

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



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

**“IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LAST PLANNER
SYSTEM EN EL DÉFICIT DE LA CONSTRUCCION DEL PUENTE EL
CARMELO – VIRU – LA LIBERTAD”**

Área de Investigación:

Gestión de Proyecto

Autor(es):

Br. Zubizarreta Chacón, Katerine Keplin

Jurado Evaluador:

Presidente: Lujan Silva, Enrique

Secretario: Medina Carbajal, Lucio

Vocal: Moran Guerrero, Victor

Asesor:

Vertiz Malabrigo, Manuel

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9168-8258>

TRUJILLO – PERÚ

2021

Fecha de sustentación: 2021/06/05



PRESIDENTE

Ing. Enrique Francisco Lujan Silva
CIP 54460



SECRETARIO

Ing. Lucio Medina Carbajal
CIP 76695



VOCAL

Ing. Víctor Moran Guerrero
CIP 50648



ASESOR

Ing. Manuel Alberto Vertiz Malabrigo
CIP 71188

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicado a Dios, por su incalculable amor, compañía, bendiciones e infinita sabiduría.

A mi madre Gladys Chacón Jiménez, por su ejemplo de fortaleza, trabajo, resiliencia, amor al prójimo, sus consejos, por ser el gran ser humano que es, por ser mi compañera, amiga y la persona que nunca soltó mi mano y corazón.

A mi hijo Dano, por ser el motivo e impulso para lograr cada una de mis metas propuestas, por el amor puro que me da, por ser mí maestro de vida.

A mi abuelo y padre Victor Chacón Villafuerte, por sus consejos, su amor, su paciencia, y todo lo que siento cuando estoy a su lado.

A mis ángeles en el cielo, mi abuelita Simiona Jiménez Ríos, por los años dedicados a cuidarme, por su compañía, su amor y los recuerdos que me acompañan día a día. A mi hermano mayor Danffer Alexander Álvarez Chacón, por su protección, cuidado, por su amor y por regalarme los años necesarios para llevarlo por siempre en mi corazón.

ZUBIZARRETA CHACON KATERINE KEPLIN

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecer a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi asesor inicial, con quien surgió la idea y título de tesis, por su disposición y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar la presente.

Me gustaría agradecer a mi madre, por su esfuerzo y confianza puesta en mí, por ser mi principal motivación e inspiración.

De igual manera agradecer a mis hermanos Danffer, David, Anthony y Owen, por las risas, su apoyo y compañía en esta etapa.

Finalmente, son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

ZUBIZARRETA CHACON KATERINE KEPLIN

RESUMEN

En la actualidad se vienen realizando obras de infraestructura vial de gran envergadura, las cuales en las empresas constructoras reflejan principalmente dos grandes problemas, el primero se asocia con el no cumplimiento de los plazos, generando insatisfacción en el cliente y la población.

El segundo problema está asociado con los sobrecostos quienes en la mayoría de los casos superan a los costos previstos iniciales que trascienden en consecuentes perdidas tanto para la empresa constructora como para el estado. Con esto en mente, la incorporación de nuevas herramientas y metodologías de trabajo se busca principalmente reducir el impacto de estos factores en la producción, en donde utilizaremos la metodología Last Planner System, en la planificación de proyectos y basada en los principios de la filosofía Lean Construction. Esta metodología se utiliza en mayor parte en la construcción de edificaciones dando excelentes resultados. Aun es poco utilizado en la construcción de infraestructura, en nuestro caso puentes.

Se desarrolló el plan maestro, el plan intermedio y se observó el trabajo que se pudo realizar al implementar esta filosofía, muy aparte se realizó la sectorización con la cual obtuvimos grupos de igual metrado para el análisis, el tren de actividades para poder saber la cantidad de personal a usar y determinar si estos aportaban un trabajo productivo. Se desarrolló el Lookahead de producción y de materiales.

ABSTRACT

Currently, large-scale road infrastructure works are being carried out, which in construction companies mainly reflect two major problems, the first is associated with non-compliance with deadlines, generating dissatisfaction in the client and the population. The second problem is associated with cost overruns, which in most cases exceed the initial anticipated costs that transcend in consequent losses for both the construction company and the state. With this in mind, the incorporation of new tools and work methodologies is mainly intended to reduce the impact of these factors in production, where we will use the Last Planner System methodology, in project planning and based on the principles of the Lean philosophy. Construction. This methodology is used for the most part in the construction of buildings, giving excellent results. It is still little used in the construction of infrastructure, in our case bridges. The master plan was developed, the intermediate plan and the work that could be done when implementing this philosophy was observed, very separately the sectorization was carried out with which we obtained groups of the same size for the analysis, the train of activities to be able to know the quantity number of staff to use and determine if they provided productive work. The Lookahead for production and materials was developed.

INTRODUCCIÓN

La gestión de la realización de proyectos de infraestructuras es una disciplina que busca asegurar que el diseño, la construcción, la operación, el mantenimiento y sus servicios sean capaces de funcionar de la forma más eficiente posible, sin perjudicar a los usuarios externos como internos.

Para lograr esto se requiere comprometer a todos los equipos del proyecto en planificar de forma eficiente, a fin de resolver las ineficiencias que puedan surgir en el flujo de construcción y con el aumento de la confiabilidad del mismo.

Este factor es fundamental a la hora de explicar y manifestar con claridad el flujo de producción de un proyecto a todos los participantes de éste; contratistas, ing. de campo, ing. calidad, residente, supervisores, especialistas, etc.

En la presente tesis analizaremos todos los datos e información obtenida de proyecto puente Carmelo Viru, el cual facilitó todos sus archivos disponibles para la realización de este proyecto en el cual se verá la aplicación del Last Planner System en obras de puentes, el cual aún no está tan desarrollado en esta rama de la construcción

ÍNDICE

CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	111
1.1. Descripción del problema	111
1.2. Formulación del problema	144
1.3. Objetivo General	144
1.4. Objetivo específico	144
1.5. Justificación de la investigación	145
1.5.1. Académica	15
1.5.2. Social	15
1.5.2. Económica	15
CAPITULO II MARCO TEÓRICO	177
2.1. Antecedentes de la Investigación	17
3. Bases Teóricas	26
3.1. Teoría de Last Planner	29
3.1.1. La unidad de Producción	31
3.1.2. Control de los flujos de trabajo	32
Planificación general o programa maestro	35
Planificación Intermedia	35
Marco Conceptual:	40
4. Hipótesis.	42
5. Variables dependientes e independientes:	42
5.1. Variable dependiente	42
5.2. Variable Independiente	42
5.3. Operación de variables.	43
CAPITULO III METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	44
1. Tipo de investigación	44
2. Línea de Investigación	44
3. Alcance:	44
3.1. Población y muestra	44
3.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	44
3.3. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.	45
3.4. Proceso integral de la evaluación al puente	45
3.5. Proceso de Implementación Last Planner System	60
3.5.1. Sectorización	60

3.5.2.	Tren de Actividades	62
3.5.3.	Dimensionamiento de Cuadrillas (Cuadro de Asignación de Personal).....	63
3.5.4.	Last Planner	64
3.5.4.1.	Planificación Maestra	64
3.5.5.	Lookahead Planning.....	65
3.5.6.	Análisis de restricciones.....	66
3.5.7.	Plan Semanal y PPC	67
3.5.8.	Curvas de Productividad	68
4.	Resultados	69
4.1.	Presentación de Resultados	71
4.2.	Discusión de Resultados	87
4.3.	Conclusiones.....	97
4.4.	Recomendaciones.....	99
5.	Referencias	100
6.	Anexos	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Desperdicios considerados por la metodología lean	28
Tabla 2: operacionalización de variables	43
Tabla 3: técnicas e instrumentos de recolección de datos	44
Tabla 4: Trabajo Contributorio	49
Tabla 5: Trabajo No Contributorio	49
Tabla 6: Estudio promedio de 50 obras en Lima	49
Tabla 7: Clasificación del proyecto por el monto de inversión	50
Tabla 8: Tasa de trabajo en el Proyecto del Puente El Carmelo-Viru	52
Tabla 9: Cantidad total destinada para las tareas a realizar	53
Tabla 10: Estimación de recursos de mano de obra para zapatas.	71
Tabla 11: Datos de productividad del acero en zapatas con el sistema lean Construction	72
Tabla 12: Datos de Productividad del encofrado en zapatas con herramientas lean	73
Tabla 13: Datos de productividad de concreto en zapatas con herramientas lean	74
Tabla 14: Diferencias de tiempo en el método tradicional vs las herramientas lean	76
Tabla 15: Análisis de Costos entre el método tradicional y la metodología lean	76
Tabla 16: Estimación de recursos de mano de obra para estribos y pilares.	76
Tabla 17: Datos de Productividad del acero en estribos y pilares con herramientas lean	77
Tabla 18: Datos de productividad del encofrado en estribos y pilares con lean	78
Tabla 19: Datos de Productividad del concreto en estribos y pilares con lean	79
Tabla 20: Diferencias de tiempo entre el método convencional vs las herramientas lean	81
Tabla 21: Análisis de Costos entre el método convencional vs herramientas lean	81
Tabla 22: Datos de Productividad del acero en diafragma con lean	82
Tabla 23: Datos de Productividad del encofrado en diafragma con lean	82
Tabla 24: Datos de Productividad del concreto en diafragma con lean	83
Tabla 25: Diferencias de tiempo entre el método tradicional vs lean	84
Tabla 26: Análisis de costo entre método convencional vs herramientas lean	84
Tabla 27: Datos de Productividad del acero en losa maciza con lean	85
Tabla 28: Datos de Productividad del encofrado en losa maciza con lean	85
Tabla 29: Datos de productividad del concreto en losa maciza con lean	86
Tabla 30: Diferencias de tiempo entre método tradicional vs lean	87
Tabla 31: Análisis de costo entre el método tradicional vs lean	87

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: proceso convencional vs al proceso con un enfoque lean Construction</i>	28
<i>Figura 2: puede hacer, debería hacerse y lo que se hará</i>	30
<i>Figura 3: grafica de datos obtenidos de 50 obras en lima (fuente: Virgilio Ghio Castillo,2001)</i>	50
<i>Figura 4: Grafica del trabajo de manera porcentual presentado en el proyecto</i>	52
<i>Figura 5: Ubicación del Puente</i>	53
<i>Figura 6: Sectorización del puente</i>	54
<i>Figura 7: Vista frontal de la sectorización</i>	54
<i>Figura 8: Metrado de las partidas y sectores</i>	55
<i>Figura 9: Plan maestro del Proyecto Puente el Carmelo-Viru</i>	65
<i>Figura 10: Planificación del Proyecto en MS-Project</i>	65
<i>Figura 11: Tren de actividades de la sectorización</i>	65
<i>Figura 12: Asignación de personal para la ejecución del proyecto</i>	69
<i>Figura 13: Asignación de operarios para la ejecución programada del proyecto</i>	69
<i>Figura 14: Asignación de oficiales y peones para la ejecución programada del proyecto</i>	69
<i>Figura 15: Cronograma de actividades por sectores del proyecto</i>	70
<i>Figura 16: Curva de productividad del acero en zapatas con el sistema lean</i>	72
<i>Figura 17: Curva de Productividad del encofrado en zapatas con herramientas lean</i>	73
<i>Figura 18: Curva de Productividad del concreto en zapatas con herramientas lean</i>	74
<i>Figura 19: Desarrollo en Días de la partida de Zapatas con el método tradicional vs Lean</i>	75
<i>Figura 20: Curva de Productividad del acero en estribos y pilares con herramientas lean</i>	77
<i>Figura 21: Curva de productividad del encofrado en estribos y pilares con herramientas lean</i>	78
<i>Figura 22: Curva de Productividad del concreto en estribos y pilares con herramientas lean</i>	79
<i>Figura 23: Desarrollo en días de la partida estribos y pilares método tradicional vs lean</i>	80
<i>Figura 24: Desarrollo en días de la partida de vigas diafragma con el método convencional vs lean</i>	83
<i>Figura 25: Tren de actividades</i>	91

CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

La planificación de obra se basa en realizar el plan de obra con fechas programadas, visualizando la duración de las partidas y teniendo en cuenta el plazo total de la ejecución de la obra, dicha planificación es elaborada por los responsables a cargo basándose en sus experiencias en otras obras, con el cual no resulta en una planificación adecuada del uso óptimo de recursos, el plan de ataque de obra, la secuencia de actividades. Con la implementación del Last Planner podemos proporcionar un correcto diseño de lote de producción y dimensionamiento de cuadrillas, cronogramas de adquisiciones de materiales y otras actividades.

La economía de los países está basada en una gran diversidad de actividades, a través de las cuales se procura lograr su crecimiento económico y obtener los medios para satisfacer las necesidades de sus habitantes. En el 2009, el valor total del valor agregado de la construcción alcanzó cerca de US\$7,5 trillones, equivalente al 13,4% del PIB mundial. Se destaca que las tres principales economías fueron EE.UU., China y Japón siendo responsables del 39% de la demanda global. Con relación a los países latinoamericanos, se constata que México y Brasil fueron responsables conjuntamente del 52% del valor agregado de la

construcción en América Latina en el 2009. [Global Construction Perspectives & Oxford Economics, 2011].

La construcción se ha posicionado en los últimos años como un sector dinamizador del crecimiento económico del país y ello continuará por lo menos en los próximos tres años debido a la expansión de la inversión pública y de los proyectos de construcción privados (centros comerciales, tiendas por departamentos, viviendas, centrales hidroeléctricas y termoeléctricas, proyectos de irrigación, ampliación y modernización de plantas industriales y centros mine-ros, construcción de carreteras y aeropuertos, entre otros) como lo señala Palomino J. , Hennings J. y Echevarría V. (2017).

El sector de la construcción en el Perú es uno de los más dinámicos de la economía, el cual se asocia con el crecimiento económico del país, no obstante, se observa que este sector es el más ineficiente que existe en nuestro país. El cambio que se dio en la gestión para construcción mostro cambios notables, sin embargo, las gestiones en la construcción de cualquier tipo de obra civil están orientados de esta manera, lo cual provoca que los ingenieros siempre trabajen a mano con ese sistema. El Last Planner nos ayudara a mejorar ese tipo de gestiones y poder dar un mayor alcance y cumplimiento de plazos para poder facilitar la labor del especialista.

El contexto donde se presenta el problema está ubicado el río Viru, entre el sector El Carmelo y el sector Huacanquito Bajo, distrito de Viru – Provincia de Viru – La Libertad, donde la empresa desarrollo el proyecto que constituye la red vial circunscrita principalmente a Caminos troncales vecinales que unen pequeñas poblaciones, beneficiando de esta manera a un total de 14255 habitantes. La concepción estructural consiste en un puente viga losa de 100.00 metros luz, de cuatro tramos de concreto reforzado (en tres vigas principales) y un tablero que se ubica sobre las vigas principales.

Cuenta con vías, un ancho de calzada de 6.00 m. y 2 veredas a ambos lados de 0.80 m. cada uno, siendo un total de 7.60 m. La superficie de rodadura será de asfalto en frío ($e= 0.05m$). De esta obra se pudo obtener datos reales de rendimientos de cuadrilla y rendimientos de maquinaria, también se puede señalar que tuvo algunos problemas técnicos los cuales generaron un retraso de 2 meses calendario donde hubo demoras en incumplimiento de las maquinarias, movimiento de tierras, bombeado de agua, retrasos en el encofrado y conformación de veredas y retrasos en los pedidos de concreto, no se consideró la poca accesibilidad a la zona para el ingreso del materiales y equipos, un estudio de suelos erróneo en algunos resultados que nos llevó a encontrar agua en las excavación las cuales no se contempló.

Con la finalidad de proponer sistemas de planificación eficaces se propone realizar un plan maestro, un plan intermedio, planes

semanales de mejoramiento continuo con la finalidad que estas herramientas constituyan una propuesta de una mejor gestión de obras de construcción.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la Implementación de la Metodología Last Planner System en el déficit de la construcción del Puente El Carmelo – Viru – La Libertad?

1.3. Objetivo General

Realizar la Implementación de la Metodología Last Planner System en el déficit de la construcción del Puente El Carmelo – Viru – La Libertad.

1.4. Objetivo específico

- Recolectar la información del proyecto consistente en los planos de ubicación, topográficos, secciones típicas, planta y perfil del Rio Viru, etc. Memorias descriptivas, presupuesto que incluye planilla de metrados y especificaciones técnicas
- Aplicar el método del Last Planner System y sus debidos procesos con la información obtenida del proyecto
- Determinar la Efectividad del LPS con la construcción tradicional.

1.5. Justificación de la investigación

1.5.1. Académica

La implementación del Last Planner en proyectos desarrollados en nuestro país será de un gran aporte a la diversificación de herramientas para la ejecución de una obra civil, debido a este impacto, se implementará este modelo en universidades y/o escuelas técnicas. La importancia de esta investigación radica en el hecho de potenciar un sistema de control, regular el flujo de trabajo y optimizar los recursos aumentando el cumplimiento de las actividades de construcción mediante la disminución de la incertidumbre asociada a la planificación.

1.5.2. Social

La utilización de la herramienta Last Planner propone mejorar sustancialmente el cumplimiento de actividades y la correcta utilización de recursos siguiendo los lineamientos del sistema ultimo planificador. el cual puede aplicarse en construcciones de edificaciones para sectores vulnerables reduciendo los costos y tiempos de construcción. Esto nos permitirá impulsar proyectos de habilitaciones urbanas que mejoren la calidad de vida de las poblaciones en crecimiento.

1.5.3. Económico

En el mercado competitivo de hoy, es necesario para una organización del tamaño que sea, poder ejecutar un proyecto a tiempo y dentro del presupuesto acordado, no se puede ignorar problemas tales como sobrecosto y retrasos de cronograma que inevitablemente perjudican y entorpecen el dinamismo en la ejecución de obras de construcción, el Last Planner nos permite poder conocer con exactitud el costo de una obra y trata de minimizar falencias dentro de la ejecución del mismo, obteniéndose así un presupuesto más acorde.

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Alpizar Avalos, (2017) Aplicación de Lean Construction a través de la metodología Last Planner a proyectos de vivienda social de Fuprovi. (tesis de pregrado). Instituto tecnológico de Costa Rica. Costa Rica

La presente investigación dada por el ingeniero Greivin Alpizar tiene como “objetivo general diseñar el procedimiento de aplicación de la metodología Last Planner System a proyectos de vivienda social de FUPROVI, para optimizar el proceso de planificación, seguimiento y control de las obras”. (Alpizar Avalos, 2017, p.10)

La investigadora concluyo que “FUPROVI no posee actualmente un estándar ni una cultura a detalle que presenta el LPS para la programación, seguimiento y control de sus proyectos, por lo que se deben realizar esfuerzos para mejorar dicha situación si se pretende implementar esta”. (Alpizar Avalos, 2017, p. 10)

“Para el diseño del Procedimiento de aplicación LPS para FUPROVI, fue necesario tomar en cuenta las condiciones de la empresa, como su esquema de trabajo, modelos de ejecución de proyectos, recursos disponibles, etc. El procedimiento de aplicación es un elemento que guía el empleo de LPS, pero también es un medio para lograr una estandarización de su uso

por parte de los ingenieros del proyecto de la Fundación”.
(Alpizar Avalos, 2017, p. 47)

2.2.2. Valencia Rivera, (2018) Aplicación de lean Construction al sector de la infraestructura vial. (tesis de pregrado) Universidad de América de Bogotá. Colombia

En esta investigación presentada en la Universidad de América de Colombia por el ingeniero Valencia Rivera Jesús Bernardo tiene como “objetivo, establecer el procedimiento para la implementación de la metodología Lean Construction (Construcción sin Pérdidas) en el proceso constructivo del sector de infraestructura vial en Colombia a través de la identificación y mejora de los 11 principios Lean para garantizar un producto de calidad y rentabilidad en las empresas y/o proyectos del país”. (Valencia Rivera, 2018, p. 15)

La investigadora concluyó “que a través de la filosofía Lean Construction, se pueden obtener datos reales de producción y toma de medidas oportunas para buscar el logro y mejora en los resultados esperados en los proyectos y de esta manera incrementar el nivel de cumplimiento de las especificaciones técnicas de construcción, se estableció el flujograma para la implementación de la filosofía Lean Construction a través de una secuencia sistemática de actividades, decisiones y operaciones que permiten describir la mejor alternativa para la implementación de la metodología”. (Valencia Rivera, 2018, p. 59).

2.2.3. Gonzales A., & Tapia M., (2017) Implementación del Last Planner System en actividades de concreto armado para proyectos de edificación industrial. (tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

La presente investigación presentada en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas por los ingenieros Cornejo, Gonzales y Tapia tiene como “objetivo principal evaluar el impacto de la implementación del LPS en el desempeño de un proyecto de edificación industrial”.

Los investigadores concluyeron que “se logra evidenciar que el Proyecto N. 02, en el cual se implementó el LPS, presenta una mejora de los indicadores de: tiempos de trabajo (TP, TC, TNC), plazo, márgenes de utilidad y eficiencia de mano de obra, frente al Proyecto N. 01 que se ejecutó de manera tradicional sin LPS”.

“El LPS actúa sobre la gestión de la organización, posibilitando un mayor flujo de comunicación y el establecimiento de redes de compromisos confiables que permitan alcanzar los objetivos de los proyectos, configurando las instancias para el trabajo en equipo. Del mismo modo la mayor comunicación permite unificar y difundir los objetivos de la organización, posibilitando la alineación de los esfuerzos de todos los miembros del equipo”.

“A partir de la configuración de equipos de trabajo cohesionados e integrados la planificación establecida

aumenta su confiabilidad, permitiendo la reducción de la variabilidad de la producción. También, se puede concluir que es factible aplicar el LPS en los proyectos de construcción industrial, ya que la metodología así lo permite, esta ofrece un número de herramientas que facilitan su entendimiento y aplicación”.

Se afirma con datos concretos, que los objetivos “de la investigación se cumplieron en su cabalidad y que las propuestas presentadas, son una oportunidad de mejorar los procesos de planificación y optimización de resultados en proyectos de edificación industrial”. (Cornejo L., Gonzales A., & Tapia M., 2017)

2.2.4. Campos Deza, Carlos & Guadaña Chacón, Oscar, (2019) Implementación del sistema last planner en construcción de puentes metálicos caso: construcción de puente muyuna. Perú

La investigación presentada en la Universidad de ciencias aplicadas por los ingenieros Campos Deza, Carlos y Guadaña Chacón, Oscar tiene como objetivo principal “Implementación del Sistema Last Planner en la construcción del puente Muyuna (puente metálico tipo arco), utilizando la información y datos obtenidos de la construcción tradicional del puente Ñaña, tomando como caso de estudio ambos proyectos de la constructora. El puente Ñaña ya ejecutado y el puente Muyuna por ejecutar, busca establecer el uso del ciclograma como sistema de planificación de las actividades de un proyecto,

permitiendo tener un mayor control durante la ejecución de obras, el cual se complementa con la implementación del last planner.” (Campos Deza & Guadaña Chacón, 2019, p. 4)

Con la implementación del Last Planner System en la gestión de la producción de la empresa INCOT (caso de estudio), utilizando la información del proyecto puente Ñaña y aplicando las estrategias expuestas en nuestra tesis vamos a lograr un mejor desempeño en la construcción del puente Muyuna y por ende se habrá una mejora significativa de los procesos de construcción de los demás proyectos que se van a ejecutar. Asimismo, el Sistema Last Planner no necesita de un despliegue de gran tecnología ni de adquisiciones costosas, sino de un compromiso de todos los involucrados con la nueva filosofía de trabajo colaborativo, con la finalidad de reducir los plazos contractuales de ejecución al igual que los costos por tanto la rentabilidad proyectada no sufrirá mucha variación. Igualmente nos va a permitir aumentar la productividad ya que se optimiza la utilización de todos los recursos necesarios para la construcción del puente. En referencia a la Implementación de la presente tesis se puede determinar, como comparativa construcción con y sin LPS, que al realizar la implementación del Sistema Last Planner System, el costo que implicaría sería de 52,864.00 soles; y el costo que se podría optimizar posterior a la implementación podría alcanzar los 520,344.22 soles

teniendo en cuenta que se llegará a cumplir con los plazos establecidos y generando 2.89% de utilidades adicionales.

Luego de la Implementación del LPS, originará mejorar algunos procesos que forman parte del Tren de actividades a fin de reducir tiempos estratégicamente de ciertas partidas lo que permitirá cumplir con los plazos contractuales, se puede mencionar algunos como, por ejemplo:

- Para evitar mayor movimiento de materiales en Obra debe ubicarse estratégicamente las Obras Preliminares empleando un Layout inicial de Obra.

- Reducción de tiempos del Procedimiento de Lanzamiento del Puente Definitivo empleando un sistema de gatas hidráulicas.

- Alternativa de emplear placa colaborante o pre losas para no encofrar el Tablero del Puente, eso reduciría los tiempos.

- En la Super estructura se puede mejorar el proceso realizando despieces de los Arcos y las Vigas Tirantes, considerando mayor longitud de 15 a 20 metros a fin de reducir los trabajos de soldadura en el Montaje.

- En la Sub estructura se puede mejorar los procesos teniendo en cuenta incrementar el acero por contracción plástica en los refuerzos de los Estribos, eso permitirá tener vaciados masivos sin seccionamientos ni fisuraciones. Así mismo para la ejecución de trabajos con presencia de agua, con la finalidad de mejorar el proceso y no perder el ritmo de trabajo debe emplearse Electrobombas y motobombas en buen estado para

deprimir la napa freática. (Campos Deza & Guadaña Chacón, 2019, p. 85-86)

2.2.5. Torres M. (2018) Implementación del Sistema Last Planner para la mejora de la productividad de las obras de la empresa Corporación Inmobiliaria F&F de la ciudad de Trujillo. Universidad Privada Antenor Orrego.

La investigación presentada en la Universidad Privada Antenor Orrego por el ingeniero Torres M. Yosip Eduardo tiene como objetivo principal “evaluar y mejorar una metodología para incrementar la rentabilidad Operativa aplicando un sistema logístico utilizando Last Planner System”.

El investigador concluyo que “de acuerdo a la programación Last Planner System (Sistema del Último Planificador) de la obra Edificio Los Claveles se obtuvo una diferencia de 24 días menos comparado con la programación tradicional de la empresa”.

Por otro lado, “las tablas de suministro calendarizadas cobra especial importancia en la administración del proyecto porque sirve de herramienta de monitoreo para garantizar el proceso de envío de recursos a la obra ya que mediante la aplicación del formulario Lookahead (Planificación intermedia) de materiales dentro de la Programación Last Planner System (Sistema del Último Planificador) se puede conocer con anticipación la cantidad de material requerido semana a

semana evitando demoras en la ejecución de las partidas programadas”.

Finalmente, “Tomando como base los tiempos antelados de ejecución de obra, es decir los Lead Time (Pazo de Abastecimiento) (6 días) se puede saber las fechas en la que se puede hacer los pedidos de materiales; esto evitará retrasos en la entrega e incremento de costos para el proyecto”. (Torres M., 2018)

2.2.6. Moyano Mendiburu, Katherine & Ventura Inga, Jackelin (2019) Evaluación de la aplicación del Last Planner System en la construcción de edificios multifamiliares, en Trujillo. La Libertad. Universidad Privada Antenor Orrego.

La investigación presentada en la Universidad Privada Antenor Orrego por las ingenieras Moyano Mendiburu, Katherine y Ventura Inga, Jackelin tiene como objetivo principal: La evaluación de la aplicación del Last Planner System en la construcción de edificios multifamiliares, en Trujillo. La Libertad.

Las investigadoras concluyeron que, Se comprobó que el Last Planner System es aplicable en la ciudad de Trujillo, ya que en el transcurso de los meses de estudio realizado nos permitió corroborar que su aplicación era ejecutada con normalidad, sin embargo los resultados no siempre fueron los

esperados, debido a que no siempre se realizaba de manera adecuada, ya que durante su ejecución se presentaban deficiencias las cuales se derivaban en pérdidas monetarias para la empresa constructora, la evaluación de las curvas de productividad fueron de vital importancia para efectos del análisis de variabilidad, por lo que se pudo concluir que si no se planifica tomando en cuenta los suficientes recursos y una mano de obra capacitada, estos se verán reflejadas como pérdidas en la utilidad de la obra. (Moyano Mendiburu & Ventura Inga, 2019, pág. 164)

Fue importante volver a reasignar las tareas regularmente ya que a partir de un análisis semanal elaborado mediante la carta balance a cada partida de control, nos permitió aprovechar el máximo rendimiento de los operarios. Este análisis determinó el desempeño de las cuadrillas el cual nos permitió tomar medidas correctivas a fin de mejorar los rendimientos del personal que labora en la obra (peones, oficiales u albañiles, operarios y maestro de obra). El análisis de prácticas negativas (Prácticas no Contributorias) fue fundamental ya que fueron temas tratados cada semana en las charlas donde intervinieron el capataz y el ingeniero residente, esto permitió que los trabajadores mejoren sus procesos constructivos y de calidad. (Moyano Mendiburu & Ventura Inga, 2019, pág. 165)

3. Bases Teóricas

La filosofía Lean Construction basa parte de su criterio en lean production (nueva filosofía de producción), esta filosofía plantea que la producción es un flujo de materiales y/o información desde la materia prima hasta el final del producto terminado, definiéndose así que la eficiencia de la producción es atribuible tanto a la eficiencia del flujo de actividades mediante las cuales los procesos de conversión son unidos. Solo los procesos de conversión añaden valor al producto final.

Algunos de los criterios de la nueva filosofía de producción (lean production) son:

- Reducir o eliminar actividades que no dan valor
- Reducción del tiempo de las actividades
- Incrementar la eficiencia de las actividades que si dan valor
- Perfeccionar y crear un flujo confiable para las actividades y la toma de decisiones.

