Anexo n.º 8 Cronograma de ejecución de obra	101
Anexo n.º 9 Cronograma obra valorizado	102
Anexo n.º 10 Acta de entrega de terreno	105
Anexo n.º 11 Asiento del cuaderno de obra comunicando el inicio de ejecución	106
Anexo n.º 12 Acta de terminación de obra	107
Anexo n.º 13 Informe de Liquidación de Obra	108
Anexo n.º 14 Fotografías de la ejecución e implementación de la obra	110
Anexo n.º 15 Norma Legal que regula las obras por administración directa	114
Anexo n.º 16 Formato de plan maestro.....	116
Anexo n.º 17 Formato look ahead de producción	117
Anexo n.º 18 Formato de análisis de restricciones.	118
Anexo n.º 19 Formato de plan semanal	119
Anexo n.º 20 Formato de porcentaje de actividades completadas.	120
Anexo n.º 21 Formato resumen de porcentaje de actividades completadas y análisis de incumplimiento acumulado	121
Anexo n.º 22 Costo de implementación para la Municipalidad de Santa Rosa de Quives	122
Anexo n.º 23 Áreas que intervinieron en la implementación de Last Planner System (LPS)	123
Anexo n.º 24 Montos de procesos de selección 2017 del sector público	124
Anexo n.º 25 Comparativo de Plazo de ejecución vs. Plazo ejecutado de obras por administración directa (2011 – 2016)	125
Anexo n.º 26 Estudio de pre inversión a nivel de perfil técnico del proyecto de Saneamiento donde se implementó Last Planner System	128
Anexo n.º 27 Envergadura social del proyecto de Saneamiento donde se implementó Last Planner System.....	133

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n.º 1. 1 Obras ejecutadas en el periodo 2011 – 2016 que cumplen con el parámetro de plazos.	16
Tabla n.º 2. 1 Síntesis y comparación de las Teorías de Producción	27
Tabla n.º 2. 2 Diferencias entre la Gestión Tradicional y la Gestión Lean	31
Tabla n.º 3. 1 Descripción de las causas de incumplimiento del PAC.	77
Tabla n.º 4. 1 Resumen financiero del proyecto	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n.º 1. 1 Obras públicas ejecutadas por la Municipalidad de Santa Rosa de Quives.	13
Figura n.º 1. 2 Causas en la Ejecución que impactan en las desviaciones de costos y plazo	14
Figura n.º 2. 1 Acciones para cumplir las metas de Producción	21
Figura n.º 2. 2 Acciones para cumplir las metas de Producción	22
Figura n.º 2. 3 La necesidad del desarrollo de las Teorías de Producción	22
Figura n.º 2. 4 Enfoque de la Producción como Transformación.....	23
Figura n.º 2. 5 Producción como flujos de procesos y operaciones.....	25
Figura n.º 2. 6 Enfoque de la Producción como Flujo de procesos.	25
Figura n.º 2. 7 Enfoque de la Producción como generación de Valor.....	26
Figura n.º 2. 8 Relación productor-cliente en la generación de Valor	26
Figura n.º 2. 9 Sistema de producción ideal de tendido de tuberías.....	28
Figura n.º 2. 10 Sistema de producción real de tendido de tuberías.	29
Figura n.º 2. 11 Pérdidas en el Sistema de Producción.....	30
Figura n.º 2. 12 Flujo de procesos de producción y soporte	30
Figura n.º 2. 13 Enfoque Lean en la construcción	32
Figura n.º 2. 14 Flujos ininterrumpidos de procesos.	33
Figura n.º 2. 15 Flujo de información en la etapa de planeamiento.....	34
Figura n.º 2. 16 Elementos para el desarrollo del proyecto	37
Figura n.º 2. 17 Enfoque de gestión tradicional.....	37
Figura n.º 2. 18 Enfoque de gestión Lean	38
Figura n.º 2. 19 Objetivo de Proteger el plan	39
Figura n.º 2. 20 Objetivo de Asegurar el flujo.....	40
Figura n.º 2. 21 Ejemplo de PAC y Causas de Incumplimiento	40
Figura n.º 2. 22 Ejemplo de Look Ahead (mirar hacia adelante).....	41
Figura n.º 2. 23 Ejemplo de listado de responsabilidades de levantamiento de restricciones.....	42
Figura n.º 2. 24 Ejemplo de Plan Semanal.....	44
Figura n.º 2. 25 Ejemplo de PAC.....	45
Figura n.º 2. 26 Ejemplo de Causas de Incumplimiento	46
Figura n.º 2. 27 Ciclo de programación	46
Figura n.º 2. 28 Interacción Área de producción - Áreas de soportes.	47
Figura n.º 2. 29 En operaciones de mayor continuidad, el fondo debe ser buscar sistemas balanceados	48
Figura n.º 2. 30 Principio de Cuello de Botella y Capacidad del Sistema	49
Figura n.º 2. 31 Identificar la capacidad del sistema	49
Figura n.º 2. 32 Aumentar la capacidad del cuello de botella	50
Figura n.º 2. 33 Producir a la capacidad del cuello de botella	50

