

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL LAST PLANNER SYSTEM
EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES, EN
TRUJILLO. LA LIBERTAD**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

AUTORES: BR: KATHERINE MELISSA MOYANO MENDIBURU

BR. JACKELIN MARISÉ VENTURA INGA

ASESOR: Dr. SAGASTEGUI PLASENCIA FIDEL GERMAN

TRUJILLO - PERÚ

2019

APROBACION DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollado por las bachilleres Katherine Melissa Moyano Mendiburu y Jackelin Marisé Ventura Inga, denominado:

**“EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL LAST PLANNER SYSTEM
EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES, EN
TRUJILLO. LA LIBERTAD”**

Ing. Carmen Lucia Geldres Sánchez
PRESIDENTE
Nº CIP 80599

Ing. Manuel Vertiz Malabrigo
SECRETARIO
Nº CIP 71188

Ing. Juan Pablo Henriquez Ulloa
VOCAL
Nº CIP 118101

Dr. Sagastegui Plasencia Fidel German
ASESOR
Nº CIP 32720

DEDICATORIA

A mi padre César:

Por darme el ejemplo de la perseverancia y lucha frente a toda adversidad, por los buenos valores que de niña me inculcó, por la dicha de todo ese amor y comprensión que me da.

A mi madre Lupe:

Por su apoyo incondicional, por las fuerzas y ganas que siempre me brinda para salir adelante y por ese amor infinito que son mi soporte día a día.

A mis hermanos César y Lupe:

Por su cariño, por su ejemplo brindado de buenos profesional y buenos padres.

Katherine Melissa Moyano Mendiburu

A mi padre José Ventura Ramos

Por enseñarme de niña que todo en esta vida se puede lograr con los estudios, a pesar de no estar en este mundo siempre fue un padre ejemplar y modelo a seguir.

A mi madre Mariluz Inga Alva

Con su amor y valores; me enseñó ser una mujer fuerte y responsable; a pesar de quedarse viuda con cuatro hijos nunca se rindió y nos saco adelante a todos.

A mis hermanos Juan , Michell y Erikson

Por apoyarme en todas mis desiciones y ser como unos padres para mí, con su amor y carácter lograron que cumpla mis metas.

A mi hijo Zaid Thiago Smith

Con su presencia ilumina mi vida y que con su sonrisa me reconforta y hace que siempre siga a delante.

Jackelin Marisé Ventura Inga

AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar a Dios, por darme la dicha
de vivir y poder cumplir todos los retos y
metas que me propuse en la vida*

*A mis padres César y Lupe por los buenos
consejos y enseñanzas, ser mis motores y
motivos para seguir adelante y por siempre
creer en mí.*

*A mis hermanos y sobrinos por todo el amor
y comprensión infinito.*

*No puedo dejar de agradecerte a ti Jackelin,
por depositar tu confianza para ser tu
compañera de tesis.*

*Finalmente, un agradecimiento, a mi asesor
y mis compañeros de universidad que me
acompañaron en este largo camino.*

Katherine Melissa Moyano Mendiburu

*Agradezco a Dios, por ser el creador de todas las cosas
y de darme la fuerza para no rendirme y seguir
cumpliendo mis metas*

*Agradezco a mi padre José que desde el cielo me cuido
e ilumino para hacer bien las cosas, a mi madre Mariluz
que nunca dejo que me rinda y siempre me apoyo con
mis desiciones.*

*Mi hijo Zaid, que se convirtió en mi principal motivo para
seguir adelante y darme su amor verdadero.*

*Mis tres hermanos; mis cuñadas Krizia, Cinthia y Lorena;
mis sobrinos por su apoyo incondicional y comprensión.*

*Mi compañera de tesis, mi amiga, hermana y comadre
Melissa, por apoyarme desde el primer día en que nos
conocimos y lograr juntas esta meta.*

*Finalmente, un agradecimiento, a mi asesor y
mis compañeros de universidad que me
acompañaron en este largo camino.*

Jackelin Marisé Ventura Inga.

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo principal evaluar la aplicación del método de Last Planner System en la construcción de edificaciones multifamiliares para determinar que si se puede obtener resultados favorables en la producción en la ciudad de Trujillo. Departamento la Libertad.

Este estudio parte de los datos de producción obtenidos por la carta balance y método general en la construcción de Parque II California, donde nos refleja el trabajo productivo, trabajo contributorio y trabajo no contributorio que realizan las cuadrillas dentro de la obra; con los cuales más adelante utilizaremos para realizar el informe semanal de producción, el cual se enfoca su control en el consumo de Horas Hombre midiendo índices de Productividad; Las curvas de productividad se han obtenido de informes semanales de producción de una determinada cuadrilla, en estas se grafican los rendimientos presupuestados, los rendimientos diarios y acumulados.

De acuerdo a la programación del Lookahead y la programación diaria se hace un análisis comparativo de ambos respectivamente, el cual será de la fecha 05/09/2018, con el fin de verificar con el cumplimiento o no de lo programado al inicio.

Luego de obtener los resultados de la evaluación de la aplicación de Last Planner System, hemos realizados propuestas que las hemos aplicado para mejorar en algunos punto donde se encuentra por deficiencias.

Al haber realizado las propuestas hemos notado una mejora con la productividad en la construcción del edificio multifamiliar Parque II.

ABSTRACT

The main objective of this thesis is to evaluate the application of the Last Planner System method in the construction of multifamily buildings to determine if it is possible to obtain favorable results in production, in the city of Trujillo. Liberty Department. This study starts from the production data obtained by the balance sheet and general method in the construction of Park II California, where it reflects the productive work, contributory work and non-contributory work performed by the crews within the work; with which later we will use to make the weekly report of production, which focuses its control on the consumption of Hours Man measuring indices of Productivity, The productivity curves have been obtained from weekly reports of production of a certain group, in these the budgeted yields are plotted, the daily and accumulated returns.

According to the programming of the Lookahead and the daily schedule a comparative analysis of both is made, respectively, which will be dated 05/09/2018, in order to verify with the compliance or not of the programmed at the beginning.

After obtaining the results of the evaluation of the application of Last Planner System, we have made proposals that we have applied to improve in some point where it is due to deficiencies

Having made the proposals we have noticed an improvement with the productivity in the construction of the building multifamily Park II.

PRESENTACION

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO

Cumpliendo con lo dispuesto en nuestro reglamento de Grados y Títulos de la escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, es grato poner a vuestra consideración, el presente trabajo de investigación titulado: **“EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL LAST PLANNER SYSTEM EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES, EN TRUJILLO. LA LIBERTAD”**, con la finalidad de cumplir los requisitos para optar el TÍTULO PROFESIONAL de INGENIERO CIVIL.

Los Autores

INDICE DE CONTENIDO

Aprobación de tesis	I
Dedicatorias	II
Agradecimientos	III
Resumen	IV
Abstract	V
Presentación	VI
I. INTRODUCCION	1
1.1. Realidad problemática.....	1
1.2. Formulación del problema	4
1.3. Objetivos.....	4
1.4. Justificación	5
II. MARCO DE REFERENCIA	6
2.1. Antecedentes del estudio	6
2.2. Marco teórico.....	11
2.2.1. Filosofía Lean.....	11
2.2.2. Last Planner	23
2.3. Marco conceptual	42
2.4. Hipótesis.....	43
2.5. Variables.....	44
III. METODOLOGÍA.....	45
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	45
3.2. Población y muestra de estudio	45
3.3. Técnicas e instrumentos de investigación.....	45
3.4. Diseño de investigación.....	45
3.5. Procesamiento y análisis de datos	46
3.5.1. Gestión integral de la empresa constructora inmobiliaria	46
3.5.2. Diagnóstico y análisis de obra.....	51
A. Evaluación general de obra	51
B. Evaluación de las partidas de control	60
C. Evaluación del informe semanal de producción	78

D. Evaluación de curvas de productividad	86
E. Evaluación del Lookahead	97
F. Evaluación del PAC y CNC	98
Sistema de planificación eficiente	99
Nueva forma de planificación	104
Levantamiento de restricción.....	106
Capacitación y compromiso total.....	108
Eliminacion de prácticas negativas	110
Retroalimentación con intervalos de confianza	117
Análisis de rendimiento con intervalos de confianza.....	117
Propuesta de diagrama de cajas añadido al circuito fiel	133
3.5.5. Propuesta integral de Planificación (Last Planner)	142
IV. Resultados	150
V. Discusión de resultados	161
Conclusiones	164
Recomendaciones	166
VI.Referencia Bibliográficas	167
VII. Anexos	168

INDICE DE ILUSTRACIONES Y FOTOGRAFIAS

Ilustración N° 01	7 tipos de desperdicios.....	13
Ilustración N° 02	Pilares de Toyota Production System	13
Ilustración N° 03	Pilares de Toyota Production System	14
Ilustración N° 04	Procesos de producción del jidoka.....	15
Ilustración N° 05	Modelo de flujo de procesos.....	16
Ilustración N° 06	Características en su diseño y control de producción del lean Production.....	17
Ilustración N° 07	Principios del lean thinking	19
Ilustración N° 08	Proceso del sistema push	27
Ilustración N° 09	Proceso Lookahead.....	30
Ilustración N° 10	Esquema de conceptos de revisión.....	32
Ilustración N° 11	Plano del piso, donde se realizo el estudio	47
Ilustración N° 12	Modelos de motivación.....	110
Fotografía N° 01	Falla de vaceado entre losa y muro	111
Fotografía N° 02	Cangrejera con acero expuesto	112
Fotografía N° 03	Muestra el acero expuesto.....	113
Fotografía N° 04	Grietas en el muro.....	114
Fotografía N° 05	Agujeros en el muro	115
Fotografía N° 06	Tuberías expuestas.....	116
Fotografía N° 07	Mal almacenamiento de acero	117

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01	Comparación de nivel general de la obra en los dos turnos	56
Tabla N° 02	Comparación de nivel general entre la obra de Trujillo y el nivel general en lima	57
Tabla N°03	Resultados de la partida de acero.....	61
Tabla N° 04	Actividades y procesos constructivos en la medición	62
Tabla N° 05	Nivel general por obrero.....	62
Tabla N° 06	Resultados de la partida de encofrado de muro	65
Tabla N° 07	Actividades y procesos constructivos en la medición	65
Tabla N°08	Resultados a nivel general por obrero	66
Tabla N° 09	Resultados de las partidas de vaciados de muros.....	69
Tabla N° 10	Actividades y procesos constructivos en la medición	70
Tabla N° 11	Resultados a nivel general por obrero	70
Tabla N° 12	Resultados de las partidas de solaques de muros interiores..	73
Tabla N° 13	Actividades y procesos constructivos en la medición	74
Tabla N° 14	Resultado de las partidas de solaques interiores	75
Tabla N° 15	Actividades y procesos constructivos en la medición	75
Tabla N° 16	Resultados a nivel general por obrero	76
Cuadro N° 01	Vaciado de concreto	80
Tabla N° 17	Informe semanal de productividad de la partida de acero	82
Tabla N° 18	Informe semanal de productividad de la partida de concreto ...	83
Tabla N° 19	Informe semanal de productividad de la partida de encofrado .	84
Tabla N° 20	Informe semanal de productividad de la partida de solaqueo...	85
Tabla N° 23	Causas de demoras en vaciado	88
Tabla N° 26	Causas de demoras en la colocación de acero	89
Tabla N° 21	Productividad en encofrado de losa	90
Tabla N° 22	Productividad en encofrado de muro	91
Tabla N° 24	Productividad en concreto de losa	92
Tabla N° 25	Productividad en concreto de muro.....	93
Tabla N° 27	Productividad de acero.....	94
Tabla N° 28	Productividad de solaqueo interior	95

Tabla N° 29	Productividad de solaqueo exterior	96
Tabla N° 30	Comparación de la planificación diaria vs Lookahead	97
Tabla N° 31	Cumplimiento de actividades	98
Tabla N° 32	Porcentaje de actividades cumplidas y causas de no cumplimiento.....	99
Tabla N° 33	Actividades para colocación de acero vertical	100
Tabla N° 34	Cálculo del rendimiento de la partida.....	101
Tabla N° 35	Actividades para colocación de encofrado vertical	101
Tabla N° 36	Cálculo del rendimiento de la partida.....	102
Tabla N° 37	Actividades por vaciado vertical.....	102
Tabla N° 38	Cálculo del rendimiento de la partida.....	103
Tabla N° 39	Actividades para colocación de solaqueo exterior	103
Tabla N° 40	Cálculo del rendimiento de la partida.....	104
Tabla N° 41	Nueva programación diaria	105
Tabla N° 42	Lista de restricciones.....	106
Tabla N° 43	Rendimiento del encofrado de losa.....	119
Tabla N° 44	Cálculo de rendimiento propuesto: encofrado de losa	120
Tabla N° 45	Rendimiento de encofrado de muro	121
Tabla N° 46	Cálculo de rendimiento propuesto: encofrado de muro	122
Tabla N° 47	Rendimiento del concreto de losa	123
Tabla N° 48	Cálculo de rendimiento propuesto: concreto de losa	124
Tabla N° 49	Rendimiento del concreto de muro	125
Tabla N° 50	Cálculo de rendimiento propuesto: concreto de muro	126
Tabla N° 51	Rendimiento de la partida de acero	127
Tabla N° 52	Cálculo de rendimiento propuesto: acero.....	128
Tabla N° 53	Rendimiento de solaqueo interior.....	129
Tabla N° 54	Cálculo de rendimiento propuesto: solaqueo interior	130
Tabla N° 55	Rendimiento de solaqueo exterior.....	131
Tabla N° 56	Cálculo de rendimiento propuesto: solaqueo exterior	132
Tabla N° 57	Resgistro y cálculo de rendimiento atípico en encofrado de losa	134

Tabla N° 58 Resgistro y cálculo de rendimiento atípico en concreto de muro	135
Tabla N° 59 Resgistro y cálculo de rendimiento atípico en concreto de losa	136
Tabla N° 60 Resgistro y cálculo de rendimiento atípico en concreto de muro	138
Tabla N° 61 Resgistro y cálculo de rendimiento atípico del acero	138
Tabla N° 62 Resgistro y cálculo de rendimiento atípico de solaqueo interior	140
Tabla N° 63 Resgistro y cálculo de rendimiento atípico de solaqueo exterior	141
Cuadro N° 02 Restricciones.....	144
Tabla N° 64 Horas premio.....	146
Tabla N° 65 Causas de no cumplimiento	147
Tabla N° 66 Total de causas de no cumplimiento.....	148
Tabla N° 67 Comparativa general entre ambos turnos	150
Tabla N° 68 Resultados de partida de acero	153
Tabla N° 69 Resultados de partida de encofrado vertical	153
Tabla N° 70 Resultados de partida de vaciado vertical.....	154
Tabla N° 71 Resultados de partida de vaciado horizontal	154
Tabla N° 72 Resultados de partida de solaqueo exterior.....	155
Tabla N° 73 Resultados de partida de solaqueo interior.....	156
Tabla N° 74 Porcentaje de horas hombre ganadas por fecha	157
Tabla N° 75 Porcentajes de actividades cumplidas y causas de no cumplimiento.....	160