(Koskela, 1992)

la diferencia entre lean Construction y las practicas convencionales es en su enfoque en las perdidas y en la reducción de las mismas, el modelo de flujo de procesos permite visualizar las abundantes perdidas que usualmente se encuentran en la construcción y que el modelo de conversión no permite ver. En vez de mejorar únicamente los procesos, esta filosofía apuntar a mejorar tanto los procesos como los flujos (Ballard, 1994)

Los sistemas de gestión tradicionales carecen de un sistema que permita predecir con cierta exactitud el flujo de trabajo, por lo general diseñan

cuadrillas que debe adoptar un esquema de flexibilidad en toda la línea de producción por este hecho los sistemas de gestión de producción actuales generan incertidumbre en el flujo de trabajo y, por consiguiente, pérdidas. (Ballard, 1994) nos dice que se invierte mucho tiempo y dinero en generar presupuestos y planificaciones de obra, cuando dicha planificación sale de su curso inicial genera una reacción en cadena que genera la necesidad de replanificar gran parte del proyecto, mientras se regresa a lo planificado inicialmente, ahora se genera una presión por terminar a tiempo.

Por lo tanto, los costos de mano de obra y equipo suben radicalmente, se usa una gran cantidad de recursos, pero con una eficiencia muy baja para cumplir con los plazos establecidos.

También nos dice que 1/3 de las veces no se cumple con lo planificado para el lapso de una semana.

Se enfoca principalmente en crear herramientas específicas aplicadas al proceso de ejecución del proyecto y un buen sistema de producción que minimice los residuos. Entendiéndose por residuos todo lo que no genera valor a las actividades necesarias para completar una unidad productiva, LC clasifica los residuos de construcción en siete categorías como se muestra

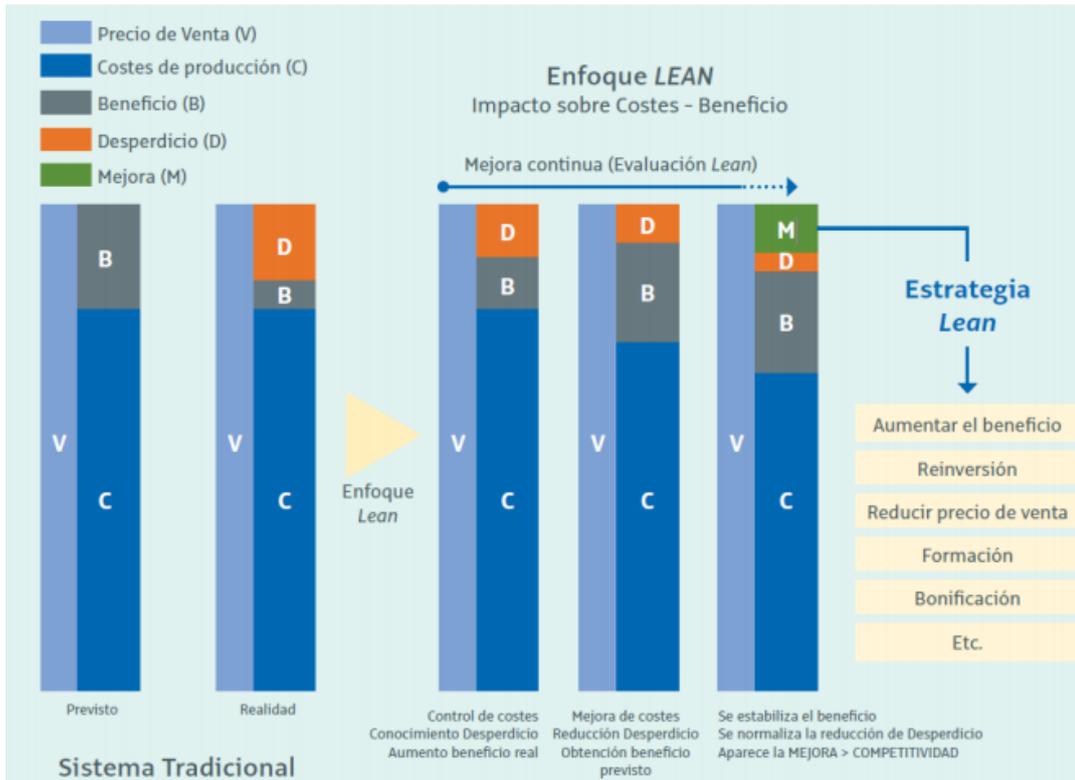


Figura 1: proceso convencional vs al proceso con un enfoque lean Construction

Tabla 1: Desperdicios considerados por la metodología lean

Desperdicios en la construcción
Defectos
Demoras
Excesos de procesado
Exceso de producción
Inventarios excesivos
Transporte innecesario
Movimiento no útil de personas

Fuente: Enterprise, Lean Construction, 2014.

El principio fundamental de la filosofía lean es lograr reducir el máximo posible el tiempo invertido en actividades que no aportan valor al producto final, reducir las pérdidas en las actividades en la construcción.

- Esperas por falta de equipos, herramientas o materiales
- Esperas por actividades previas que aún no se han culminado o están mal ejecutadas.
- Esperas por falta de una correcta instrucción para realizar el trabajo.
- Desplazamientos innecesarios debido a falta de recursos e inadecuada planeación del sitio del trabajo
- Retroceso por trabajo que no cumple con las especificaciones y cambios en los diseños.

3.1. Teoría de Last Planner

El primer documento técnico sobre Last Planner System fue publicado en 1994 y posteriormente desarrollado por su mismo autor, Glenn Ballard, (2000). Según Ballard, en un sistema tradicional, el rendimiento del último planificador a veces es evaluado como si no pudiera haber ninguna diferencia posible entre “lo que debería hacerse” y “lo que se puede hacer” (Ballard, 2000).

“El sistema del Último Planificador es una herramienta para controlar interdependencias entre los procesos y reducir la variabilidad entre éstos, por ende, asegurar el mayor cumplimiento posible de las actividades de la planificación dentro de la filosofía Lean Construction”.

“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”.



Figura 2: puede hacer, debería hacerse y lo que se hará

Las técnicas de control empleadas, reducen las pérdidas principales a través de mejorar la confiabilidad del flujo de trabajo, el sistema actual de trabajo de la mayoría de las empresas por lo general diseña cuadrillas en las cuales se deben adaptar a una flexibilidad para poder mantenerlos de manera ocupada. Este sistema actual lo que ocasiona es inyectar incertidumbre en el flujo de trabajo y por consiguiente obtener pérdidas.

Como respuesta a la costumbre de planificar y controlar los proyectos de forma global, se han desarrollado una serie de metodologías para resolver el problema de la falta de confiabilidad de las planificaciones en forma diferente. En principio, el enfoque

para resolver el problema, es la planificación de horizontes de tiempo más cortos, y por tanto más predecibles, más confiables.

El último planificador es una persona que directamente vigila el trabajo hecho por las unidades de producción, es el responsable de ver la capacidad de las unidades de producción, ver los rendimientos y la calidad de los productos. Este rol puede ocuparlo el diseñador del proyecto en su etapa inicial, ya en la etapa de producción este rol puede desarrollarlo el ingeniero a cargo del proyecto y para una construcción en específica puede ser el capataz de obra.

3.1.1. La unidad de Producción

Un punto clave en el funcionamiento de un sistema de planificación es el nivel de la unidad de producción en su calidad de salida, algunos puntos clave para asegurar un buen funcionamiento es que la asignación este bien definida, seleccionar una secuencia correcta de trabajo, una correcta cantidad de trabajo.

Un punto sumamente importante es el de porcentaje de actividades completadas (PAC)

$$\frac{\# \text{ de actividades planificadas completadas}}{\# \text{ total de actividades planificadas}} \times 100$$

“El PAC mide principalmente el grado de compromiso del primer supervisor de la planificación. El análisis de no

cumplimiento de la planificación puede conducir a encontrar las causas de origen de la no conformidad”.

La medición del rendimiento en el nivel del último planificador no significa que sólo hagamos cambios en ese nivel. Las causas de un plan fallido pueden ser encontradas en cualquier nivel de organización, proceso o función.

“El análisis del PAC puede ser un foco poderoso para iniciativas que tiendan a acortar la brecha entre un buen y un mal programa. El análisis de las causas de no cumplimiento de la planificación que se realizan semanalmente, es el corazón del proceso de mejoramiento continuo y aprendizaje que se genera a partir de la implementación de un nuevo modelo de planificación”.

3.1.2. Control de los flujos de trabajo

Analizaremos los flujos de trabajo provocado por el movimiento de unidades de producción dentro de una secuencia, el coordina la ejecución del trabajo dentro de las unidades de producción tales como el movimiento de cuadrillas.

- ✓ Lookahead Planning
- ✓ Análisis de restricciones
- ✓ Sistema de arrastre

Lookahead Planning

El proceso de Lookahead o planificación intermedia, cumple la función de controlar los flujos de trabajo, este proceso tiene múltiples funciones como:

- Formar la secuencia del flujo de trabajo y calcular su costo
- Proponer el flujo de trabajo y su capacidad
- Descomponer las actividades del programa maestro
- Desarrollar métodos detallados para la ejecución del trabajo
- Mantener un inventario de trabajo ejecutable

Las ventanas Lookahead se basan en un grupo potencial de asignaciones para las siguientes semanas, este número de semanas depende de las características del proyecto, la confiabilidad del sistema de planificación, el tiempo de respuesta en la adquisición de información, materiales, mano de obra y maquinaria.

Luego cada asignación está sujeta a un análisis de restricciones para determinar lo que debe ser hecho de tal forma que la actividad quede lista para ser ejecutada.

Análisis de restricciones

Una vez que las asignaciones son identificadas e ingresadas en la planificación Lookahead, estarán sujetas al análisis de restricciones, las cuales puede ser: contrato, diseño,

materiales, requisitos previos de trabajo, espacio, equipos, mano de obra.

La función principal del análisis de restricciones es ver porque una actividad no puede ser ejecutada, estudiar cuales son las restricciones que impiden el cumplimiento de dicha actividad.

“Un análisis de restricciones requiere de buenos proveedores y servicios para administrar activamente la producción y entrega, y proporcionar una coordinación adecuada y oportuna ante los problemas que se generen, esperando con suficiente "tiempo de respuesta" para planificar a su alrededor”.

Sistema de arrastre (pull)

El sistema de Arrastre es un método para introducir la información y recursos en un proceso productivo. En contraposición a este método está el sistema de Empuje que está basado en entregar objetivos o datos de realización. La construcción ha sido tradicionalmente un sistema de empuje, buscando causar la intersección en el futuro de acciones interdependientes. Por el contrario, el sistema de arrastre, permite introducir información y recursos en el proceso de producción, solo si el proceso es capaz de hacer el trabajo. En este sentido, en el sistema del Ultimo Planificador, conforma asignaciones con criterios de calidad,

lo que constituye un chequeo de capacidad, secuencia, legitimidad, etc. Además, haciendo buenas asignaciones del proceso de planificación Lookahead, constituye explícitamente una técnica tipo.

Planificación general o programa maestro

la planificación general es la programación de todas las actividades necesarias para realizar la construcción de los elementos estructurales, arquitectónicos entre otros que hacen parte del proyecto. La programación maestra se hace en forma de diagrama de Gantt, estableciendo los tiempos de todas las tareas necesarias para culminar la etapa de construcción en los proyectos.

Planificación Intermedia

La planificación intermedia es el segundo nivel en la aplicación del Sistema Último Planificador y consiste en desglosar la programación general para evitar perder tiempo y material; se destacan aquellas actividades que deberían hacerse en un futuro cercano. Aquí se controlan la coordinación de diseño, los proveedores, los recursos humanos, los requisitos previos para hacer las actividades y la información para que las cuadrillas de trabajo cumplan con sus objetivos en obra. Para hacer la planificación intermedia deben seguirse los siguientes procesos.

Definición del intervalo de tiempo

Es medido por semanas, su número depende de las características del proyecto y de los tiempos para adquirir información, materiales, mano de obra y maquinaria. Como algunas actividades tienen tiempos de respuesta largos desde que inicia la petición hasta que se recibe la respuesta, los periodos para cada actividad en el programa maestro deben ser identificados durante la planificación inicial.

Intervalo de trabajo ejecutable

Está compuesto por todas aquellas tareas que tienen la mayor probabilidad de ser ejecutadas, es decir, aquellas que pasaron por el proceso de revisión y están libres de restricciones; de esta manera se crea un intervalo de tareas que se han de ejecutar. Dentro del intervalo ejecutable existen diversos tipos de actividades, entre ellas

- Actividades con restricciones liberadas que pertenecen al intervalo de trabajo ejecutable ITE de la semana en curso pero que no pudieron ser ejecutadas.
- Actividades con restricciones liberadas que pertenecen a la primera semana futura.
- Actividades con restricciones liberadas con dos o más semanas futuras.

- En caso de que alguna actividad del ITE no pueda ser ejecutada o se ejecute antes, se proveerán otras para que las cuadrillas no queden libres de trabajo y con esto se da por finalizada la programación intermedia.

Planificación semanal

Es la última fase de planificación del SUP y presenta el mayor nivel de detalle antes de la ejecución de un trabajo; es realizada por los administradores de obra, jefes de terreno, jefes de obra, capataces y todos aquellos que supervisan directamente la ejecución de los trabajos en obra. Se mide el porcentaje de Actividades Completadas PAC para saber porcentualmente cual fue el número de actividades programadas que realmente se ejecutaron en obra y así medir que tan efectiva fue la planificación semanal y además tabular las causas por las cuales el PAC no fue del 100% para corregirlas en la siguiente semana.

Formación del programa de trabajo semanal

El programa de trabajo semanal contiene las actividades que serán realizadas durante la semana. Se forma teniendo en cuenta las actividades que se pueden hacer según lo establecido en el ITE, seleccionando lo que puede ser ejecutado en cada semana; esto se denomina “asignaciones de calidad”, es decir que el plan de trabajo semanal estará compuesto solo por asignaciones de calidad.

Para que el plan sea exitoso deben cumplirse los cinco criterios de calidad: definición, consistencia, secuencia, tamaño y retroalimentación.

Reunión de planificación semanal

Antes de iniciar cada semana de trabajo se debe realizar una reunión para planear y discutir asuntos de planificación semanal; a dicha reunión deben asistir el administrador de obra, el jefe de terreno o encargado de la planificación, los supervisores y capataces, el representante de la oficina técnica y los subcontratistas. Los asuntos para tratar serán:

- Revisar y discutir el PPC de la semana anterior.
- Analizar las causas y posibles soluciones al incumplimiento de tareas programadas.
- Hacer un paralelo entre objetivos propuestos y alcanzados en el proyecto.
- Realizar toda la secuencia necesaria para tener el plan de trabajo de la siguiente semana.

Para lograr cumplir los asuntos planteados el coordinador del sistema de control y el último planificador deben llevar la siguiente información: Coordinador:

- Programa maestro y planificación intermedia
- Comparación entre objetivos logrados y propuestos por el proyecto

El último planificador:

- PPC y causas de incumplimiento.

- Información del estado del trabajo
- Lista tentativa de tareas para la nueva semana
- Revisión de restricciones de las tareas
- Listado de las tareas que entrarán a la planificación intermedia y la planeación de la semana anterior.

La metodología de implementación del Sistema Último Planificador queda detallada como:

- Reunión con el grupo de trabajo
- Creación de la planificación intermedia
- Creación del inventario de trabajo ejecutable
- Creación de la planificación semanal
- Medición de los indicadores PPC y CNC

En las implementaciones es importante que el grado de compromiso del equipo sea completo para tener una mejor fortaleza.

Los beneficios que trae la implementación del SUP son:

- Aumento de la seguridad en obra
- Ayuda a estabilizar la producción
- Facilita el control proactivo
- Reduce los tiempos de espera
- Fomenta relaciones eficaces
- Funciona en proyectos grandes y pequeños
- Añade valor al proyecto

- Reduce los costes del personal especializado en obra
- Fomenta el valor, el flujo y la transformación

Herramienta para determinar el nivel de productividad en la mano de obra carta – balance, la carta de balance es también llamada carta de equilibrio de cuadrilla, el objetivo de esta técnica es analizar la eficiencia del método constructivo empleado.

Trabajo Productivo: tiempo dedicado completamente a la producción o transformación de los recursos.

Trabajo Contributivo: Actividades de apoyo: medición, inspección, transporte de los recursos, consulta, etc.

Trabajo no Contributivo: descansos, tiempo ocioso.

(Ghio Castillo, 2001)

Marco Conceptual:

Puente

(Steiman & Watson, 2014) Nos da una definición que abarca todos los puntos dentro de una obra de arte. Los puentes, simbolizan ideales y aspiraciones de la humanidad, salvan las barreras que nos separan y juntan pueblos, comunidades, es la suma de esfuerzos de diseñadores y operarios de ciencia y destreza, todo esto conforma la visión e iniciativas de las comunidades; desde sus cimientos excavados hasta sus pilares y detalles, el puente

establece una conexión y nos da una combinación entre resistencia, belleza y desafiante poder (pp. 15-16).

Cronograma

“Un cronograma no es más que una herramienta con la que estableceremos el calendario o plazos de una obra o proyecto, es donde se define el calendario de ejecución de las actividades previstas no solo la fecha de inicio y el plazo de ejecución, sino la programación de cada una de las partes que la componen; su uso es dado por los supervisores de obra para realizar la programación semanal e iniciar los trabajos de nuevos conceptos en la semana indicada”. (Elena de frutos,2019,p.5)

Cuello de botella

Un cuello de botella se denomina a todo elemento que disminuye o afecta el proceso de producción en una empresa, incrementa los tiempos de espera, lo cual genera un aumento en el costo final del producto, los principales cuellos de botella son: la falta de materiales, personal mal calificado, falta de almacén, desinterés administrativo. (Universidad Privada del Norte , 2016, p. 1)

Tiempo de espera o buffer

Es una estrategia complementaria para reducir la variabilidad de los procesos de producción en la construcción, los buffer independizan a los procesos de su medio ambiente y de los procesos que dependen, permitiendo amortiguar el impacto negativo de la variabilidad

sobre una cadena de procesos de producción, estos buffers pueden ser entendidos como avance físico entre actividades sucesivas de un proyecto repetitivo y permiten perfilar el trabajo de las actividades de un proyecto ajustándose a las variaciones en las tasas de producción. (González, 2003, p. 2)

4. Hipótesis.

La implementación del Last Planner System permitirá un mayor control en la productividad y una mejora en la calidad en proyectos de construcción como el del puente Carmelo - Viru- La Libertad.

5. Variables dependientes e independientes:

5.1. Variable dependiente

Puente Carmelo-Viru

5.2. Variable Independiente

Evaluación de la aplicación del ultimo planificador en la construcción de un puente

5.3. Operación de variables

Tabla 2: operacionalización de variables

Objetivos	Variable	Definición	Dimensiones
Recolectar información del proyecto: planos, plantilla de metrados, especificaciones técnicas	Dependiente	Información previa del proyecto a ejecutarse, estudios de topografía, suelos, cimentación y especificaciones técnicas	Plano Topográfico Estudio de suelos Diseño del concreto Hoja de metrados Presupuesto de obra
Aplicar el método LPS y sus procesos	Independiente	Es un sistema holístico, lo que significa que cada una de sus partes es necesaria para respaldar la planificación y ejecución de proyectos	Plan Maestro Plan intermedio Lookahead
Determinar la eficiencia del LPS vs el sistema tradicional	Independiente	Comparación entre el sistema tradicional y el metodo LPS	Graficas de productividad Costos unitarios

Fuente: Propia

CAPITULO III METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

1. Tipo de investigación

Cuantitativa

2. Línea de Investigación

Gestión de proyectos

3. Alcance:

3.1. Población y muestra

Población

Evaluación de la implementación del ultimo planificador en sus proyectos de puentes en el departamento de La Libertad

Muestra

Evaluación del ultimo planificador en a la construcción de un puente en Viru, entre el sector El Carmelo y el sector Huancaquito bajo

Unidad de análisis

3.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 3: técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas	Instrumentos
Observación	Guía de observación
Encuestas	Cuestionarios, test
Entrevista	Guía de entrevista
Análisis de contenido	Fichas (bibliográficas, textuales)

Fuente: Propia

3.3. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.

Los datos se procesarán usando las técnicas del PMI además del uso de programas como MS Project, S10 Costos y Presupuestos y Excel.

3.4. Proceso integral de la evaluación al puente

El desarrollo de la tesis consiste en el Puente El Carmelo – Viru, entre sector El Carmelo y el sector Huancaquito Bajo, el cual beneficia a un total de 14255 habitantes. Es un puente viga losa de 100 metros de luz, 4 tramos de concreto reforzado (en 3 vigas principales) y un tablero que se ubica sobre las vigas principales.

El proceso de sectorización se consideró 5 sectores, los primeros cuatro corresponden a los elementos de zapatas y estribos-pilares, y sus partidas de acero encofrado y vaciado de concreto, el quinto sector corresponde a la losa y viga diafragma del puente.

Se considero la aplicación del Ultimo Planificador a las actividades correspondientes al concreto armado, ya que las subpartidas complementarias no presentan similitud, viendo así el bajo rendimiento de la creación de trenes de trabajo para dichas subpartidas.

Existe la posibilidad que los trenes de trabajo generados no sean del todo consecutivos por la diferencia de metrados, sin embargo, son los más cercanos dentro de la evaluación del expediente técnico

Tren de trabajo

El tren de trabajo se observó la secuenciación de las actividades que se tuvo en el análisis para el correcto flujo y así poder identificar la ruta crítica de la obra.

Para poder realizar el tren de trabajo se calculó la cantidad de Operarios, Oficiales y ayudantes que forman parte de cada partida para poder cumplir el objetivo. Se obtuvo un tren de trabajo el cual indico en que sector se debió trabajar de acuerdo con la programación.

Gestión integral

El ministerio de Transportes y Comunicaciones, el área del viceministerio de Transportes y Provias Nacional a cargo de la “Construcción del Puente vehicular en el rio Viru, entre el Sector Carmelo y el sector Huancaquito bajo, distrito de Viru- Provincia de Viru-La Libertad”, designa como responsable y queda bajo la jurisdicción de la municipalidad provincial de Virú, la cual está encargada de la preparación, gestión, administración y ejecución de proyectos de su jurisdicción.

Con el fin de poder brindar una mejor calidad de vida a los sectores ya mencionados, esta tesis se avoca a la aplicación del ultimo planificador para poder visualizar la ejecución del mismo en obras de puentes, y dejar como una base para futuros proyectos de ejecución de puentes. Teniendo en cuenta los requisitos de la

filosofía lean, se busca obtener una correcta planificación, (adquisiciones y recursos humanos), esto acompañado del factor económico del proyecto.

Se observó los tiempos muertos que se denominaron trabajo no contributivo (TNC), los tiempos de apoyo, que se le denominó trabajo contributivo (TC) y los tiempos de producción netos se denominó trabajo productivo (TP). Los resultados que se obtuvieron después de las mediciones nos dieron a conocer el nivel de producción de la obra. A partir de las mediciones en obra, se debió realizar correcciones de mejora en cuanto a mano de obra y flujo de insumos que se requieren para una actividad. Esto da en un atraso del tren de actividades. En función a los plazos para la ejecución del proyecto también se incluyó en el desarrollo una herramienta de control de mano de obra y está nos permitió ver las horas de pérdida semanales en las partidas de control, se le denominó como informe semanal de producción (ISP), con el fin de analizar los rendimientos diarios de acuerdo al Metrado de cada sector de trabajo.

Identificación de mejoras

El último planificador tiene como base plantear niveles más específicos para reducir la variabilidad en los proyectos. No obstante, si estos niveles no son planificados tomando en cuenta los recursos suficientes, se verá pérdidas en la utilidad de la obra.

Se tomó en consideración, cuadrillas (dimensionamiento), asignación de responsables, clasificación del trabajo, calidad de trabajo y mejoramiento en el proceso constructivo.

Implementación del último planificador

En la presente investigación se planteó visualizar el mejoramiento del proyecto Puente El Carmelo – Viru, entre sector El Carmelo y el sector Huancaquito Bajo, mediante las herramientas del último planificador, para esto contamos con estudios realizados en la ciudad de Lima en el libro de Virgilio Ghio Castillo “Productividad de Obras en Construcción”, este autor nos presenta unos rangos mínimos y máximos que presento su análisis de 50 obras en Lima y estableciendo así un punto de comparación o de partida para la implementación de esta herramienta

TP: Trabajo productivo → el que aporta directamente a la producción.

TNC: Trabajo no contributivo → Cualquier actividad que no genere valor, pero tiene un costo para esto tenemos a, tiempo ocioso, esperas, trabajos rehechos, descansos, servicios higiénicos.

TC: Trabajo contributivo → transporte, limpieza del área de trabajo, instrucciones, mediciones, otros.

Teniendo así una serie de puntos de como evaluar y cada uno tiene un porcentaje mínimo y máximo dentro de la obra.

Tabla 4: Trabajo Contributorio

Trabajo Contributorio					
	Transporte	Limpieza del área de Trabajo	Instrucciones	Mediciones	Otros
Máximo	20%	9%	7%	11%	23%
Mínimo	6%	0%	1%	1%	3%
Promedio	14%	4%	3%	5%	11%

Fuente: Virgilio Ghio Castillo, 2001

Tabla 5: Trabajo No Contributorio

Trabajo No Contributorio						
	Tiempo ocioso	Esperas	Trabajo rehecho	Descanso	Necesidades fisiológicas	otros
Máximo	20%	15%	8%	9%	1%	6%
Mínimo	4%	7%	0%	0%	0%	0%
Promedio	10%	6%	2%	3%	0%	1%

Fuente: Virgilio Ghio Castillo, 2001

- Las mediciones de ocupación en Lima se tuvo un promedio (10 horas de Trabajo)

Tabla 6: Estudio promedio de 50 obras en Lima

Promedio de 50 obras en la Ciudad de Lima			
	Trabajo productivo	Trabajo Contributorio	Trabajo No Contributorio
Mínimo	20%	35%	45%
Máximo	37%	36%	26%
Promedio	28%	36%	36%

Fuente: Virgilio Ghio Castillo, 2001

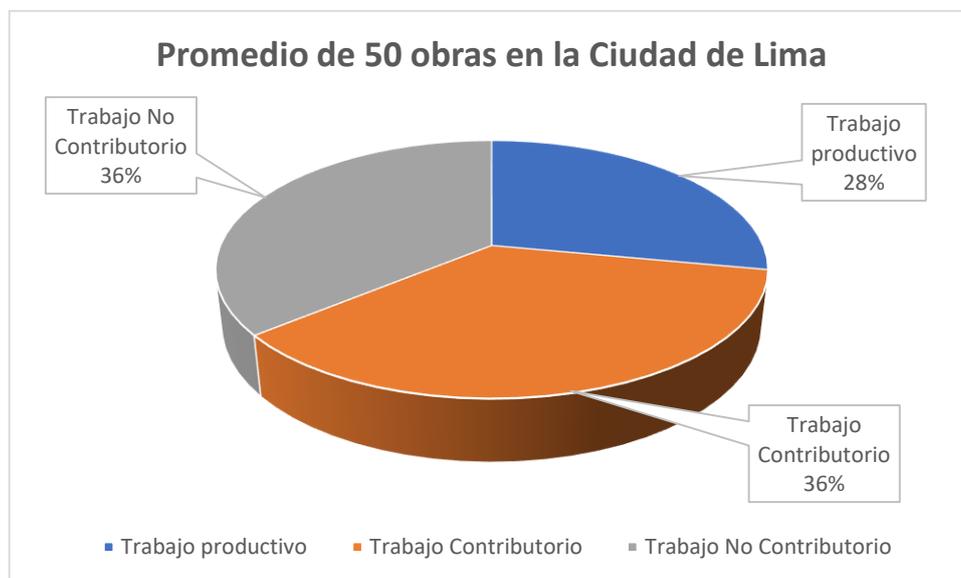


Figura 3: grafica de datos obtenidos de 50 obras en lima (fuente: Virgilio Ghio Castillo,2001)

Tabla 7: Clasificación del proyecto por el monto de inversión

Clasificación por tipo de proyecto

Tipo	Monto del Proyecto	Grado de supervisión por parte del dueño o empresa
A	>US\$ 1' 500 000	De eventual a permanente
B	Hasta US\$ 1' 500 000	De ninguno a eventual
C	< US\$ 500 000	Ninguno

Fuente: Virgilio Ghio Castillo, 2001

El proyecto **Puente El Carmelo – Viru**, presenta un costo de 8' 758 176.97 soles, en dólares US\$ 2' 559 892.51, viendo que el proyecto del puente es de **TIPO A**

Para la propuesta de un grado de supervisión eventual a permanente se tiene que tener un grupo de trabajo para poder cumplir con los requisitos mínimos para poder llevar de manera correcta la ejecución del ultimo planificador, el equipo de trabajo consiste en:

- Jefe de proyecto
- Ingeniero de producción
- Ingeniero de costos
- Administrados
- Maestro

Debemos tener también un control interno que para el tipo de proyecto es de reportes escritos de producción, avance y costos. Se debe contar también con un plantel de administración de nivel superior empezando con.

Responsable de la Planificación	Ingeniero de Planificación	100%
	Verificaciones Semanales	20%
Actualización de la Planificación	Verificaciones Diarias	30%
	Reprogramación con retroalimentación	30%
	Reprogramación sin retroalimentación	20%
Planificación operacional de recursos	Rendimientos mínimos	60%
	Rendimientos optimizados	30%
	Tareas	10%
Diseño de procesos de construcción	Casos complicados	30%
	Actividades representativas	70%
Transmisión de información	Ingeniero a maestro → escrita	100%
	Maestro a obreros → oral	100%
Seguimiento y control	Producción	100%
	Ninguno	100%
Supervisión del Propietario	Eventual	100%
	Permanente	100%

Análisis de tiempo en actividades del proyecto

Se realizó unas observaciones a todo el proyecto, en su etapa de planificación -ejecución y culminación, el periodo del proyecto Puente El Carmelo-Viru fue de 240 días desde el viernes 10/08/18 hasta el sábado 06/04/19, se solicitó el expediente técnico completo y el cronograma de actividades para dicha ejecución, para el cual se aplicara el modelo lean Construction, como parte del trabajo de investigación se realizó un análisis de los datos obtenidos, para las partidas de encofrado, acero y concreto del puente.