Figura n.º 2. 34 Todas las estaciones son cuellos de botellas.	51
Figura n.º 2. 35 Inventario y Capacidad desperdiciada.....	51
Figura n.º 2. 36 Tiempo de Ciclo y Throughput.....	52
Figura n.º 2. 37 Sistema Push vs. Sistema Pull	53
Figura n.º 2. 38 Tamaño de lote	54
Figura n.º 2. 39 Eficiencia del sistema vs. Eficiencias locales	55
Figura n.º 2. 40 En operaciones continuas y balanceadas, ahora podemos pasar a optimizar cada uno de los procesos	55
Figura n.º 2. 41 Tipos de trabajos en la construcción	56
Figura n.º 2. 42 Estudio de productividad en obras de Lima (2001)	57
Figura n.º 2. 43 Estudio de productividad en obras de Lima (2006)	57
Figura n.º 3. 1 Cronograma general de la obra.....	70
Figura n.º 3. 2 Plano de Planta general del recorrido de la línea de conducción.....	71
Figura n.º 3. 3 Hoja resumen del presupuesto de obra.....	72
Figura n.º 3. 4 Herramienta de Look Ahead (mirar hacia adelante) del proyecto	73
Figura n.º 3. 5 Herramienta de análisis de restricciones del proyecto	74
Figura n.º 3. 6 Plan semanal del proyecto	75
Figura n.º 3. 7 Evaluación del cumplimiento del plan semanal n° 49-2016	76
Figura n.º 3. 8 Curva S del proyecto analizado a la semana 49	78
Figura n.º 4. 1 Estado de Restricciones de todas las semanas de ejecución de obra	79
Figura n.º 4. 2 Herramienta del PAC y CI de todas las semanas de ejecución de obra.....	80
Figura n.º 4. 3 Curva S de todas las semanas de ejecución de obra	81
Figura n.º 4. 4 Asiento N°42 del Residente de obra comunicando el término de la obra	82
Figura n.º 4. 5 Asiento N°43 del Supervisor de obra comunicando el término de la obra	83
Figura n.º 4. 6 Ahorro del proyecto analizado por causa	84
Figura n.º 4. 7 Avance de la ejecución financiera del proyecto.....	85
Figura n.º 4. 8 Ejecución Financiera del Proyecto	86

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general Implementar la metodología del Sistema del Ultimo Planificador (Last Planner System) para mejorar el cumplimiento de plazos de ejecución en una obra pública de saneamiento bajo la modalidad de ejecución presupuestaria directa en el distrito de Santa Rosa de Quives, provincia de Canta y departamento de Lima en el periodo 2016 – 2017. Las entidades públicas ejecutan obras por contrata y por administración directa; en el primer caso son las empresas contratistas que adoptan las herramientas y metodologías más convenientes para optimizar su rentabilidad y, aun así, estas tienen ciertas pérdidas. En el segundo caso las entidades públicas ejecutan las obras de manera tradicional sin considerar aspectos relevantes en la etapa de planificación, programación y control, lo cual conlleva a variabilidades significativas que repercuten en la gestión de la ejecución de la obra con sobrecostos, incumplimientos y mala imagen.

Con los enfoques de la filosofía lean construction, que profesa una construcción sin pérdidas, se ejecutó el piloto de la aplicación de LPS, en un lapso de 9 semanas, equivalente a 60 días, que era el plazo de ejecución, cuya implementación estuvo liderada por el área técnica de la municipalidad: la Sub Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural y las otras áreas de soporte: Unidad de Logística y Presupuesto.