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico N° 01 Distribución de nivel general turno mañana.....	53
Gráfico N° 02 Distribución de tiempo.....	54
Gráfico N° 03 Distribución de nivel general turno tarde	55
Gráfico N° 04 Distribución de tiempo.....	55
Gráfico N° 05 Porcentaje de nivel general por obrero	63
Gráfico N° 06 Porcentaje de nivel general por cuadrilla.....	63
Gráfico N° 07 Distribución de porcentaje de actividades en trabajo no contributorio	64
Gráfico N° 08 Porcentaje de nivel general por obrero	66
Gráfico N° 09 Porcentaje de nivel general por cuadrilla.....	67
Gráfico N° 10 Distribución de porcentaje de actividades en trabajo no contributorio	68
Gráfico N° 11 Distribución de porcentaje de actividades en trabajo contributorio	68
Gráfica N° 12 Porcentaje de nivel general por obrero	71
Gráfica N° 13 Porcentaje de nivel general por cuadrilla	71
Gráfico N° 14 Distribución de porcentaje de actividades en trabajo no contributorio	72
Gráfica N° 15 Distribución de porcentaje de actividades en trabajo contributorio	72
Gráfica N° 16 Porcentaje de nivel general por cuadrilla	74
Gráfica N° 17 Porcentaje de nivel general por obrero	76
Gráfica N° 18 Distribución de porcentaje de actividades en trabajo no contributorio	77
Gráfica N° 19 Distribución de porcentaje de actividades en trabajo contributorio	78
Gráfica N° 20 Curva de productividad en encofrado de losa.....	90
Gráfica N° 21 Curva de productividad en encofrado de muro	91
Gráfica N° 22 Curva de productividad en concreto de losa	92
Gráfica N° 23 Curva de productividad en concreto de muro	93

Gráfica N° 24	Curva de productividad de acero	94
Gráfica N° 25	Curva de productividad de solaqueo interior.....	95
Gráfica N° 26	Curva de productividad de solaqueo exterior	96
Gráfica N° 27	Intervalo de confianza para el encofrado de losa	120
Gráfica N° 28	Intervalo de confianza para el encofrado de muro	122
Gráfica N° 29	Intervalo de confianza para el concreto de losa.....	124
Gráfica N° 30	Intervalo de confianza para el concreto de muro	126
Gráfica N° 31	Intervalo de confianza para el acero	128
Gráfica N° 32	Intervalo de confianza para solaqueo interior	130
Gráfica N° 33	Intervalo de confianza para solaqueo	133
Gráfica N° 34	Diagrama de cajas y bigotes: encofrado de losa	134
Gráfica N° 35	Diagrama de cajas y bigotes: encofrado de muro	135
Gráfica N° 36	Diagrama de cajas y bigotes: concreto de losa.....	137
Gráfica N° 37	Diagrama de cajas y bigotes: concreto de muro	138
Gráfica N° 38	Diagrama de cajas y bigotes: acero	139
Gráfica N° 39	Diagrama de cajas y bigotes: solaqueo interior	140
Gráfica N° 40	Diagrama de cajas y bigotes: solaqueo exterior	141

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En Trujillo Metropolitano, el sector construcción se está volviendo cada vez más competitivo, debido a las nuevas empresas que están ingresando al mercado. La mismas que no cuentan con una excelente calidad en la construcción, debido a la falta de supervisión, el uso de los materiales de baja calidad, mano de obra no calificada, uso de equipos de bajos rendimientos y falta de interés por parte de los contratistas.

El sector de la construcción siempre ha sido asociado a un mal desempeño. En general, la percepción es que la construcción es un sector poco productivo y de calidad dudosa debido a la baja especialización que poseen los trabajadores del sector. Además, los numerosos accidentes que cada cierto tiempo salen a la luz pública y que son provocados por las condiciones inseguras en las que trabajan los obreros, las cuales crean incertidumbre acerca de las condiciones laborales en las que se desempeñan los trabajadores. Pero sin duda la principal característica de este sector es la gran presión laboral que deben soportar todos los trabajadores, incluidas las jefaturas, lo cual provoca que no siempre se den soluciones apropiadas a los problemas que se presentan en terreno principalmente porque se vive el día a día.

Muchos de los problemas antes mencionados se generan debido a una falta de planificación de las obras, ya que los problemas se van solucionando a medida que van apareciendo. Si bien es cierto que hay inconvenientes que aparecen en forma inesperada, muchas de las trabas para ejecutar normalmente una actividad son predecibles. Por ejemplo, es muy común en obra que los materiales necesarios para ejecutar una actividad no se encuentren disponibles en terreno al

momento de necesitarlos, lo cual es completamente predecible ya que se puede saber con cierta antelación cuándo se dará inicio a la actividad y qué es lo que necesitamos para poder llevarla a cabo.

No obstante, es importante para la empresa generar una metodología de trabajo que redunde en una mayor utilidad a la proyectada.

Según el INEI (2017) “los últimos tres años, la economía del Perú se viene desarrollando de manera favorable a pesar de la crisis económica mundial. Esta mejora se ve reflejada en el incremento de inversiones públicas y privadas en el país”.

El INEI (2017), informa que la producción nacional en diciembre de 2017 creció 1.32%, registrando 101 meses de crecimiento continuo. Este resultado se sustentó en la evolución favorable de la mayoría de sectores, destacando minería, construcción, agropecuaria, telecomunicaciones, comercio y transporte.

Como tal, el sector de la construcción inyecta muchos recursos a la economía nacional, genera una gran cantidad de empleos lo cual ayuda a disminuir la tasa de desocupación nacional. También mueve el mercado de los insumos, ya que en un proyecto de construcción se requieren equipos y materiales. Sin embargo, la prosperidad económica va de la mano con la estabilidad en el sector de la construcción ya que si no hay prosperidad económica el sector de la construcción se estanca o decae y al revés, si el mercado de la construcción se estanca la prosperidad económica no crece tanto como se podría esperar. Son dos temas que van de la mano y que se benefician mutuamente. Podemos agregar que los vaivenes económicos son el principal causante de la inestabilidad del sector de la construcción, factor que es muy influyente a la hora de decidirse a trabajar en este rubro.

Las técnicas de programación y control anteriormente nombradas, al ser formuladas en el siglo pasado, tienen también, poco provecho de las

herramientas de informática que hoy en día son fundamentales para aumentar productividad y eficiencia en nuestros proyectos, demostrando que los procedimientos en el sector de la construcción son poco vanguardistas en comparación a otras industrias. Como consecuencia, se evidencia que las construcciones no cumplen plazos de entrega, que presentan sobre costos, requieren de múltiples actas modificatorias y/o suspensiones, se dan más casos de los denominados “elefantes blancos, afectando seriamente los intereses económicos del constructor, del cliente y para proyectos estatales, de los contribuyentes y finalmente los usuarios.

En los últimos años cuando en Trujillo se hablaba del sector de la construcción, para la opinión pública lo primero que se viene a la mente son los problemas en cuanto a la construcción de las edificaciones, como también los accidentes dentro de la obra, ya sea pública o privada.

En los problemas al realizar una edificación se presentaron por diversas causas; (informe unidades, como la mala calidad de los materiales de construcción, normas no cumplidas, errores en los cálculos estructurales, además de condiciones administrativas ilegales como obreros sin contrato formal o licencias de construcción falsa, lo cual es evidencia del mal manejo que se le está dando al sector de la construcción en Trujillo Metropolitano, la mala supervisión, mala programación y sobre todo, mal control a las obras.

Analizando el sector de la construcción en Trujillo Metropolitano, los problemas y retos para los profesionales de la rama, se debe preguntar, ¿las herramientas utilizadas en las etapas de los proyectos de construcción son lo suficientemente eficaces para las necesidades y requerimientos de la actualidad?, en caso de no ser así, ¿qué alternativas vanguardistas pueden garantizar mejores resultados? Y finalmente, ¿Cómo se puede apoyar en recursos de informática para generar mayor eficiencia y eficacia en los proyectos?

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la evaluación de la aplicación del Last Planner System en la construcción de edificios multifamiliares en Trujillo. La Libertad?

1.2.2. Problemas específicos

¿Qué tan efectiva es la aplicación del Last Planner System en la construcción de edificios multifamiliares en Trujillo. La Libertad?

¿De qué manera influye la mano de obra no capacitada en el desarrollo de la aplicación del Last Planner System en la construcción de edificios multifamiliares en Trujillo. La Libertad?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluación de la aplicación del Last Planner System en la construcción de edificios multifamiliares, en Trujillo. La Libertad.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Comprobar si la aplicación del Last planner System se realiza correctamente en la Cuidad de Trujillo.
- Identificar las posibles restricciones que se puedan tener en Trujillo para la planificación de la obra construcción en edificios multifamiliares.
- Definir la variabilidad de la mano de obra en Trujillo a partir del análisis de las horas hombre perdidas en el trabajo.
- Definir las partidas de control como alcance para efectos del análisis a realizar.
- Plantear un sistema de planificación que permita levantar las restricciones para lograr un flujo continuo de trabajo y reducir la variabilidad de rendimientos.

- Controlar la productividad a partir de mecanismos de retroalimentación donde se analice estadísticamente los rendimientos obtenidos diariamente en las partidas de control.
- Realizar un seguimiento continuo de la ejecución de los procesos constructivos utilizando como manuales las actas producto de las reuniones periódicas con capataces.

1.4. Justificación

La investigación se justifica ya que por medio de la misma se busca conocer aquellos factores que influyen en la deficiencia del proceso de aplicación de Last Planner System en la construcción de edificios multifamiliares en Trujillo. Asimismo nos permitirá conocer la calidad de trabajo que genera la mano de obra Trujillana, cuan capacitados se encuentran frente a actividades que influyen contar con herramientas modernas.

Por consiguiente, este proyecto se realizará para proponer mejoras en cada proceso que tiene el Last Planner System, permitiendo realizar una óptima aplicación con resultados esperados, eliminando toda aquella actividad que se considere negativa o que no contribuya a cumplir con lo proyectado, por lo que servirá como antecedentes en futuras construcciones de edificios multifamiliares en Trujillo. Cabe mencionar que estas mejoras están enfocadas con la buena producción en obra, tomando como premisas básicas, la planificación y control de la producción en obra, con una sistemática de mejora continua.

CAPITULO II

MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Miranda Casanova Daniel (2012) en su investigación ***“Implementación del Sistema Last Planner en una Habilitación Urbana”***, “se propuso el poner en práctica las herramientas del sistema de planificación Last Planner System aplicado a una obra de habilitación urbana, con la finalidad de comprobar los beneficios que este sistema pueda aportar para el cumplimiento de plazos y confiabilidad en la planificación, para lo cual desarrolló un estudio de la evolución del Lean Construction a partir de la Toyota Production System, para entender los principios que tiene esta filosofía de producción y cómo a partir de esta iniciativa de la industria manufacturera, llevó a generar la nueva filosofía de planificación de proyectos en la construcción denominada Lean Construction. Para la implementación del sistema de planificación, previamente se conceptualizó el desarrollo de una Habilitación Urbana como un proyecto global. Para lo cual se desarrolló cada etapa que conforma un proyecto de este tipo, elaborándose así diagramas de flujo para entender los procesos que involucran. En este paso previo es que se identificó la necesidad de estandarizar procesos dentro de la etapa de construcción de la habilitación urbana, ya que en la empresa inmobiliaria en estudio no tenía mapeado el flujo de obra, siendo así este paso de estandarización un paso inicial para la implementación. Además se propone un cambio en el sistema de gestión para la empresa inmobiliaria, de tal modo que con estas modificaciones se pueda implementar de forma efectiva el Last Planner System. La investigación llegó a los siguientes resultados, la importancia del compromiso del equipo de obra y del soporte de la empresa para la implementación. De esta forma se identificó diversos desafíos que se enfrentan al realizar una implementación de este tipo y la retroalimentación que el propio sistema genera para la mejora continua. El principal aporte al trabajo de

investigación es que se generaron diversos formatos que tienen la finalidad de ampliar el conocimiento en cuanto a la planificación de una Habitación Urbana y así también formatos que pueden ser punto de partida para la implementación del Last Planner System”.

COMENTARIO: Al momento de poner en práctica la metodología del Last Planner System siempre se necesitara del compromiso del equipo de obra, disciplina y organización, disposición de la empresa a cambios, participación activa de los contratistas (se lograría ampliando alcances en sus contratos), estandarizando procesos.

- 2.1.2.** Jauregui Sheen (2016) en su investigación ***“Aplicación del Sistema Last Planner System en la Filosofía Lean Constrution para la Generación de Valor en la Obra Conjunto Residencial GOLF Los Andes – Etapa II, Lurigancho Chosica”***, “se propuso la aplicación del sistema de planificación y control denominado The Last Planner System” (Sistema del ultimo Planificador) en el proyecto “Conjunto Residencial Golf Los Andes - Etapa II, para lo cual desarrollo la aplicación del “Sistema del ultimo Planificador” en la partida de Estructuras de los Edificios 08 y 09 del Proyecto en mención, durante un periodo comprendido de 05 semanas continuas desde el lunes 04 de Noviembre del 2013 hasta el Viernes 06 de Diciembre del 2013, se partió del Plan Maestro que fue entregado por la empresa Los Portales S.A, luego se elaboró 05 LookAhead (plan intermedio) en grupos de 04 semanas cada uno, contemplando la semana 1-4 el primer Plan intermedio, de la semana 25 el segundo Plan intermedio, semana 3-6 el tercer Plan intermedio, semana 4-7 el cuarto Plan intermedio, semana 5-8 el quinto Plan Intermedio; en el cual se muestra los metrados a ejecutar así como los insumos programados y la mano de obra necesaria para las 4 semanas establecidas. La investigación llegó a los siguientes resultados, que el equipo del proyecto pudo ayudar a remover obstáculos para alcanzarlos, de tal forma que mediante la planificación se lograron realizar las actividades establecidas. El principal aporte al trabajo de

investigación es que el Sistema Last Planner, generó valor en las partidas de estructuras de los edificios 08 y 09 de la obra en estudio”.

COMENTARIO: Muchas veces por desconocimiento del Last Planner System muchas constructoras caen en el error de generar pérdidas en el momento de los procesos constructivos ya sean porque intervienen diversos factores, por ello el implementar este tipo de sistema, tendrá un beneficio efectivo el cual nos permitirá tener una visión más amplia de lo que es un proyecto como conjunto y de los requerimientos necesarios para que sea exitoso. Last Planner System.