En la siguiente grafica se muestra los porcentajes de la actividad de las categorías de trabajo, en el cual vemos el trabajo no contributorio, las actividades contributarias y productivas

Tabla 8: Tasa de trabajo en el Proyecto del Puente El Carmelo-Viru

	Trabajo productivo	Trabajo Contributorio	Trabajo No Contributorio
Promedio	35%	35%	30%

Fuente: Elaboración Propia

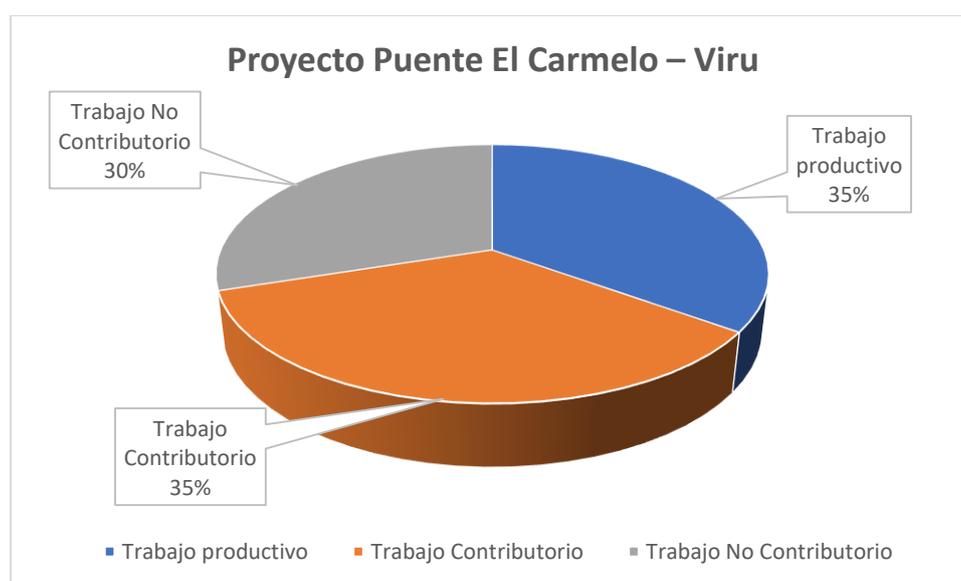


Figura 4: Grafica del trabajo de manera porcentual presentado en el proyecto

Marco referencial, diagnóstico y propuesta

El proyecto comprendió la ejecución de

Tabla 9: Cantidad total destinada para las tareas a realizar

Acero para estribos, pilares, vigas y losas	450 953.94 Kg
Concreto para estribos, pilares, vigas y losas	2691.39 M ³
Encofrado para estribos, pilares vigas y losas	4725.65 pies ³

Fuente: Propia

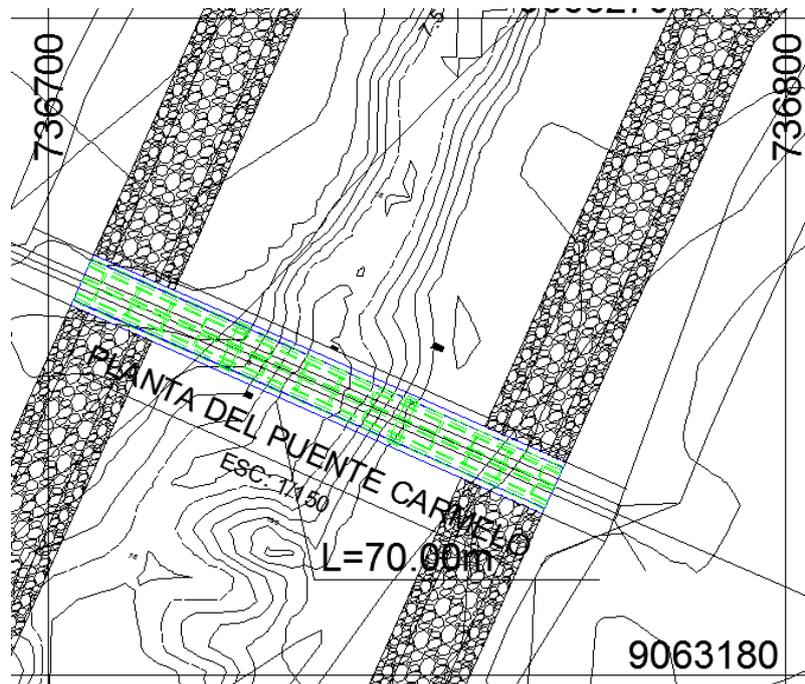


Figura 5: Ubicación del Puente

Sectorización del puente para la aplicación del sistema ultimo planificador

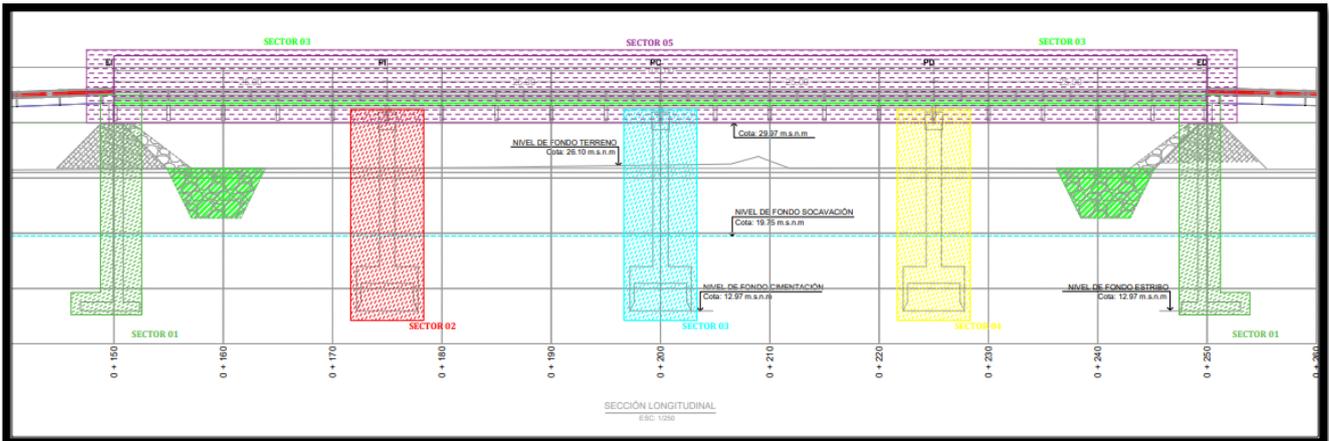


Figura 6: Sectorización del puente

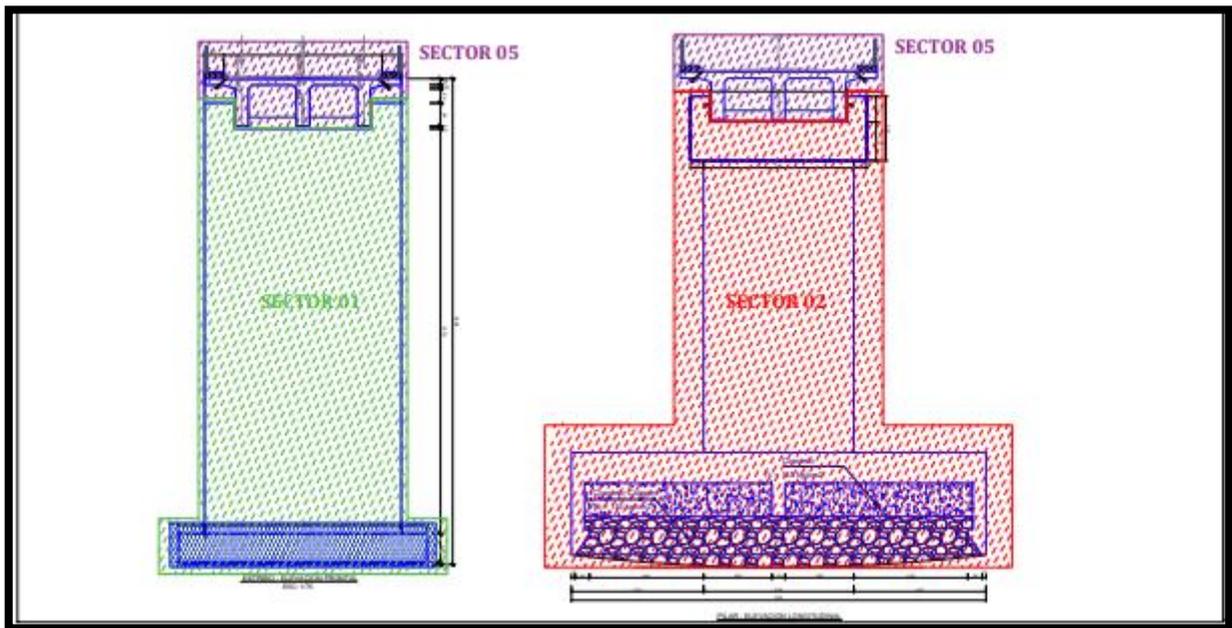


Figura 7: Vista frontal de la sectorización

Metrados x Sector x Elemento						
Acero	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Total
Zapatas	26565.39	33630.64	33630.64	33630.64		127457.32
Estribos y Pilares	50457.34	43380.21	43380.21	43380.21		180597.99
Vigas diafragma					116099.63	116099.63
Losa maciza					26799.00	26799.00
Encofrado	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Total
Zapatas	99.44	371.90	371.90	371.90		1215.14
Estribos y Pilares	851.70	241.16	241.16	241.16		1575.18
Vigas diafragma					1335.33	1335.33
Losa maciza					600.00	600.00
Concreto	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Total
Zapatas	274.56	256.53	256.53	256.53		1044.14
Estribos y Pilares	475.78	218.06	218.06	218.06		1129.97
Vigas diafragma					287.28	287.28
Losa maciza					230.00	230.00

Figura 8: Metrado de las partidas y sectores

- **Zapatas:** Acero, encofrado y concreto (**Sector 01, Sector 02, Sector 03 y Sector 04**)
- **Estribos o pilares:** Acero, encofrado y concreto (**Sector 01 y Sector 02, Sector 03 y Sector 04**)
- **Vigas Diafragma:** Acero, encofrado y concreto (**Sector 05**)
- **Losa Maciza:** Acero, encofrado y concreto (**Sector 05**)

Para poder realizar el tren de trabajo se calculó la cantidad de Operarios, Oficiales y ayudantes que forman parte de cada partida para poder cumplir el objetivo.

Gestión del RDI

Este proceso de planificación busca aplicar las mejores propuestas del LPS, esta implementación permite la intervención de la empresa constructora, la empresa supervisora y proyectista, durante todo el proyecto.

La preparación de la reunión de coordinación semanal es preparada por el personal de oficina técnica de la empresa constructora, se entrega el informe semanal a cada uno de los participantes, se prepara una presentación si es necesario.

El reporte de planificación semanal, detalla que cuando se termina un periodo de una semana se debe hacer una reunión de planificación, este reporte se detalla la revisión del plazo anterior y las respectivas programaciones a mediano y corto plazo. La idea es revisar rápidamente el plan semanal anterior y en caso no se haya cumplido una tarea, tomar las acciones correctivas, la duración de esta reunión no debe pasar los 30 minutos y se dará a inicio de cada semana.

La reunión de coordinación semanal es entre el cliente y/o representantes de este y el personal de la constructora. En esta reunión se trata todo tipo de temas, como seguridad, programa de obras, RDI pendientes y otros temas, aquí se puede aclarar de una mejor manera la proyección de trabajo a mediano plazo, el tiempo de duración es de 2 horas y se da al inicio de la semana laboral.

Recopilación de datos compromisos adquiridos, para el periodo semanal se debe tener una recopilación de los compromisos adquiridos del ultimo día de la semana laboral, aquí cada responsable de las tareas recopila avances de cada compromiso y es verificado por el residente de obra para poder ser entregado al personal de oficina técnica para poder dar paso a registrar los avances que se tuvo.

Una vez terminada la fase de recopilación de los datos de compromisos adquiridos de la semana anterior se calculará el PPC de la semana anterior y se hará el reporte de ciclo de planificación.

Teniendo ya elaborado el plan de trabajo semanal el Sistema Último Planificador mide el cumplimiento de lo programado en el plan mediante el porcentaje de programa cumplido PPC, el cual compara lo que se planeó hacer según el plan de trabajo semanal con lo que realmente fue hecho en obra. Para calcular el PPC es necesario tener el total de actividades que realmente se pudieron completar en obra, por tal motivo se debe llevar un formato donde cada actividad programada tendrá solo un estado de dos posibles:

actividad completada o no completada, de esta forma se obtienen los totales de actividades cumplidas y no cumplidas. El PPC se calcula como:

$$PPC = \frac{\textit{Total actividades cumplidas}}{\textit{total de actividades programadas}} \times 100$$

para un mejor análisis los resultados obtenidos al culminar cada semana se pueden ir graficando para evidenciar el rendimiento del SUP a lo largo de la ejecución del proyecto en su fase constructiva, colocando en el eje

horizontal las semanas y en el vertical el PPC correspondiente a cada una. Con el grafico se podrá analizar que un aumento en el PPC de una semana a otra conduce a un mejor rendimiento en la ejecución de las labores por parte de las cuadrillas de trabajo.

Reunión de planificación semanal

Esta reunión tendrá una duración de una hora, se revisará el plan semanal anterior, viendo el cumplimiento de los compromisos que se tuvo a través del PPC, identificando las posibles CNC, además de las acciones correctivas para los compromisos no cumplidos. También se hará la programación de mediano plazo mirando las próximas 4 semanas, con las actividades que entran en dicha etapa. Se hará la gestión de restricciones que serán de dos tipos: la relacionada con la ejecución y la relacionada con los RDI. Cada actividad que entre en la programación intermedia podría tener asociada una o más restricciones, por ello las actividades tendrán uno o más últimos planificadores que se comprometan a liberar todas las posibles restricciones que tengan una actividad en una fecha específica.

Antes de iniciar cada semana de trabajo se debe realizar una reunión para planear y discutir asuntos de planificación semanal; a dicha reunión deben asistir el administrador de obra, el jefe de terreno o encargado de la planificación, los supervisores y capataces, el representante de la oficina técnica y los subcontratistas. Los asuntos para tratar serán:

- Revisar y discutir el PPC de la semana anterior.
- Analizar las causas y posibles soluciones al incumplimiento de tareas programadas.

- Hacer un paralelo entre objetivos propuestos y alcanzados en el proyecto.
- Realizar toda la secuencia necesaria para tener el plan de trabajo de la siguiente semana.

Para lograr cumplir los asuntos planteados el coordinador del sistema de control y el último planificador deben llevar la siguiente información:

Coordinador:

- Programa maestro y planificación intermedia
- Comparación entre objetivos logrados y propuestos por el proyecto

El ultimo planificador:

- PPC y causas de incumplimiento.
- Información del estado del trabajo
- Lista tentativa de tareas para la nueva semana
- Revisión de restricciones de las tareas
- Listado de las tareas que entrarán a la planificación intermedia y la planeación de la semana anterior.

La metodología de implementación del Sistema Último Planificador queda detallada como:

- Reunión con el grupo de trabajo
- Creación de la planificación intermedia
- Creación del inventario de trabajo ejecutable
- Creación de la planificación semanal
- Medición de los indicadores PPC y CNC

En las implementaciones es importante que el grado de compromiso del equipo sea completo para tener una mejor fortaleza.

Los beneficios que trae la implementación del SUP son:

- Aumento de la seguridad en obra
- Ayuda a estabilizar la producción
- Facilita el control proactivo
- Reduce los tiempos de espera
- Fomenta relaciones eficaces
- Funciona en proyectos grandes y pequeños
- Añade valor al proyecto
- Reduce los costes del personal especializado en obra
- Fomenta el valor, el flujo y la transformación

3.5. Proceso de Implementación Last Planner System

En el presente proyecto en las obras de concreto armado se implementó para los sectores ya mencionados, con el fin de ver el proceso de dicho puente mediante esta filosofía y que este lo más cercano a realidad actual del sector construcción.

Last Planner System, permite generar un control de la producción de obra, que involucra los procedimientos de planeamiento y planificación; para lo cual se necesitan aplicar una serie de herramientas complementarias como la planificación maestra, Lookahead, cálculos de trabajos productivos, etc.

3.5.1. Sectorización

Al tener los valores de metrados del proyecto, se necesita repartir el metrado en partidas equivalentes en trabajo

productivo. A este procedimiento lo denominamos sectorización, que equivale a nuestra unidad mínima para la elaboración de la programación maestra, y con ello realizar una adecuada planificación. Debemos también determinar cuáles son las partidas típicas en la construcción del proyecto, las cuales son: Acero, Encofrado y Vaciado de concreto, de los cuales se calculó el metrado promedio en cada sector, para balancear el metrado en los sectores propuestos y obtener como consecuencia nuestra sectorización del proyecto. Como se muestra en la figura N°6 y N°7 se proponen 5 sectores para la investigación, con esto se busca optimizar la zona donde el trabajo de las cuadrillas es de vital importancia para el desarrollo del proyecto.

Para el caso de este proyecto se proponen 5 sectores de trabajo, a los cuales se les asignaron metrados semejantes, que permiten mejorar la productividad de trabajo, mediante la repetición de las partidas y por ello, la disminución de tiempo o mejora en los rendimientos de producción de las cuadrillas. Cabe indicar que en las sectorizaciones se planea implementar mayor cantidad de cuadrillas, con la finalidad de reducir tiempos y aumentar productividad, se consideró en este aumento la constructibilidad, la cual entendemos como la cantidad de mano de obra que ocupa un m², de tal manera que resulte una mejora en la producción. Al tener mayor cantidad de cuadrillas, también se aumenta la cantidad de

recursos empleados, es posible que los precios no se vean afectados directamente en los gastos diarios, sin embargo, si observamos la producción global del proyecto, esta tendrá una mejora tanto en calidad como en tiempo.

Debido a la extensión del proyecto y la cantidad de metrado para cada sector, se consideraron avances semanales, a diferencia de las aplicaciones en viviendas que esquematizan de manera diaria las unidades de producción.

3.5.2. Tren de Actividades

Los trenes de trabajo o tren de actividades permiten sistematizar los procesos de construcción, mediante la asignación y distribución de trabajo de manera secuencial, imitando a un sistema de líneas de ensamblaje en procesos industriales, pero asociados a la construcción civil. De tal manera que en nuestro proyecto encontramos de manera sistematizada las partidas de Acero, encofrados y vaciado de concreto,

La aplicación de esta herramienta complementaria se puede observar en los Lookahead y los cuadros de programación semanales. Ver anexo 6.3 (pág. 103-108)

3.5.3. Dimensionamiento de Cuadrillas (Cuadro de Asignación de Personal)

Muchas veces en la construcción informal no existe un control en la cantidad de personal en obra, generándose en muchos casos desperdicio de mano de obra, debido a que no cuentan con frente de trabajo, lo cual aumenta los gastos de producción y reducen el trabajo productivo.

Al aplicar esta metodología y en conjunto a los trenes de trabajo, es posible determinar la cantidad de personas que se necesita en cada día o semana de trabajo productivo, de tal manera que no se cuenta con cuadrillas fijas, sino estas pueden aumentar o disminuir en función a la producción programada a través de la metodología Last Planner.

Mediante la filosofía Lean Construction o Construcción sin Pérdidas, se busca eliminar las falencias convencionales que se aprecian en obra y nos permite tener un control sobre la cantidad de mano de obra necesaria para cumplir las metas del proyecto.

A este procedimiento que nos da como resultado un cuadro de asignación de personal, le antecede la elaboración de un Circuito Fiel el cual tiene como finalidad dimensionar la cantidad exacta de mano de obra necesaria para realizar una actividad y cumplir con los rendimientos del proyecto, y así garantizar un adecuado nivel de productividad.

Para el cálculo de personal, se parte de los volúmenes de trabajo calculados para cada cuadrilla asignada en cada sector, es por ello que los metrados en cada sector deben ser similares a fin de que el trabajo se distribuya generando actividades repetitivas que permitan cerrar un circuito fiel de trabajo. Ver anexo pág. (110-111)

3.5.4. Last Planner

Mediante Last Planner se puede controlar la obra desde el planeamiento general hasta la realización de las actividades día a día. En nuestro proyecto se aplicaron todas las etapas de planeamiento y programación de la metodología.

3.5.4.1. Planificación Maestra

La Planificación Maestra es similar a la planificación general convencional de las obras, sin embargo, la diferencia radica en el nivel de detalle de planificación, por lo que Last Planner presenta una planificación por hitos, en los que se puede conocer, a detalle, que partidas se realizarán cada día.

Al inicio del proyecto es importante contar con el plan maestro considerando las partidas y los hitos a entregar, para esta investigación se implementa el LPS en las obras de concreto armado.

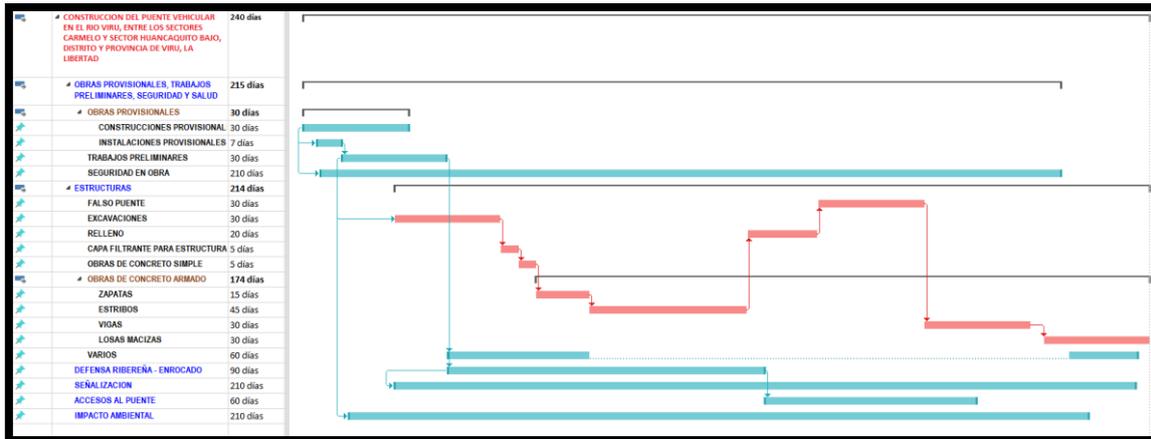


Figura 9: Plan maestro del Proyecto Puente el Carmelo-Viru

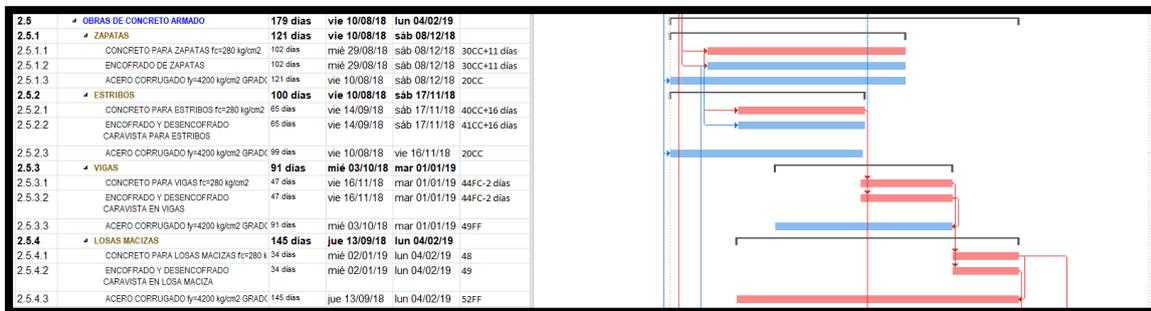


Figura 10: Planificación del Proyecto en MS-Project

3.5.5. Lookahead Planning

El Lookahead es un tipo de programación intermedia de LPS. Se plantea una programación de 17 semanas, en ella se detallarán todas las actividades a realizar, programadas según el programa maestro.



Figura 11: Tren de actividades de la sectorización

Dentro de la metodología Last Planner System, se utiliza la sectorización, la cual consiste en repartir metrado similar en partidas repetitivas de construcción, en la elaboración del tren de actividades, al ser partidas extensas, se consideró repartir avances semanales de la obra, debido a su magnitud.

La elaboración de trenes de actividades independientes, no quiere decir que no se realizarán demás actividades complementarias, sino que deberá hacerse un seguimiento, la aplicabilidad de esta metodología en partidas permite una mejora de la ejecución y reducción de tiempos (debido a la repetición) que se complementa con trabajo contributivo.

3.5.6. Análisis de restricciones

Se presentan 2 tipos de restricciones las asociadas a la ejecución (mano de obra, materiales, etc.) y las asociadas a los RDI (como la información en conflicto, falta de información e información errónea).

Confiabilidad: el cálculo de este indicador nos permite anticipar lo que podría ocurrir en el futuro si no tenemos buenos índices de liberación de restricciones a tiempo, debe calcularse de manera semanal y se calcula de la siguiente manera

$$\text{confiabilidad} = \frac{\text{restricciones liberadas a tiempo}}{\text{restricciones comprometidas en el periodo}}$$

3.5.7. Plan Semanal y PPC

El programa de trabajo semanal contiene las actividades que serán realizadas durante la semana. Se forma teniendo en cuenta las actividades que se pueden hacer según lo establecido en el ITE, seleccionando lo que puede ser ejecutado en cada semana; esto se denomina “asignaciones de calidad”, es decir que el plan de trabajo semanal estará compuesto solo por asignaciones de calidad.

Para que el plan sea exitoso deben cumplirse los cinco criterios de calidad: definición, consistencia, secuencia, tamaño y retroalimentación.

Teniendo ya elaborado el plan de trabajo semanal el Sistema Último Planificador mide el cumplimiento de lo programado en el plan mediante el porcentaje de programa cumplido PPC, el cual compara lo que se planeó hacer según el plan de trabajo semanal con lo que realmente fue hecho en obra. Para calcular el PPC es necesario tener el total de actividades que realmente se pudieron completar en obra, por tal motivo se debe llevar un formato donde cada actividad programada tendrá solo un estado de dos posibles: actividad completada o no completada, de esta forma se obtienen los totales de actividades cumplidas y no cumplidas. El PPC se calcula como:

$$PPC = \frac{\text{Total actividades cumplidas}}{\text{total de actividades programadas}} \times 100$$

para un mejor análisis los resultados obtenidos al culminar cada semana se pueden ir graficando para evidenciar el rendimiento del SUP a lo largo de la ejecución del proyecto en su fase constructiva

3.5.8. Curvas de Productividad

Las curvas de productividad, permiten un control de la productividad considerando el circuito fiel implementado en los trenes de trabajo para el dimensionamiento de cuadrillas.

En estas curvas se analizan los metrados ejecutados y las horas hombre asignadas en las partidas de análisis dentro de la sectorización del proyecto, así se puede realizar un seguimiento de los rendimientos obtenidos mediante la implementación de la metodología.

Para este caso se tendrá un registro semanal de producción, horas hombres gastadas y rendimientos.

4. Resultados

En los trenes de trabajo se planteó trabajar una cantidad de mano de obra de acuerdo a criterios conocidos como el comportamiento del personal, la cantidad de personal con el fin de evitar que se estorben entre si obteniendo así cuadrillas para sector, como se muestra en las siguientes imágenes.

ACTIVIDADES	Tren de Actividades																	
	SEMANAS																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
construcción de toda la obra.																		
OBRAS DE CONCRETO ARMADO																		
ACERO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS	S1	S1	S2	S2		S3	S3		S4	S4								
ENCOFRADO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS		S1			S2			S3			S4							
CONCRETO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS			S1		S2			S3			S4							
ACERO EN ESTRIBOS Y PILARES			S1	S1	S2	S2	S2	S2	S3	S3	S3	S4	S4	S4				
ENCOFRADO DE ZAPATAS					S1	S1			S2			S3				S4		
VACIADO DE CONCRETO EN ESTRIBOS Y PILARES						S1			S2			S3				S4		
ACERO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA										S5	S5	S5	S5	S5	S5			
ENCOFRADO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA													S5	S5	S5	S5		
VACIADO DE CONCRETO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA																	S5	

Figura 12: Asignación de personal para la ejecución del proyecto

OPERARIOS	SEMANAS																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
construcción de toda la obra.																		
OBRAS DE CONCRETO ARMADO																		
ACERO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS	10	10	11	11		11	11		11	11								
ENCOFRADO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS		6			6			6			6							
CONCRETO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS			4		4			4			4							
ACERO EN ESTRIBOS Y PILARES			12	12	12	9	9	9	9	9	9	9	9	9				
ENCOFRADO DE ZAPATAS					6	6			6			6				6		
VACIADO DE CONCRETO EN ESTRIBOS Y PILARES						4			4			4			4			
ACERO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA										15	15	15	15	15	15	15		
ENCOFRADO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA															12	12	12	
VACIADO DE CONCRETO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA																		6
Partidas complementarias y señalización vial para apertura de tránsito																		
SUBTOTAL DE TRABAJADORES: OPERARIOS	10	16	27	23	28	30	20	19	30	35	34	34	24	36	37	12	6	

Figura 13: Asignación de operarios para la ejecución programada del proyecto

OFICIALES	SEMANAS																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
construcción de toda la obra.																		
OBRAS DE CONCRETO ARMADO																		
ACERO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS	10	10	11	11		11	11		11	11								
ENCOFRADO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS		6			6			6			6							
CONCRETO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS			8		8			8			8							
ACERO EN ESTRIBOS Y PILARES			12	12	12	9	9	9	9	9	9	9	9	9				
ENCOFRADO DE ZAPATAS					6	6			6			6				6		
VACIADO DE CONCRETO EN ESTRIBOS Y PILARES						8			8			8			8			
ACERO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA										15	15	15	15	15	15	15		
ENCOFRADO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA															12	12	12	
VACIADO DE CONCRETO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA																		12
Partidas complementarias y señalización vial para apertura de tránsito																		
SUBTOTAL DE TRABAJADORES: OFICIALES	10	16	31	23	32	34	20	23	34	35	38	38	24	36	41	12	12	
PEONES	SEMANAS																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
construcción de toda la obra.																		
OBRAS DE CONCRETO ARMADO																		
ACERO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS	0	0	0	0		0	0		0	0								
ENCOFRADO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS		0			0			0			0							
CONCRETO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS			40		40			40			40							
ACERO EN ESTRIBOS Y PILARES			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
ENCOFRADO DE ZAPATAS					0	0			0			0				0		
VACIADO DE CONCRETO EN ESTRIBOS Y PILARES						40			40			40			40			
ACERO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA										0	0	0	0	0	0	0	0	
ENCOFRADO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA															0	0	0	
VACIADO DE CONCRETO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA																		60
Partidas complementarias y señalización vial para apertura de tránsito																		
SUBTOTAL DE TRABAJADORES: PEONES	0	0	40	0	40	40	0	40	40	0	40	40	0	40	0	40	0	60
CUADRO DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL (CAP)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
OPERARIOS	10	16	27	23	28	30	20	19	30	35	34	34	24	36	37	12	6	
OFICIALES	10	16	31	23	32	34	20	23	34	35	38	38	24	36	41	12	12	
PEONES	0	0	40	0	40	40	0	40	40	0	40	40	0	40	0	40	0	60
TOTAL DE TRABAJADORES POR SEMANA	20	32	98	46	100	104	40	82	104	70	112	112	48	72	118	64	78	

Figura 14: Asignación de oficiales y peones para la ejecución programada del proyecto

4.1. Presentación de Resultados

Del análisis de nuestro proyecto, se obtuvieron resultados beneficiosos, mejorándose el nivel de productividad de la construcción mediante la implementación de Last Planner System.