A partir del cronograma de ejecución de obra del expediente técnico se elaboró el plan maestro, donde se identificó los hitos relevantes de la planificación y programación de obra, luego se elaboró el Plan intermedio (look ahead: mirar hacia adelante), donde se analizaron las restricciones de las primeras 4 semanas y se determinaron los responsables del levantamiento de dichas restricciones, posteriormente se elaboró el plan semanal donde solo se programan las actividades sin restricciones y al final de cada semana se evaluó la confiabilidad de la programación con los cálculos del Porcentaje de Actividades Completadas y las causas de incumplimiento para adoptar las medidas correctivas y hacer la mejora continua en las semanas siguientes. También se monitoreo y se hizo control de avance y plazo con la curva S, para darle más soporte a la programación.

De acuerdo con los resultados se concluye que es una buena práctica; se tuvieron resultados favorables ya que se terminó en el plazo comprometido a pesar de adversidades climatológicas de temporada. Además, como consecuencia de la adecuada gestión de la producción se pudo conseguir ahorros en favor del proyecto.

Palabras Clave: Plan maestro, Plan semanal, look ahead (mirar hacia adelante), restricciones, PAC, causas de incumplimiento, control de avance y plazo.

ABSTRACT

The present investigation has like general objective To implement the methodology of the Last Planner System (Last Planner System) to improve the fulfillment of terms of execution in a public work of sanitation under the modality of direct budgetary execution in the district of Santa Rosa de Quives, province of Canta and department of Lima in the period 2016 - 2017. Public entities perform works by contract and by direct administration; in the first case they are the contractors that adopt the most convenient tools and methodologies to optimize their profitability and, even so, these have certain losses. In the second case, public entities execute the works in a traditional manner without considering relevant aspects in the planning, programming and control stage, which leads to significant variability that affects the management of the execution of the work with cost overruns, defaults and bad image.

With the approaches of the lean construction philosophy, which professes a construction without losses, the pilot of the application of LPS was executed, in a span of 9 weeks, equivalent to 60 days, which was the execution period, whose implementation was led by the technical area of the municipality: the Sub Management of Urban and Rural Development and the other support areas: Logistics and Budget Unit.

Based on the work execution schedule of the technical file, the master plan was drawn up, where the relevant milestones in the planning and programming of the work were identified, then the intermediate plan was prepared (look ahead: look forward), where the restrictions of the first 4 weeks and those responsible for the lifting of these restrictions were determined, later the weekly plan was elaborated where only the activities are scheduled without restrictions and at the end of each week the reliability of the programming was evaluated with the calculations of the Percentage of Completed Activities and causes of non-compliance to adopt corrective measures and make continuous improvement in the following weeks. It was also monitored, and progress control was made with the S curve, to give more support to the programming.

According to the results, it is concluded that it is a good practice; Favorable results were obtained as it was completed in the committed period despite seasonal weather adversities. In addition, as a consequence of the adequate management of production, savings could be achieved in favor of the project.

Keywords: Master Plan, Weekly Plan, look ahead (forward), restrictions, Percentage of activities completed, causes of non-compliance, progress and term control.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Araujo, C. (2016). *Apuntes del curso Productividad en obras*. Facultad de ingeniería civil, Universidad privada del norte.
- Ballard, G. (1994). *The Last Planner*. International Group of Lean Construction 2. Northern California Construction Institute, Monterrey, CA.
- Ballard, G. (2000). *The Last Planner System of production control*. School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, The University of Birmingham.
- Ballard, G., & Howell, G. (1998). *What kind of production is construction?* International Group of Lean Construction 6. Guarujá, Brazil.
- Ballard, G., Tommelein, I., Koskela, L., & Howell, G. (2002). *Lean Construction tools and techniques. In Design and Construction: Building in Value*. Oxford, England, UK.
- Bertelsen, S., & Sacks, R. (2007). *Towards a new understanding of the construction industry and the nature of its production*. International Group of Lean Construction 15. Michigan, USA.
- Bertelsen, S., Henrich, G., Koskela, L., & Rooke, J. (2007). *Construction Physics*. International Group of Lean Construction 15. Michigan, USA.
- Bertelsen, S., Koskela, L., Henrich, G., & Rooke, J. (2006). *Critical flow – Towards a construction flow*. International Group of Lean Construction 14. Santiago, Chile.
- Bracamonte, L. (2015). *Aplicación de herramientas Lean Construction para optimizar los costos y tiempos en la ampliación del colegio Markhan*. Perú. Informe de suficiencia profesional para optar el título de ingeniero civil.
- Castaño, P. (2012). *Implementación del sistema de planeación y control “Last Planner” en el tramo 2b del corredor parcial de envigado para mejorar la confiabilidad y reducir la incertidumbre en la construcción*. Colombia. Tesis para optar el grado de Magister.
- Contraloría General de la República (1988). *Resolución de contraloría N° 195-88-CG, Ejecución de las obras públicas por administración directa*. Recuperado de http://doc.contraloria.gob.pe/libros/2/pdf/RC_195_88_CG.pdf
- Diaz, A. (2015). *Optimización de la gestión y dirección de la construcción del tramo III del acceso principal al proyecto conga aplicando metodología de los estándares del PMBOK y LAST PLANNER SYSTEM, 2014*. Perú. Tesis para optar el título de ingeniero civil.
- Diaz, D. (2007). *Aplicación del Sistema de Planificación ‘Last Planner’ a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura*. Chile. Memoria para optar el título de ingeniero civil.
- Ghio, V. (2001). *Productividad en obras de construcción*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo editorial.
- Goldratt, & Goldratt, E. (2004). *La Meta*.