- 2.1.3.** Bazán Paytán (2016) en su investigación ***“Propuesta de Implementación de la herramienta LAST PLANNER SYSTEM para mejorar la gestión logística del área de Obras Industriales de la empresa CAM”***, “se propuso la Implementación del Last Planner System para la mejora en la gestión logística en el área de Obras Industriales, para lo cual desarrollo una propuesta de implementación del LPS en la gestión logística para uno de los proyectos del área de obras industriales de la empresa CAM, con la finalidad de cuantificar y analizar el beneficio que deriva su utilización en dicha gestión, de esta manera replicar esta metodología integral para lograr notables resultados en cuanto su planificación, márgenes de utilidad y eficiencia de los recursos utilizados. La investigación llego a los siguientes resultados Al evaluar en conjunto los resultados de las 22 semanas, podemos concluir que hubo alzas y bajas marcadas en semanas como semana 6 y 7, luego hubo regularidad en la ejecución de los trabajos, posterior a ello una caída en la semana 14, y a continuación un aumento del PPC de la semana 15 a la 22, luego una caída en la semana 16 con una recuperación creciente hasta la última semana. Esto es explicado por una falta de planificación a nivel de Lookahead Windows, es decir, con un previsión de 04 a 06 semanas, por el bajo nivel de coordinación y retroalimentación a nivel diario y semanal, y por ciertas falencias en cuanto el seguimiento de lo planificado mediante formatos o plantillas de control que faciliten dicha labor. El

principal aporte al trabajo de investigación es que el sistema LPS contribuye al cumplimiento de los plazos de entrega si es que se utilizan los niveles de planificación señalados, el oportuno análisis de riesgos y restricciones dentro de cada fase, y efectúa el respectivo análisis de las causas de no cumplimiento para evitar interrupciones en el flujo de actividades. Se concluye que el sistema LPS puede influir positivamente en las adquisiciones de bienes y servicios de un proyecto del área de obras industriales, evitando sobre costos al anticipar los requerimientos y al evitar sobre costos en la ejecución”.

COMENTARIO: La información proporcionada en esta investigación es de gran utilidad en lo referente a la aplicación de la metodología Last Planner System para evitar que los demoras en los procesos ya que generen herramienta se busca tomar decisiones basadas en no sólo en costos sino en criterios cualitativos buscando generar el ahorro y la rentabilidad de las obras tiempos muertos y costos adicionales que perjudiquen económicamente los presupuestos estimados.

2.1.4. Tucto Pinedo (2017) en su investigación “**Metodología de Aplicación de la Filosofía Lean Construction y Last Planner System en la Región San Martín**”, “se propuso difusión de conceptos y aplicabilidad de la filosofía Lean Construction en una edificación hospitalaria en Picota - San Martín, para lo cual desarrollo mediante 2 semanas capacitaciones previas sobre la metodología Lean Construction a los encargados de las obras y la posterior la implementación durante 16 semanas en las mismas. La investigación llego a los siguientes resultados, se logró un nivel de implementación total del 71% considerando las dificultades que se enfrentaron durante el proceso, el valor alcanzado no es del todo malo, puesto que debemos recalcar la experiencia obtenida para la empresa y las personas que trabajan en el rubro de la construcción. El principal aporte al trabajo de investigación es que los resultados obtenidos muestran la efectividad del sistema. Se concluye que aplicando la filosofía Lean Construction para la edificación hospitalaria en Picota, se

logró un 71% de la implementación del sistema con las que se pudo tener un horizonte más claro de las restricciones en las actividades a corto y mediano plazo. Además, en base a los formatos y herramientas establecidos para el proyecto del “Sistema de Producción CHT”, se generó una memoria o back-up de obra, lo que contribuirá a futuros análisis operativos y lecciones aprendidas de cada proceso para la mejora continua”.

COMENTARIO: Es importante realizar constante retroalimentación a las constructoras inmobiliarias con el fin de que adapten una gestión eficaz como lo es la filosofía Lean con el objetivo de que estas tengan resultados positivos en su desarrollo.

- 2.1.5.** De la Cruz Fiestas y Neria Méndez (2016) en su investigación ***“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”***, “se propuso la aplicación de la metodología last planner system en la Cadena de suministros, para lo cual desarrollo el uso la metodología Last Planner System, sus aspectos teóricos fueron desarrollados y estudiados. En base a los cuales se planteó una metodología de implementación que se aplicó por un período de 9 semanas y 2 días. Fundamentación Teórica de la Investigación. La investigación llego a los siguientes resultados, un ahorro del 23.70% comparado a los costos operativos del proceso logístico tradicional de la empresa en estudio con los costos operativos del proceso logístico de esta propuesta. El principal aporte al trabajo de investigación es la importancia del compromiso del equipo de obra y del soporte de la empresa para la implementación del Last Planner System. Se concluye que de acuerdo a la Filosofía Lean y la programación Last Planner System se logró una disminución de costos operativos en la cadena de suministros”.

COMENTARIO: La herramienta Last Planner System puede resultar ser muy eficaz en su utilización, pero se no es desempeñada correctamente los resultados serán desfavorables, tomando en cuenta que la correcta programación de esta debe ser establecidos con objetivos y metas que si se podrán cumplir.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Filosofía Lean

2.2.1.1. Antecedentes

El origen de la filosofía denominada “Lean Construcción”, tiene su origen en la industria automotriz bordeando los finales del siglo XIX e inicios del siglo XX. Adentrándonos más a sus inicios esta filosofía nace en el país de Japón como una fase de reconstrucción en las industrias tras la segunda guerra mundial, por lo que estas con los pocos recursos que les quedaba a esto sumado un escenario desolado, donde el escaso financiamiento y los recursos limitados fueron motivos suficientes para ponerse en pie y dar inicio a un planteamiento eficiente de producción (Botero, 2014). Donde el principal objetivo era obtener respuestas positivas frente a las situaciones más adversas como se presentaba en Japón en aquella época.

Por los años 1950 los ingenieros Shigeo Shingo y Taiichi Ohno con el fin de aplicar esta filosofía de trabajo dieron inicio al Toyota Production System. Botero (2014) afirma: “La idea fundamental en el sistema de producción de Toyota era la producción de cantidades de productos relativamente pequeñas a un costo muy bajo, empleando los conceptos de eliminación del desperdicio y la mejora continua” (p 90). La empresa automotriz tuvo la necesidad de elaborar una línea de producción donde sea más fácil el flujo de materiales y se tenga la rapidez de fabricar otros productos en cantidades menores. Debido al gran éxito que tuvo el

sistema que aplicaba Toyota, hizo que estos pasaran las fronteras de Japón y se expandan por todo el mundo.

Adentrándonos al campo de la construcción, enfocándonos en los típicos problemas que siempre se presentan en este rubro donde suelen ser repetitivos, por ello a lo largo de los años se ha tratado de realizar mejoras a los problemas de la administración general de proyectos de construcción.

Es así que en busca de proponer mejoras se destaca el ingeniero irlandés Lauri Koskela quien en 1992 publica un documento titulado “*Application of the New Production Philosophy to Construction*”, donde Lauri (1992) afirma: “sistematizando los conceptos más avanzados de la administración moderna (Mejoramiento Continuo, Justo a Tiempo) que junto con la ingeniería de métodos se reformula los conceptos tradicionales de planificar y controlar obras” (p 105). Dando una nueva proposición acerca de una nueva filosofía de “Control de Producción”.

2.2.1.2. Toyota Production System (TPS)

El Toyota Production System vio la necesidad de cambiar la ideología del Fordismo, el cual consistía en la producción en cadena de automóviles a bajo costo (Ohno, 2015). En el proceso de crear un método más eficiente en la producción en la que se identifica y elimina los desperdicios. Así mismo se centra en un análisis de los requerimientos que el cliente presente para generar un valor adicional al producto final.

Todo esto permite generar un flujo de producción estable y con la medida exacta y en el momento que sea necesario o se requiera. Ohno (2015) afirma: “El Toyota Production System tiene la flexibilidad para fabricar lo que pide el cliente sin emplear más de lo que se requiere ni menos de lo que se necesita”.

Este sistema pretende reducir o eliminar los 7 tipos de desperdicios, estos se encuentran en el proceso de producción, ver Ilustración 01.

Ilustración 01.

7 Tipos de desperdicios

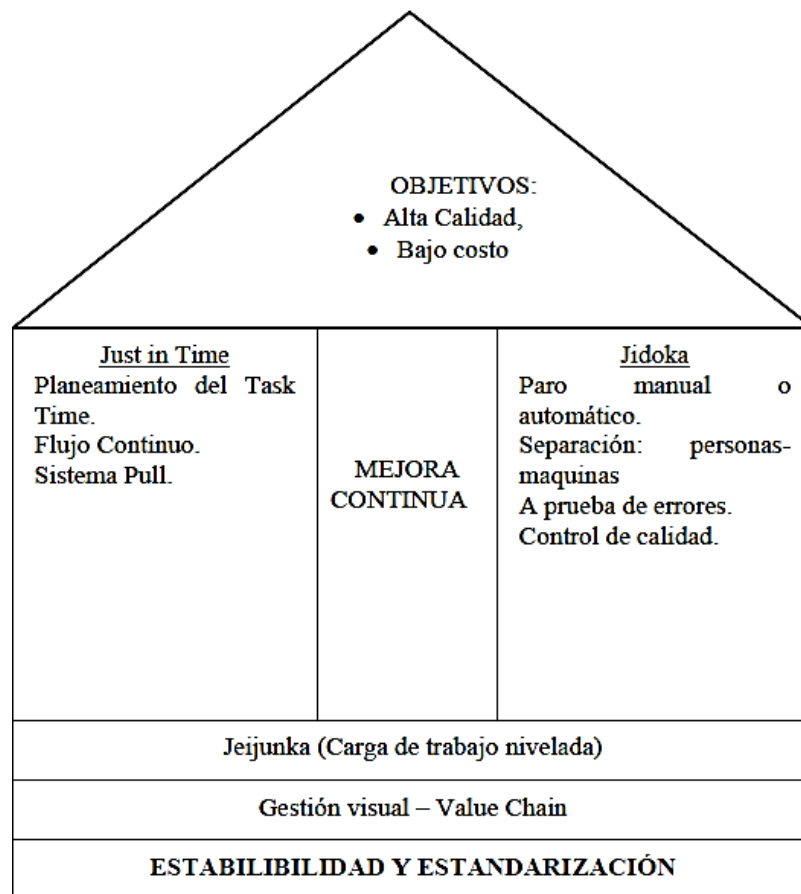
1	Desperdicios
2	Exceso de producción
3	Transporte
4	Esperas
5	Inventarios
6	Movimientos
7	Procesos innecesarios

Fuente: Ohno, T. 2015

El Toyota Production System se basa principalmente en dos grandes pilares, estos son Just In Time y Jidoka. Ver Ilustración 02.

Ilustración 02.

Pilares del toyota production system



Fuente: Botero, L. 2014

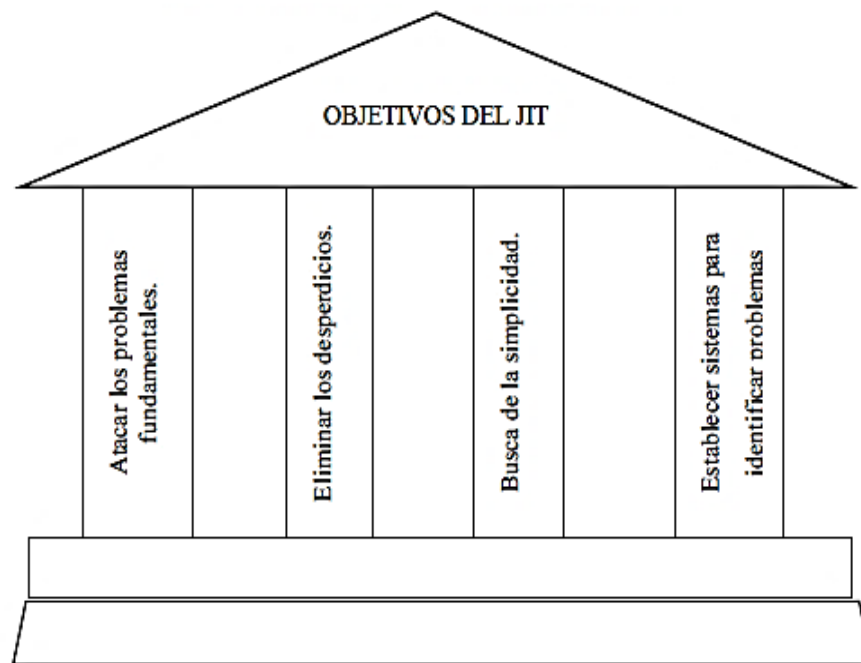
- **Método Just In Time (JIT)**

El Método Just In Time es una filosofía que se define como un sistema que se centra a producir precisamente lo que se quiere, cuando se necesite, con una óptima calidad y sin algún desperdicio de recursos del sistema. Hay (2013) afirma: “El JIT es una metodología de organización de la producción que tiene implicaciones en todo el sistema productivo” (p 39).

El JIT presenta 4 objetivos principales, ver Ilustración 03.

Ilustración 03.

Pilares del toyota production system



Fuente: Hay, c. 2013

- **Jidoka**

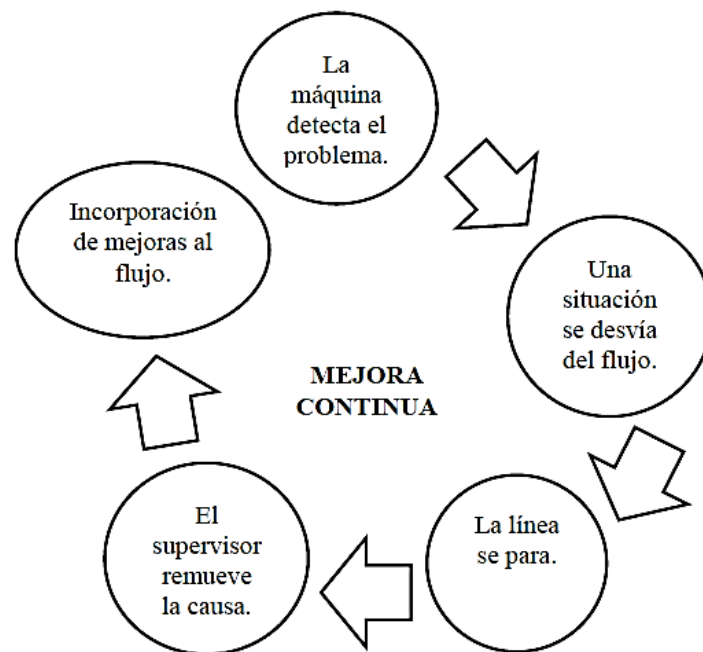
Jidoka nace del termino Japonés que convertido al castellano significa automatización con un toque humano. Este método se encarga de realizar un trabajo que sea productivo eliminando los errores y con un

porcentaje de calidad alto. Akdeniz (2016) afirma: “El proceso de producción debe tener su propio control de autocalidad, si en una etapa del proceso se detecta una pieza defectuosa, se debe impedir la continuación del proceso y gestionar medidas correctivas” (p 15). Por lo que este método permite que tenga su proceso de autocontrol de calidad.