Para la ejecución de las partidas que se analizaron en obra se observó dentro de la partida de zapatas en la cual contiene (acero, encofrado y concreto), para el acero en zapatas se empleó 16 cuadrillas de un operario y un oficial, quienes se encargaron de habilitar todo el acero para las zapatas, se observó 121 días de trabajo.

Para el encofrado y desencofrado de zapatas se emplearon 4 cuadrillas de 1 operarios y un oficial, resultando en 61 días de trabajo, para el vaciado del concreto se trabajó con cuadrillas de un operario, un oficial y diez peones resultando en 42 días de trabajo.

Se planteo una estimación de cuadrillas con el fin de reducir los días de trabajo y así poder mejorar la producción y poder reducir el trabajo no contributorio.

Sector 01,02,03 y 04

Tabla 10: *Estimación de recursos de mano de obra para zapatas.*

Descripción	Metrado	Und.	Rend.	unidad	Días	Estimación de Cuadrilla		
						operario	oficial	peón
Acero	127457.32	Kg	270	Kg/día	44	10	10	X
Encofrado	1215.14	ml	20	ml/día	11	06	06	
Concreto	1044.14	M3	25	M3/día	14	04	08	40

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 10, se expresa el consolidado de los recursos y el metrado considerado para el cálculo de recursos para la partida de zapatas en el Sector 01. Se obtuvo que, para el metrado de acero, se necesitaría 10 operarios y 10 oficiales, para las partidas de encofrado un total de 06 operarios y 06 oficiales; y por último para las partidas de concreto una cuadrilla de 04 operarios, 08 oficiales y 40 peones, con lo cual se mejoraría la productividad.

Acero en zapatas de los sectores, 01, 02, 03 y 04 con herramientas lean

Tabla 11: Datos de productividad del acero en zapatas con el sistema lean Construction

	Sector-01 (10 D)	Sector-02 (12 D)	Sector-03 (12 D)	Sector-04 (12 D)
personas	20	22	22	22
horas del sector	78.72	90.56	90.56	90.56
hh	1574.4	1992.32	1992.32	1992.32
hh acum	1574.4	3566.72	5559.04	7551.36
metrado sector	26565.39	33630.64	33630.64	33630.64
metrado acum	26565.39	60196.03	93826.67	127457.31
prod. Sector	0.05927	0.05924	0.05924	0.05924
prod. acumulada	0.059265	0.059252	0.059248	0.059246
prod. presupuesto	0.059259	0.059259	0.059259	0.059259

Nota: Aplicando el sistema lean Construction con la herramienta del ultimo planificador pues se redujo los días para ejecutar la sub partida y se aumentó la mano de obra para cada sector

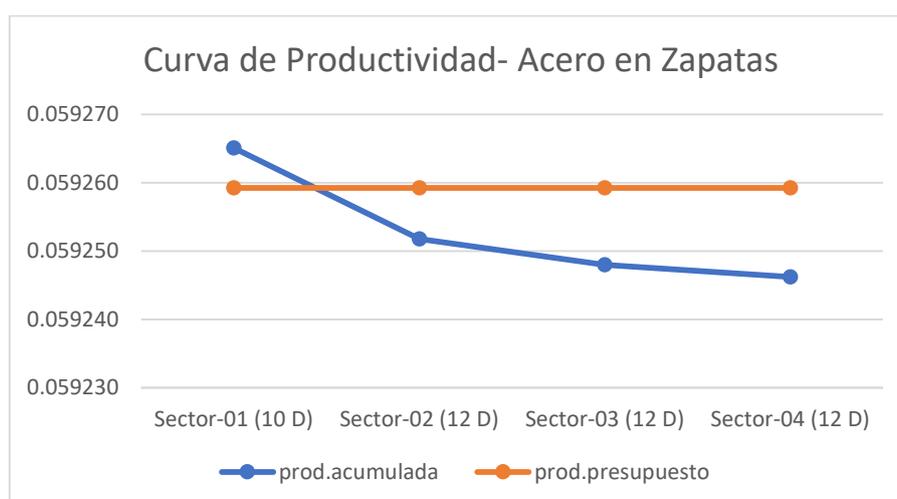


Figura 16: Curva de productividad del acero en zapatas con el sistema lean

Como se aprecia en la gráfica se presenta que para al finalizar la subpartida la mano de obra adquirió la experiencia volviéndose especialista, observa que el rendimiento acumulado supera al rendimiento presupuestado, teniendo así una mejora en la producción del acero para zapatas.

Encofrado en zapatas de los sectores 01,02,03 y 04 con herramientas lean

Tabla 12: Datos de Productividad del encofrado en zapatas con herramientas lean

	Sector-01 (1 D)	Sector-02 (4 D)	Sector-03 (4 D)	Sector-04 (4 D)
personas	10	10	10	10
horas del sector	7.92	27.04	27.04	27.04
hh	79.2	270.4	270.4	270.4
hh acum	79.2	349.6	620	890.4
metrado sector	99.44	371.9	371.9	371.9
metrado acum	99.44	471.34	843.24	1215.14
prod. Sector	0.79646	0.72708	0.72708	0.72708
prod. acumulada	0.796460	0.741715	0.735259	0.732755
prod. presupuesto	0.800000	0.800000	0.800000	0.800000

Nota: Se aplico los conceptos lean Construction con su herramienta del ultimo planificador con el cual se redujo a 11 días de ejecución de la sub partida con una mano de obra de 6 operarios y 6 oficiales.

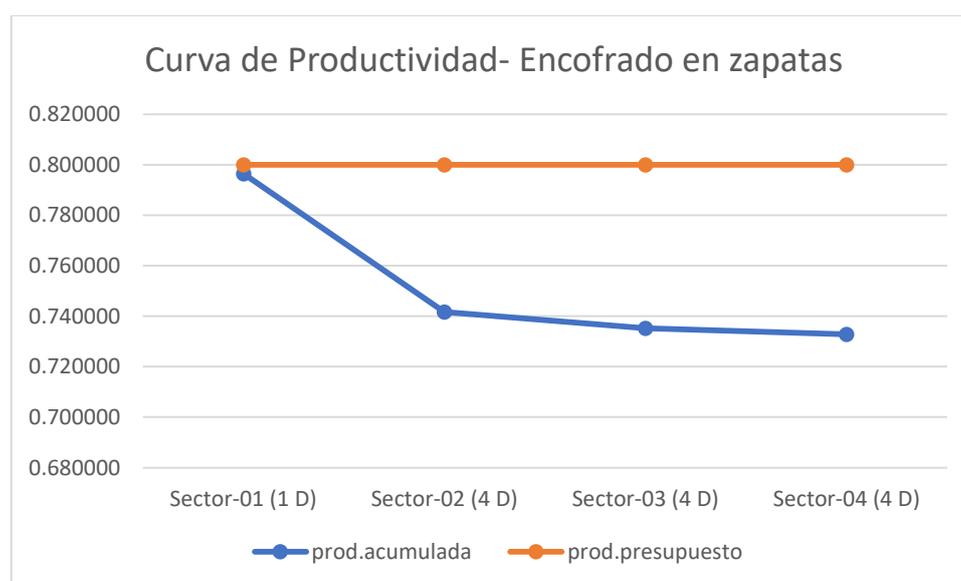


Figura 17: Curva de Productividad del encofrado en zapatas con herramientas lean

Como se aprecia en la gráfica se presenta que para al finalizar la subpartida la mano de obra adquirió la experiencia volviéndose especialista, observa que el rendimiento acumulado supera al rendimiento presupuestado, teniendo así una mejora en el rendimiento del personal en el encofrado para zapatas.

Concreto en zapatas para los sectores 01,02,03 y 04 con herramientas lean

Tabla 13: Datos de productividad de concreto en zapatas con herramientas lean

	Sector-01 (3 D)	Sector-02 (3 D)	Sector-03 (3 D)	Sector-04 (3 D)
personas	52	52	52	52
horas del sector	22	20.24	20.56	20.56
hh	1144	1052.48	1069.12	1069.12
hh acum	1144	2196.48	3265.6	4334.72
metrado sector	274.56	256.53	256.53	256.53
metrado acum	274.56	531.09	787.62	1044.15
prod. Sector	4.16667	4.10276	4.16762	4.16762
prod. acumulada	4.166667	4.135796	4.146162	4.151434
prod. presupuesto	4.160000	4.160000	4.160000	4.160000

Nota: se trabajó con 4 operarios 8 oficiales y 40 peones, este planteamiento nos permitió reducir los días de ejecución de la sub partida, no obstante, se consideró el rendimiento de las cuadrillas, presentado en la tabla.

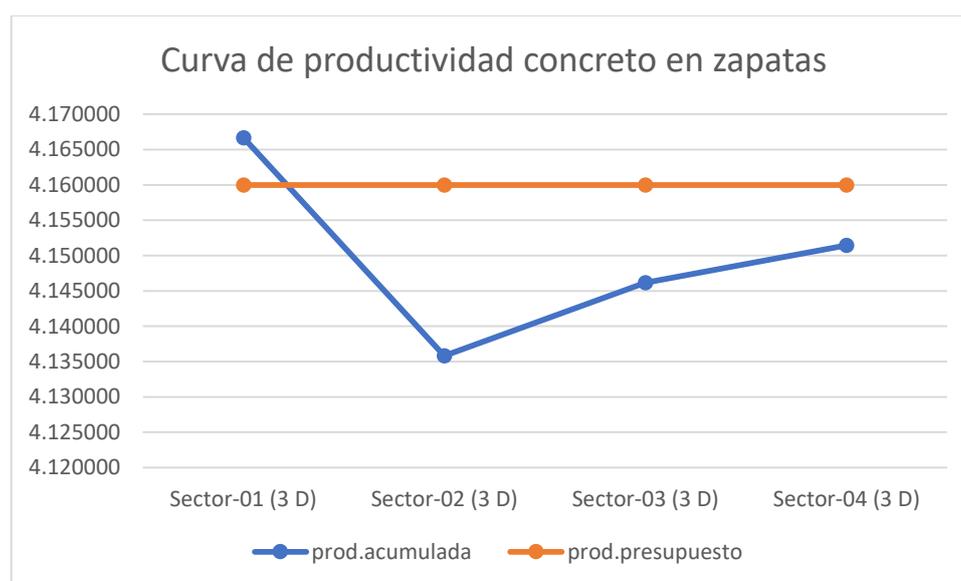


Figura 18: Curva de Productividad del concreto en zapatas con herramientas lean

Se observó que el personal fue adquiriendo experiencia durante todo el proceso de ejecución de dicha sub partida, ya que al finalizar se observa que la producción acumulada es menor a la del presupuesto esto nos indica que, se está ejecutando en menos tiempo por ende genera una ganancia.

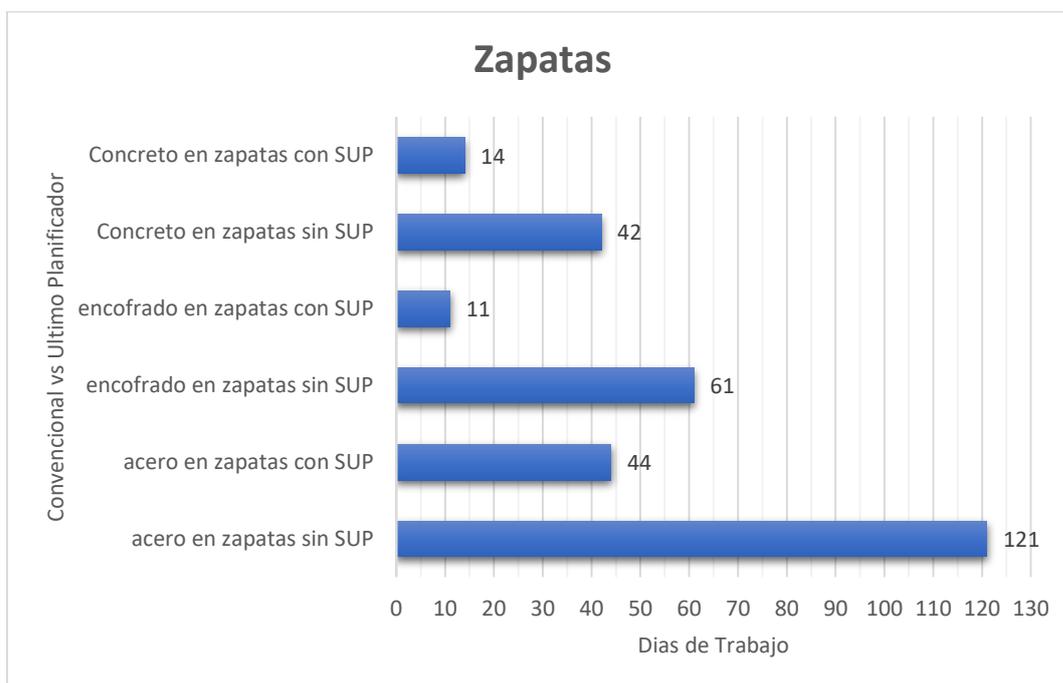


Figura 19: Desarrollo en Días de la partida de Zapatas con el método tradicional vs Lean

se puede apreciar que, en el caso de la partida de acero en zapatas, se ha logrado disminuir de 121 días a 44 días de producción, para lo cual se han duplicado las cuadrillas de la partida programada inicialmente. En el caso de encofrados, se logró reducir el tiempo de manera muy significativa, lo cual conlleva a una mayor utilización de recursos de materiales, pero que mejora la productividad, se logró reducir a 11 días. En el caso de la partida de concreto se ha considerado aumentar la cuadrilla y reducir la tercera parte del tiempo programado inicialmente, lo cual se puede realizar teniendo varios frentes de

trabajo en la elaboración de concreto. Se logro reducir de 42 días a 14 días de vaciado de concreto.

Tabla 14: Diferencias de tiempo en el método tradicional vs las herramientas lean

Descripción de las actividades	Tiempo de programación tradicional (días)	Tiempo de programación Lean (días)	Diferencias de tiempo (%)
Zapatas			
Acero	121	44	63.63%
Encofrado	61	11	81.96%
Concreto	42	14	66.66%

Tabla 15: Análisis de Costos entre el método tradicional y la metodología lean

Descripción Zapatas	Método tradicional					Metodología Lean					Ahorro Soles
	Días	Cuadrilla			Costo Soles	Días	Cuadrilla			Costo Soles	
		Oper.	Ofi.	Peón			Oper.	Ofi.	Peón		
Acero	121	8	8	0	35370.72	44	11	11	0	17685.36	17685.36
Encofrado	61	5	5	0	11144.70	11	5	5	0	2009.70	9135
Concreto	42	1	2	10	24031.56	14	4	8	40	11262.16	12769.40

Nota: para la partida de zapatas, se obtuvo un ahorro en las tres sub partidas (acero, encofrado y concreto) haciendo un total de ahorro de S/. 39 589.76

Estribos – pilares en el Sector 01,02,03 y 04.

Tabla 16: Estimación de recursos de mano de obra para estribos y pilares.

Descripción	Estimación de Cuadrilla									
	Metrado	Und.	Rend.	unidad	Días	Cuadrilla				
						operario	oficial	peón		
Acero	180597.99	Kg	270	Kg/día	29	08	08	X		
Encofrado	1575.18	ml	20	Ml/día	12	04	04			
Concreto	1129.97	M3	25	M3/día	03	01	02	10		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla, se expresan los metrado ejecutados en las partidas de análisis (Acero, encofrado y concreto), y como se obtuvieron los valores referentes a los recursos de mano de obra para cumplir la programación estimada de LPS. Se necesitarán en la partida de acero un total de 08 operarios y 08 oficiales, en las partidas de encofrado un total de 04 operarios y 04 oficiales; y en la partida de concreto un total de 01 operarios, 02 oficiales y 10 peones.

Acero en estribos y pilares con lean

Tabla 17: Datos de Productividad del acero en estribos y pilares con herramientas lean

	Sector-01 (16 D)	Sector-02 (18 D)	Sector-03 (18 D)	Sector-04 (18 D)
personas	24	18	18	18
horas del sector	124.56	142.8	142.8	142.8
hh	2989.44	2570.4	2570.4	2570.4
hh acum	2989.44	5559.84	8130.24	10700.64
metrado sector	50457.34	43380.21	43380.21	43380.21
metrado acum	50457.34	93837.55	137217.76	180597.97
prod. Sector	0.05925	0.05925	0.05925	0.05925
prod. acumulada	0.059247	0.059250	0.059251	0.059251
prod. presupuesto	0.059259	0.059259	0.059259	0.059259

Nota: se realizó con 12 operarios y 12 oficiales para el primer sector ya que el metrado era mayor

al de los otros sectores, para los sectores 02 ,03 y 04 se realizó con 9 operarios y 9 oficiales, se

terminó la subpartida en 70 días

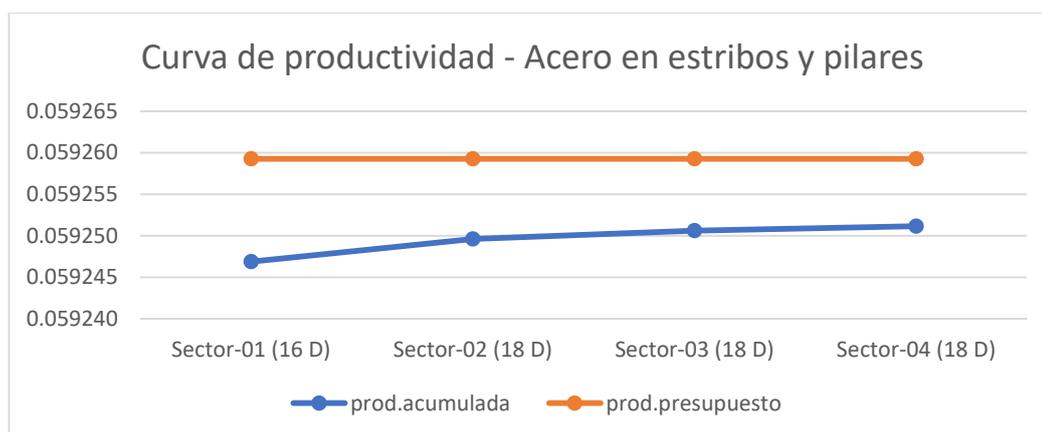


Figura 20: Curva de Productividad del acero en estribos y pilares con herramientas lean

Se observó que para la subpartida de acero en estribos y pilares el rendimiento acumulado fue menor que el rendimiento presupuestado esto nos indicó que al personal le está tomando menor tiempo ejecutar la subpartida, esto nos indica que se obtuvo una ganancia.

Encofrado en estribos y pilares lean

Tabla 18: Datos de productividad del encofrado en estribos y pilares con lean

	Sector-01 (8 D)	Sector-02 (3 D)	Sector-03 (3 D)	Sector-04 (3 D)
personas	12	12	12	12
horas del sector	56.8	16.08	16.04	16.08
hh	681.6	192.96	192.48	192.96
hh acum	681.6	874.56	1067.04	1260
metrado sector	851.7	241.16	241.16	241.16
metrado acum	851.7	1092.86	1334.02	1575.18
prod. Sector	0.80028	0.80013	0.79814	0.80013
prod. acumulada	0.800282	0.800249	0.799868	0.799909
prod. presupuesto	0.800000	0.800000	0.800000	0.800000

Nota: Se trabajó con 06 operarios y 06 oficiales, se ejecutó la sub partida en 14 días

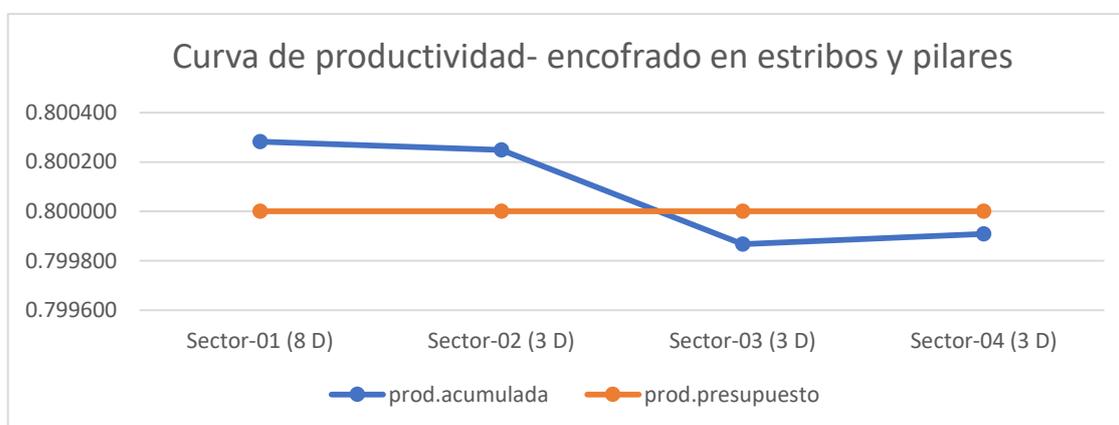


Figura 21: Curva de productividad del encofrado en estribos y pilares con herramientas lean

Se observó que para la subpartida de encofrado en estribos y pilares el rendimiento acumulado en los sectores 02 y 03 fue menor que el rendimiento presupuestado esto nos indicó que el personal adquirió experiencia y por consiguiente le está tomando menor tiempo ejecutar los últimos dos sectores de la sub partida, esto nos indica que se obtuvo una ganancia.

Concreto en estribos y pilares con lean

Tabla 19: Datos de Productividad del concreto en estribos y pilares con lean

	Sector-01 (5 D)	Sector-02 (3 D)	Sector-03 (3 D)	Sector-04 (3 D)
personas	44	44	44	44
horas del sector	38.08	17.44	17.44	17.40
hh	1675.52	767.36	767.36	765.6
hh acum	1675.52	2442.88	3210.24	3975.84
metrado sector	475.78	218.06	218.06	218.06
metrado acum	475.78	693.84	911.9	1129.96
prod. Sector	3.52163	3.51903	3.51903	3.51096
prod. acumulada	3.521628	3.520812	3.520386	3.518567
prod. presupuesto	4.160000	4.160000	4.160000	4.160000

Nota: se realizó con 04 operarios, 08 oficiales y 40 peones a los cuales les tomó 12 días en realizar dicha actividad.

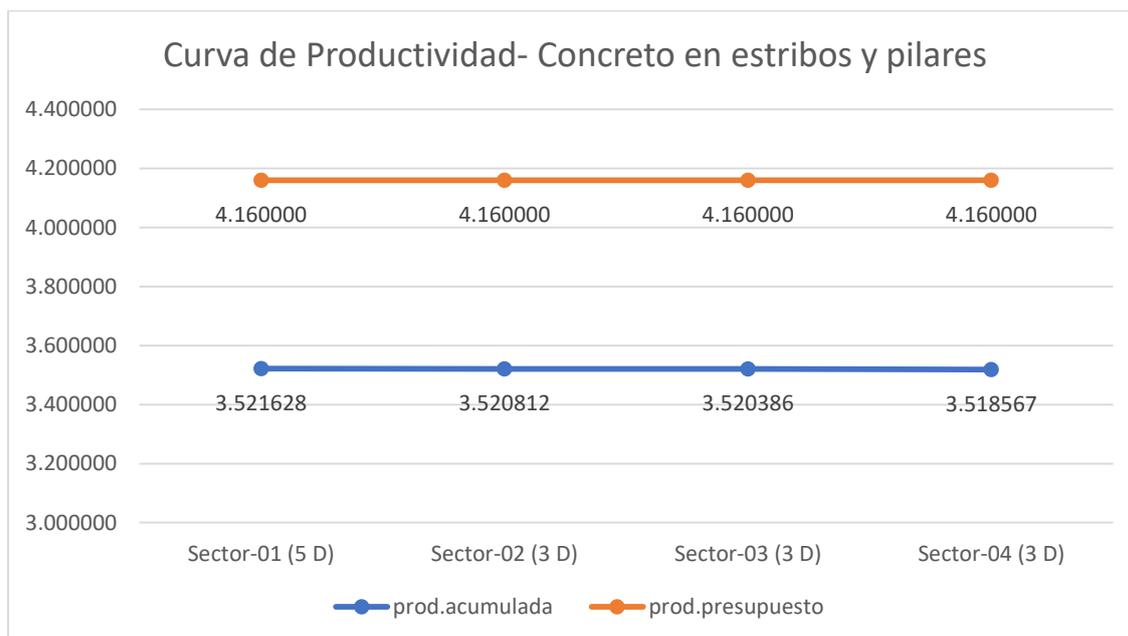


Figura 22: Curva de Productividad del concreto en estribos y pilares con herramientas lean

Se observó que para la subpartida de concreto en estribos y pilares el rendimiento acumulado en el sector 04 fue menor que el rendimiento presupuestado esto nos indicó que el personal adquirió experiencia y por

consiguiente le está tomando menor tiempo ejecutar en el último sector de la sub partida, esto nos indica que se obtuvo una ganancia.

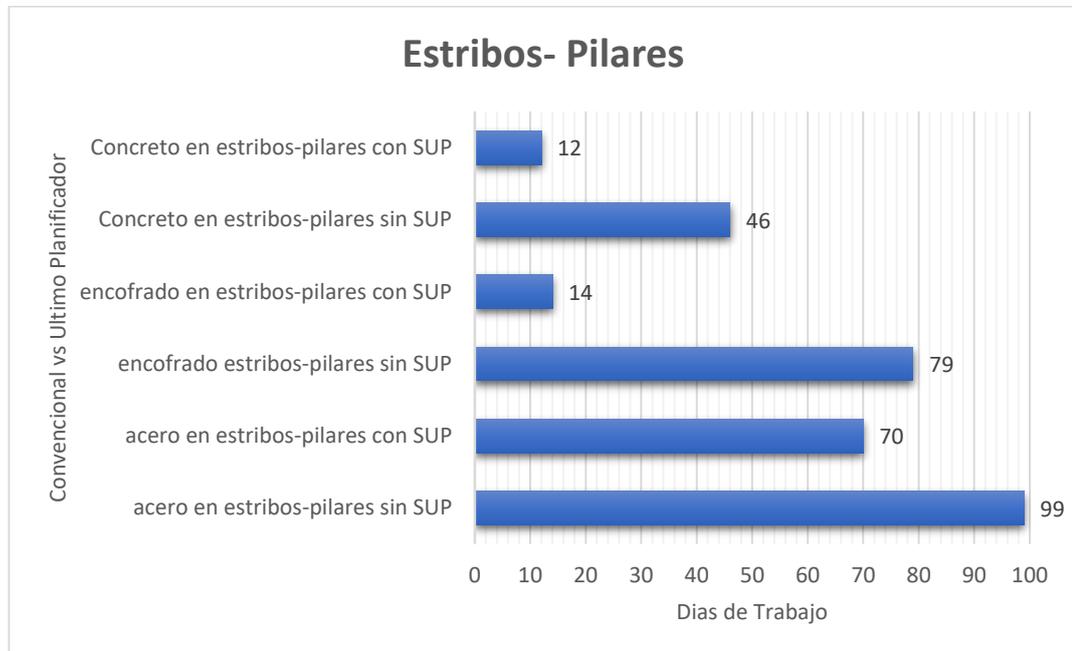


Figura 23: Desarrollo en días de la partida estribos y pilares método tradicional vs lean se puede apreciar que, en el caso de la partida de acero en estribos y pilares, se ha logrado disminuir de 99 días a 70 días de producción, en el caso de encofrado, se logró reducir el tiempo de manera muy significativa, lo cual conlleva a una mayor utilización de recursos de materiales, pero que mejora la productividad, se logró reducir a 14 días. En el caso de la partida de concreto se consideró aumentar la cuadrilla y reducir gran parte del tiempo programado inicialmente, lo cual se puede realizar teniendo varios frentes de trabajo en la elaboración de concreto. Se logro reducir de 46 días a 12 días de vaciado de concreto.

Tabla 20: Diferencias de tiempo entre el método convencional vs las herramientas lean

Descripción de las actividades	Tiempo de programación tradicional (días)	Tiempo de programación Lean (días)	Diferencias de tiempo (%)
Estribos y Pilares			
Acero	99	70	29.29%
Encofrado	65	14	78.46%
Concreto	65	12	81.54%

En la tabla se observa que se tiene una diferencia considerable comparado con la metodología lean Construction, el resultado de la programación de los estribos – pilares, refleja que utilizando las herramientas lean se llega a tener una optimización.

Se realizó un comparativo en cuanto al ahorro de la mano de obra que tendría en contratista al aplicar la metodología lean en las siguientes tablas se verificara dicho ahorro.

Tabla 21: Análisis de Costos entre el método convencional vs herramientas lean

Descripción Estribos-pi.	Método tradicional				Metodología Lean				Ahorro Soles		
	Días	Cuadrilla			Costo Soles	Días	Cuadrilla			Costo Soles	
		Oper.	Ofi.	Peón		Oper.	Ofi.	Peón			
Acero	99	08	08		28939.68	70	09	09		23020.20	5919.48
Encofrado	65	04	04		9500.40	14	06	06		3069.36	6431.04
Concreto	65	01	02	10	13072.15	12	04	08	32	8231.52	4840.63

Nota: para la partida de estribos y pilares, se obtuvo un ahorro en las tres sub partidas (acero, encofrado y concreto) haciendo un total de ahorro de S/. 17191.15

Acero en viga diafragma con lean

Tabla 22: Datos de Productividad del acero en diafragma con lean

acero en vigas diafragma	
Sector-05 (29 D)	
personas	30
horas del sector	228.56
hh	6856.8
hh acum	6856.8
metrado sector	116099.63
metrado acum	116099.63
prod. Sector	0.05906
prod. acumulada	0.059060
prod. presupuesto	0.059259

Nota: se realizó con 15 operarios y 15 oficiales, la ejecución de la sub partida se culminó a los 29 días, como se observa en la tabla la producción acumulada (0.059060) es menor a la producción del presupuesto (0.059259) esto nos indica que el personal está tardando menos en cumplir con el trabajo, esto significa que está generando ganancias.