- Howell, G. (1999). *What is lean construction. International Group of Lean Construction 7*. University of California, Berkeley, CA, USA.
- Johnson, H., & Kaplan, R. (1987). *Relevance lost - the rise and fall Management Accounting*. Boston: Harvard Business School Press.
- Koskela, L., & Vrijhoef, R. (2003). *Revisiting the three peculiarities of production in construction*. International Group of Lean Construction 13. Sydney, Australia.
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. Stanford University: Center for Integrated Facility Engineering (CIFE).
- Koskela, L. (1999). *Management of Production in Construction: A Theoretical View*. International Group of Lean Construction 7. Berkeley, CA, USA.
- Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. Espoo, Finlandia: Technical Research Centre of Finland VTT Building Technology. VTT Publications 408.
- Koskela, L. (2004). *Making do - The eighth category of waste*. International Group of Lean Construction 12. Denmark.
- Koskela, L., & Bertelsen, S. (2002). *Managing the three aspects of production in construction*. International Group of Lean Construction 10. Gramado, Brazil.
- Koskela, L., Howell, G., & Lichtig, W. (s.f.). *Contracts and production*. University of Stanford.
- Lichtig, W. (2005). *Sutter Health: Developing a Contracting Model to Support Lean Project Delivery*. Lean Construction Journal Vol N°2.
- Ley N° 30225 - MEF. *Decreto Supremo que modifica el Reglamento de la Ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado*, aprobado por el Decreto supremo N° 350-2015-EF. Recuperado de http://portal.osce.gob.pe/osce/sites/default/files/Documentos/legislacion/ley/2017-Reg_DL1341/DS-056-MODIFICACIONES%20AL%20REGLAMENTO%20LEY%2030225.pdf
- Liker, J. (2004). *The Toyota way*. McGraw-Hill.
- Ministerio de economía y finanzas (2017). Recuperado de <https://www.mef.gob.pe/es/aplicaciones-informaticas/71-inversion-publica/2405-modulo-para-el-seguimiento-a-la-inversion-publica-mosip>
- Miranda, D. (2012). *Implementación del Sistema Last Planner en una habilitación urbana*. Perú. Tesis para optar el título de ingeniero civil.
- Morales, N., & Galeas, J. (2006). *Diagnóstico y evaluación de la relación entre el grado de industrialización y los sistemas de gestión con el nivel de productividad en obras de construcción*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú: Tesis para optar el grado de Ingeniería Civil.

Municipalidad distrital de Santa Rosa de Quives (2016). *Estructura orgánica de la municipalidad*. Recuperado de <http://www.munisantarosa-lima.gob.pe/Organigrama.html>

Ohno, T. (1991). *El sistema de producción Toyota: más allá de la producción a gran escala*. Barcelona, España: Ediciones Gestión 2000.

Panduro, K. (2015). *Propuesta de mejora continua de la productividad; en obras por administración directa – Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo- Tarapoto*. Perú. Tesis para optar el grado de Maestro.

Rooke, J., Koskela, L., Bertelsen, S., & Henrich, G. (2007). *Centred flows: A lean approach to decision making and organisation*. International Group of Lean Construction. Michigan, USA.

Shingo, S. (1989). *A study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint*. Cambridge: Productivity Press.

Taco, M. (2015). *Implementación del sistema del último planificador en la gestión de proyectos de la construcción de un coliseo en la parroquia Pilahuín provincia Tungurahua*. Ecuador. Proyecto de investigación para optar el título de ingeniero civil.

Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*.