De existir una anomalía o falla durante el proceso, este tendrá que detenerse ya sea manual o automáticamente, por lo que se impide que las piezas fallidas sigan su proceso. Akdeniz (2016) afirma: “Este principio no se limita sólo a utilizar dentro de las máquinas a través de Autonomation; Jidoka es visible en casi todos los aspectos de la fabricación Lean” (p18). Por lo que se centra en construir calidad a través de todos los procesos en lugar de recurrir a la inspección al final del proceso.

Ilustración 04.

Procesos de produccion del jidoka



Fuente: Akdeniz, C. 2016

2.2.1.3. Lean Production

El sistema Lean Production tiene como principio eliminar o disminuir al máximo los elementos que no tengan ningún aporte de manera positiva en tiempo, recursos, espacio u otros, ya que este sistema busca agregar valor a sus productos erradicando toda actividad innecesaria. Botero (2014) afirma: “Esta filosofía se enfoca en crear actividades que generen un valor agregado para el cliente, identificando y eliminando los desperdicios, así como aplicar la mejora continua para aumentar la productividad” (p 61). Lean Production se centra en ver el proceso de producción como un flujo de información y materiales, estas van desde la materia prima hasta el producto final el cual llegara al cliente. Ver Ilustración 05.

Ilustración 05.

Modelo de flujo de procesos



Fuente: Akdeniz, C. 2016

Esta nueva filosofía de producción conocida como Lean Production presenta las siguientes características en su diseño y control de producción. Ver Ilustración 06:

Ilustración 06.

Características en su diseño y control de produccion del lean production

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

Fuente: Koskela, L. 2013

2.2.1.4. Lean Thingking

La filosofía Lean Thinking fue creada por el ingeniero Kaoru Ishikawa, quien se centra en dos pilares: la mejora continua y la mejora radical. Esta metodología presenta un proceso continuo de mejora por lo que las empresas pueden ser eficientes y a la vez reducir costos que son generados por la mala calidad.

Esta filosofía se implementado en el sector automotriz, el cual se compone de 5 principios básicos, estos son:

a) “Identificar a los clientes y definir el valor”:

El valor es un producto o información, en el que el cliente está dispuesta a pagar por él. Womack y Jones (2015) afirma: “El valor se debe de definir desde la perspectiva del cliente final, lo cual implica identificar las actividades que agreguen valor al producto y eliminar las actividades que agreguen costo al proyecto” (p 135). Así el valor es definido por el cliente y es elaborado por el productor

b) “Identificar el flujo de valor a través del Value Stream Map”:

El flujo de valor se refiere al conjunto de todas las acciones principales requeridas para procesar un producto específico (un servicio o bien) hasta ser entregado al cliente. Por lo tanto se requiere del “Value Stream Map”, el cual es una visualización general del camino del producto desde que comienza el pedido hasta la entrega, estas se realizan a través de 3 actividades críticas:

- ✓ Definición del producto: Comprende desde el concepto mediante la planificación del lanzamiento.
- ✓ Gestión de información: Inicia desde la toma del pedido hasta la entrega.
- ✓ Transformación física: Identificar los desperdicios y finalmente eliminarlos.

c) “Crear un flujo continuo:

El trabajar en cada diseño el cual comprende el orden y el producto desde el inicio hasta el final de la producción, significa lograr la fluidez en este sistema. Womack y Jones (2015) afirma: “Se debe de reducir las esperas, el tiempo de espera y los residuos” (p 139). Todo ello para obtener los resultados esperados.

d) “Establecer el Pull System:

En este sistema comprende que es debido agregar valor mediante la solicitud del cliente y su entorno. Así mismo se tiene como premisa que la integración del cliente en el proceso, siempre debe de tomarse en consideración.

e) Mejora continua:

La gestión de calidad total concierne a eliminar de forma sistemática y continúa aquellas causas que originan la mala calidad con el fin de lograr cero defectos. Ver Ilustración N°07.

Ilustración 07.

Principios de lean thinking



Fuente: Womack y Jones. 2015

f) Levantamiento de Restricciones:

“Las restricciones limitan la continuidad de un proceso ya sea por falta de material, personal o por algunas condiciones externas que paralice el trabajo. La idea es prevenir dichos eventos solucionando las futuras restricciones para cuando llegue el presente no se tenga ningún inconveniente y el día a día esté asegurado con continuidad”. (Womack y Jones, 2015; 142 pp).

2.2.1.5. Lean Construction

1. Características

Lean Construction es un nuevo sistema que aplica a la gestión de producción en el sector de la industria de la construcción. Ghio (2013) afirma: “Al igual que el Lean Production, esta teoría implica un enfoque en la reducción o eliminación de pérdidas” (p 31). Por lo que también se refiere al seguimiento y la rápida mejora.

Para lograr estos objetivos, esta teoría sugiere fortalecer el sistema de gestión de producción, así como también los procesos, por lo que se enfoca en el en el correcto manejo de un sistema de planificación operacional y la mejora en el diseño del proceso. Ghio (2013) afirma: “La planificación y las técnicas de control empleadas reducen las pérdidas a través de mejorar la confiabilidad de los flujos, el cual se logra reduciendo la incertidumbre y variabilidad, el cual permite la mejorar de la performance en las actividades durante el flujo de trabajo” (p 24). Así mismo la planificación se realiza en horizontes de tiempos más reducidos por lo que hace que todo sea más predecible y a la vez el nivel de confiabilidad aumente.

2. Herramientas

Para cumplir con lo planteado en la filosofía de Lean Construction, se debe se aplicar las siguientes herramientas:

- Estructura de Descomposición del Trabajo (EDT)

Esta herramienta tiene la función de listar las fases y procesos que debe de realizarse en obra, por lo que se define el alcance de los mismos. Así mismo esta herramienta es de mucha importancia en el área de producción y costos, por que sirve como base para la elaboración del cronograma maestro.

Esta herramienta tiene una estructura jerárquica, exhaustiva y descendente conformada por entregables y aquellas tareas que son necesarias para completar un proyecto. Botero (2014) afirma: “El propósito del EDT es documentar el alcance del proyecto, su forma jerárquica permite una fácil identificación de los elementos finales, siendo un elemento exhaustivo en cuanto al alcance del proyecto” (p 33). Por lo cual todo trabajo a ser realizado en el proyecto deberá de poder ser rastreado desde su origen en una o más entradas de la EDT.

- Layout

El layout se representa en un diseño en planta de distribución de las instalaciones, por lo que se toma en cuenta el tamaño, las formas y las localizaciones de cada departamento en una determinada área. Por lo que también consiste en determinar aquellas áreas de producción y las áreas de almacenaje, también se selecciona el tamaño de cada una de las áreas tomando en cuenta el tamaño del equipo y determinar la disposición física del equipo y el personal en cada área.

- Diagrama de flujos

Estos diagramas determinan como debe de realizarse los procesos, cuál debe ser la interacción entre aquellas actividades que las componen, quienes son los encargados de cada actividad, los puntos de control, así como documentos de calidad que debe de aplicarse y todas las restricciones que deberán levantarse. En este tipo de diagrama se puede observar que se debe de controlar para obtener una buena calidad del producto y que se deberá de realizar en caso se tenga un producto no conforme.

- Diagrama de Pareto

Esta herramienta que se usa principalmente para dar énfasis a las causas o problemas que los generan.

Este principio es aplicable en cualquier campo, en la investigación y eliminación de causas de un problema, organización de tiempo, de tareas, visualización del antes y después de resuelto un problema, o en todos los casos en que el efecto final sea el resultado de la contribución de varias causas o factores. (Botero, 2014, p.44)

Por lo que sirve para rastrear aquellos problemas para que después se dirija la mayor atención y esfuerzo a los problemas que sean más relevantes, o bien identificar las causas que originan un problema.

- Sectorización

La sectorización es la división de la carga de trabajo, en la que se toma en consideración los criterios para designar las cantidades de trabajo a través de la división del terreno en áreas determinadas, con el objeto de obtener la cantidad de volumen de trabajo y obtener la distribución de los esfuerzos.

- Cartas balance

Esta herramienta estadística tiene la función de describir de manera detallada el proceso de cada operación de construcción con el fin de buscar su optimización, el cual se considera un análisis del trabajo productivo, contributorio y no contributorio. Botero (2014) afirma: “El objetivo es analizar la eficiencia del método constructivo empleado más que la eficiencia de los obreros, debido a que no pretende conseguir que el obrero trabaje más duro, sino en forma más inteligente” (p 47).

- Tren de Trabajo

“Es un término ampliamente utilizado en la nueva industria de la construcción por la obligación de crear actividades que vayan conectadas como vagones, una detrás de otra, generando una relación de dependencia y reducción general de holguras (holguras mínimas, o

ninguna, de esto depende que tan agresiva puede ser una programación), mediante la conversión de todas las actividades del tren en críticas. El término tren está bien usado en actividades netamente concatenadas para mejorar el rendimiento en la obra”. (Ghio, 2013, p.115)

2.2.2. Last Planner

2.2.2.1. Antecedentes

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

Ballard, G. (2014) lo define como: “Un proceso que tiene la obligación de estar presente a lo largo de la construcción es el control de la producción, pues implica el aseguramiento y cumplimiento eficiente de lo que se planifica en un proyecto. Last Planner System es un sistema de planificación de la producción que implica el control de la misma”. (60p)

Ingeniería Industrial en términos a la producción lo define que es “hacer” o “realizar” un producto a partir de materias primas, las cuales mediante una serie de procesos logran convertir dichas materias en un producto final, el cual llega a ser entregado al cliente.

Tomamos como ejemplo, que a inicios del siglo XX, la empresa Toyota que pertenece a la industria automotriz, producía en masas considerables automóviles a través de procesos establecidos; es decir, lo que verdaderamente realizaban era copia tras copia de un mismo producto.

En tanto, proceso realizado por Toyota Motors era fabricación en vez de producción, ya que realizaban los mismos procesos en todos los productos finales. Sin embargo, en el sector de la construcción, esto no se puede realizara que se le considera no es válido, debido a que los facotres en las construcciones no son las mismas; por lo tanto, se deben de tomar en cuenta los términos de diseño e ingeniería para tener un concepto adecuado de producción.

En el estudio realizado por Koskela sobre la aplicabilidad de los nuevos conceptos emergentes de la fabricación y técnicas para la construcción, se ha replanteado la nueva teoría de producción como tal. Ballard, G (2014) define al control “como la verificación y comprobación de procesos en flujo, los cuales se comparan con los resultados previstos mediante la medición de resultados obtenidos o la regulación de actividades. Luego de comparar dichos resultados, se generan medidas correctivas, retroalimentaciones, diagnósticos, correcciones, etc. para finalmente lograr que los resultados sean similares a los previstos. Esto es un proceso administrativo, ya que gradúa y dosifica el uso de los recursos para obtener mayores rendimientos y producir de manera correcta”. (61p)

En tanto podemos considerar al control de la producción como el conjunto de procesos que ayuda a regular el flujo de trabajo desde el inicio hasta el final del proyecto. Además, debemos de tener en consideración la interacción de los flujos de materiales e información de los especiales para generar valor del producto final al cliente.

Podemos concluir, Last Planner System es un sistema de planificación la cual esta destinada a producir un flujo de trabajo confiable mediante el control de producción, lo cual ayuda a reducir la incertidumbre y variabilidad. A esto se le llama sistema de planificación, debido a que se planifica lo que se quiere realizar, se programa las actividades a realizarse y controla la producción hasta obtener un producto final.

Ballard, G (2014) considera “para el diseño del control, se debe de tener en consideración lo siguiente: a) antes de realizar una actividad se deben haber concluido todas las actividades predecesoras, b) medir y monitorear el cumplimiento de las asignaciones mediante el PPC, c) identificar y eliminar las causas de no cumplimiento, d) mantener buffers razonables para cada equipo libre de restricciones y d) se deben de tener los requisitos previos a una actividad cuando el sistema lo requiera (sistema pull)”. (61p)

Ballard, G (2014) afirma “el Last Planner como la persona o el equipo que produce las asignaciones en el día a día durante la construcción del proyecto. Estas asignaciones deben ser adecuadas, debido que intervienen conceptos como Debería (Should), Puede (Can), Hará (Will) y Hecho (Did). El Last Planner indica lo que se Hará (Will), lo cual es ajustado por lo que se Debería (Should) y teniendo en consideración las restricciones que presenta Puede (Can)”. (62p)

2.2.2.2. Control de la Unidad De Producción

Para realizar el monitoreo del avance de la obra, se tiene que tener bien definidas las unidades de producción con las que contamos. Por ello, es importante saber la definición de la unidad de producción y cómo es el proceso de diseño de la misma. Ghio, V. (2013) define “que la unidad de producción es un individuo o grupo de personas que conforman un equipo de trabajo especializado en una determinada tarea, en construcción se conoce como cuadrilla. Diariamente estas unidades generan un producto que determina el metrado avanzado durante un jornal de trabajo, de esta forma, esta unidad puede ser medida a fin de establecer un patrón que indique la cantidad de recurso utilizado en la producción. En base a esta información se podrá determinar si el número de personas es el correcto o si se debe redimensionar la unidad de producción”. (43 p)

Para poder controlar la unidad antes mencionada, se requiere definir claramente el alcance que esta tendrá. Ya que una vez planeado lo que se quiere lograr se debe fijar puntos importantes para el funcionamiento del sistema de planificación a nivel de las unidades de producción y se determinan los estándares de calidad a los que se quiere llegar. El encargado de realizar esta tarea es el Last Planner.

Según Ghio, V. (2013) “Existen cinco parámetros que son vitales en la asignación de tareas: a) escoger un trabajo que pueda ser realizado, b) definir la acción propia a realizar, c) realizar la secuencia miento correcto de actividades, d) determinar la cantidad de trabajo asignado y e) realizar un proceso de retroalimentación y análisis a partir de los resultados obtenidos”. (43 p)

2.2.2.3. Control Y Seguimiento De Trabajo

2.2.2.3.1. Sistema Push vs Sistema Pull

Este sistema trabaja a partir de una metodología que toma la producción en función al status del sistema, es decir, solo se utiliza cuando se le requiere y de acuerdo a la planificación operacional.