Encofrado en viga diafragma con lean

Tabla 23: Datos de Productividad del encofrado en diafragma con lean

encofrado en vigas diafragma	
Sector-05 (23 D)	
personas	24
horas del sector	89
hh	2136
hh acum	2136
metrado sector	1335.33
metrado acum	1335.33
prod. Sector	1.59960
prod. acumulada	1.599605
prod. presupuesto	1.600000

Nota: se realizó con 12 operarios y 12 oficiales, la ejecución de la sub partida se culminó a los 23 días, como se observa en la tabla la producción acumulada (1.599605) es menor a la producción del presupuesto (1.600000) esto nos indica que el personal está tardando menos en cumplir con el trabajo, esto significa que está generando ganancias.

Concreto en viga diafragma con lean

Tabla 24: Datos de Productividad del concreto en diafragma con lean

concreto en vigas diafragma	
Sector-05 (3 D)	
personas	78
horas del sector	17.4
hh	1357.2
hh acum	1357.2
metrado sector	287.28
metrado acum	287.28
prod. Sector	4.72431
prod. acumulada	4.724311
prod. presupuesto	4.727273

Nota: se realizó con 06 operarios, 12 oficiales y 60 peones, la ejecución de la sub partida se culminó a los 03 días, como se observa en la tabla la producción acumulada (4.724311) es menor a la producción del presupuesto (4.727273) esto nos indica que el personal está tardando menos en cumplir con el trabajo, esto significa que está generando ganancias.

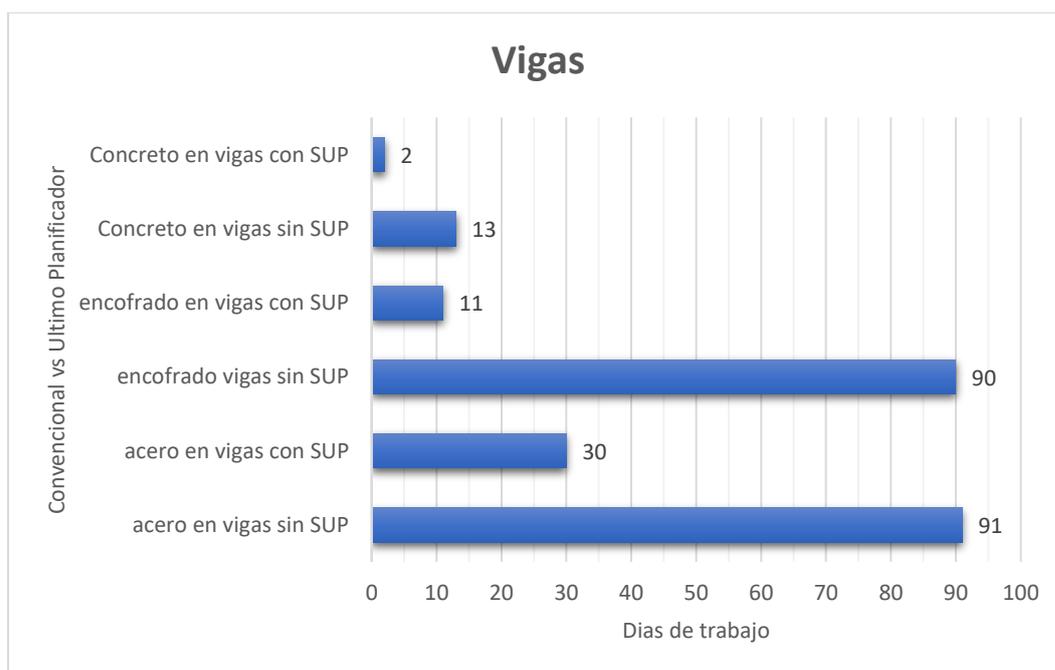


Figura 24: Desarrollo en días de la partida de vigas diafragma con el método convencional vs lean

Se realizó la comparación, el trabajo tradicional sigue el modelo de conversión mientras que el SUP sigue el modelo de flujos, haciendo que se minimice los desperdicios.

Al revisar la información del proyecto y el cronograma de obra, se visualizó que la partida vigas diafragma, sub partida de acero, encofrado y desencofrado, concreto tiene mucho tiempo de duración, sin embargo, al aplicar las herramientas lean Construction se logró reducir estos tiempos.

Tabla 25: Diferencias de tiempo entre el método tradicional vs lean

Descripción de las actividades	Tiempo de programación tradicional (días)	Tiempo de programación Lean (días)	Diferencias de tiempo (%)
Vigas diafragma			
Acero	91	29	68.13%
Encofrado	47	12	74.47%
Concreto	47	03	93.62%

En la tabla se observa que se tiene una diferencia considerable comparado con la metodología lean Construction, el resultado de la programación de las vigas diafragma, se observó una reducción de tiempo de ejecución de las sub partidas y una disminución del costo como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 26: Análisis de costo entre método convencional vs herramientas lean

Descripción	Método tradicional				Metodología Lean				Ahorro Soles		
	Días	Cuadrilla			Días	Cuadrilla					
Vigas diafragma		Oper.	Ofi.	Peón	Costo Soles		Oper.	Ofi.	Peón	Costo Soles	
Acero	91	05	05		16625.70	29	15	15		15894.90	730.80
Encofrado	47	04	04		6869.52	12	12	12		5261.76	1607.76
Concreto	47	01	02	10	9452.17	03	06	12	60	3619.98	5832.19

Nota: para la partida de viga diafragma, se obtuvo un ahorro en las tres sub partidas (acero, encofrado y concreto) haciendo un total de ahorro de S/. 8170.75

Acero en losa maciza con lean

Tabla 27: Datos de Productividad del acero en losa maciza con lean

acero en losa maciza	
	Sector-05 (7 D)
personas	30
horas del sector	52.92
hh	1587.6
hh acum	1587.6
metrado sector	26799
metrado acum	26799
prod. Sector	0.05924
prod. acumulada	0.059241
prod. presupuesto	0.059259

Nota: se realizó con 15 operarios y 15 oficiales, la ejecución de la sub partida se culminó a los 07 días, como se observa en la tabla la producción acumulada (0.059241) es menor a la producción del presupuesto (0.059259) esto nos indica que el personal está tardando menos en cumplir con el trabajo, esto significa que está generando ganancias.

Encofrado en losa maciza con lean

Tabla 28: Datos de Productividad del encofrado en losa maciza con lean

encofrado en losa maciza	
	Sector-05 (6 D)
personas	20
horas del sector	48
hh	959.2
hh acum	959.2
metrado sector	600
metrado acum	600
prod. Sector	1.59867
prod. acumulada	1.598667
prod. presupuesto	1.600000

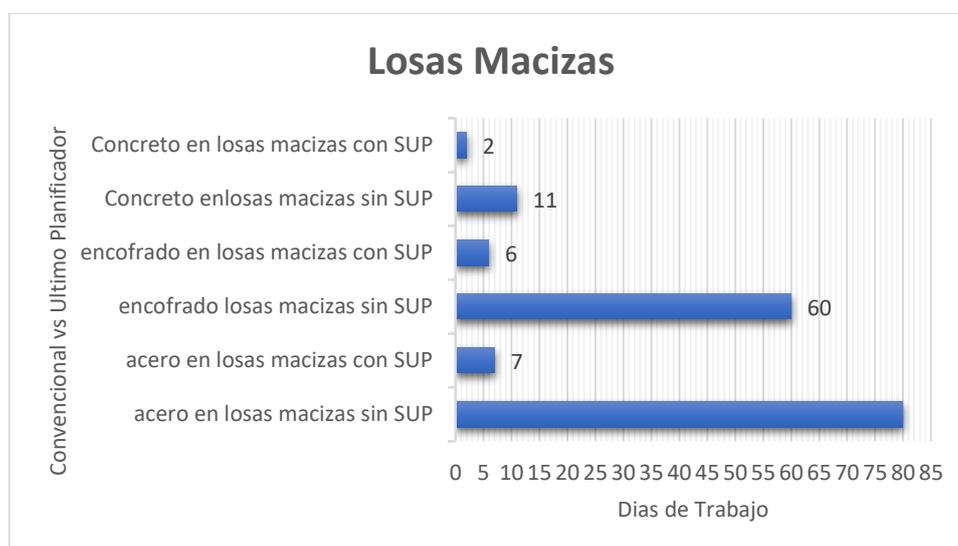
Nota: se realizó con 10 operarios y 10 oficiales, la ejecución de la sub partida se culminó a los 06 días, como se observa en la tabla la producción acumulada (1.598667) es menor a la producción del presupuesto (1.600000) esto nos indica que el personal está tardando menos en cumplir con el trabajo, esto significa que está generando ganancias.

Concreto en losa maciza con lean

Tabla 29: Datos de productividad del concreto en losa maciza con lean

concreto en losa maciza	
	Sector-05 (2 D)
personas	78
horas del sector	13.92
hh	1085.76
hh acum	1085.76
metrado sector	230
metrado acum	230
prod. Sector	4.72070
prod. acumulada	4.720696
prod. presupuesto	4.727273

Nota: se realizó con 06 operarios, 12 oficiales y 60 peones, la ejecución de la sub partida se culminó a los 02 días, como se observa en la tabla la producción acumulada (4.720696) es menor a la producción del presupuesto (4.727273) esto nos indica que el personal está tardando menos en cumplir con el trabajo, esto significa que está generando ganancias



Al revisar la información del proyecto y el cronograma de obra, se visualizó que la partida losa maciza, sub partida de acero, encofrado y desencofrado, concreto tiene mucho tiempo de duración, sin embargo, al aplicar las herramientas lean Construction se logró reducir estos tiempos.

Tabla 30: Diferencias de tiempo entre método tradicional vs lean

Descripción de las actividades	Tiempo de programación tradicional (días)	Tiempo de programación Lean (días)	Diferencias de tiempo (%)
Losa Maciza			
Acero	145	07	95.17%
Encofrado	34	06	82.35%
Concreto	34	02	94.11%

En la tabla se observa que se tiene una diferencia considerable comparado con la metodología lean Construction, el resultado de la programación de la losa maciza, esto refleja una reducción en el tiempo de ejecución de las sub partidas mencionadas. Se aumenta la mano de obra, pero se reduce el tiempo, el cual se ve reflejado en el costo de dichas subpartidas como se muestra a continuación.

Tabla 31: Análisis de costo entre el método tradicional vs lean

Descripción	Método tradicional				Metodología Lean				Ahorro Soles		
	Días	Cuadrilla			Costo Soles	Días	Cuadrilla			Costo Soles	
Losa maciza		Oper.	Ofi.	Peón			Oper.	Ofi.	Peón		
Acero	145	04	04	00	21193.2	07	15	15	00	3836.70	17356.50
Encofrado	34	04	04	00	4969.44	06	10	10	00	2192.40	2777.04
Concreto	34	04	08	40	27350.96	02	06	12	60	2413.32	24937.64

4.2. Discusión de Resultados

La aplicación de soluciones de mejora continua en la construcción se ha venido desarrollando de manera acelerada en las edificaciones y obras en el Perú y el mundo. Para tal fin, se han desarrollado una serie de herramientas Lean, que permite mejorar los rendimientos y la productividad en la construcción de manera útil y dinámica, el cual analiza los costos, tiempos y rendimientos de manera progresiva, sectorizando y generando grupos de trabajo que mejoran sus rendimientos, a través de la repetición de tareas en campo. Esta investigación consiste en el análisis

de productividad en la construcción aplicando Last Planner System o metodología del último planificador, esta herramienta

Dentro de nuestra hipótesis, la cual indica lo siguiente: La implementación del cronograma, recursos y calidad con criterios del último planificador permitirá un buen control en la productividad y una mejora en la calidad de la construcción del proyecto puente Carmelo – Viru. De esto, podemos indicar que se cumple la hipótesis planteada en la etapa de investigación previa, pues mediante el desarrollo de análisis utilizando la metodología Lean, logramos mejorar la calidad del proceso constructivo y la productividad de las partidas analizadas, para el Puente Carmelo-Virú.

Para corroborar nuestra hipótesis nos planteamos como objetivo general: Elaborar una propuesta de plan de gestión del cronograma, recursos y calidad del proyecto Puente El Carmelo, ubicado en el Distrito de Virú-Trujillo, para ello se tuvo que recolectar información sobre el proyecto, para ello se solicitó la información al responsable técnico de la actividad seleccionada, para lo cual se tuvo que analizar la información recopilada, haciendo un análisis a profundidad en los costos unitarios, los detalles de planos, metrados y las especificaciones técnicas a fin de entender el procedimiento a utilizar en la construcción de esta obra. De los planos y metrados hemos contrastado la información recopilada, mediante el análisis de las partidas y elementos, en nuestras propias hojas de metrado, las cuales se anexarán a esta investigación. Como indica Alpizar Avalos, (2017) se tuvo en consideración dentro de la aplicación de Last Planner System, se tuvo que considerar los modelos y formas de

ejecución de las partidas, así mismo conocer la cantidad de recursos por parte del ejecutor, logrando con esta metodología estandarizar y mejorar los procesos productivos de las partidas en análisis. De los análisis de costos unitarios obtuvimos los valores de rendimiento para las partidas seleccionadas a analizar, las cuales fueron Acero, Encofrado y Concreto, el resto de partidas como Movimiento de Tierras, Señalización, replanteos, etc. No se consideraron en el cálculo, debido a que son partidas no sectorizables, es decir que no pueden repartirse de manera equivalente en frentes de trabajo de metrado similar, lo cual generaría un mal análisis de las actividades sectorizables.

Para la finalidad de nuestra investigación se han considerado un total de 05 sectores, que, por la magnitud del proyecto, se ha intentado repartir en metrados similares, para que las cuadrillas y los rendimientos se conserven a lo largo del desarrollo de la construcción. Los sectores 01, 02, 03 y 04, corresponden a el desarrollo de las partidas de acero, encofrado y concreto en pilares y estribos del puente. Para el Sector 01, se han agrupados los estribos de apoyo en extremos del puente, incluyendo el desarrollo de sus respectivas zapatas. Para el caso 02, 03 y 04, se refieren a 03 pilares centrales con su respectiva zapata. Estos elementos estructurales mencionados, tienen metrado equivalente o que se aproximan, y permite una correcta repartición de recursos materiales y productivos en la construcción. Por último, se consideró un sector 05, el cual consiste en el desarrollo de las partidas de acero, encofrado y concreto para vigas y losas macizas del puente, este último sector presenta un metrado un poco más alejado al resto de sectores, por lo que

presenta una tendencia distinta en la distribución de tiempos para la construcción, lo cual nos generó algunos inconvenientes en el desarrollo de la metodología, debido a que en las curvas de productividad se generaron puntos de inflexión que no son típicos citando bibliografía anterior, pero sin embargo, en el análisis general, se ha generado ganancias en los procesos constructivos para todos los casos, analizando las partidas mencionadas.

Siguiendo la metodología de Ultimo Planificador, una vez elaborada la Sectorización se procedió a elaborar los trenes de trabajo, para calcular nuestras duraciones meta, en función del metrado calculado y las cuadrillas asignadas para este proyecto, cabe señalar que la asignación de cuadrillas se aplicando utilizando criterio de ingenieros, los cuales nos indicaron que por constructibilidad no se podía incluir más personal en las partidas mencionadas, tomando en consideración esta experiencia, se procedió a asignar las cuadrillas de trabajo para las partidas de acero, encofrado y concreto. Este proceso iterativo se aplicó a los 05 sectores constituidos en nuestro análisis, durante el desarrollo de los trenes de trabajo se consideraron las cantidades de personal que se indican en el expediente recopilado, asimismo la comparación de los rendimientos en los cuadros de análisis de productividad, se realizaron con los rendimientos del cronograma y presupuestos del expediente técnico.

Una vez obtenidos las duraciones meta de los trenes de trabajo, se elaboró una programación intermedia la cual consiste en un tren de actividades, en la cual se evidencia que al ser el metrado similar los

sectores se toman tiempos similares en la ejecución de las partidas analizadas, además se puede apreciar que los sectores 01 tiene una variación de días con respecto a los sectores 02,03 y 04, sin embargo, el sector 05 si presenta mucha variación con respecto a los demás sectores analizados; estos datos se pueden apreciar en la Figura N°25. Cabe indicar que debido a la magnitud del metrado analizado, resulta muy difícil tener un tren de actividades diaria, debido a que tenemos partidas que nos tomaron muchos días de desarrollo, por lo que se optó por hacerlo semanal. Además, dentro de la programación se consideró los 05 sectores como unidades de trabajo fijas, es decir las cuadrillas consideradas, realizaran los mismos trabajos o partidas, para que se pueda generar una mejorar en los rendimientos de producción de la partida, debido a que, con la repetición y la optimización de recursos, se pueden mejorar la productividad de la tarea asignada.

Tren de Actividades																				
Actividades	SEMANAS																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Partidas de movimientos de tierras y otras en paralelo en la construcción de toda la obra.																				
OBRAS DE CONCRETO ARMADO																				
ACERO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS	S1	S1	S2	S2		S3	S3		S4	S4										
ENCOFRADO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS		S1			S2			S3			S4									
CONCRETO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS			S1		S2			S3			S4									
ACERO EN ESTRIBOS Y PILARES			S1	S1	S1	S2	S2	S2	S3	S3	S3	S4	S4	S4						
ENCOFRADO DE PILARES					S1	S1			S2			S3			S4					
VACIADO DE CONCRETO EN ESTRIBOS Y PILARES					S1				S2			S3			S4					
ACERO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA										S5	S5	S5	S5	S5	S5					
ENCOFRADO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA														S5	S5	S5				
VACIADO DE CONCRETO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA																	S5			
Partidas complementarias y señalización vial para apertura de tránsito de puente.																				

Figura 25: Tren de actividades

En la aplicación de trenes de trabajo, se evidencia la repetición de partidas en los sectores 01, 02, 03 y 04; por eso se considera apropiado que durante la ejecución y el avance progresivo de la construcción, los tiempos se deben ajustar, hasta no generar tiempos no productivos u holguras en

los avances del proyecto, debido que con la repetición del trabajo se mejoran los rendimientos de las actividades, lo cual permite ajustar los tiempos productivos, y prevenir los posibles problemas que puedan presentarse durante el desarrollo constructivo.

Una vez obtenido el tren de actividades, se procedió a realizar los Lookahead Planning, como su traducción lo indica es mirar al futuro, por tal motivo una vez obtenida la programación intermedia, conociendo las cuadrillas, las duraciones meta y los rendimientos que mejoraran en el tiempo, se procede a realizar un cuadro de asignación de personal como parte de la metodología. En los cuadros de asignación de personal se hizo el cálculo de manera independiente del personal considerado en la ejecución de las partidas, nos referimos a los operarios, oficiales y peones; que, al conocer la cantidad de personal y la duración de las partidas, se puede realizar una contratación o repartición del personal en trabajos productivos y/o contributivos, y así evitar tiempos no productivos.

Así también, con los valores de los metrados, los materiales y el personal detallado en los análisis de costos unitarios, se puede realizar la programación de recursos semana a semana, para tal fin se elaboró una hoja de cálculo con los valores de las cantidades de materiales y equipos necesarios para el desarrollo de las partidas, así pues, podemos reducir costos en contratación de maquinaria, y demoras en la adquisición de materiales de construcción. Así mismo, con los costos de cada recurso se puede realizar un presupuesto semanal para adquisición de los mismos, lo cual permite llevar un control de los gastos de recursos.

Con la finalidad de llevar una mejor programación de los recursos y la producción durante la ejecución del proyecto se realizaron los Lookahead de Producción y de Materiales, lo cual implica un mejor desarrollo logístico de los recursos de la obra (mano de obra y materiales/equipos), en los cuadros de Lookahead de Materiales podemos encontrar la cantidad de metrado de cada material dividido entre cada semana de trabajo donde se incurra el uso del material detallado en las partidas, con este cálculo se puede genera durante la ejecución un cuadro de entradas y salidas de los recursos, debido a que se cuenta con las cantidades que se utilizaran, considerando los desperdicios de las partidas ejecutadas. En el Lookahead de Producción se detallan los metrados generales y la cantidad de horas hombre, además de los rendimientos que incurren en las partidas analizadas, así se puede generar un desagregado de rendimientos y la producción generada en cada semana de trabajo, así podemos determinar si verdaderamente se está generando ganancias o pérdidas en los procesos constructivos desarrollados durante la construcción. Como mencionan Burga y Cuadros (2015), las tablas de suministro calendarizados, refiriéndose a los Lookahead de producción y materiales son de vital importancia en la administración del proyecto porque sirven como herramienta de monitoreo garantizando el proceso de adquisición de recursos de manera anticipada evitando demoras en la ejecución de las partidas.

Como se ha detallado, la metodología Last Planner System consiste en una serie de herramientas Lean que se desarrollan de manera consecutiva, logrando ordenar el proceso constructivo y mejorar los

rendimientos, y, por consiguiente, la productividad de la obra. Esta secuencia de herramientas, representan una gran ventaja en la producción constructiva, porque se genera ahorro de recursos y disminuye los tiempos, lo cual genera gran rentabilidad o ganancia.

Los valores de productividad se reflejan en las gráficas de productividad, desarrolladas en el capítulo de resultados lo cuales nos indica que los rendimientos de las partidas acumuladas en comparación con las partidas presupuestadas en el expediente técnico presentan una evolución positiva que suma ganancia a la construcción, es decir al diferencia de producción tiene un proceso de mejora continua el cual se debe a la repetición de las actividades realizadas por la mano de obra, que lograron especializarse en las partidas asignadas.

Sobre la reducción de tiempos, existieron algunas incongruencias en el expediente recopilado, debido a que los plazos de ejecución son bastante extensos y si existe una adecuada distribución de cuadrillas se puede mejorar notablemente los plazos de ejecución por ejemplo en las partidas de concreto armado correspondiente a losas y vigas, se tuvo una reducción de 34 a 2 días, aumentando las cuadrillas a 4, lo cual refiere el pago de cuatro veces personal pero para dos días, lo que en 34 representaría una mayor inversión pero menor eficiencia. Este ha sido el patrón común de todas las partidas analizadas con los valores del expediente técnico, aplicando metodología Lean se logra mejorar la productividad en la construcción, demostrando que estas herramientas son útiles, y pueden adaptarse a la realidad constructiva de la obra. Entonces resulta importante distribuir al personal de manera tal que no se

genere mano de obra ociosa, y que todas las partidas ejecutadas presenten trabajos productivos y/o contributivos, lo cual se logró asignando las cuadrillas indicadas en los resultados de esta investigación.

Asimismo, dentro de la metodología Lean, existen muchas herramientas que se acercan a los métodos BIM de diseño, estas metodologías como conjunto permiten un desarrollo y proceso constructivo integral y dinámico, el cual puede variar en función a las diversas circunstancias del proyecto. Es por eso que las herramientas Lean son el presente y futuro de la construcción contemporánea, la cual está avocada un proceso constructivo sin pérdidas, generando mayor productividad y garantizando la calidad de las construcciones. Resulta vital el incentivo de aplicación y conocimiento de las herramientas actuales, como la cultura Lean y BIM, las cuales permiten un mejor desarrollo de las prácticas constructivas.

Los aumentos de rendimiento se ven reflejados en la reducción de costos de los procesos constructivos, pues muchas veces al parecer se requiere de mayor personal en algunas semanas de construcción, sin embargo, el rendimiento es tan significativo que resulta en ahorro de recursos, y en una mejor utilización de recursos, tanto de materiales como de mano de obra, durante la construcción.

Del análisis de nuestro proyecto, se obtuvieron resultados beneficiosos, lográndose mejorar el nivel de productividad de la construcción con Las Planner System. En términos general, la obra tiene una duración de 121 días de trabajo, la cual se logró reducir a prácticamente la mitad (61 días), esto debido a que consideramos reducir en gran cantidad los días

considerados para las partidas de concreto, las cuales, desde nuestro criterio constructivo son demasiado largas, pues el concreto en todas las estructuras debe intentarse realizar de manera monolítica es por ello que consideramos llevar hasta 04 cuadrillas concreteras, aumentando el frente de trabajo, lo cual resulto muy beneficiosos, reduciendo el tiempo en gran cantidad, lo cual se refleja también en reducción de costos, esto también es mencionado por Aguirre (2013), el cual garantiza la reducción de plazos de construcción al igual que nuestra investigación.

Otra solución en este caso pudo ser la contratación de concreto premezclado, el cual tiene una eficiencia mayor, que a pesar del costo justifica los rendimientos de las partidas ejecutadas. En el análisis realizado, se consideraron en su mayoría 11 cuadrillas para el desarrollo de las partidas de acero, 06 cuadrillas para las partidas de encofrado y 04 cuadrillas para las partidas de concreto, las cuales duplican las cuadrillas consideradas en el expediente técnico inicial, estas modificaciones lograron aumentar la productividad, por lo que impulsamos, recomendamos y garantizamos la eficiencia de la aplicación de metodologías Lean, como Last Planner System, el cual tiene buenos resultados, no solo en edificaciones, sino en estructuras como puentes, logrando mejorar la productividad de la construcción, siendo muy superior a los métodos convencionales.

Al igual que coronel (2010), LPS logra un gran aporte a la gestión en obra, pues permite una mejor administración de los recursos con los que se cuenta, lo cual se refleja satisfactoriamente en el cumplimiento de los tiempos y el mejoramiento de la productividad dentro de las partidas.

4.3. Conclusiones

Se logró recopilar la información del encargado del proyecto el cual facilitó todos los documentos necesarios para la realización del proyecto, se revisó la información, con cual en cuestión del rendimiento se observó que fue trabajo con los rendimientos establecidos en el programa S10, debido a esto fue que no se pudo realizar el análisis del rendimiento real en obra.

Se implemento un plan intermedio utilizando la sectorización, logrando repartir el metrado de manera semejante en todos los sectores a fin de formar trenes de trabajo con duraciones metas similares. El sector 01 (zapatas), sector 02 (estribos y pilares), sector 03 (vigas diafragma) y el sector 04 (losas macizas) para cada sector se analizó las sub partidas de acero, encofrado y concreto. Como se muestra en el anexo 6.2 (pág. 98-102), se planteó cuadrillas para ver le tiempo de ejecución que le tomaría al proyecto aplicando la metodología lean estos trenes de trabajo, así como se muestra en anexo 6.3.

Se evaluó mediante la implementación del Sistema del Ultimo Planificador, con los valores de costo de ejecución y rendimientos de cada partida y subpartida del expediente brindado, debido a que se contaba con poca información de campo, por ello se realizó el seguimiento de los datos del expediente técnico con lo implementado con Last Planner evidenciándose una gran diferencia entre el tiempo-costo de ejecución , otra herramienta que se utilizó para fue las curvas de productividad con cuales se verifica entre el rendimiento presupuestado versus el rendimiento acumulado, el cual se debe tener que el rendimiento acumulado debe estar por encima del rendimiento presupuestado ya que es

significa que al personal le está tomando menos tiempo en ejecutar dicha sub partida.

Se elaboraron los cuadros de asignación de personal y los Lookahead de producción y materiales, estas herramientas nos ayudaron a determinar la cantidad de recurso humano, producción y avances meta, además de facilitar la adquisición de recursos materiales, con los cuales se observa la cantidad de personal a contratar, la cantidad de producción por partida y la cantidad de materiales necesarios para la ejecución semana a semana como lo indica el tren de actividades (ver anexo 6.4)

Como conclusión general podemos indicar que se logró elaborar una propuesta de gestión factible y favorable aplicando la metodología Last Planner System, logrando reducir costos y tiempos, además de un notable aumento de la calidad y la productividad para el proyecto Puente El Carmelo ubicado en el Distrito de Virú-Trujillo

4.4. Recomendaciones

- Se debe considerar que para el caso de puentes y otras estructuras como obras de artes los metrados pueden diferir, por lo que las sectorizaciones pueden resultar como una limitación para la aplicación de la metodología, sin embargo, puede aplicar mediante la asignación de sectores con metrado equivalente, el cual podrá mejorar los rendimientos al analizarlo de esa forma.
- Se debe realizar un control de los rendimientos en campo, es necesario corroborar que los rendimientos de diseño correspondan a una data real, y no a los rendimientos de bibliografía poco fiable.
- Se necesita realizar a profundidad los análisis de costos unitarios, a fin de que durante el desarrollo de la construcción los recursos resulten suficiente y no existan desperdicios.
- Se debe eliminar cuellos de botella en las obras, como por ejemplo los retrasos en la adquisición de materiales o problemas de almacenamiento en obra, que resultan en una reducción de la eficiencia constructiva.
- En la asignación de cuadrillas se debe considerar la constructibilidad o cantidad de personal que aporta en un metrado a ejecutar.
- En obras como puentes resulta necesaria una correcta elaboración de los expedientes técnicos, debido a que en algunos casos existen partidas que demoran demasiados días, cuando resulta necesario que los vaciados sean monolíticos, o en periodos cortos.

- Se recomienda incentivar la práctica y análisis de las metodologías Lean como herramientas de solución de retrasos, así como herramientas de apoyo constructivas productivas.

5. Referencias

- AASHTO. (1997). Guía AASHTO para diseño de estructuras de pavimentos. En I. p. Perú. Lima.
- Aguirre Asencio, C. (2013). *Implementación del Sistema del Último Planificador para la optimización de la Programación en la Construcción de viviendas masivas en el proyecto Nueva Fuerabambas-Apurímac*. Uniservidad San Martín de Porres .
- Alpizar Avalos, G. D. (2017). *Aplicación de Lean Construction a través de la metodología Last Planner para proyectos de vivienda social de FUPROVI*. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica .
- Angeli Gutierrez, C. A. (2017). *implementación del sistema last planner en edificación en altura en una empresa constructora: estudio de casos de dos edificios en las comunas de Las Condes y San Miguel*. Santiago: Universidad Andrés Bello .
- Asencios Picón, J. A. (2017). *La presente investigación presentada por la Universidad Cesar Vallejo por el ingeniero Jaisen Alejandro Asencios Picón tiene como objetivo principal mejorar la productividad de las partidas de estructuras del proyecto Caminos del Inca 390, aplicando la fi*. Universidad Cesar Vallejo .
- Baladrón Zanetti, C. (2017). *Evaluación de impactos de la implementación de metodologías lean en proyectos de desarrollo minero en la construcción*. Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile .
- Ballard, G. (1994). *What is lean construction en seventh conference of the international group for lean construction*. California: lean construction group paper 7 .
- Barría Norambuena, C. F. (2009). *Implementación del Sistema Last Planner en la construcción de viviendas*. Chile: Universidad Austral de Chile.
- Bautista Garcia, F., & Pandal Francisco, D. (2020). *Análisis de la productividad de la mano de obra en proyectos de edificación aplicando el sistema de construcción tradicional y Last planner System*. Lima: Universidad Peruana Union.
- Burga V., C. E., & Cuadros V., T. V. (2015). *Aplicación de un Sistema Logístico utilizando Last Planner System incrementando la rentabilidad Operativa del Edificio Multifamiliar Los Claveles de la empresa Constructora Representaciones Daca S.A.C*. Universidad Privada Antenor Orrego.

- Campos Deza, C., & Guadaña Chacón, O. (2019). *Implementacion del sistema last planner en la construccion de puentes metalicos caso: construccion de puente muyuna*. Lima: Universidad peruana de ciencias aplicadas .
- Castaño Jiménez, 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: Universidad EAFIT.
- Chacón Miranda, J. J. (2017). *Análisis de la aplicacion del sistema "Ultimo planificador" en proyectos de construccion de estructura metálica en el pais*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica .
- Cornejo L., K., Gonzales A., F., & Tapia M., V. (2017). *Implementación de Last Planner System en actividades de concreto armado para proyectos de edificacion industrial*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas .
- Coronel Carcelén, J. (2010). *3.1.5. Planificación y Control del Proceso Productivo en la Construcción de proyectos Civiles: Un manual / guía para la implementación del Last Planner System*. Ecuador: Pontifica Universidad Católica de Ecuador .
- De la Cruz F., J., & Neira M., S. E. (2015). *1.1.1. Aplicación de la metodología Last Planner System en la cadena de suministros para la disminución de costos operativos en obras de edificación de mediana altura en el distrito de Trujillo 2015*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Fonseca, A. M. (2002). *Ingeniería de Pavimentos para carreteras*.
- Ghio Castillo, V. (2001). *Productividad en obras de construcción , diagnostico, critica y respuesta*. Lima: Pontificia Universidad Catolica del Perú.
- Guzmán Tejada, A. (2014). *Aplicación de la filosofía Lean Contrruction en la Planificación, Programación, Ejecución y Control de Proyectos*. Pontifia Universidad Católica del Perú .
- ICG. (2015). *Manual de carrteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección: suelos y pavimentos*. Lima: Instituto de la construcción y gerencia.
- Iturbide, J. C. (2002). *Manual centroamericano para diseño de pavimentos*.
- Koskela, L. (1992). *Aplication of the new production philosophy for construction*. United Estates: University of Stanford.
- Lina, M. (2012). *Diseño de pavimento flexible y rígido*. Armenia.
- Pairazaman C., J. S., & Cesar Augusto, A. J. (2016). *Aplicación del Sistema Last Planner de la filosofía Lean Construction para la generación de valor de la obra Conjunto Residencial Golf Los Andes-Etapa II, Lurigancho-Chosica 2014*. Universidad Privada Antenor Orrego.
- Perez Balbin, R. (2019). *Evaluacion de la productividad usando last planner system en la construccion de una institucion educativa*. Huancayo: Universidad Peruana los Andes .
- Steiman, & Watson. (2014). Puentes,sociedad e ingenieria. *Informes de la construcción*, 15-16.

SUTRAN. (2003). Reglamento Nacional de Vehículos. En SUTRAN, *Reglamento Nacional de Vehículos*.

Torres M., Y. E. (2018). *Implementación del Sistema Last Planner para la mejora de la productividad de las obras de la Empresa Corporación Inmobiliaria F&F de la ciudad de Trujillo*. Universidad Privada Antenor Orrego.

Valencia Rivera, J. B. (2018). *Aplicación de Lean Construction al sector de la infraestructura vial*. Bogota: Universidad de America .

Valverde R., L. A., & Díaz V., J. C. (2019). *1.1.1. Propuesta de plan de Gestión del cronograma, recursos y calidad, con criterio del Ultimo Planificador del Proyecto Casa Blanca, Chiclayo*. Chiclayo: Universidad Privada Antenor Orrego.

02.06.02.03 ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm ² - ESTRIBO																			
Estribo																			
Aleros																			
Pilar																			
		E-1	3/4"	2.00	1.00	64.00	5.12	655.36	-	-	-	-	-	-	-	-	1,468.01	-	
		E-2	3/4"	2.00	1.00	64.00	4.26	545.28	-	-	-	-	-	-	-	-	1,221.43	-	
		E-3	3/4"	2.00	1.00	77.00	2.38	366.62	-	-	-	-	-	-	-	-	821.00	-	
		E-4	1"	2.00	1.00	77.00	21.48	3,307.66	-	-	-	-	-	-	-	-	13,131.42	-	
		E-5	1"	2.00	1.00	13.00	22.69	589.98	-	-	-	-	-	-	-	-	2,342.23	-	
		E-6	1"	2.00	1.00	35.00	11.47	802.78	-	-	-	-	-	-	-	-	3,187.06	-	
		E-7	1"	2.00	1.00	35.00	18.46	1,291.67	-	-	-	-	-	-	-	-	5,129.11	-	
		E-8	1"	2.00	1.00	35.00	21.07	1,474.90	-	-	-	-	-	-	-	-	5,855.36	-	
		E-9	3/4"	2.00	1.00	12.00	8.31	199.44	-	-	-	-	-	-	-	-	446.75	-	
		E-10	3/4"	2.00	1.00	22.00	8.31	365.64	-	-	-	-	-	-	-	-	819.03	-	
		E-11	3/4"	2.00	1.00	16.00	8.31	265.92	-	-	-	-	-	-	-	-	595.66	-	
		E-12	1"	2.00	1.00	9.00	8.31	149.58	-	-	-	-	-	-	-	-	593.63	-	
		E-13	1"	2.00	1.00	79.00	7.40	1,169.20	-	-	-	-	-	-	-	-	4,641.72	-	
		E-14	1"	2.00	1.00	79.00	7.40	1,169.20	-	-	-	-	-	-	-	-	4,641.72	-	
		E-15	1"	2.00	1.00	13.00	22.11	574.82	-	-	-	-	-	-	-	-	2,282.02	-	
		E-16	1/2"	2.00	4.00	9.00	1.00	72.00	-	-	-	-	-	-	71.57	-	-	-	
		A-1	1/2"	2.00	4.00	50.00	5.09	2,036.00	-	-	-	-	-	-	2,023.78	-	-	-	
		A-2	1/2"	2.00	4.00	14.00	10.65	1,192.80	-	-	-	-	-	-	1,185.64	-	-	-	
		E-1	1"	3.00	1.00	14.00	6.86	288.12	-	-	-	-	-	-	-	-	1,143.84	-	
		E-2	1"	3.00	1.00	2.00	6.48	38.88	-	-	-	-	-	-	-	-	154.35	-	
		E-3	1"	3.00	1.00	2.00	6.48	38.88	-	-	-	-	-	-	-	-	154.35	-	
		E-4	1"	3.00	1.00	2.00	6.48	38.88	-	-	-	-	-	-	-	-	154.35	-	
		E-5	1"	3.00	1.00	2.00	6.48	38.88	-	-	-	-	-	-	-	-	154.35	-	
		E-6	1"	3.00	1.00	14.00	6.48	272.16	-	-	-	-	-	-	-	-	1,080.48	-	
		E-7	1"	3.00	7.00	53.00	16.33	18179.00	-	-	-	-	-	-	-	-	72,170.63	-	
		E-8	1"	3.00	2.00	16.00	2.90	278.40	-	-	-	-	-	-	-	-	1,105.25	-	
		E-9	1"	3.00	2.00	16.00	6.00	576.00	-	-	-	-	-	-	-	-	2,286.72	-	
		E-10	1"	3.00	7.00	2.00	6.83	286.86	-	-	-	-	-	-	-	-	1,138.63	-	
		E-11	1"	3.00	7.00	40.00	6.83	5737.20	-	-	-	-	-	-	-	-	22,776.68	-	
		E-12	1"	3.00	7.00	48.00	6.83	6884.64	-	-	-	-	-	-	-	-	27,332.02	-	
		E-13	1/2"	3.00	1.00	37.00	4.43	491.73	-	-	-	-	-	488.78	-	-	-	-	
								Peso (kg)	-	-	-	-	-	-	3,769.77	-	5,371.88	171,456.33	180,597.99
								Varillas	-	-	-	-	-	-	421.39	-	266.46	4,798.67	
		130,140.64																	

50,457.34

02.06.03.03 ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 - VIGAS																		
		Vigas Principales																
		E-1	1"	3.00	2.00	7.00	117.46	4933.32	-	-	-	-	-	-	-	19,585.28		
		E-2	1"	3.00	2.00	7.00	117.46	4933.32	-	-	-	-	-	-	-	19,585.28		
		E-3	1"	3.00	2.00	6.00	117.46	4,228.56	-	-	-	-	-	-	-	16,787.38		
		E-4	1"	3.00	2.00	6.00	117.46	4,228.56	-	-	-	-	-	-	-	16,787.38		
		E-5	1"	3.00	2.00	4.00	117.46	2,819.04	-	-	-	-	-	-	-	11,191.59		
		E-6	1"	3.00	1.00	2.00	117.46	704.76	-	-	-	-	-	-	-	1,578.66		
		E-7	1"	3.00	1.00	2.00	117.46	704.76	-	-	-	-	-	-	-	1,578.66		
		E-8	1"	3.00	1.00	2.00	117.46	704.76	-	-	-	-	-	-	-	1,578.66		
		E-9	1"	3.00	1.00	2.00	117.46	704.76	-	-	-	-	-	-	-	1,578.66		
		Estribos de vigas principales																
		ES-1	1/2"	3.00	4.00	185.00	4.06	9,013.20	-	-	-	-	-	8,959.12	-	-		
		Vigas diafragma																
		E-1	3/4"	21.00	2.00	6.00	5.53	1,393.56	-	-	-	-	-	-	3,121.57			
		Estribos viga diafragma																
		ES-1	1/2"	21.00	1.00	30.00	3.79	2,387.70	-	-	-	-	-	2,373.37	-	-		
		Peso (kg)												21,284.62	1,441.87	9,436.22	83,936.92	116,099.63
		Varillas												2,379.23	103.23	468.07	2,349.20	

02.06.04.03 ACERO CORRUGADO $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ -LOSA MACIZA																	
		<i>Armadura losa capa superior e inferior</i>															
		E-1	1/2"	1.00	2.00	6.00	107.00	1,284.00	-	-	-	-	-	1,276.30	-	-	
		E-2	1/2"	1.00	2.00	10.00	107.00	2,140.00	-	-	-	-	-	2,127.16	-	-	
		E-3	1/2"	1.00	2.00	2.00	107.00	428.00	-	-	-	-	-	425.43	-	-	
		E-4	1/2"	1.00	2.00	2.00	107.00	428.00	-	-	-	-	-	425.43	-	-	
		E-5	5/8"	1.00	1.00	667.00	7.71	5,142.57	-	-	-	-	-	-	7,981.27	-	-
		E-6	1/2"	1.00	2.00	401.00	2.31	1,852.62	-	-	-	-	-	-	1,841.50	-	-
		E-7	1/2"	1.00	2.00	6.00	107.00	1,284.00	-	-	-	-	-	-	1,276.30	-	-
		E-8	1/2"	1.00	2.00	10.00	107.00	2,140.00	-	-	-	-	-	-	2,127.16	-	-
		E-9	5/8"	1.00	1.00	667.00	7.71	5,142.57	-	-	-	-	-	-	7,981.27	-	-
		E-10	3/8"	1.00	2.00	401.00	1.91	1,531.82	-	-	-	-	857.82	-	-	-	-
		E-11	3/8"	1.00	2.00	4.00	107.00	856.00	-	-	-	-	479.36	-	-	-	-
							Peso (kg)	-	-	-	1,337.18	-	9,499.28	15,962.54	-	-	26,799.00
							Varillas	-	-	-	265.31	-	1,061.85	1,142.79	-	-	-



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE VIRU
OFICINA DE SUB GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA URBANO RURAL



PLANILLA DE METRADOS

PROYECTO: CONSTRUCCION DEL PUENTE VEHICULAR EN EL RIO VIRU, ENTRE EL SECTOR EL CARMELO Y EL SECTOR HUANCAQUITO BAJO, DISTRITO DE VIRU – PROVINCIA DE VIRU – LA LIBERTAD
FECHA: Ago-17

2.06 OBRAS DE CONCRETO ARMADO

02.06.01 ZAPATAS

02.06.01.01 CONCRETO F'c=280 kg/cm2 PARA ZAPATAS

Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total
	Estribo Izquierdo	M3						
	Base	M3	1.00	13.00	9.60	1.10	137.28	
	Estribo Derecho	M3						
	Base	M3	1.00	13.00	9.60	1.10	137.28	
	Pilares (x03)	M3						
	Base	3.00	1.00	16.00	9.50	1.20	547.20	
	Uña lateral	3.00	2.00	16.00	0.50	2.80	134.40	
		3.00	2.00	8.50	0.50	2.80	71.40	
	Uña central	3.00	1.00	8.50	0.50	1.30	16.58	
							1044.14	

274.56

02.06.01.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA ZAPATAS

Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total
	Estribo Izquierdo	M2						
	Base	M2	2.00	-	9.60	1.10	21.12	
		M2	2.00	-	13.00	1.10	28.60	
	Estribo Derecho	M2						
	Base	M2	2.00	-	9.60	1.10	21.12	
		M2	2.00	-	13.00	1.10	28.60	99.44
	Pilares (x03)	M2						
	Uñas laterales	3.00	4.00		8.50	2.80	285.60	
		3.00	4.00		7.25	2.80	243.60	
		3.00	2.00		9.50	2.80	159.60	
	Uña central	3.00	2.00		16.00	2.80	268.80	
	Base	3.00	2.00		8.50	1.30	66.30	
		3.00	1.00		16.00	1.20	57.60	
		3.00	1.00		9.50	1.20	34.20	
							1215.14	

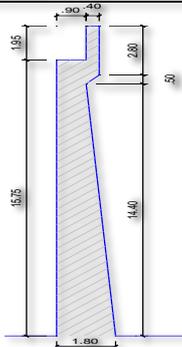
02.06.01.03 ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60

Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total
	Ver planilla de metrado de acero	KG						127,457.32

02.06.02 ESTRIBOS

02.06.02.01 CONCRETO F'c=280 kg/cm2 PARA ESTRIBO

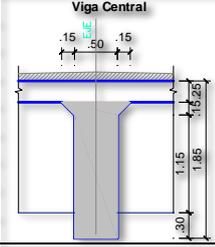
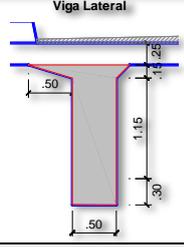
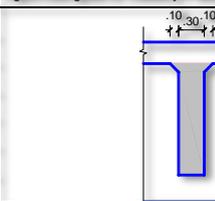
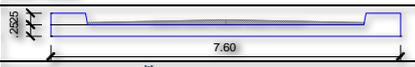
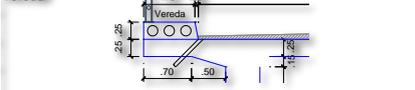
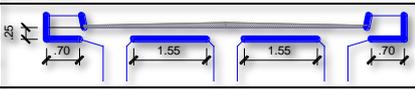
Item	Descripcion	Und.	Cant.	Area	L	Subtotal	Total
	Estribos Izquierdo y Derecho	M3					
		M3	2.00	21.87	7.60	332.42	



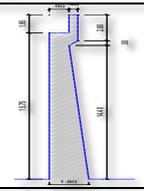
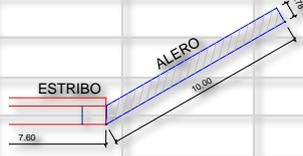
Aleros		M3	Cant.	L	A	H		
		M3	4.00	10.00	0.78	2.80	87.36	
		Base	4.00	10.00	1.40	1.00	56.00	
Pilares		M3						
		M3	3.00	16.12		11.35	548.89	
		M3	3.00	11.70		3.00	105.30	
							1,129.97	
02.06.02.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA ESTRIBOS								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total
	Estribos Izquierdo y Derecho	M2						
	Pantalla Anterior	M2	2.00		7.60	17.70	269.04	
	Pantalla Posterior	M2	2.00		7.60	17.87	271.62	
	Aleros	M2						
	Pantalla Anterior	M2	4.00	10.00		2.80	112.00	
	Pantalla Posterior	M2	4.00	9.52		2.80	106.62	
	Tapas	M2	4.00		0.78	2.80	8.74	
	Cimentacion	M2	4.00	10.00		1.00	40.00	
		M2	4.00	9.52		1.00	38.08	
		M3	4.00		1.40	1.00	5.60	
	Pilares	M2						
	Pantalla	M2	6.00		5.80	11.35	394.98	
		M2	6.00		3.00	11.35	204.30	
	Cabezal	M2	6.00		11.70		70.20	
		M2	6.00		2.50	3.00	45.00	
		M2	6.00		0.50	3.00	9.00	
							1,575.18	
02.06.02.03 ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total
	Ver planilla de metrado de acero	KG						180,597.99

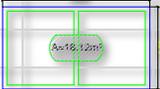
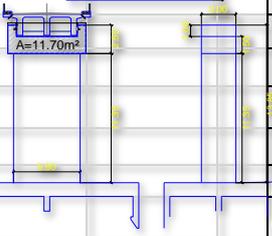
851.70

723.48

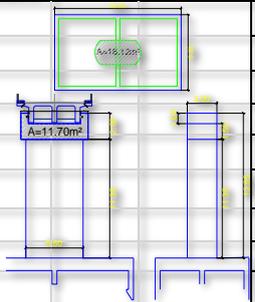
02.06.03 VIGAS								
02.06.03.01 CONCRETO FC=280 kg/cm2 PARA VIGAS								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total
	Vigas Longitudinales	M3			Area			
		M3	1.00	100.00	0.82		82.00	
		M3	2.00	100.00	0.85		170.00	
	Vigas Transversales	M3						
	Vigas Diafragma en estribos y Pilares	M3	21.00	4.20	0.40		35.28	
								
								287.28
02.06.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total
	Vigas Longitudinales	M2						
		M2	6.00		100.00	1.60	960.00	
		M2	3.00	100.00	0.50	-	150.00	
	Vigas Transversales	M2						
	Vigas Diafragma en estribos y pilares	M2	42.00	3.70		1.30	202.02	
		M2	42.00		1.85	0.30	23.31	
								1335.33
02.06.03.03 ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total
	Ver planilla de metrado de acero	KG						116,099.63
02.06.04 LOSAS MACIZAS								
02.06.04.01 CONCRETO FC=280 kg/cm2 PARA LOSA MACIZA								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total
	Losa Puente	M3						
		M3	1.00	100.00	7.60	0.25	190.00	
	Vereda	M3						
		M3	2.00	100.00	0.80	0.25	40.00	
								230.00
02.06.04.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSA MACIZA								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total
	Losa Puente	M2	2.00	100.00	0.70	-	140.00	
		M2	2.00	100.00	1.55	-	310.00	
		M3	2.00	100.00	-	0.25	50.00	
	Vereda	M2	4.00	100.00		0.25	100.00	
								600.00
02.06.04.03 ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total
	Ver planilla de metrado de acero	KG						26,799.00

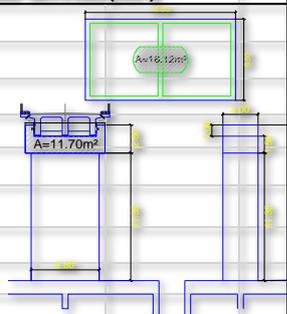
6.2. Sectorización

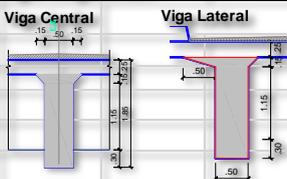
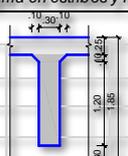
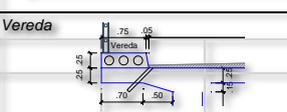
SECTOR 01. ESTRIBOS								
02.06.01.	ZAPATAS							
02.06.01.01	CONCRETO FC=280 kg/cm2 PARA ZAPATAS							
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total
1	Estribo izquierdo y derecho	M3						
	Base	M3	2.00	13.00	9.60	1.10	274.56	274.56
02.06.01.02	COFRADO Y DESECOFRADO NORMAL PARA ZAPATAS							
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total
01	Estribo izquierdo y derecho	M2						
	Base	M2	4.00	-	9.60	1.10	42.24	
		M2	4.00	-	13.00	1.10	57.20	99.44
02.06.01.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60							
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total
01	Ver planilla de metrado de acero	KG						26,565.39
02.06.02	ESTRIBOS							
02.06.02.01	CONCRETO FC=280 kg/cm2 PARA ESTRIBO							
Item	Descripcion	Und.	Cant.	Area		L	Subtotal	Total
1	Estribos izquierdo	M3						
		M3	2.00	21.87		7.60	332.42	
								
	Aleros	M3	Cant.	L	A	H		
2		M3	4.00	10.00	0.78	2.80	87.36	
		Base	4.00	10.00	1.40	1.00	56.00	
								475.78
02.06.02.02	ENCOFRADO Y DESECOFRADO NORMAL PARA ESTRIBOS							
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total
1	Estribo izquierdo y derecho	M2						
	Pantalla Anterior	M2	2.00		7.60	17.70	269.04	
	Pantalla Posterior	M2	2.00		7.60	17.87	271.62	
2	Alero izquierdo y derechi	M2						
	Pantalla Anterior	M2	4.00	10.00		2.80	112.00	
	Pantalla Posterior	M2	4.00	9.52		2.80	106.62	
	Tapas	M2	4.00		0.78	2.80	8.74	
	Cimentacion	M2	4.00	10.00		1.00	40.00	
			M2	4.00	9.52		1.00	38.08
		M3	4.00		1.40	1.00	5.60	851.70
02.06.02.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60							
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total
01	Ver planilla de metrado de acero	KG						50,457.34

SECTOR 02. PILAR IZQUIERDO									
02.06.01.	ZAPATAS								
02.06.01.01	CONCRETO FC=280 kg/cm2 PARA ZAPATAS								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total	
1	Pilar izquierdo (x01)	M3							
	Base	1.00	1.00	16.00	9.50	1.20	182.40		
	Uña lateral	1.00	2.00	16.00	0.50	2.80	44.80		
		1.00	2.00	8.50	0.50	2.80	23.80		
	Uña central	1.00	1.00	8.50	0.50	1.30	5.53		
									256.53
02.06.01.02	COFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL PARA ZAPATA								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total	
1	Pilar izquierdo (x01)	M2							
	Uñas laterales	1.00	4.00		8.50	2.80	95.20		
		1.00	4.00		7.25	2.80	81.20		
		1.00	2.00		9.50	2.80	53.20		
		1.00	2.00		16.00	2.80	89.60		
	Uña central	1.00	2.00		8.50	1.30	22.10		
	Base	1.00	1.00		16.00	1.20	19.20		
		1.00	1.00		9.50	1.20	11.40		
									371.90
02.06.01.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total	
01	Ver planilla de metrado de acero	KG							33630.64
02.06.02	ESTRIBOS								
02.06.02.01	CONCRETO FC=280 kg/cm2 PARA ESTRIBO-PILAR								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	Area		L	Subtotal	Total	
1	Pilar izquierdo (x01)	M3							
		M3	1.00	16.12		11.35	182.96		
									
		M3	1.00	11.70		3.00	35.10		
									218.06
02.06.02.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL PARA ESTRIBOS								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total	
1	Pilar izquierdo	M2							
	Pantalla	M2	2.00		5.80	11.35	131.66		
		M2	2.00		3.00	11.35	68.10		
	Cabezal	M2	2.00		11.70		23.40		
		M2	2.00		2.50	3.00	15.00		
		M2	2.00		0.50	3.00	3.00		
									241.16
02.06.02.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total	
01	Ver planilla de metrado de acero	KG							43380.21

SECTOR 03. PILAR CENTRAL									
02.06.01.	ZAPATAS								
02.06.01.01	CONCRETO FC=280 kg/cm2 PARA ZAPATAS								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total	
1	Pilare central (x01)	M3							
	Base	1.00	1.00	16.00	9.50	1.20	182.40		
	Uña lateral	1.00	2.00	16.00	0.50	2.80	44.80		
		1.00	2.00	8.50	0.50	2.80	23.80		
	Uña central	1.00	1.00	8.50	0.50	1.30	5.53		
									256.53
02.06.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA ZAPATAS								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total	
1	Pilar central(x01)	M2							
	Uñas laterales	1.00	4.00		8.50	2.80	95.20		
		1.00	4.00		7.25	2.80	81.20		
		1.00	2.00		9.50	2.80	53.20		
		1.00	2.00		16.00	2.80	89.60		
	Uña central	1.00	2.00		8.50	1.30	22.10		
	Base	1.00	1.00		16.00	1.20	19.20		
		1.00	1.00		9.50	1.20	11.40		
									371.90
02.06.01.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total	
01	Ver planilla de metrado de acero	KG							33630.64
02.06.02	ESTRIBOS								
02.06.02.01	CONCRETO FC=280 kg/cm2 PARA ESTRIBO-PILAR								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	Area	L	H	Subtotal	Total	
1	Pilares	M3							
		M3	1.00	16.12		11.35	182.96		
		M3	1.00	11.70		3.00	35.10		
									218.06
02.06.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA ESTRIBOS								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total	
1	Pilares	M2							
	Pantalla	M2	2.00		5.80	11.35	131.66		
		M2	2.00		3.00	11.35	68.10		
	Cabezal	M2	2.00		11.70		23.40		
		M2	2.00		2.50	3.00	15.00		
		M2	2.00		0.50	3.00	3.00		
									241.16
02.06.02.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total	
01	Ver planilla de metrado de acero	KG							43380.21



SECTOR 04. PILAR DERECHO									
02.06.01.	ZAPATAS								
02.06.01.01	CONCRETO FC=280 kg/cm2 PARA ZAPATAS								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total	
1	Pilare derecho (x01)	M3							
	Base	1.00	1.00	16.00	9.50	1.20	182.40		
	Uña lateral	1.00	2.00	16.00	0.50	2.80	44.80		
		1.00	2.00	8.50	0.50	2.80	23.80		
	Uña central	1.00	1.00	8.50	0.50	1.30	5.53		
									256.53
02.06.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA ZAPATA								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total	
1	Pilar derecho (x01)	M2							
	Uñas laterales	1.00	4.00		8.50	2.80	95.20		
		1.00	4.00		7.25	2.80	81.20		
		1.00	2.00		9.50	2.80	53.20		
		1.00	2.00		16.00	2.80	89.60		
	Uña central	1.00	2.00		8.50	1.30	22.10		
	Base	1.00	1.00		16.00	1.20	19.20		
		1.00	1.00		9.50	1.20	11.40		
									371.90
02.06.01.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total	
01	Ver planilla de metrado de acero	KG							33630.64
02.06.02	ESTRIBOS								
02.06.02.01	CONCRETO FC=280 kg/cm2 PARA ESTRIBO-PILAR								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	Area		L	Subtotal	Total	
1	Pilar derecho (x01)	M3							
		M3	1.00	16.12		11.35	182.96		
		M3	1.00	11.70		3.00	35.10		
									218.06
02.06.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA ESTRIBOS								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total	
1	Pilar derecho	M2							
	Pantalla	M2	2.00		5.80	11.35	131.66		
		M2	2.00		3.00	11.35	68.10		
	Cabezal	M2	2.00		11.70		23.40		
		M2	2.00		2.50	3.00	15.00		
		M2	2.00		0.50	3.00	3.00		
									241.16
02.06.02.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total	
01	Ver planilla de metrado de acero	KG							43380.21

SECTOR 05. VIGAS Y LOSA									
02.06.03	VIGAS								
02.06.03.01	CONCRETO FC=280 kg/cm2 PARA VIGAS								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total	
	Vigas Longitudinales	M3			Area				
	Viga Central	M3	1.00	100.00	0.82		82.00		
	Viga Lateral	M3	2.00	100.00	0.85		170.00		
									
	Vigas Transversales	M3							
	Vigas Diafragma en estribos y Pilares	M3	21.00	4.20	0.40		35.28		
									
									287.28
02.06.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total	
	Vigas Longitudinales	M2							
		M2	6.00		100.00	1.60	960.00		
		M2	3.00	100.00	0.50	-	150.00		
	Vigas Transversales	M2							
	Vigas Diafragma en estribos y pilares	M2	42.00	3.70		1.30	202.02		
		M2	42.00		1.85	0.30	23.31		
									1335.33
02.06.03.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total	
	Ver planilla de metrado de acero	KG							116099.63
02.06.04	LOSAS MACIZAS								
02.06.04.01	CONCRETO FC=280 kg/cm2 PARA LOSA MACIZA								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total	
	Losa Puente	M3							
		M3	1.00	100.00	7.60	0.25	190.00		
	Vereda	M3							
		M3	2.00	100.00	0.80	0.25	40.00		
									230.00
02.06.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSA MACIZA								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total	
	Losa Puente	M2	2.00	100.00	0.70	-	140.00		
		M2	2.00	100.00	1.55	-	310.00		
		M3	2.00	100.00	-	0.25	50.00		
	Vereda	M2	4.00	100.00		0.25	100.00		600.00
02.06.04.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60								
Item	Descripcion	Und.	Cant.	L	A	H	Subtotal	Total	
	Ver planilla de metrado de acero	KG							26799.00