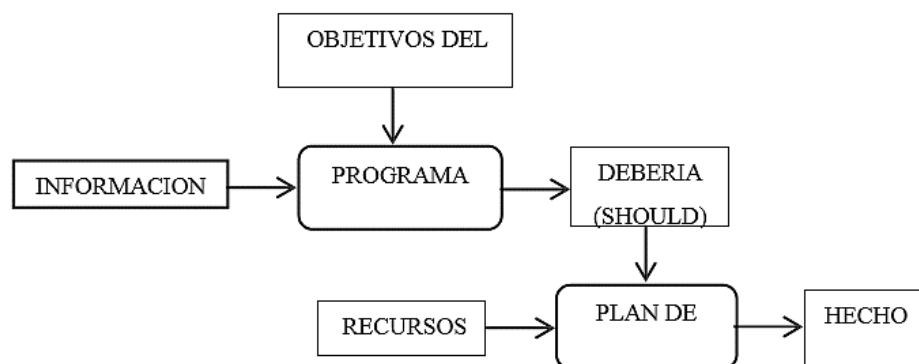
Ghio, V. (2013) menciona que “en contraposición a este sistema se tiene al sistema Push, el cual empuja la producción en base a la demanda y asigna trabajo cuando existe cancha libre. En otras palabras, el sistema Pull difiere del Push en la cantidad que se produce y en el momento que se hace. La metodología de planificación Last Planner trabaja con el sistema que produce lo necesario, lo cual está determinado por la programación porque indica lo que se tiene que producir”. (45 p)

Tradicionalmente la construcción en el Perú se consifera un Sistema Push, ya que lo que quiere lograr con sus cronogramas es encontrar intersecciones en el futuro de actividades interdependientes. Para comprender mejor el concepto se muestra en la ilustración N° 8 donde explica el proceso de planificación tradicional.

Por otro lado Ghio, V. (2013) tambien menciona que “a diferencia del Sistema Push, el Sistema Pull solo permite que los recursos e información puedan ingresar al proceso de producción si el proceso es capaz de realizar dicho trabajo” (45 p). Como se menciona más adelante, en el nivel de Lookahead, se determina las tareas previamente antes de ingresar a la programación propiamente dicha, y esto viene a ser el uso de técnicas Pull.

Ilustración 8.

Proceso del Sistema Push



Fuente: Ghio, V.2013

2.2.2.3.2. Balance de Carga y Capacidad

Para poder comprender sobre el el balance, primero se tiene que diferenciar los conceptos de los dos términos. Según Ghio, V. (2013) el concepto de la carga es “la cantidad de trabajo que se le asigna a una unidad de producción (cuadrilla) específica para que desarrolle dicha actividad durante un determinado periodo de tiempo” (48 p); y por otro lado,también Ghio, V. (2013) nos dice que el concepto de capacidad “es la cantidad de trabajo que la unidad de producción (cuadrilla) puede ejecutar en el mismo periodo de tiempo”. (48 p)

Por lo tanto, el balance entre carga y capacidad es sumamente importante en el sistema de producción, ya que se ve afectada la productividad.

Según Ghio, V. (2013) existen 3 posibilidades:

- a) “Capacidad mayor que la carga. Este caso es poco común durante la obra, debido a que las actividades están ajustadas para terminar a tiempo, sin embargo, de ocurrir esto, se debe de tener una Reserva de Trabajo ejecutable para no incurrir en tiempos perdidos o muertos”. (49 p)
- b) “Capacidad igual que la carga. Esto indica que la asignación de trabajo ha sido realizada correctamente, por consiguiente, las actividades se han cumplido de acuerdo a la planificación”. (49 p)
- c) “Capacidad menor que la carga. Esto indica que la asignación de tarea no ha sido la correcta y debe de ser reasignado para no afectar la productividad. Por otro lado, puede significar que la unidad de producción no está realizando su trabajo con empeño, es decir, están rindiendo por debajo de lo normal”. (49 p)

“Para entender adecuadamente el balance, primero se debe de diferenciar el significado de los dos términos. La carga es la cantidad de trabajo que se le asigna a una unidad de producción (cuadrilla) específica para que desarrolle dicha actividad durante un determinado periodo de tiempo; por otro lado, la capacidad es la cantidad de trabajo que la unidad de producción (cuadrilla) puede ejecutar en el mismo periodo de tiempo”. (Ghio, V.2001; 48 pp)

“Por tal motivo, el balance entre carga y capacidad es sumamente importante en el sistema de producción, debido a que la productividad se ve afectada”. (Ghio, V.2001; 48 pp).

En este caso, existen 3 posibilidades:

- a) “Capacidad mayor que la carga. Este caso es poco común durante la obra, debido a que las actividades están ajustadas

para terminar a tiempo, sin embrago, de ocurrir esto, se debe de tener una Reserva de Trabajo ejecutable para no incurrir en tiempos perdidos o muertos”. (Ghio, V.2001; 48 pp).

- b) “Capacidad igual que la carga. Esto indica que la asignación de trabajo ha sido realizada correctamente, por consiguiente, las actividades se han cumplido de acuerdo a la planificación”. (Ghio, V.2001; 48 pp).
- c) “Capacidad menor que la carga. Esto indica que la asignación de tarea no ha sido la correcta y debe de ser reasignado para no afectar la productividad. Por otro lado, puede significar que la unidad de producción no está realizando su trabajo con empeño, es decir, están rindiendo por debajo de lo normal”.

“Finalmente, el planificador debe de realizar ajustes en la asignación de trabajo para lograr que la capacidad concuerde con la carga y, de tal forma, tener un flujo continuo y confiable”. (Ghio, V.2001; 48 pp)

2.2.2.3.3. Niveles de Planificación

2.2.2.3.3.1. Cronograma maestro

En todos los proyectos de construcción se tiene que consisderar un Cronograma Maestro o, también, llamado Master Schedule, el cual se va desarrollando según los objetivos generales que se han propuesto en la planificación inicial. Este cronograma coloca las fechas en donde se debe de ejecutar los objetivos planteados, es decir, establece las metas generales del proyecto. Se debe recordar que las actividades de duración despreciable son consideradas como acontecimientos. Se le llama hito a un acontecimiento importante. Donde finalmente, se determina que el Cronograma Maestro es importante para identificar los hitos de control del proyecto; por lo tanto, se debe de tener la mayor información confiable para su elaboración. Sin embargo, el Cronograma Maestro que se establece desde un inicio de la obra no es estable en el proceso de construcción, y por lo tanto, se debe

realizar modificaciones cuantas veces sea necesario y requerido. Este Cronograma Maestro se desarrolla con ayuda de programas como Ms Project, Primavera, entre otros.

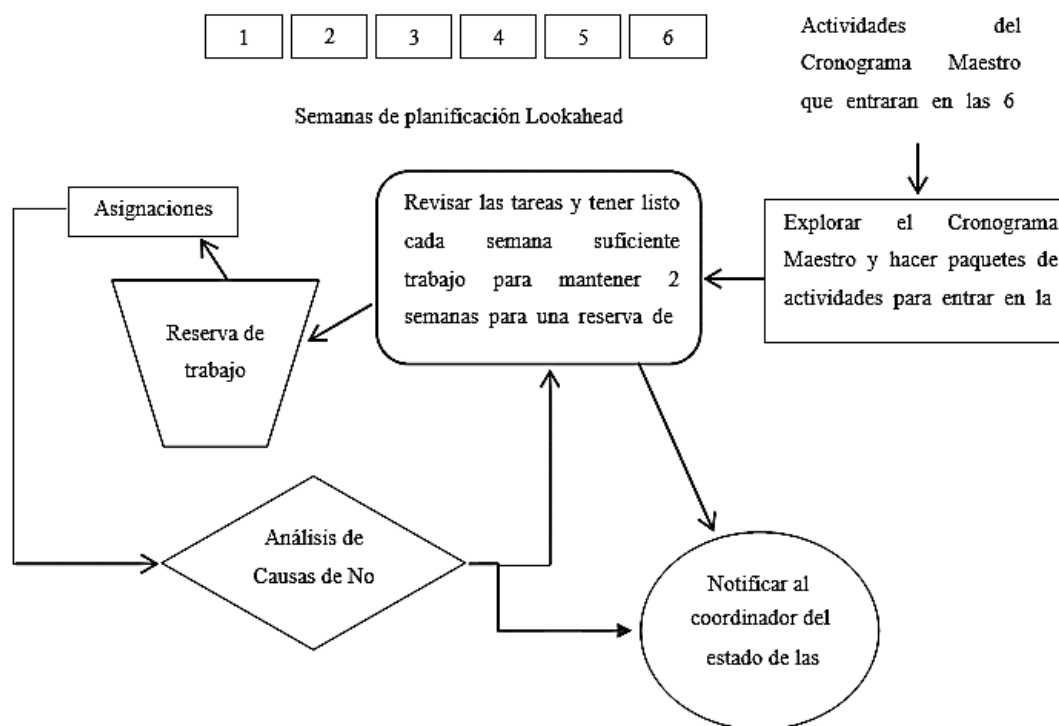
2.2.2.3.3.2. Lookahead Planning

Para poder entender bien el Lookahead Planning (Planificación Intermedia), se requiere de la definición de control de flujo de trabajo, donde Ballard, G (2014) considera que este componente, “consiste en lograr que el trabajo se desarrolle en el momento y con la secuencia esperada alrededor de la unidad de producción determinada”. (69 p)

Para poder definir este flujo de trabajo, en el proceso de Lookahead Planning, Ballard, G (2014) sugiere “una visión de 4 a 6 semanas, según se determine por el equipo de la obra, al cual se denomina Lookahead Window. Dentro de esta ventana es donde se desglosan todas las tareas colocadas en el Cronograma Maestro (Master Schedule) y se procede con el Análisis de Restricciones (Constraints Analysis). Luego, este análisis se puede obtener una Reserva de Trabajo Ejecutable (Workable Backlog), la cual se refiere a las actividades que están libres de restricciones y, por lo tanto, se pueden realizar en caso de que exista algún percance en una alguna tarea que sí está sujeta a restricciones en el momento requerido”. (70 p) Se puede observar con mayor detalle en la ilustración 9.

Ilustración 9.

Proceso Lookahead



Fuente: Ballard.2014

Finalmente, se procede analizar las Causas de No Cumplimiento. Realizamos este análisis con el objetivo de mostrar lecciones aprendidas para evitar que se vuelvan a repetir los mismos errores. También, este análisis señala cuáles son las causas más comunes de fuente de error para identificarlas y buscarles una mejor solución. El proceso de Lookahead se lleva a cabo mediante el Análisis de Restricciones, el cual conlleva los procesos de “alistar” tareas mediante la revisión y el Sistema Pull.

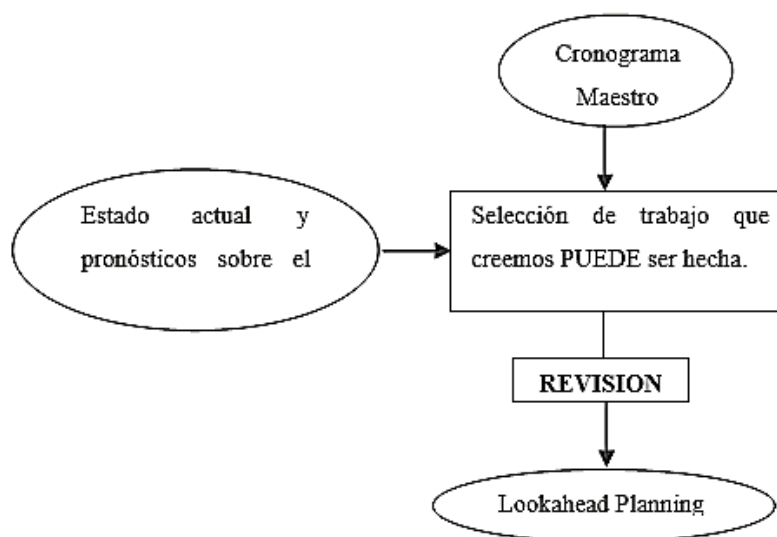
Por lo tanto decimos que el objetivo principal es controlar el flujo de trabajo. Lookahead Planning se entiende como un intervalo de tiempo en el futuro que permite tener una idea de las actividades que se ejecutaran en el proceso, para lo cual se debe coordinar y corregir todas las restricciones que puedan existir para que las actividades sucesoras sean realizadas con éxito. Recordemos que control de flujo de trabajo

es hacer que el flujo (información o materiales) se muevan entre las unidades de producción en una secuencia y a una velocidad deseada. Por otro lado, para mantener este flujo, se debe coordinar el flujo del diseño, abastecimiento, e instalación a través de las unidades de producción. Se observa dicho flujo en la ilustración 10.

Ballard, G (2014) menciona como concepto “Lookahead” “es una palabra tomada del inglés que significa mirar hacia adelante lo que implica planificar con anticipación tomando la precauciones que de por sí las restricciones generan en la construcción y mirando el futuro inmediato. El Lookahead Planning tiene un parámetro que define un intervalo de tiempo en el cual se detalla la programación del Cronograma Maestro, este el Lookahead Window. El Lookahead Window es la ventana o intervalo de tiempo, antes del inicio programado, en el cual las actividades del Cronograma Maestro son detalladas, revisadas o alistadas. Lo normal es que una ventana intermedia abarque un período futuro de entre 3 y 12 semanas”. (72 p)

Ilustración 10.

Esquema de conceptos de revisión



Fuente: Ballard.2014

Para que sea establecido un programa que agrupe actividades en un periodo relativamente grande sin que la variabilidad tome postura en el retraso de las tareas, se debe planificar a detalle. Las revisiones son dadas por el Last Planner, esta parte se realiza cuando la actividad es considerada para formar parte del Lookahead Planning. Ballard, G (2014) dice que “sólo debe ingresar a la Planificación Intermedia aquellas actividades que, según el planificador, tengan una alta probabilidad de ser ejecutadas en la fecha programada. Por otro lado, si el planificador no está seguro de que las restricciones pueden ser resueltas, se deben de retardar dichas asignaciones. La revisión es la primera oportunidad que se presenta para comenzar a estabilizar el flujo de trabajo, ya que se está tomando conocimiento que existen actividades que, llegado el momento, no podrán ejecutarse por no tener sus restricciones liberadas”. (73 p)

- **Análisis de existencias de materiales**

El análisis de existencias va de la mano con el control de inventario que se tiene en almacen de los materiales que se utilizaran en la construccion. Por tanto decimos que un buen control de acuerdo a lo planificado requiere una buena especificación del porque son necesarios, de como funcionan y porque serian un factor de perdida para la empresa.

Las existencias son un factor de respaldo ante cualquier problema que materiales y ante demoras e interrupción de entregas de pedidos por parte de los proveedores.

Para Serpell A. & Alarcón L. (2011); los principales problemas con las existencias se producen por acciones como: (75 p)

- “Pedidos demasiado grandes.
- Materiales que llegan a la obra y son innecesarios durante un largo periodo de tiempo.

- Tiempos incorrectos de anticipación de los pedidos que no han tomado en cuenta las existencias resultantes.
- Cambios en las condiciones y programas de construcción”.