6.3. Trenes de Trabajo

Metodología Last Planner con Lean Construcción						
Elementos estructurales	Metrados			Metrados x Sector ideal		
	Encofrado	Vaciado	Acero	Encofrado	Vaciado	Acero
Zapatas	1215.14	1044.14	127457.32	243.03	208.83	25491.46
Estribos y Pilares	1575.18	1129.97	180597.99	393.80	225.99	36119.60
Vigas y Losa	1935.33	517.28	142898.63	483.83	103.46	28579.73
Metrados x Sector x Elemento						
Acero	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Total
Zapatas	26565.39	33630.64	33630.64	33630.64		127457.32
Estribos y Pilares	50457.34	43380.21	43380.21	43380.21		180597.99
Vigas diafragma					116099.63	116099.63
Losa maciza					26799.00	26799.00
Encofrado	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Total
Zapatas	99.44	371.90	371.90	371.90		1215.14
Estribos y Pilares	851.70	241.16	241.16	241.16		1575.18
Vigas diafragma					1335.33	1335.33
Losa maciza					600.00	600.00
Concreto	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Total
Zapatas	274.56	256.53	256.53	256.53		1044.14
Estribos y Pilares	475.78	218.06	218.06	218.06		1129.97
Vigas diafragma					287.28	287.28
Losa maciza					230.00	230.00
Rendimientos x Elemento						
Elementos	Acero	Encofrado	Concreto			
Zapatas	270.00	20.00	25.00			
Estribos y Pilares	270.00	20.00	25.00			
Vigas diafragma	270.00	10.00	22.00			
Losa maciza	270.00	10.00	22.00			

Cálculo de Trenes de Trabajo para 1 día						
SECTOR 01						
Z A P A T A S	Acero					
	Zapatas Sector 1					
	Metrado	26565.39	Cuadrilla-Acero			
	Redimiento	270.00	Op	Of	Pe	
	Duración días	98.39	1.00	1.00	0.00	
	Cuadrilla	10.00	10.00	10.00	0.00	20.00
	Duración meta	9.84				
E S T R I B O S	Encofrado					
	Zapatas Sector 1					
	Metrado	99.44	Cuadrilla- Encofrado			
	Redimiento	20.00	Op	Of	Pe	
	Duración días	4.97	1.00	1.00	0.00	
	Cuadrilla	5.00	5.00	5.00	0.00	10.00
	Duración meta	0.99				
E S T R I B O S	Concreto					
	Zapatas Sector 1					
	Metrado	274.56	Cuadrilla- Vaciado concreto			
	Redimiento	25.00	Op	Of	Pe	
	Duración días	10.98	1.00	2.00	10.00	
	Cuadrilla	4.00	4.00	8.00	40.00	52.00
	Duración meta	2.75				
			13.58			
E S T R I B O S	Acero					
	Estribos Sector 1					
	Metrado	50457.34	Cuadrilla-Acero			
	Redimiento	270.00	Op	Of	Pe	
	Duración días	186.88	1.00	1.00	0.00	
	Cuadrilla	12.00	12.00	12.00	0.00	24.00
	Duración meta	15.57				
E S T R I B O S	Encofrado					
	Estribos Sector 1					
	Metrado	851.70	Cuadrilla- Vaciado concreto			
	Redimiento	20.00	Op	Of	Pe	
	Duración días	42.59	1.00	1.00	0.00	
	Cuadrilla	6.00	6.00	6.00	0.00	12.00
	Duración meta	7.10				
E S T R I B O S	Concreto					
	Estribos Sector 1					
	Metrado	475.78	Cuadrilla			
	Redimiento	25.00	Op	Of	Pe	
	Duración días	19.03	1.00	2.00	8.00	
	Cuadrilla	4.00	4.00	8.00	32.00	44.00
	Duración meta	4.76	27.43			

Cálculo de Trenes de Trabajo para 1 día

SECTOR 02

Z A P A T A S	Acero						
	Zapatas Sector 2						
	Metrado	33630.64	Cuadrilla-Acero				
	Redimiento	270.00	Op	Of	Pe		
	Duración días	124.56	1.00	1.00	0.00		
	Cuadrilla	11.00	11.00	11.00	0.00	22.00	
	Duración meta	11.32					
	Encofrado						
	Zapatas Sector 2						
	Metrado	371.90	Cuadrilla- Encofrado				
	Redimiento	20.00	Op	Of	Pe		
	Duración días	18.60	1.00	1.00	0.00		
	Cuadrilla	5.00	5.00	5.00	0.00	10.00	
	Duración meta	3.72					
	Concreto						
	Zapatas Sector 2						
	Metrado	256.53	Cuadrilla- Vaciado concreto				
	Redimiento	25.00	Op	Of	Pe		
	Duración días	10.26	1.00	2.00	10.00		
	Cuadrilla	4.00	4.00	8.00	40.00	52.00	
	Duración meta	2.57					
E S T R I B O S	Acero						
	Estribos Sector 2						
	Metrado	43380.21	Cuadrilla-Acero				
	Redimiento	270.00	Op	Of	Pe		
	Duración días	160.67	1.00	1.00	0.00		
	Cuadrilla	9.00	9.00	9.00	0.00	18.00	
	Duración meta	17.85					
O S P I L A R E S	Encofrado						
	Estribos Sector 2						
	Metrado	241.16	Cuadrilla- Vaciado concreto				
	Redimiento	20.00	Op	Of	Pe		
	Duración días	12.06	1.00	1.00	0.00		
	Cuadrilla	6.00	6.00	6.00	0.00	12.00	
	Duración meta	2.01					
	Concreto						
	Estribos Sector 2						
	Metrado	218.06	Cuadrilla				
	Redimiento	25.00	Op	Of	Pe		
	Duración días	8.72	1.00	2.00	8.00		
	Cuadrilla	4.00	4.00	8.00	32.00	44.00	
Duración meta	2.18						

Cálculo de Trenes de Trabajo para 1 día

SECTOR 03

Z A P A T A S	Acero						
	Zapatas Sector 3						
	Metrado	33630.64	Cuadrilla-Acero				
	Redimiento	270.00	Op	Of	Pe		
	Duración días	124.56	1.00	1.00	0.00		
	Cuadrilla	11.00	11.00	11.00	0.00	22.00	
	Duración meta	11.32					
E S T R I B O S	Encofrado						
	Zapatas Sector 3						
	Metrado	371.90	Cuadrilla- Encofrado				
	Redimiento	20.00	Op	Of	Pe		
	Duración días	18.60	1.00	1.00	0.00		
	Cuadrilla	5.00	5.00	5.00	0.00	10.00	
	Duración meta	3.72					
E S T R I B O S	Concreto						
	Zapatas Sector 3						
	Metrado	256.53	Cuadrilla- Vaciado concreto				
	Redimiento	25.00	Op	Of	Pe		
	Duración días	10.26	1.00	2.00	10.00		
	Cuadrilla	4.00	4.00	8.00	40.00	52.00	
	Duración meta	2.57					
E S T R I B O S	Acero						
	Estribos Sector 3						
	Metrado	43380.21	Cuadrilla-Acero				
	Redimiento	270.00	Op	Of	Pe		
	Duración días	160.67	1.00	1.00	0.00		
	Cuadrilla	9.00	9.00	9.00	0.00	18.00	
	Duración meta	17.85					
E S T R I B O S	Encofrado						
	Estribos Sector 3						
	Metrado	241.16	Cuadrilla- Vaciado concreto				
	Redimiento	20.00	Op	Of	Pe		
	Duración días	12.06	1.00	1.00	0.00		
	Cuadrilla	6.00	6.00	6.00	0.00	12.00	
	Duración meta	2.01					
E S T R I B O S	Concreto						
	Estribos Sector 3						
	Metrado	218.06	Cuadrilla				
	Redimiento	25.00	Op	Of	Pe		
	Duración días	8.72	1.00	2.00	8.00		
	Cuadrilla	4.00	4.00	8.00	32.00	44.00	
	Duración meta	2.18					

Cálculo de Trenes de Trabajo para 1 día

SECTOR 04

Z A P A T A S	Acero						
	Zapatas Sector 4						
	Metrado	33630.64	Cuadrilla-Acero				
	Redimiento	270.00	Op	Of	Pe		
	Duración días	124.56	1.00	1.00	0.00		
	Cuadrilla	11.00	11.00	11.00	0.00	22.00	
	Duración meta	11.32					
E S T R I B O S	Acero						
	Estribos Sector 4						
	Metrado	43380.21	Cuadrilla-Acero				
	Redimiento	270.00	Op	Of	Pe		
	Duración días	160.67	1.00	1.00	0.00		
	Cuadrilla	9.00	9.00	9.00	0.00	18.00	
	Duración meta	17.85					
O P I L A R E S	Concreto						
	Zapatas Sector 4						
	Metrado	256.53	Cuadrilla- Vaciado concreto				
	Redimiento	25.00	Op	Of	Pe		
	Duración días	10.26	1.00	2.00	10.00		
	Cuadrilla	4.00	4.00	8.00	40.00	52.00	
	Duración meta	2.57					
O P I L A R E S	Concreto						
	Estribos Sector 4						
	Metrado	241.16	Cuadrilla- Vaciado concreto				
	Redimiento	20.00	Op	Of	Pe		
	Duración días	12.06	1.00	1.00	0.00		
	Cuadrilla	6.00	6.00	6.00	0.00	12.00	
	Duración meta	2.01					
O P I L A R E S	Concreto						
	Estribos Sector 4						
	Metrado	218.06	Cuadrilla				
	Redimiento	25.00	Op	Of	Pe		
	Duración días	8.72	1.00	2.00	8.00		
	Cuadrilla	4.00	4.00	8.00	32.00	44.00	
	Duración meta	2.18					

Cálculo de Trenes de Trabajo para 1 día

SECTOR 05

V I G A S D I A F R A G M A	Acero						
	Vigas	Sector 5					
	Metrado	116099.63	Cuadrilla-Acero				
	Redimiento	270.00	Op	Of	Pe		
	Duración días	430.00	1.00	1.00	0.00		
	Cuadrilla	15.00	15.00	15.00	0.00	30.00	
	Duración meta	28.67					
	Encofrado						
	Vigas	Sector 5					
	Metrado	1335.33	Cuadrilla- Encofrado				
	Redimiento	10.00	Op	Of	Pe		
	Duración días	133.53	1.00	1.00	0.00		
	Cuadrilla	12.00	12.00	12.00	0.00	24.00	
	Duración meta	11.13					
Concreto							
Vigas	Sector 5						
Metrado	287.28	Cuadrilla- Vaciado concreto					
Redimiento	22.00	Op	Of	Pe			
Duración días	13.06	1.00	2.00	10.00			
Cuadrilla	6.00	6.00	12.00	60.00	78.00		
Duración meta	2.18						
L O S A M A C I Z A	Acero						
	Losa Maciza	Sector 5					
	Metrado	26799.00	Cuadrilla-Acero				
	Redimiento	270.00	Op	Of	Pe		
	Duración días	99.26	1.00	1.00	0.00		
	Cuadrilla	15.00	15.00	15.00	0.00	30.00	
	Duración meta	6.62					
	Encofrado						
	Losa Maciza	Sector 5					
	Metrado	600.00	Cuadrilla- Vaciado concreto				
	Redimiento	10.00	Op	Of	Pe		
	Duración días	60.00	1.00	1.00	0.00		
	Cuadrilla	10.00	10.00	10.00	0.00	20.00	
	Duración meta	6.00					
	Concreto						
	Losa Maciza	Sector 5					
	Metrado	230.00	Cuadrilla				
	Redimiento	22.00	Op	Of	Pe		
Duración días	10.45	1.00	2.00	10.00			
Cuadrilla	6.00	6.00	12.00	60.00	78.00		
Duración meta	1.74						

6.4. Tren de actividades

Tren de Actividades																				
Actividades	SEMANAS																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Partidas de movimientos de tierras y otras en paralelo en la construcción de toda la obra.																				
OBRAS DE CONCRETO ARMADO																				
ACERO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS	S1	S1	S2	S2		S3	S3		S4	S4										
ENCOFRADO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS		S1			S2			S3			S4									
CONCRETO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS			S1		S2			S3			S4									
ACERO EN ESTRIBOS Y PILARES			S1	S1	S1	S2	S2	S2	S3	S3	S3	S4	S4	S4						
ENCOFRADO DE ZAPATAS					S1	S1			S2			S3				S4				
VACIADO DE CONCRETO EN ESTRIBOS Y PILARES						S1			S2			S3			S4					
ACERO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA										S5	S5	S5	S5	S5	S5					
ENCOFRADO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA														S5	S5	S5				
VACIADO DE CONCRETO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA																	S5			
Partidas complementarias y señalización vial para apertura de tránsito de puente.																				

6.5. Lookahead

Tren de Actividades																		
ACTIVIDADES	SEMANAS																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>construcción de toda la obra.</i>																		
OBRAS DE CONCRETO ARMADO																		
ACERO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS	S1	S1	S2	S2		S3	S3		S4	S4								
ENCOFRADO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS		S1			S2			S3			S4							
CONCRETO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS			S1		S2			S3			S4							
ACERO EN ESTRIBOS Y PILARES			S1	S1	S1	S2	S2	S2	S3	S3	S3	S4	S4	S4				
ENCOFRADO DE ESTRIBOS Y PILARES					S1	S1			S2			S3			S4			
VACIADO DE CONCRETO EN ESTRIBOS Y PILARES						S1			S2			S3			S4			
ACERO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA										S5	S5	S5	S5	S5	S5			
ENCOFRADO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA														S5	S5	S5		
VACIADO DE CONCRETO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA																	S5	
<i>de puente.</i>																		
OPERARIOS	SEMANAS																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>construcción de toda la obra.</i>																		
OBRAS DE CONCRETO ARMADO																		
ACERO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS	10	10	11	11		11	11		11	11								
ENCOFRADO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS		5			5			5			5							
CONCRETO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS			4		4			4			4							
ACERO EN ESTRIBOS Y PILARES			12	12	12	9	9	9	9	9	9	9	9	9				
ENCOFRADO DE ESTRIBOS Y PILARES					6	6			6			6			6			
VACIADO DE CONCRETO EN ESTRIBOS Y PILARES						4			4			4			4			
ACERO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA										15	15	15	15	15	15			
ENCOFRADO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA														12	12	12		
VACIADO DE CONCRETO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA																		6
<i>Partidas complementarias y señalización vial para apertura de tránsito</i>																		
SUBTOTAL DE TRABAJADORES: OPERARIOS	10	15	27	23	27	30	20	18	30	35	33	34	24	36	37	12		6

OFICIALES	SEMANAS																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
construcción de toda la obra.																		
OBRAS DE CONCRETO ARMADO																		
ACERO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS	10	10	11	11		11	11		11	11								
ENCOFRADO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS		5			5			5			5							
CONCRETO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS			8		8			8			8							
ACERO EN ESTRIBOS Y PILARES			12	12	12	9	9	9	9	9	9	9	9	9				
ENCOFRADO DE ESTRIBOS Y PILARES					6	6			6			6			6			
VACIADO DE CONCRETO EN ESTRIBOS Y PILARES						8			8			8			8			
ACERO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA										15	15	15	15	15	15	15		
ENCOFRADO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA														12	12	12		
VACIADO DE CONCRETO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA																		12
Partidas complementarias y señalización vial para apertura de tránsito																		
SUBTOTAL DE TRABAJADORES: OFICIALES	10	15	31	23	31	34	20	22	34	35	37	38	24	36	41	12	12	
PEONES	SEMANAS																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
construcción de toda la obra.																		
OBRAS DE CONCRETO ARMADO																		
ACERO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS	0	0	0	0		0	0		0	0								
ENCOFRADO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS		0			0			0			0							
CONCRETO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS			40		40			40			40							
ACERO EN ESTRIBOS Y PILARES			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
ENCOFRADO DE ESTRIBOS Y PILARES					0	0			0			0			0			
VACIADO DE CONCRETO EN ESTRIBOS Y PILARES						32			32			32			32			
ACERO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA										0	0	0	0	0	0	0		
ENCOFRADO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA														0	0	0	0	
VACIADO DE CONCRETO EN VIGAS DIAFRAGMA Y LOSA																		60
Partidas complementarias y señalización vial para apertura de tránsito																		
SUBTOTAL DE TRABAJADORES: PEONES	0	0	40	0	40	32	0	40	32	0	40	32	0	0	32	0	60	
CUADRO DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL (CAP)	SEMANAS																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
OPERARIOS	10	15	27	23	27	30	20	18	30	35	33	34	24	36	37	12	6	
OFICIALES	10	15	31	23	31	34	20	22	34	35	37	38	24	36	41	12	12	
PEONES	0	0	40	0	40	32	0	40	32	0	40	32	0	0	32	0	60	
TOTAL DE TRABAJADORES POR SEMANA	20	30	98	46	98	96	40	80	96	70	110	104	48	72	110	24	78	

SECTOR 01										
PARTIDA:	ACERO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS			UND:	KG/DIA	REND.	270		JORNAL (H):	8
NOMBRE DEL RECURSO	TIPO	UND.	TASA (\$/I)	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE		
OPERARIO	Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.0296	S/ 0.59	26,565.39	787.12		
OFICIAL	Trabajo	hh	S/ 16.47	1.00	0.0296	S/ 0.49	26,565.39	787.12		
ALAMBRE NEGRO #16	Materia	kg	S/ 2.97		0.02	S/ 0.06	26,565.39	531.31		
ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	Materia	kg	S/ 2.47		1.05	S/ 2.59	26,565.39	2783.66		
HERRAMIENTAS MANUALES	Equipo/Herramientas.	%	S/ 1.08		5.00%	S/ 0.05	26,565.39	1328.27		
PARTIDA:	ENCOFRADO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS			UND:	P2/DIA	REND.	20		JORNAL (H):	8
NOMBRE DEL RECURSO	TIPO	UND.	TASA (\$/I)	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE		
OPERARIO	Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.4000	S/ 8.03	99.44	39.78		
OFICIAL	Trabajo	hh	S/ 16.47	1.00	0.4000	S/ 6.59	99.44	39.78		
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO #8	Materia	kg	S/ 2.97		0.2000	S/ 0.59	99.44	223.14		
CLAVOS DE ALAMBRE PARA MADERA C/C DE 3"	Materia	kg	S/ 2.97		0.2000	S/ 0.59	99.44	19.89		
PERNO DE ANCLAJE P. ENCOF. 1/2" X 0.50 M.	Materia	pza	S/ 8.00		0.2000	S/ 1.60	99.44	19.89		
ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS	Materia	gal	S/ 101.70		0.0500	S/ 5.09	99.44	4.97		
MADERA TORNILLO	Materia	p2	S/ 4.45		2.1000	S/ 9.35	99.44	208.82		
TRIPLAY LUPUNA DE 4' X 8' X 19 mm.	Materia	pl	S/ 79.66		0.0500	S/ 3.98	99.44	4.97		
TUBERIA PVC SAP PRESIÓN C-10 DE 3"	Materia	m.	S/ 7.63		0.2000	S/ 1.53	99.44	19.89		
HERRAMIENTAS MANUALES	Equipo/Herramientas.	%	S/ 14.62		3.00%	S/ 0.44	99.44	2.98		
PARTIDA:	CONCRETO EN ZAPATAS DE ESTRIBOS			UND:	P2/DIA	REND.	25		JORNAL (H):	8
NOMBRE DEL RECURSO	TIPO	UND.	TASA (\$/I)	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE		
OPERARIO	Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.3200	S/ 6.42	274.56	87.86		
OFICIAL	Trabajo	hh	S/ 16.47	2.00	0.6400	S/ 10.54	274.56	175.72		
PEON	Trabajo	hh	S/ 14.81	10.00	3.2000	S/ 47.39	274.56	878.59		
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	Materia	m3	S/ 50.85		0.8500	S/ 43.22	274.56	233.38		
CEMENTO PORTLAND TIPO M5 (42.5 kg)	Materia	bls	S/ 20.77		13.0000	S/ 270.01	274.56	3569.28		
ARENA GRUESA	Materia	m3	S/ 23.73		0.4200	S/ 9.97	274.56	115.32		
ADITIVO DE FRAGUADO RAPIDO	Materia	gal	S/ 56.02		0.2000	S/ 11.20	274.56	54.91		
AGUA	Materia	m3	S/ 8.00		0.1492	S/ 1.19	274.56	40.96		
HERRAMIENTAS MANUALES	Equipo/Herramientas.	%	S/ 64.36		3.00%	S/ 1.93	274.56	8.24		
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40'	Equipo/Herramientas.	hm	S/ 5.71	0.50	0.16	S/ 0.91	274.56	43.93		
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18HP 11p3	Equipo/Herramientas.	hm	S/ 11.16	1.00	0.32	S/ 3.57	274.56	87.86		
PARTIDA:	ACERO EN ESTRIBOS			UND:	KG/DIA	REND.	270		JORNAL (H):	8
NOMBRE DEL RECURSO	TIPO	UND.	TASA (\$/I)	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE		
OPERARIO	Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.0296	S/ 0.59	50,457.34	1495.03		
OFICIAL	Trabajo	hh	S/ 16.47	1.00	0.0296	S/ 0.49	50,457.34	1495.03		
ALAMBRE NEGRO #16	Materia	kg	S/ 2.97		0.02	S/ 0.06	50,457.34	1009.15		
ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	Materia	kg	S/ 2.47		1.05	S/ 2.59	50,457.34	5290.21		
HERRAMIENTAS MANUALES	Equipo/Herramientas.	%	S/ 1.08		5.00%	S/ 0.05	50,457.34	2522.87		
PARTIDA:	ENCOFRADO EN ESTRIBOS			UND:	P2/DIA	REND.	20		JORNAL (H):	8
NOMBRE DEL RECURSO	TIPO	UND.	TASA (\$/I)	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE		
OPERARIO	Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.4000	S/ 8.03	851.70	340.68		
OFICIAL	Trabajo	hh	S/ 16.47	1.00	0.4000	S/ 6.59	851.70	340.68		
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO #8	Materia	kg	S/ 2.97		0.2000	S/ 0.59	851.70	170.34		
CLAVOS DE ALAMBRE PARA MADERA C/C DE 3"	Materia	kg	S/ 2.97		0.2000	S/ 0.59	851.70	170.34		
PERNO DE ANCLAJE P. ENCOF. 1/2" X 0.50 M.	Materia	pza	S/ 8.00		0.2000	S/ 1.60	851.70	170.34		
ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS	Materia	gal	S/ 101.70		0.0500	S/ 5.09	851.70	42.59		
MADERA TORNILLO	Materia	p2	S/ 4.45		2.1000	S/ 9.35	851.70	1788.58		
TRIPLAY LUPUNA DE 4' X 8' X 19 mm.	Materia	pl	S/ 79.66		0.0500	S/ 3.98	851.70	42.59		
TUBERIA PVC SAP PRESIÓN C-10 DE 3"	Materia	m.	S/ 7.63		0.2000	S/ 1.53	851.70	170.34		
HERRAMIENTAS MANUALES	Equipo/Herramientas.	%	S/ 14.62		3.00%	S/ 0.44	851.70	25.55		
PARTIDA:	CONCRETO EN ESTRIBOS			UND:	P2/DIA	REND.	25		JORNAL (H):	8
NOMBRE DEL RECURSO	TIPO	UND.	TASA (\$/I)	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE		
OPERARIO	Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.3200	S/ 6.42	475.78	152.25		
OFICIAL	Trabajo	hh	S/ 16.47	2.00	0.6400	S/ 10.54	475.78	304.50		
PEON	Trabajo	hh	S/ 14.81	10.00	3.2000	S/ 47.39	475.78	1522.51		
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	Materia	m3	S/ 50.85		0.8500	S/ 43.22	475.78	404.42		
CEMENTO PORTLAND TIPO M5 (42.5 kg)	Materia	bls	S/ 20.77		13.0000	S/ 270.01	475.78	6185.19		
ARENA GRUESA	Materia	m3	S/ 23.73		0.4200	S/ 9.97	475.78	199.83		
ADITIVO DE FRAGUADO RAPIDO	Materia	gal	S/ 56.02		0.2000	S/ 11.20	475.78	95.16		
AGUA	Materia	m3	S/ 8.00		0.1492	S/ 1.19	475.78	70.99		
HERRAMIENTAS MANUALES	Equipo/Herramientas.	%	S/ 64.36		3.00%	S/ 1.93	475.78	14.27		
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40'	Equipo/Herramientas.	hm	S/ 5.71	0.50	0.16	S/ 0.91	475.78	76.13		
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18HP 11p3	Equipo/Herramientas.	hm	S/ 11.16	1.00	0.32	S/ 3.57	475.78	152.25		

SECTOR 02

PARTIDA:	ACERO EN ZAPATAS DE PILAR IZQUIERDO		UND:	KG/DIA	REND.	270		JORNAL (H):	8
NOMBRE DEL RECURSO	TIPO	UND.	TASA [\$/]	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE	
OPERARIO	Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.0296	S/ 0.59	33,630.64	996.46	
OFICIAL	Trabajo	hh	S/ 16.47	1.00	0.0296	S/ 0.49	33,630.64	996.46	
ALAMBRE NEGRO #16	Material	kg	S/ 2.97		0.02	S/ 0.06	33,630.64	672.61	
ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	Material	kg	S/ 2.47		1.05	S/ 2.59	33,630.64	35312.18	
HERRAMIENTAS MANUALES	Equipo/Herramientas.	%	S/ 1.08		5.00%	S/ 0.05	33,630.64	1681.53	

PARTIDA:	ENCOFRADO EN ZAPATAS DE PLAR IZQUIERDO		UND:	P2/DIA	REND.	20		JORNAL (H):	8
NOMBRE DEL RECURSO	TIPO	UND.	TASA [\$/]	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE	
OPERARIO	Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.4000	S/ 8.03	371.90	148.76	
OFICIAL	Trabajo	hh	S/ 16.47	1.00	0.4000	S/ 6.59	371.90	148.76	
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO #8	Material	kg	S/ 2.97		0.2000	S/ 0.59	371.90	74.38	
CLAVOS DE ALAMBRE PARA MADERA C/C DE 3"	Material	kg	S/ 2.97		0.2000	S/ 0.59	371.90	74.38	
PERNO DE ANCLAJE P. ENCOF. 1/2" X 0.50 M.	Material	pza	S/ 8.00		0.2000	S/ 1.60	371.90	74.38	
ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS	Material	gal	S/ 101.70		0.0500	S/ 5.09	371.90	18.60	
MADERA TORNILLO	Material	p2	S/ 4.45		2.1000	S/ 9.35	371.90	780.99	
TRIPLAY LUPUNA DE 4' X 8'X 19 mm.	Material	pl	S/ 79.66		0.0500	S/ 3.98	371.90	18.60	
TUBERIA PVC SAP PRESIÓN C-10 DE 3"	Material	m.	S/ 7.63		0.2000	S/ 1.53	371.90	74.38	
HERRAMIENTAS MANUALES	Equipo/Herramientas.	%	S/ 14.62		3.00%	S/ 0.44	371.90	11.16	

PARTIDA:	CONCRETO EN ZAPATAS DE PILAR IZQUIERDO		UND:	P2/DIA	REND.	25		JORNAL (H):	8
NOMBRE DEL RECURSO	TIPO	UND.	TASA [\$/]	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE	
OPERARIO	Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.3200	S/ 6.42	256.53	82.09	
OFICIAL	Trabajo	hh	S/ 16.47	2.00	0.6400	S/ 10.54	256.53	164.18	
PEON	Trabajo	hh	S/ 14.81	10.00	3.2000	S/ 47.39	256.53	820.88	
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	Material	m3	S/ 50.85		0.8500	S/ 43.22	256.53	218.05	
CEMENTO PORTLAND TIPO M5 (42.5 kg)	Material	bls	S/ 20.77		13.0000	S/ 270.01	256.53	3334.83	
ARENA GRUESA	Material	m3	S/ 23.73		0.4200	S/ 9.97	256.53	107.74	
ADITIVO DE FRAGUADO RAPIDO	Material	gal	S/ 56.02		0.2000	S/ 11.20	256.53	51.31	
AGUA	Material	m3	S/ 8.00		0.1492	S/ 1.19	256.53	38.27	
HERRAMIENTAS MANUALES	Equipo/Herramientas.	%	S/ 64.36		3.00%	S/ 1.93	256.53	7.70	
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	Equipo/Herramientas.	hm	S/ 5.71	0.50	0.16	S/ 0.91	256.53	41.04	
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18HP 11p3	Equipo/Herramientas.	hm	S/ 11.16	1.00	0.32	S/ 3.57	256.53	82.09	

PARTIDA:	ACERO EN PILAR IZQUIERDO		UND:	KG/DIA	REND.	270		JORNAL (H):	8
NOMBRE DEL RECURSO	TIPO	UND.	TASA [\$/]	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE	
OPERARIO	Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.0296	S/ 0.59	43,380.21	1285.34	
OFICIAL	Trabajo	hh	S/ 16.47	1.00	0.0296	S/ 0.49	43,380.21	1285.34	
ALAMBRE NEGRO #16	Material	kg	S/ 2.97		0.02	S/ 0.06	43,380.21	867.60	
ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	Material	kg	S/ 2.47		1.05	S/ 2.59	43,380.21	45549.22	
HERRAMIENTAS MANUALES	Equipo/Herramientas.	%	S/ 1.08		5.00%	S/ 0.05	43,380.21	2169.01	

PARTIDA:	ENCOFRADO EN PILAR IZQUIERDO		UND:	P2/DIA	REND.	20		JORNAL (H):	8
NOMBRE DEL RECURSO	TIPO	UND.	TASA [\$/]	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE	
OPERARIO	Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.4000	S/ 8.03	241.16	96.46	
OFICIAL	Trabajo	hh	S/ 16.47	1.00	0.4000	S/ 6.59	241.16	96.46	
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO #8	Material	kg	S/ 2.97		0.2000	S/ 0.59	241.16	48.23	
CLAVOS DE ALAMBRE PARA MADERA C/C DE 3"	Material	kg	S/ 2.97		0.2000	S/ 0.59	241.16	48.23	
PERNO DE ANCLAJE P. ENCOF. 1/2" X 0.50 M.	Material	pza	S/ 8.00		0.2000	S/ 1.60	241.16	48.23	
ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS	Material	gal	S/ 101.70		0.0500	S/ 5.09	241.16	12.06	
MADERA TORNILLO	Material	p2	S/ 4.45		2.1000	S/ 9.35	241.16	506.44	
TRIPLAY LUPUNA DE 4' X 8'X 19 mm.	Material	pl	S/ 79.66		0.0500	S/ 3.98	241.16	12.06	
TUBERIA PVC SAP PRESIÓN C-10 DE 3"	Material	m.	S/ 7.63		0.2000	S/ 1.53	241.16	48.23	
HERRAMIENTAS MANUALES	Equipo/Herramientas.	%	S/ 14.62		3.00%	S/ 0.44	241.16	7.23	

PARTIDA:	CONCRETO EN PILAR IZQUIERDO		UND:	P2/DIA	REND.	25		JORNAL (H):	8
NOMBRE DEL RECURSO	TIPO	UND.	TASA [\$/]	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE	
OPERARIO	Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.3200	S/ 6.42	218.06	69.78	
OFICIAL	Trabajo	hh	S/ 16.47	2.00	0.6400	S/ 10.54	218.06	139.56	
PEON	Trabajo	hh	S/ 14.81	10.00	3.2000	S/ 47.39	218.06	697.80	
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	Material	m3	S/ 50.85		0.8500	S/ 43.22	218.06	185.35	
CEMENTO PORTLAND TIPO M5 (42.5 kg)	Material	bls	S/ 20.77		13.0000	S/ 270.01	218.06	2834.81	
ARENA GRUESA	Material	m3	S/ 23.73		0.4200	S/ 9.97	218.06	91.59	
ADITIVO DE FRAGUADO RAPIDO	Material	gal	S/ 56.02		0.2000	S/ 11.20	218.06	43.61	
AGUA	Material	m3	S/ 8.00		0.1492	S/ 1.19	218.06	32.53	
HERRAMIENTAS MANUALES	Equipo/Herramientas.	%	S/ 64.36		3.00%	S/ 1.93	218.06	6.54	
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	Equipo/Herramientas.	hm	S/ 5.71	0.50	0.16	S/ 0.91	218.06	34.89	
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18HP 11p3	Equipo/Herramientas.	hm	S/ 11.16	1.00	0.32	S/ 3.57	218.06	69.78	

SECTOR 03										
PARTIDA:	ACERO EN ZAPATAS DE PILAR CENTRAL			UND:	KG/DIA	REND.	270		JORNAL (H):	8
NOMBRE DEL RECURSO		TIPO	UND.	TASA [\$/J]	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE	
OPERARIO		Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.0296	S/ 0.59	33,630.64	996.46	
OFICIAL		Trabajo	hh	S/ 16.47	1.00	0.0296	S/ 0.49	33,630.64	996.46	
ALAMBRE NEGRO #16		Material	kg.	S/ 2.97		0.02	S/ 0.06	33,630.64	672.61	
ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60		Material	kg.	S/ 2.47		1.05	S/ 2.59	33,630.64	35312.18	
HERRAMIENTAS MANUALES		Equipo/Herramientas.	%	S/ 1.08		5.00%	S/ 0.05	33,630.64	1681.53	
PARTIDA:	ENCOFRADO EN ZAPATAS DE PILAR CENTRAL			UND:	P2/DIA	REND.	20		JORNAL (H):	8
NOMBRE DEL RECURSO		TIPO	UND.	TASA [\$/J]	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE	
OPERARIO		Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.4000	S/ 8.03	371.90	148.76	
OFICIAL		Trabajo	hh	S/ 16.47	1.00	0.4000	S/ 6.59	371.90	148.76	
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO #8		Material	kg	S/ 2.97		0.2000	S/ 0.59	371.90	74.38	
CLAVOS DE ALAMBRE PARA MADERA C/C DE 3"		Material	kg	S/ 2.97		0.2000	S/ 0.59	371.90	74.38	
PERNO DE ANCLAJE P. ENCOF. 1/2" X 0.50 M.		Material	pza	S/ 8.00		0.2000	S/ 1.60	371.90	74.38	
ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS		Material	gal	S/ 101.70		0.0500	S/ 5.09	371.90	18.60	
MADERA TORNILLO		Material	p2	S/ 4.45		2.1000	S/ 9.35	371.90	780.99	
TRIPLAY LUPUNA DE 4' X 8' X 19 mm.		Material	pl	S/ 79.66		0.0500	S/ 3.98	371.90	18.60	
TUBERIA PVC SAP PRESION C-10 DE 3"		Material	m.	S/ 7.63		0.2000	S/ 1.53	371.90	74.38	
HERRAMIENTAS MANUALES		Equipo/Herramientas.	%	S/ 14.62		3.00%	S/ 0.44	371.90	11.16	
PARTIDA:	CONCRETO EN ZAPATAS DE PILAR CENTRAL			UND:	P2/DIA	REND.	25		JORNAL (H):	8
NOMBRE DEL RECURSO		TIPO	UND.	TASA [\$/J]	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE	
OPERARIO		Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.3200	S/ 6.42	256.53	82.09	
OFICIAL		Trabajo	hh	S/ 16.47	2.00	0.6400	S/ 10.54	256.53	164.18	
PEON		Trabajo	hh	S/ 14.81	10.00	3.2000	S/ 47.39	256.53	820.88	
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		Material	m3	S/ 50.85		0.8500	S/ 43.22	256.53	218.05	
CEMENTO PORTLAND TIPO M5 (42.5 kg)		Material	bls	S/ 20.77		13.0000	S/ 270.01	256.53	3334.83	
ARENA GRUESA		Material	m3	S/ 23.73		0.4200	S/ 9.97	256.53	107.74	
ADITIVO DE FRAGUADO RAPIDO		Material	gal	S/ 56.02		0.2000	S/ 11.20	256.53	51.31	
AGUA		Material	m3	S/ 8.00		0.1492	S/ 1.19	256.53	38.27	
HERRAMIENTAS MANUALES		Equipo/Herramientas.	%	S/ 64.36		3.00%	S/ 1.93	256.53	7.70	
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"		Equipo/Herramientas.	hm	S/ 5.71	0.50	0.16	S/ 0.91	256.53	41.04	
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18HP 11p3		Equipo/Herramientas.	hm	S/ 11.16	1.00	0.32	S/ 3.57	256.53	82.09	
PARTIDA:	ACERO EN PILAR CENTRAL			UND:	KG/DIA	REND.	270		JORNAL (H):	8
NOMBRE DEL RECURSO		TIPO	UND.	TASA [\$/J]	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE	
OPERARIO		Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.0296	S/ 0.59	43,380.21	1285.34	
OFICIAL		Trabajo	hh	S/ 16.47	1.00	0.0296	S/ 0.49	43,380.21	1285.34	
ALAMBRE NEGRO #16		Material	kg.	S/ 2.97		0.02	S/ 0.06	43,380.21	867.60	
ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60		Material	kg.	S/ 2.47		1.05	S/ 2.59	43,380.21	45549.22	
HERRAMIENTAS MANUALES		Equipo/Herramientas.	%	S/ 1.08		5.00%	S/ 0.05	43,380.21	2169.01	
PARTIDA:	ENCOFRADO EN PILAR CENTRAL			UND:	P2/DIA	REND.	20		JORNAL (H):	8
NOMBRE DEL RECURSO		TIPO	UND.	TASA [\$/J]	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE	
OPERARIO		Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.4000	S/ 8.03	241.16	96.46	
OFICIAL		Trabajo	hh	S/ 16.47	1.00	0.4000	S/ 6.59	241.16	96.46	
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO #8		Material	kg	S/ 2.97		0.2000	S/ 0.59	241.16	48.23	
CLAVOS DE ALAMBRE PARA MADERA C/C DE 3"		Material	kg	S/ 2.97		0.2000	S/ 0.59	241.16	48.23	
PERNO DE ANCLAJE P. ENCOF. 1/2" X 0.50 M.		Material	pza	S/ 8.00		0.2000	S/ 1.60	241.16	48.23	
ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS		Material	gal	S/ 101.70		0.0500	S/ 5.09	241.16	12.06	
MADERA TORNILLO		Material	p2	S/ 4.45		2.1000	S/ 9.35	241.16	506.44	
TRIPLAY LUPUNA DE 4' X 8' X 19 mm.		Material	pl	S/ 79.66		0.0500	S/ 3.98	241.16	12.06	
TUBERIA PVC SAP PRESION C-10 DE 3"		Material	m.	S/ 7.63		0.2000	S/ 1.53	241.16	48.23	
HERRAMIENTAS MANUALES		Equipo/Herramientas.	%	S/ 14.62		3.00%	S/ 0.44	241.16	7.23	
PARTIDA:	CONCRETO EN PILAR CENTRAL			UND:	P2/DIA	REND.	25		JORNAL (H):	8
NOMBRE DEL RECURSO		TIPO	UND.	TASA [\$/J]	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE	
OPERARIO		Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.3200	S/ 6.42	218.06	69.78	
OFICIAL		Trabajo	hh	S/ 16.47	2.00	0.6400	S/ 10.54	218.06	139.56	
PEON		Trabajo	hh	S/ 14.81	10.00	3.2000	S/ 47.39	218.06	697.80	
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		Material	m3	S/ 50.85		0.8500	S/ 43.22	218.06	185.35	
CEMENTO PORTLAND TIPO M5 (42.5 kg)		Material	bls	S/ 20.77		13.0000	S/ 270.01	218.06	2834.81	
ARENA GRUESA		Material	m3	S/ 23.73		0.4200	S/ 9.97	218.06	91.59	
ADITIVO DE FRAGUADO RAPIDO		Material	gal	S/ 56.02		0.2000	S/ 11.20	218.06	43.61	
AGUA		Material	m3	S/ 8.00		0.1492	S/ 1.19	218.06	32.53	
HERRAMIENTAS MANUALES		Equipo/Herramientas.	%	S/ 64.36		3.00%	S/ 1.93	218.06	6.54	
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"		Equipo/Herramientas.	hm	S/ 5.71	0.50	0.16	S/ 0.91	218.06	34.89	
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18HP 11p3		Equipo/Herramientas.	hm	S/ 11.16	1.00	0.32	S/ 3.57	218.06	69.78	

SECTOR 04

PARTIDA:	ACERO EN ZAPATAS DE PILAR DERECHO		UND:	KG/DIA	REND.	270		JORNAL (H):	8
NOMBRE DEL RECURSO	TIPO	UND.	TASA [\$/]	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE	
OPERARIO	Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.0296	S/ 0.59	33,630.64	996.46	
OFICIAL	Trabajo	hh	S/ 16.47	1.00	0.0296	S/ 0.49	33,630.64	996.46	
ALAMBRE NEGRO #16	Material	kg	S/ 2.97		0.02	S/ 0.06	33,630.64	672.61	
ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	Material	kg.	S/ 2.47		1.05	S/ 2.59	33,630.64	35312.18	
HERRAMIENTAS MANUALES	Equipo/Herramientas.	%	S/ 1.08		5.00%	S/ 0.05	33,630.64	1681.53	
3									
PARTIDA:	ENCOFRADO EN ZAPATAS DE PILAR DERECHO		UND:	P2/DIA	REND.	20		JORNAL (H):	8
NOMBRE DEL RECURSO	TIPO	UND.	TASA [\$/]	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE	
OPERARIO	Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.4000	S/ 8.03	371.90	148.76	
OFICIAL	Trabajo	hh	S/ 16.47	1.00	0.4000	S/ 6.59	371.90	148.76	
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO #8	Material	kg	S/ 2.97		0.2000	S/ 0.59	371.90	74.38	
CLAVOS DE ALAMBRE PARA MADERA C/C DE 3"	Material	kg	S/ 2.97		0.2000	S/ 0.59	371.90	74.38	
PERNO DE ANCLAJE P. ENCOF. 1/2" X 0.50 M.	Material	pza	S/ 8.00		0.2000	S/ 1.60	371.90	74.38	
ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS	Material	gal	S/ 101.70		0.0500	S/ 5.09	371.90	18.60	
MADERA TORNILLO	Material	p2	S/ 4.45		2.1000	S/ 9.35	371.90	780.99	
TRIPLAY LUPUNA DE 4' X 8' X 19 mm.	Material	pl	S/ 79.66		0.0500	S/ 3.98	371.90	18.60	
TUBERIA PVC SAP PRESIÓN C-10 DE 3"	Material	m.	S/ 7.63		0.2000	S/ 1.53	371.90	74.38	
HERRAMIENTAS MANUALES	Equipo/Herramientas.	%	S/ 14.62		3.00%	S/ 0.44	371.90	11.16	
3									
PARTIDA:	CONCRETO EN ZAPATAS DE PILAR DERECHO		UND:	P2/DIA	REND.	25		JORNAL (H):	8
NOMBRE DEL RECURSO	TIPO	UND.	TASA [\$/]	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE	
OPERARIO	Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.3200	S/ 6.42	256.53	82.09	
OFICIAL	Trabajo	hh	S/ 16.47	2.00	0.6400	S/ 10.54	256.53	164.18	
PEON	Trabajo	hh	S/ 14.81	10.00	3.2000	S/ 47.39	256.53	820.88	
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	Material	m3	S/ 50.85		0.8500	S/ 43.22	256.53	218.05	
CEMENTO PORTLAND TIPO M5 (42.5 kg)	Material	bls	S/ 20.77		13.0000	S/ 270.01	256.53	3334.83	
ARENA GRUESA	Material	m3	S/ 23.73		0.4200	S/ 9.97	256.53	107.74	
ADITIVO DE FRAGUADO RAPIDO	Material	gal	S/ 56.02		0.2000	S/ 11.20	256.53	51.31	
AGUA	Material	m3	S/ 8.00		0.1492	S/ 1.19	256.53	38.27	
HERRAMIENTAS MANUALES	Equipo/Herramientas.	%	S/ 64.36		3.00%	S/ 1.93	256.53	7.70	
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	Equipo/Herramientas.	hm	S/ 5.71	0.50	0.16	S/ 0.91	256.53	41.04	
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18HP 11p3	Equipo/Herramientas.	hm	S/ 11.16	1.00	0.32	S/ 3.57	256.53	82.09	
3									
PARTIDA:	ACERO EN PILAR DERECHO		UND:	KG/DIA	REND.	270		JORNAL (H):	8
NOMBRE DEL RECURSO	TIPO	UND.	TASA [\$/]	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE	
OPERARIO	Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.0296	S/ 0.59	43,380.21	1285.34	
OFICIAL	Trabajo	hh	S/ 16.47	1.00	0.0296	S/ 0.49	43,380.21	1285.34	
ALAMBRE NEGRO #16	Material	kg.	S/ 2.97		0.02	S/ 0.06	43,380.21	867.60	
ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	Material	kg.	S/ 2.47		1.05	S/ 2.59	43,380.21	45549.22	
HERRAMIENTAS MANUALES	Equipo/Herramientas.	%	S/ 1.08		5.00%	S/ 0.05	43,380.21	2169.01	
3									
PARTIDA:	ENCOFRADO EN PILAR DERECHO		UND:	P2/DIA	REND.	20		JORNAL (H):	8
NOMBRE DEL RECURSO	TIPO	UND.	TASA [\$/]	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE	
OPERARIO	Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.4000	S/ 8.03	241.16	96.46	
OFICIAL	Trabajo	hh	S/ 16.47	1.00	0.4000	S/ 6.59	241.16	96.46	
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO #8	Material	kg	S/ 2.97		0.2000	S/ 0.59	241.16	48.23	
CLAVOS DE ALAMBRE PARA MADERA C/C DE 3"	Material	kg	S/ 2.97		0.2000	S/ 0.59	241.16	48.23	
PERNO DE ANCLAJE P. ENCOF. 1/2" X 0.50 M.	Material	pza	S/ 8.00		0.2000	S/ 1.60	241.16	48.23	
ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS	Material	gal	S/ 101.70		0.0500	S/ 5.09	241.16	12.06	
MADERA TORNILLO	Material	p2	S/ 4.45		2.1000	S/ 9.35	241.16	506.44	
TRIPLAY LUPUNA DE 4' X 8' X 19 mm.	Material	pl	S/ 79.66		0.0500	S/ 3.98	241.16	12.06	
TUBERIA PVC SAP PRESIÓN C-10 DE 3"	Material	m.	S/ 7.63		0.2000	S/ 1.53	241.16	48.23	
HERRAMIENTAS MANUALES	Equipo/Herramientas.	%	S/ 14.62		3.00%	S/ 0.44	241.16	7.23	
3									
PARTIDA:	CONCRETO EN PILAR DERECHO		UND:	P2/DIA	REND.	25		JORNAL (H):	8
NOMBRE DEL RECURSO	TIPO	UND.	TASA [\$/]	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE	
OPERARIO	Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.3200	S/ 6.42	218.06	69.78	
OFICIAL	Trabajo	hh	S/ 16.47	2.00	0.6400	S/ 10.54	218.06	139.56	
PEON	Trabajo	hh	S/ 14.81	10.00	3.2000	S/ 47.39	218.06	697.80	
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	Material	m3	S/ 50.85		0.8500	S/ 43.22	218.06	185.35	
CEMENTO PORTLAND TIPO M5 (42.5 kg)	Material	bls	S/ 20.77		13.0000	S/ 270.01	218.06	2834.81	
ARENA GRUESA	Material	m3	S/ 23.73		0.4200	S/ 9.97	218.06	91.59	
ADITIVO DE FRAGUADO RAPIDO	Material	gal	S/ 56.02		0.2000	S/ 11.20	218.06	43.61	
AGUA	Material	m3	S/ 8.00		0.1492	S/ 1.19	218.06	32.53	
HERRAMIENTAS MANUALES	Equipo/Herramientas.	%	S/ 64.36		3.00%	S/ 1.93	218.06	6.54	
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	Equipo/Herramientas.	hm	S/ 5.71	0.50	0.16	S/ 0.91	218.06	34.89	
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18HP 11p3	Equipo/Herramientas.	hm	S/ 11.16	1.00	0.32	S/ 3.57	218.06	69.78	

SECTOR 05											
PARTIDA:	ACERO EN VIGAS DIAFRAGMA			UND:	KG/DIA	REND.	270		JORNAL (H):	8	
NOMBRE DEL RECURSO		TIPO	UND.	TASA [\$/]	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE		
OPERARIO		Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.0296	S/ 0.59	116,099.63	3439.99		
OFICIAL		Trabajo	hh	S/ 16.47	1.00	0.0296	S/ 0.49	116,099.63	3439.99		
ALAMBRE NEGRO #16		Material	kg.	S/ 2.97		0.02	S/ 0.06	116,099.63	2321.99		
ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60		Material	kg.	S/ 2.47		1.05	S/ 2.59	116,099.63	121904.61		
HERRAMIENTAS MANUALES		Equipo/Herramientas	%	S/ 1.08		5.00%	S/ 0.05	116,099.63	5804.98		
PARTIDA:	ENCOFRADO EN VIGAS DIAFRAGMA			UND:	P2/DIA	REND.	10		JORNAL (H):	8	
NOMBRE DEL RECURSO		TIPO	UND.	TASA [\$/]	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE		
OPERARIO		Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.4000	S/ 8.03	1,335.33	534.13		
OFICIAL		Trabajo	hh	S/ 16.47	1.00	0.4000	S/ 6.59	1,335.33	534.13		
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO #8		Material	kg	S/ 2.97		0.2000	S/ 0.59	1,335.33	267.07		
CLAVOS DE ALAMBRE PARA MADERA C/C DE 3"		Material	kg	S/ 2.97		0.2000	S/ 0.59	1,335.33	267.07		
PERNO DE ANCLAJE P. ENCOF. 1/2" X 0.50 M.		Material	pza	S/ 8.00		0.2000	S/ 1.60	1,335.33	267.07		
ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS		Material	gal	S/ 101.70		0.0500	S/ 5.09	1,335.33	66.77		
MADERA TORNILLO		Material	p2	S/ 4.45		2.1000	S/ 9.35	1,335.33	2804.19		
TRIPLAY LUPUNA DE 4" X 8" X 19 mm.		Material	pl	S/ 79.66		0.0500	S/ 3.98	1,335.33	66.77		
TUBERIA PVC SAP PRESIÓN C-10 DE 3"		Material	m.	S/ 7.63		0.2000	S/ 1.53	1,335.33	267.07		
HERRAMIENTAS MANUALES		Equipo/Herramientas	%	S/ 14.62		3.00%	S/ 0.44	1,335.33	40.06		
PARTIDA:	CONCRETO EN VIGAS DIAFRAGMA			UND:	P2/DIA	REND.	22		JORNAL (H):	8	
NOMBRE DEL RECURSO		TIPO	UND.	TASA [\$/]	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE		
OPERARIO		Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.3200	S/ 6.42	287.28	91.93		
OFICIAL		Trabajo	hh	S/ 16.47	2.00	0.6400	S/ 10.54	287.28	183.86		
PEON		Trabajo	hh	S/ 14.81	10.00	3.2000	S/ 47.39	287.28	919.30		
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		Material	m3	S/ 50.85		0.8500	S/ 43.22	287.28	244.19		
CEMENTO PORTLAND TIPO M5 (42.5 kg)		Material	bis	S/ 20.77		13.0000	S/ 270.01	287.28	3734.64		
ARENA GRUESA		Material	m3	S/ 23.73		0.4200	S/ 9.97	287.28	120.66		
ADITIVO DE FRAGUADO RAPIDO		Material	gal	S/ 56.02		0.2000	S/ 11.20	287.28	57.46		
AGUA		Material	m3	S/ 8.00		0.1492	S/ 1.19	287.28	42.86		
HERRAMIENTAS MANUALES		Equipo/Herramientas	%	S/ 64.36		3.00%	S/ 1.93	287.28	8.62		
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"		Equipo/Herramientas	hm	S/ 5.71	0.50	0.181818182	S/ 1.04	287.28	52.23		
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18HP 11p3		Equipo/Herramientas	hm	S/ 11.16	1.00	0.363636364	S/ 4.06	287.28	104.47		
PARTIDA:	ACERO EN LOSA MACIZA			UND:	KG/DIA	REND.	270		JORNAL (H):	8	
NOMBRE DEL RECURSO		TIPO	UND.	TASA [\$/]	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE		
OPERARIO		Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.0296	S/ 0.59	26,799.00	794.04		
OFICIAL		Trabajo	hh	S/ 16.47	1.00	0.0296	S/ 0.49	26,799.00	794.04		
ALAMBRE NEGRO #16		Material	kg.	S/ 2.97		0.02	S/ 0.06	26,799.00	535.98		
ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60		Material	kg.	S/ 2.47		1.05	S/ 2.59	26,799.00	28138.95		
HERRAMIENTAS MANUALES		Equipo/Herramientas	%	S/ 1.08		5.00%	S/ 0.05	26,799.00	1339.95		
PARTIDA:	ENCOFRADO EN LOSA MACIZA			UND:	P2/DIA	REND.	10		JORNAL (H):	8	
NOMBRE DEL RECURSO		TIPO	UND.	TASA [\$/]	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE		
OPERARIO		Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.4000	S/ 8.03	600.00	240.00		
OFICIAL		Trabajo	hh	S/ 16.47	1.00	0.4000	S/ 6.59	600.00	240.00		
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO #8		Material	kg	S/ 2.97		0.2000	S/ 0.59	600.00	120.00		
CLAVOS DE ALAMBRE PARA MADERA C/C DE 3"		Material	kg	S/ 2.97		0.2000	S/ 0.59	600.00	120.00		
PERNO DE ANCLAJE P. ENCOF. 1/2" X 0.50 M.		Material	pza	S/ 8.00		0.2000	S/ 1.60	600.00	120.00		
ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS		Material	gal	S/ 101.70		0.0500	S/ 5.09	600.00	30.00		
MADERA TORNILLO		Material	p2	S/ 4.45		2.1000	S/ 9.35	600.00	1260.00		
TRIPLAY LUPUNA DE 4" X 8" X 19 mm.		Material	pl	S/ 79.66		0.0500	S/ 3.98	600.00	30.00		
TUBERIA PVC SAP PRESIÓN C-10 DE 3"		Material	m.	S/ 7.63		0.2000	S/ 1.53	600.00	120.00		
HERRAMIENTAS MANUALES		Equipo/Herramientas	%	S/ 14.62		3.00%	S/ 0.44	600.00	18.00		
PARTIDA:	CONCRETO EN LOSA MACIZA			UND:	P2/DIA	REND.	22		JORNAL (H):	8	
NOMBRE DEL RECURSO		TIPO	UND.	TASA [\$/]	CUADRILLA	CANTIDAD UNIT.	PARCIAL	METRADO	CANTIDAD TOT. DE		
OPERARIO		Trabajo	hh	S/ 20.07	1.00	0.3200	S/ 6.42	230.00	73.60		
OFICIAL		Trabajo	hh	S/ 16.47	2.00	0.6400	S/ 10.54	230.00	147.20		
PEON		Trabajo	hh	S/ 14.81	10.00	3.2000	S/ 47.39	230.00	736.00		
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		Material	m3	S/ 50.85		0.8500	S/ 43.22	230.00	195.50		
CEMENTO PORTLAND TIPO M5 (42.5 kg)		Material	bis	S/ 20.77		13.0000	S/ 270.01	230.00	2990.00		
ARENA GRUESA		Material	m3	S/ 23.73		0.4200	S/ 9.97	230.00	96.60		
ADITIVO DE FRAGUADO RAPIDO		Material	gal	S/ 56.02		0.2000	S/ 11.20	230.00	46.00		
AGUA		Material	m3	S/ 8.00		0.1492	S/ 1.19	230.00	34.32		
HERRAMIENTAS MANUALES		Equipo/Herramientas	%	S/ 64.36		3.00%	S/ 1.93	230.00	6.90		
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"		Equipo/Herramientas	hm	S/ 5.71	0.50	0.181818182	S/ 1.04	230.00	41.82		
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18HP 11p3		Equipo/Herramientas	hm	S/ 11.16	1.00	0.363636364	S/ 4.06	230.00	83.64		

6.7. Lookahead de Producción

ITEM	PARTIDA DE CONTROL:	TOTAL					SEMANA 01			SEMANA 02			SEMANA 03			SEMANA 04			SEMANA 05				
		UND.	METRADO	HH/DIA	DIAS	HH	REND.	METRADO	HH	REN.	METRADO	HH	REN.	METRADO	HH	REN.	METRADO	HH	REN.	METRADO	HH	REN.	
02.06	OBRAS DE CONCRETO ARMADO																						
02.06.01	ZAPATAS																						
02.06.01.01	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg.	127,457.32	1992.93	43	85695.861	2964.12	13282.69	7971.71	3320.673	13282.69	7971.71	3320.67	16815.32	7971.708	4203.83	16815.32	7971.708	4203.83	0.00	0.00	0.00	
02.06.01.02	ENCOFRADO DE ZAPATAS	m2	1,215.14	297.52	11	3272.72	110.47	0.00	0.00	0.00	99.44	1190.08	24.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	371.90	1190.08	92.98	
02.06.01.03	CONCRETO PARA ZAPATAS f'c=280 kg/cm2	m3	1,044.14	1067.144	14	14940.016	74.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	274.56	4268.576	68.64	0.00	0.00	0.00	256.53	4268.576	64.13	
02.06.02	ESTRIBOS-PILARES																						
02.06.02.01	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg.	180,597.99	2570.679	70	179947.56	2579.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16650.92	10282.72	4162.731	16650.92	10282.72	4162.731	17155.5	10282.72	4288.874	
02.06.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA PARA ESTRIBOS	m2	1,575.18	192.928	14	2700.992	112.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	425.85	771.712	106.463	
02.06.02.03	CONCRETO PARA ESTRIBOS fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	m3	1,129.97	767.5782	12	9210.9389	94.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
02.06.03	VIGAS																						
02.06.03.01	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg.	116,099.63	6879.978	30	206399.34	3869.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
02.06.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA EN VIGAS	m2	1,335.33	2136.528	11	23501.808	121.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
02.06.03.03	CONCRETO PARA VIGAS f'c=280 kg/cm2	m3	287.28	1358.051	2	2716.1018	143.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
02.06.04	LOSAS MACIZAS																						
02.06.04.01	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg.	26,799.00	1588.089	7	11116.621	3828.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
02.06.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA EN LOSA MACIZA	m2	600.00	960	6	5760	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
02.06.04.03	CONCRETO PARA LOSAS MACIZAS f'c=280 kg/cm2	m3	230.00	1087.273	2	2174.5455	115.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

SEMANA 06			SEMANA 07			SEMANA 08			SEMANA 09			SEMANA 10			SEMANA 11			SEMANA 12			SEMANA 13			SEMANA 14			SEMANA 15			SEMANA 16			SEMANA 17		
METRADO	HH	REN.	METRADO	HH	REN.	METRADO	HH	REN.	METRADO	HH	REN.	METRADO	HH	REN.	METRADO	HH	REN.	METRADO	HH	REN.	METRADO	HH	REN.	METRADO	HH	REN.	METRADO	HH	REN.	METRADO	HH	REN.	METRADO	HH	REN.
16815.32	7971.708	4203.83	16815.32	7971.708	4203.83	0.00	0.00	0.00	16815.32	7971.71	4203.83	16815.32	7971.71	4203.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	371.90	1190.08	92.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	371.90	1190.08	92.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	256.53	4268.576	64.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	256.53	4268.58	64.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14315.47	10282.72	3578.868	14315.47	10282.72	3578.868	14749.27	10282.72	3687.318	14315.47069	10282.72	3578.868	14315.47069	10282.71744	3578.868	14749.27283	10282.72	3687.318208	14315.47	10282.72	3578.868	14315.47	10282.71744	3578.868	14749.27	10282.72	3687.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
425.85	771.712	106.463	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	241.16	771.712	60.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	241.16	771.712	60.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	241.16	771.712	60.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
475.78	3070.313	118.946	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	218.06	3070.313	54.5155	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	218.06	3070.31296	54.5155	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	218.06	3070.313	54.5155	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23219.93	34399.89	4643.99	23219.93	6879.98	23219.93	23219.93	34399.89	4643.99	23219.93	34399.89	4643.99	23219.93	34399.89	4643.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	440.66	6409.584	146.8863	440.6589	6409.584	146.8863	440.6589	6409.584	146.8863
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	287.28	1358.051	287.28
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5359.80	1588.09	5359.80	5359.80	1588.09	5359.80	5359.80	1588.09	5359.80	5359.80	1588.09	5359.80	5359.80	1588.09	5359.80	5359.80	1588.09	5359.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	198.00	960	198.00	198.00	960	198.00	198.00	960	198.00	204	960	204.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	230.00	1087.273	230.00