Serpell A. & Alarcón L. (2011) también menciona que a partir de una planificación adecuada y una administración de recursos correcta, se logra tener existencias apropiadas por medio de: (75 p)

- “Comprar la cantidad precisa (cuánto).
- Comprar en el momento oportuno (cuándo).
- Mantener la inversión total en existencias balanceada con los niveles esperados de usos. Bajo estas tres recomendaciones descansa el concepto de Just In Time referido en la filosofía Lean”.

- **Definición de tareas**

Para la definición tomamos los conceptos de Serpell A. & Alarcón L. (2011) donde menciona que lo que hace las tareas “es desglosar los alcances delimitados en el Cronograma Maestro. Para ello, antes de entrar al Lookahead Window, las actividades del Cronograma Maestro deben ser ampliadas en detalle para poder diseñar y asignar los planes de trabajo para las semanas sucesivas”. (76 p)

Las actividades detalladas son aquellas que serán realizadas por las unidades de producción, cada unidad de acuerdo a la especialidad que maneje. Tenemos que tener en cuenta que al momento de realizarlo, es saber el metrado el cual se va a realizar ese día; para llevar un control de la productividad de las cuadrillas, gracias a esto se lleva el equilibrio entre carga y capacidad para los días que tomen estas tareas; y además se podrá saber el control del cumplimiento de las tareas programadas, lo cual se realiza mediante el control del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC).

- **Análisis de restricciones**

Después de definir las tareas en el Lookahead, se procede al análisis de restricciones para las actividades. Es decir, identificamos los factores que impiden poder realizar lo asignado en la fecha y plazo programado. Este análisis es válido para elaborar el Inventario de Trabajo Ejecutable, el cual no debe de tener ninguna restricción.

Serpell A. & Alarcón L. (2011) nos dice que “el Lookahead Planning tiene como objetivo controlar el flujo de trabajo” (77 p); por lo tanto, se debe eliminar de todas la restricciones para continuar con la actividad siguiente y genere un sistema. Serpell A. & Alarcón L. (2011) menciona que las restricciones que pueden ser encontrados son diseño, prerrequisitos, materiales, mano de obra, equipos, calidad, espacio y condiciones externas, cuales se explican a continuación. (77 p)

- Diseño: “Esta restricción consiste en las variaciones que puede tener una actividad con respecto a la compatibilización entre los planos”.
- Prerrequisitos: “Esta restricción consiste en la culminación de actividades previas para la siguiente actividad”.
- Materiales: Esta restricción consiste en que los materiales de cada actividad que está programada para cierto día deben de estar en la fecha de inicio, si es posible antes”.
- Mano de obra: “Esta restricción consiste en tener el personal necesario para las actividades planificadas (no necesariamente las mismas a lo largo de todo el proyecto). De no contar con el personal requerido, se debe de notificar días antes al área de Recursos Humanos para la contratación de los mismos en el tiempo que se les requiera”.
- Equipos: “Esta restricción consiste en tener el equipo en óptimas condiciones requerido para cada actividad programada en el momento requerido. Se debe de tomar en cuenta el

tiempo que demorar en incurrir al alquiler o compra del mismo, la movilización o mantenimiento del equipo días previos”.

- Calidad: “Esta restricción consiste en tomar precauciones con respecto al supervisor de la obra, ya que este requiere los formatos de calidad y deben de estar al alcance”.
- Espacio: “Esta restricción consiste en tener consideración del espacio que se requiere para la instalación de andamios o superficies de apoyo que permitan el cumplimiento de la actividad. Estos deben de liberarse antes, es decir, se debe de tener una limpieza constante en la obra”.
- Condiciones externas: “Esta consideración consiste en tratar con los sindicatos pertenecientes a la región, los climas (si bien es cierto que no se puede predecir, se puede tomar precauciones) y equipos requeridos para la seguridad del personal (EPP)”.

- **Inventario de Trabajo Ejecutable**

Serpell A. & Alarcón L. (2011) menciona que el objetivo del análisis de restricción es “lograr que todos los inventarios de trabajos estén liberados de restricciones para poder elaborar el Inventario de Trabajo Ejecutable, los cuales tienen una gran probabilidad de cumplimiento”. (81 p)

También Serpell A. & Alarcón L. (2011) recalca que estos Inventarios contienen los siguientes tipos de tareas: (81 p)

- a) “Actividades que no se han culminado a lo largo de la semana”.
- b) “Actividades futuras correspondientes a la semana siguiente inmediata”.
- c) “Actividades futuras correspondientes a dos o más semanas futuras”.

Sabemos también que no hay que trabajar de lado la negatividad, por ello es una postura válida considerar el caso de que las actividades programadas se cumplan antes de lo esperado. Esto también puede provocar tiempo ocioso para la unidad si es que no hubiera trabajo listo para ejecutar. Por ello, si tenemos un inventario de tareas potencialmente realizables, se puede elegir qué se hara, tomando en cuenta la lista realizada. El objetivo de este inventario es evitar que las cuadrillas tengan tiempos ociosos durante la ejecución de la obra. También, se debe tomar en consideración que dichas cuadrillas tengan relación con la actividad asignada y que puedan ser realizadas, debido a que no necesariamente se hacen para un tipo específico de cuadrilla.

2.2.2.3.3. Planificación Semanal

En este último nivel de planificación, se desarrolla a mayor rasgo y detalle el programa. Además, en esta etapa, se pretende incrementar la calidad del Plan de Trabajo Semanal (PTS), el cual cuando se combina con el proceso de Lookahead Planning (Planificación Intermedia) tiene como principal objetivo el control de las unidades de producción para garantizar y generar el correcto control del flujo de trabajo y lograr mayor calidad tomando medidas correctivas y mediante el aprendizaje continuo.

Para Serpell A. & Alarcón L. (2011) las medidas que se deben tomar en consideración son las siguientes: “la correcta selección de la secuencia del trabajo, la correcta cantidad de trabajo seleccionada (balance entre capacidad y carga), el cual mejora, debido a la curva de aprendizaje. Esta curva indica que a medida que la construcción de la obra continúe su flujo, las unidades de producción (cuadrillas) van adquiriendo experiencia y realizando los trabajos de manera eficaz y eficiente reduciendo en tiempo de ejecución, y la definición exacta del trabajo a realizarse indicando el responsable de cada actividad y que se

desarrolló como se indica, es decir, tener la certeza y seguridad que las actividades se van a cumplir. Para poder verificar dicho parámetro, se registra el Porcentaje de Actividades Completadas (PAC)". (85 p)

- **Porcentaje de Actividades Cumplidas**

El Porcentaje de Actividades Cumplidas (PAC) es en porcentaje de la confiabilidad de la programación realizada, comparándola con el cumplimiento de las mismas. Se puede calcular para las actividades que se realizaran en una semana en particular. Este indicador suele ser muy útil para llevar un control de la evolución de la implementación del sistema. El PAC es una proporción entre el número de actividades cumplidas y el número de actividades programadas.

Podemos decir que este paso es importante, ya que nos sirve de retroalimentación para poder luego encontrar mejoras y aprender de las fallas al momento de asignar una tarea nuevamente. Por otro lado, este indicador en conjunto con la información de las Causas de No Cumplimiento constituyen una herramienta útil para el planeamiento de actividades intermedias y semanales, los cuales se seguirán desarrollando conforme avance la construcción del proyecto y se deberá de investigar las causas de no cumplimiento y removerlas para alcanzar mejor productividad.

Las principales causas de no cumplimiento en una obra, generalmente, son las siguientes:

- Cuadrillas sobredimensionadas.
- Deficiencia en el flujo de materiales, debido a la demora del proveedor.
- Contratista.
- Mala distribución de instalaciones en la obra.
- Actitud del trabajador.
- Trabajos rehechos.

- Actividades predecesoras incompletas.
- Cambios o falta de diseños.
- Falta de programación y control en el uso de equipos.
- Trabajos lentos.
- Mala planificación.
- Mal tiempo.
- Inexperiencia del Ingeniero Residente.

- **Informe Semanal de Producción (ISP)**

Es una herramienta de control de los recursos de mano de obra, pareciera que no influye en la planificación; sin embargo, es primordial, ya que proporciona un comparativo entre las horas presupuestadas meta y las horas que se gastan en la semana. En este balance se obtiene las horas perdidas o ganadas diariamente, las cuales sumadas otorgan el resultado de la semana y en general el acumulado histórico. Las consecuencias se ven reflejadas en el presupuesto de la obra. La relación directa con la planificación radica en los rendimientos diarios y los metrados avanzados. El ISP es el resultado de los rendimientos por los metrados. El control de la planificación se da cuando se redimensiona una cuadrilla para modificar el rendimiento o el metrado, de esta forma se regula la planificación diaria. El ISP considera una herramienta que muestra el porcentaje de horas gastadas sobre las presupuestadas bajo el rendimiento meta, esta se conoce como porcentaje del índice de costo (CPI).

Serpell A. & Alarcón L. (2011) recalca que “es importante mencionar que el presupuesto en cuanto a horas hombre (HH) se extrae del presupuesto venta, el cual es el presupuesto que se le entrega al cliente. Este presupuesto se ajusta para que la utilidad de la constructora incremente, a este presupuesto se le denomina presupuesto meta, el cual a su vez se convierte en el presupuesto venta

hacia el cual se debe apuntar. La planificación Semanal y Diaria es la que determina lo que se gana o pierde de acuerdo a la calidad de la misma, pues es la que maneja los recursos y los asigna”. (87 p)

- **Reuniones de planificación (Lookahead)**

Esta es una reunión exclusiva para los trabajadores, ya que es donde se habla de las restricciones que se encuentran en el proceso de productividad, los cuales se analizan los retrasos que se han tenido. Es también en esta reunión donde se asignan responsables según la especialidad y el cargo para levantar las observaciones hechas a partir del incumplimiento de la planificación.

A continuación, Serpell A. & Alarcón L. (2011) menciona los beneficios de la aplicación del análisis de la planificación en estas reuniones. (89 p).

- a. “Permite una adecuada planificación a futuro en un periodo más corto, mejorando los objetivos del proyecto”.
- b. “Ayuda al cumplimiento de los objetivos planeados en forma estructurada”.
- c. “Entrega una retroalimentación de terreno oportuna, eficaz y veraz, lo que posibilita que las proyecciones se ajusten mejor a la realidad, mejorando la toma de decisiones”.

- **Mejora de metodología de trabajo**

Serpell A. & Alarcón L. (2011) menciona que “consiste en un proceso de retroalimentación (feedback) y, posteriormente, implementarlas para las siguientes planificaciones. Para este proceso, es importante realizar mediciones en campo como las cartas balances (principalmente de las

partidas de control de la ruta crítica), el Informe Semanal de Producción (ISP) y las reuniones semanales que se realizan para conocer las deficiencias y todo lo relacionado a la producción de la obra”. (95 p)

A estos informes son importantes, por que nos indican el nivel productivo, contributorio y no contributorio de cada cuadrilla con lo cual se identifica qué cuadrillas no trabaja como debería de ser en el caso de la Carta Balance. Por otro lado, se tiene el ISP, el cual indica el rendimiento diario conforme a lo planificado en la semana, así como el rendimiento semanal. De esta manera, se pueden identificar las partidas que están generando retrasos en la obra.

- **Reuniones de Seguridad**

Dichas reuniones son llevadas a cabo con el jefe de seguridad de la obra, los prevencionistas, los capataces y los ingenieros y arquitectos de campo. Aunque a veces se piense que estas reuniones son pérdidas de tiempo, pueden también ser las que eviten la mayor pérdida de la obra en caso suceda alguna tragedia o accidente. Serpell A. & Alarcón L. (2011) recomienda que “es importante tocar temas de salud ocupacional y comentar las infracciones cometidas ya sea por el staff o por los propios obreros para así emitir la sanción y tomar las medidas correctivas”. (96 p)

2.2.2.3.3.4. Planificación diaria

En esta etapa de planificación, se desglosa la planificación semanal programándola a nivel diario para tener mayor control de las actividades. Esto se realiza para las actividades importantes que pueden ocasionar los cuellos de botella.

En el libro de Serpell A. & Alarcón L. (2011) nos recomiendan que “al finalizar el día, se deben de reunir los ingenieros implicados en reuniones o conferencias telefónicas breves (Stand-up) para adaptarse

a las circunstancias existentes, busque ayuda de entre sí mismos y grabar las variaciones del plan y sus razones que se observado durante el día. Esta reunión sirve como controlar o dirigir la función que permite a los más cercanos a la obra para ajustar a las circunstancias siempre cambiantes del proyecto”. (97 p)

- **Protocolos de calidad**

Son herramientas que nos aseguran el cumplimiento de la calidad en la obra. Para que se siga un proceso constructivo se tiene que verificar primero el paso inmediato anterior a fin de certificar que el trabajo fue bien realizado. A este proceso de le denomina liberación de elementos.

2.3.Marco Conceptual

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

ASIGNACIÓN: Orden o tarea dada a una persona o unidad de trabajo para que ejecute una cantidad de obra determinada.

ACCIONES CORRECTIVAS: Es la actuación o efecto orientado a eliminar las causas de una no conformidad, defecto o situación no deseada con el fin de evitar su repetición. Causas de No Cumplimiento: Es el motivo por el cual una asignación no fue terminada ya sea por falta de requisitos, disponibilidad, recursos, otros factores.

CARGA: Es la cantidad de trabajo asignado a una unidad de trabajo, para que esta la ejecute dentro de un plazo de trabajo corto o semanal.

CURVA DE AVANCE: Representa en un proyecto el avance real respecto al planificado en un periodo acumulado hasta la fecha de término del mismo. Se le denomina también curva “S”.

FLUJOS DE TRABAJO: Es el movimiento o circulación de información y materiales mediante una red de unidades de producción, en la que cada una de éstas procesa estos recursos previos a continuar en el ciclo de producción.

LAST PLANNER SYSTEM: System es un sistema de planificación de la producción que implica el control de la misma.

UNIDAD DE PRODUCCIÓN: es un individuo o grupo de personas que conforman un equipo de trabajo especializado en una determinada tarea, en construcción se conoce como cuadrilla.

CAPACIDAD: es la cantidad de trabajo que la unidad de producción (cuadrilla) puede ejecutar en el mismo periodo de tiempo.

CRONOGRAMA MAESTRO: es cual se desarrolla según los objetivos generales que se han planteado en la planificación inicial. Este cronograma pone fechas definidas a los objetivos planteados, es decir, establece las metas generales del proyecto.

LOOKAHEAD: significa mirar hacia adelante lo que implica planificar con anticipación tomando la precauciones que de por sí las restricciones generan en la construcción y mirando el futuro inmediato.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

La aplicación del Last Planner System permitirá que en la construcción de los edificios multifamiliares en la ciudad de Trujillo. Departamento La Libertad, exista un buen control en la productividad teniendo en cuenta la calidad.

2.5. Variables

2.5.1. Variable Dependiente:

Ciudad de Trujillo. Departamento La Libertad.

2.5.2. Variable Independiente:

Evaluación de la aplicación del Last Planner System en la construcción de edificios multifamiliares.

2.5.3. Operacionalización de las variables

Variable	Indicador	Medición	Unidad	Instrumentos
Y	Evaluación de la construcción de edificios multifamiliares en la Ciudad de Trujillo	Longitud Volumen Área Precio	ml m ³ m ² Soles	Métodos y Software de Ingeniería y Costos, AutoCAD S10 Excel Ms Project
X	Aplicación del Last Planner System en la construcción de edificios multifamiliares en la Ciudad de Trujillo	Longitud Volumen Área Precio	ml m ³ m ² Soles	Métodos y Software de Ingeniería y Costos,

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación:

Cuantitativo

3.1.2. Nivel de investigación:

Investigación Aplicada

3.2. Población y muestra de estudio

3.2.1. Población:

Evaluación de la aplicación del Last Planner System en la construcción de edificios multifamiliares en la provincia de Trujillo.

3.2.2. Muestra:

Evaluación de la aplicación del Last Planner System en la construcción de edificios multifamiliares en Trujillo Metropolitano, Urb. California.

3.3. Técnicas e instrumentos de investigación

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

3.4. Diseño de investigación

Investigación de correlacional.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

3.5.1. Gestión integral de la empresa constructora inmobiliaria

Sectorización

La evaluación de tesis consiste en la obra de Parque II – Urb. California. Esta etapa se ha sectorizado como se muestra.

En primer lugar, el edificio cuenta con quince pisos, los cuales están conformados por cuatro departamentos en cada piso.

La sectorización fue seleccionada por departamentos, debido a que el edificio cuenta con 4 departamentos por piso. Por lo tanto, hemos decidido tomar dos departamentos de áreas similares. Finalmente, se tuvo que por piso existen dos sectores.

Los sectores 1 y 2 pertenecen al piso 15 de la edificación. La codificación que se tomó en cuenta para realizar el Lookahead se relacionó con el piso o nivel y el sector.

Por ejemplo, si se observa P15S1 se refirió al Piso 15 y sector 1.

A continuación, se muestran las áreas de cada sector:

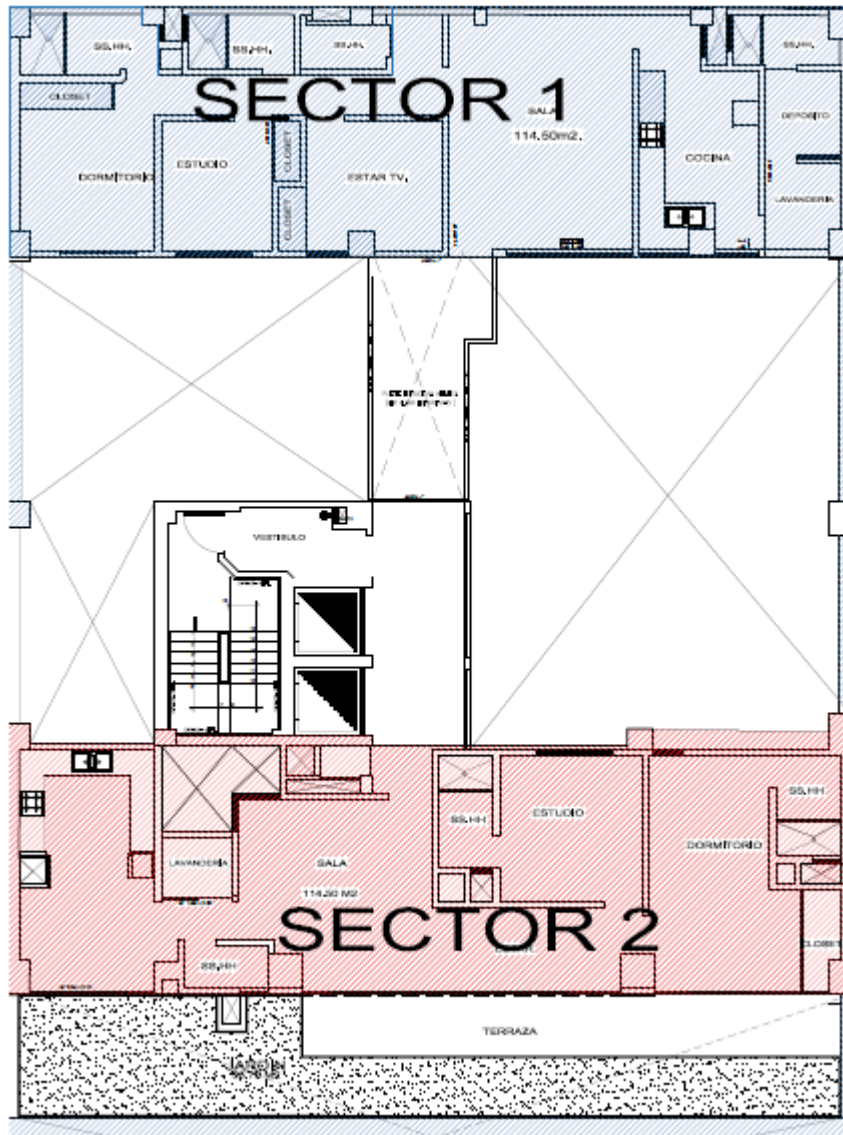
Piso 15 - Sector 1 = 114.50 m²

Piso 15 - Sector 2 = 114.50 m²

Como se observa, la sectorización fue realizada de manera correcta, ya que los sectores 1 y 2 tienen la misma área. Esto es importante, ya que permite mantener la misma cantidad de cuadrilla de cualquier partida porque presentaron similares áreas.

Ilustración 11.

Plano del piso, donde se realizo el estudio



Fuente: A&A Constructora

Tren de trabajo

El tren de trabajo consistió en la secuenciación de las actividades que se tuvo en cuenta para el correcto flujo de trabajo para poder identificar la ruta crítica de la obra. Las actividades que fueron consideradas son las siguientes:

- ♦ Trazo y replanteo de acero – DIA 1
- ♦ Colocación acero vertical en muro – DIA 1
- ♦ Trazo y replanteo de muro (encofrado) – DIA 2
- ♦ Encofrado de muro – DIA 3
- ♦ Vaciado de muro – DIA 4
- ♦ Desencofrado de muro (incluye limpieza) – DIA 5
- ♦ Solaqueo de Muro exterior – DIA 6

Para lograr que cada actividad señalada se culminara en un día, se debió de calcular la cantidad de operarios, oficiales y ayudantes que conformaron cada partida para cumplir el objetivo. Finalmente, se tuvo un tren de trabajo el cual indico en qué sector y piso se debió de trabajar cada día de acuerdo a la programación indicada.

Gestión Integral

CONSTRUCTORA A&A SAC es una empresa que lleva muchos años en el mercado de la construcción y se dedica a diseñar y ejecutar proyectos de menor y gran envergadura, preocupándose siempre por brindar la mayor calidad y garantía en sus trabajos. Por ello ha ido perfeccionando la filosofía Lean de tal forma que la mejora continua ocurra de forma más acelerada. Actualmente, la empresa cuenta con un estándar de manejo dentro de obra. La gestión integral de la obra se ha subdividido en gestión de costos, plazos, alcances, adquisiciones, riesgos, comunicaciones, RRHH y calidad.

Esta tesis se avoca a la planificación propiamente dicha de uno de los pisos de la obra, motivo por el cual se toma en cuenta la gestión de plazos; sin embargo, los parámetros que implica la gestión integral son de importante complemento en la planificación.

Por ello decimos, una correcta planificación demanda el cumplimiento de programado con un estándar de calidad establecido, así también, se requieren recursos (adquisiciones y recursos humanos) y todo ello va de la mano con la estabilidad económica que se logra basándose en una correcta gestión de costos, todo esto significa eficiencia en la construcción.

Dentro de la gestión de plazos, se tenemos las mediciones de productividad, las cuales son: la Carta Balance y el Nivel General de obra. Con estas mediciones podremos obtener la productividad de las partidas elegidas, las cuales necesitamos para analizar el tiempo efectivo de trabajo de una unidad de producción.

En estos análisis se implicó identificar los tiempos muertos, los cuales se denominaron Trabajo No Contributorio, los tiempos de apoyo se denominaron Trabajo Contributorio, y los tiempos de producción netos se denominaron Trabajo Productivo. Los resultados obtenidos después de realizar las mediciones nos dieron a conocer el nivel de producción de la obra. A partir de las mediciones vistas en la obra, se debió realizar medidas correctivas o de mejora en cuanto a la competencia de la mano de obra y el flujo de insumos que se requirieron para realizar una actividad porque se vio que no solo la producción está relacionada con el trabajo manual, sino también intervinieron factores como: el traslado del material en el punto donde se realizaron las partidas, las condiciones climáticas, atraso de tren de actividades, todos estos factores se dieron a conocer en las restricciones que debieron ser levantadas a tiempo para que nuestro el flujo de trabajo de las cuadrillas y en general de todos los trabajadores de la obra sea estable y, por tanto, sea netamente productivo.

La evaluación se realizó a las partidas de control, pues estas partidas significaron un atraso en la ruta crítica en caso no se completen. Los formatos para el nivel general de obra y las cartas balance se muestran en el Anexo 5 y Anexo 6, respectivamente.

La gestión de plazos también incluyo en el desarrollo de una herramienta de control de mano de obra que fue vital para la planificación, ya que dio a conocer las horas de pérdida semanales en las partidas de control. Esta herramienta se denominó Informe Semanal de Producción (ISP), el cual pretendió analizar los rendimientos diarios de acuerdo al metrado asignado en cada sector de trabajo. Dicha herramienta fue importante para la planificación porque ante un déficit en el rendimiento, se debió tomar las conclusiones debidas, estas pudieron ser, reducir la cuadrilla, aumentarla, cambiarla o plantear un sistema de incentivos.

Dentro de la gestión de plazos, se tuvo todos los niveles de planificación explicadas en el Capítulo 3 de esta tesis. A continuación, lo mencionamos para complementar el sistema empleado en la empresa. Se tiene un Master Schedule, un Lookahead, una Planificación Semanal y Planificación Diaria, así como la trazabilidad (PPC Y CNC).

Finalmente, después de realizar los análisis antes mencionados, se tuvo un análisis de programación el cual se denominó circuito fiel. Este análisis planteó el análisis diario del metrado avanzado, las horas empleadas y las acumuladas. La utilidad del circuito fiel radicó en la distribución de recursos, mejor dicho, en el cambio de cuadrillas. Esta herramienta se pudo utilizar constantemente o solo al inicio de la obra. Para poder realizar un correcto diagnóstico, se debió saber cómo está distribuida la obra y cómo había sido planeada.

Diagnóstico general

Para esta tesis, se requirió identificar los problemas suscitados en el comienzo del estudio de edificios multifamiliares para así plantear soluciones eficientes a fin de demostrar que el sistema Last Planner es funcional en Trujillo, La Libertad. Para ello, se realizó un diagnóstico general de la obra utilizando las herramientas de gestión mencionadas en el capítulo anterior. Los resultados del análisis implicaron que durante las siguientes 5 semanas de obra se tuvieron que implementar las

disposiciones y nuevas metodologías tomadas para mejorar la productividad y reducir costos.

La planificación fue una herramienta fundamental, ya que determinó la cantidad de recursos a utilizar y la cantidad de trabajo que a estos se les asignó a fin de cumplir con los hitos planteados al inicio del estudio.

Identificación de mejoras

El sistema Last Planner tiene como fundamento planificar en niveles más específicos para reducir la variabilidad en una obra. Sin embargo, si estos niveles no son planificados tomando en cuenta los recursos suficientes, las pérdidas se verán reflejadas en la utilidad de la obra. Es por ello que siempre se puede mejorar aumentando la productividad manteniendo un Sistema Pull pero reduciendo la cantidad de recursos empleados para hacer la misma cantidad de trabajo. Las mejoras que se implementaron corresponden a los procesos. En este caso, se tomó en cuenta los siguientes parámetros: cuadrillas (dimensionamiento), reuniones de obra, asignación de responsables en staff, clasificación del trabajo en la programación diaria, levantamiento de restricciones, calidad de trabajo y mejoramiento de procesos constructivos.

3.5.2. DIAGNOSTICO Y ANALISIS DE OBRA

Se muestra paso a paso las evaluaciones que se realizaron, específicamente en las partidas seleccionadas. Las herramientas usadas fueron descritas para proponer conclusiones a partir de las mismas.

A. Evaluación general de la obra

El uso de la herramienta Nivel General de la obra se realizó con el fin de analizar y evaluar mediciones que están orientadas a la cuantificación del tiempo usado por el personal obrero en toda la obra.

Se realizó de forma aleatoria en el cual se recorrió toda la obra realizando una contabilización en un formato establecido del tipo de trabajo (Trabajo Productivo, Trabajo Contributorio y Trabajo no Contributorio, indicando los diferentes componentes en los dos últimos mencionados) que realiza cada obrero; las mediciones se realizaron en dos turnos durante la mañana y durante la tarde.

Seguidamente se procedió a registrar los datos para obtener los resultados de los tipos de trabajos realizados en obra.

Los resultados obtenidos se compararan más adelante con los que se presenta Virgilio Ghio Castillo en su libro llamado “Productividad en Obras de Construcción” realizado en el año 2013, esto con el fin de tomar como punto de partida la gestión que se realiza en la ciudad de Lima, el cual nos servirá como una base para desarrollarla y aplicarla en Trujillo a la vez buscando mejorarla y desarrollar una mejor gestión.

Al realizar la comparación de los resultados mostrados en el Libro de Virgilio Ghio Castillo se debe de tener en consideración que, los porcentajes obtenidos en dicho libro han sido obtenidos en el año 2013, sin embrago, con el pasar de los años muchas de las empresas constructoras se han ido innovando con sistemas de gestión más eficientes, en el caso de la empresa que ejecuta la obra en el cual desarrollamos nuestro estudio aplica un sistema Lean.

Por otro las mediciones realizadas en el libro de Virgilio Ghio Castillo fueron realizadas en la Cuidad de Lima a diferencia de nuestro proyecto que es realizado en la Ciudad de Trujillo por lo cual muchos de los resultados pueden variar o como también mantener una similitud.

- **Aplicación de nivel general de obra (turno mañana y turno tarde)**

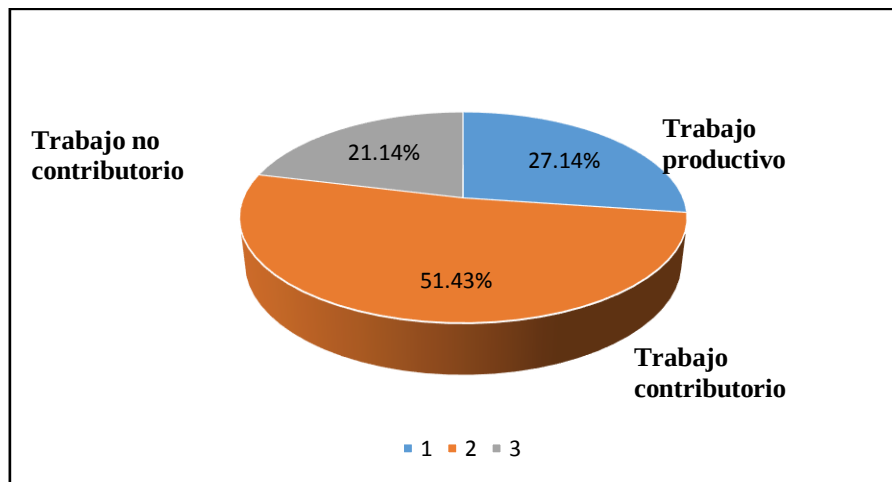
Las mediciones se procedieron a realizar en los turnos de mañana y tarde y en horas determinadas, la descripción de la toma de datos y análisis se procederá a explicar a continuación.

La primera medición que realizamos fue en el turno de la mañana, desde las 8:10 hasta 9:00 am.

El trabajo Productivo alcanzo un porcentaje de 27.14% debido a actividades como habilitación de acero en muros y columnas, encofrado de muro y losa, desencofrado de muros y columnas, etc. El porcentaje alcanzado en el Trabajo Contributorio es de 51.43% en el cual destaca con un mayor nivel la actividad el transporte de materiales con una contabilización de 85 sobre 350 valores, debido a que se realizaron trabajos transporte de encofrado para la partida de encofrado en losa el cual también sirvió para trabajos que se realizaron en el turno de la tarde. La actividad de recibir/dar instrucciones alcanzo un porcentaje de 11.43% con una contabilización de 40 sobre 350. Ver gráfica N°01 y 02.

Gráfica 01.

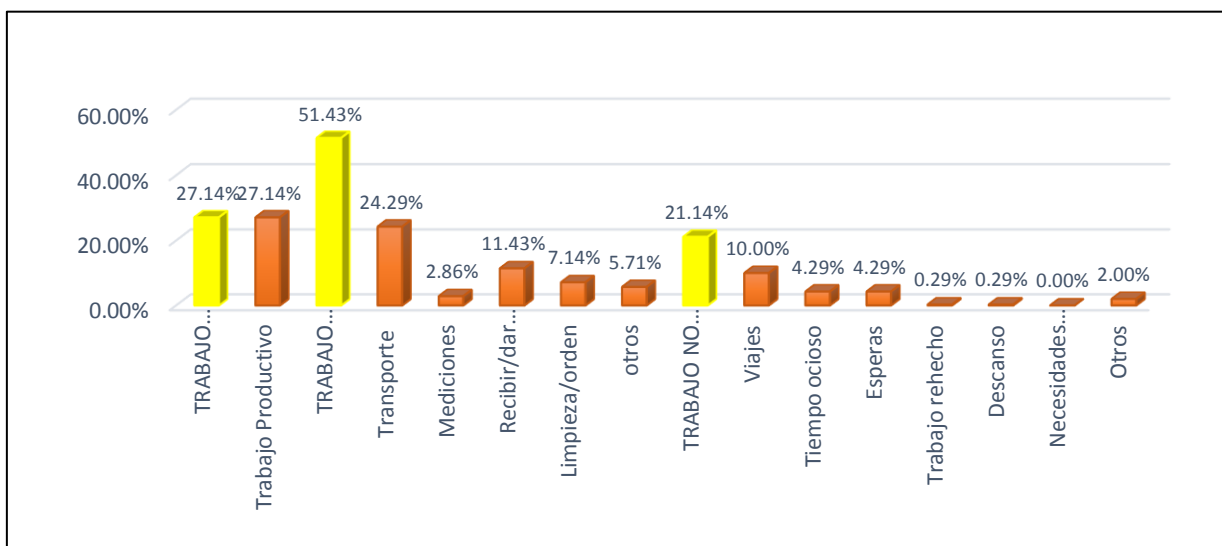
Distribución de nivel general turno mañana



Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 02.

Distribución del tiempo

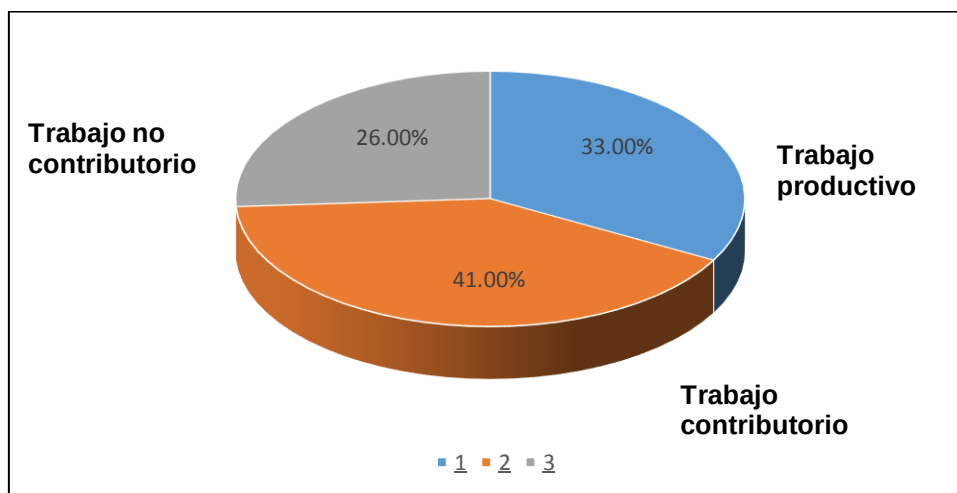


Fuente: Elaboración Propia

La segunda medición fue realizada en el turno de la tarde, desde las 14:20 a 15:00 pm. El Trabajo Productivo alcanzo un porcentaje de 33%, esto debido a actividades que se realizaron como el vaciado de losa, colocación de acero en losa y muros. Con respecto al Trabajo Contributorio se observó que las actividades recibir/dar instrucciones (contabilización de 46 sobre 350) y transporte de material (contabilización de 42 sobre 350 datos) tienen un porcentaje alto de 13% y 12% respectivamente. Ver gráfica N°03 y 04.

Gráfica 03.

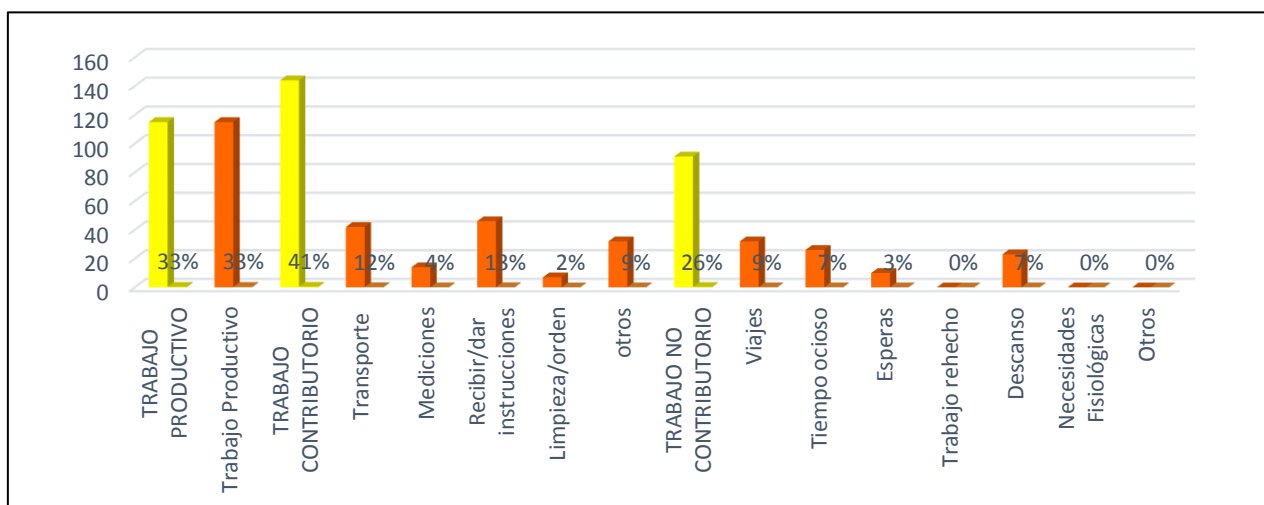
Distribución de nivel general turno tarde



Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 04.

Distribución del tiempo



Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presentan los resultados de las dos mediciones realizadas en la obra. Ver tabla N°01.

Tabla 01.

Comparación del nivel general de la obra en los dos turnos

	Nivel general		Nivel general	
	8.00 a 9.00		14.20 a 15.00	
	Conteo	Porcentaje	Conteo	Porcentaje
Trabajo productivo	95	27.14%	115	33%
Trabajo productivo	95	27.14%	115	33%
Trabajo contributorio	180	51.43%	144	41%
Transporte	85	24.29%	42	12%
Mediciones	10	2.86%	14	4%
Recibir/dar instrucciones	40	11.43%	46	13%
Limpieza/orden	25	7.14%	7	2%
Otros	20	5.71%	32	9%
Trabajo no contributorio	74	21.14%	91	26%
Viajes	35	10.00%	32	9%
Tiempo ocioso	15	4.29%	26	7%
Esperas	15	4.29%	10	3%
Trabajo rehecho	1	0.29%	0	0%
Descanso	1	0.29%	23	7%
Necesidades fisiológicas	0	0.00%	0	0%
Otros	7	2.00%	0	0%

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a los datos mostrados en el recuadro se observa que en el nivel de Trabajo Productivo el que tiene un porcentaje más alto es el turno tarde esto se debe principalmente a actividades de vaciado de losa y muro las cuales se daban inicio a partir de las 10.30 y continuaba hasta finalizar, seguido de actividades como colocación de acero para partidas como acero en muros y columnas. Con respecto al nivel de Trabajo Contributorio hubo una reducción de porcentaje en el turno tarde de 51.43% a 41%, esto debido a que en la actividad de transporte de materiales el transporte de encofrados culminados antes de las partidas de vaciado de concreto. Por otro lado en el nivel de Trabajo no Contributorio aumentó en un 5.86% con

respecto al turno tarde, dedico principalmente al tiempo de descanso y de ocio que generaron partidas como vaciado de concreto.

A. Comparación de los Niveles Generales entre la Obra de la Ciudad de Trujillo y el Promedio en Lima

Se procede a realizar la comparación del recuadro que se mostrara, que contienen los valores obtenidos en la obra ejecutada la Ciudad de Trujillo y los resultados que se obtuvieron de acuerdo al libro de Ghio Virgilio realizado en la Cuidad de Lima en el año 2013. Ver tabla N°02.

Tabla 02.

Comparación de nivel general entre la obra de trujillo y el nivel general promedio en lima

	NIVEL GENERAL		NIVEL GENERAL		INDICE PROMEDIO DE OBRAS EN LIMA
	8.00 a 9.00		14.20 a 15.00		
	Conteo	Porcentaje	Conteo	Porcentaje	PORCENTAJE
TRABAJO PRODUCTIVO	95	27.14%	115	33.00%	26.00%
TRABAJO CONTRIBUTORIO	180	51.43%	144	41.00%	36.00%
Transporte	85	24.29%	42	12.00%	14.00%
Mediciones	10	2.86%	14	4.00%	5.00%
Recibir/dar instrucciones	40	11.43%	46	13.00%	3.00%
Limpieza/orden	25	7.14%	7	2.00%	4.00%
Otros	20	5.71%	32	9.00%	11.00%
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	74	21.14%	91	26.00%	36.00%
Viajes	35	10.00%	32	9.00%	13.00%
Tiempo ocioso	15	4.29%	26	7.00%	10.00%
Esperas	15	4.29%	10	3.00%	6.00%
Trabajo rehecho	1	2.90%	0	0.00%	2.00%
Descanso	1	2.90%	23	7.00%	3.00%
Necesidades Fisiológicas	0	0.00%	0	0.00%	0.00%
Otros	7	2.00%	0	0.00%	1.00%

Fuente: Elaboración Propia

➤ Trabajo Productivo

Como se puede observar en el recuadro, el nivel de Trabajo Productivo en la obra de Trujillo supera en 1.14% y 7% con respecto al promedio de Lima con un 26% como indica el libro, esto revela que el sector de la construcción al pasar los años se ha ido implementado con herramientas de mejoras para su beneficio, cabe detallar que la

mayoría de empresas constructoras cuentan con la implementación de la Filosofía Lean. Además un punto importante es que la mayoría de personal trabajador está en constante capacitación debido a la demanda que implica obtener un puesto de trabajo, haciendo que el índice de trabajo productivo mejore.

➤ Trabajo Contributorio

- Transporte

Concerniente al transporte, se tiene dos resultados que varían, en el turno de la mañana presenta un porcentaje alto (24.29%) y esto debido a que muchos de los materiales no presentan una ubicación de fácil acceso por lo que su mala ubicación provoca un déficit, en el turno de la tarde un porcentaje menor (12%), existe una variación con respecto al 14% que se presenta en el libro.

- Mediciones

En este nivel se han obtenido dos porcentajes casi similares correspondiente a los dos turnos, el primero de 2.86% y el segundo de 4%, a diferencia del comparativo que es de un 5%, lo que muestra que las actividades desarrolladas se hicieron de acuerdo a lo programado y de manera adecuada.

- Recibir/dar instrucciones

Esta actividad presenta en cada turno los índices de 11.43% y 13% respectivamente, a diferencia de la comparativa que muestra un 3%. Los índices mencionados anteriormente son considerablemente altos, ya que el ingeniero de campo tuvo que realizar una reunión de urgencia para expresar el trabajo de poca calidad y deficiente que estaba realizando el capataz de encofrado y los obreros.

- Limpieza/orden

En este nivel se tiene el resultado del turno de la mañana que presenta un 7.14% y el turno de la tarde presenta 2%, ambos difieren con el 4% del resultado del libro. Debido a que en el turno de la mañana el porcentaje se elevó porque el día de la recopilación de datos realizó una limpieza general del piso 15.

- Otros

Los resultados obtenidos en ambos turnos son de 5.71% y 9% a diferencia del 11% que se muestra en el comparativo. Estos porcentajes varían debido a los trabajos de andamio y calentamiento de tubos se fijaron principalmente en la mañana.

- Trabajo no Contributorio

- Viajes

En ambos turnos se obtuvieron resultados de 10% y 9% respectivamente, los cuales son menores al 13 %. Con esto deducimos que los resultados obtenidos en obra están dentro del rango establecido por el libro, pero que en adelante se debe de mejorar a través de una correcta supervisión.

- Tiempo ocioso

Se observaron dos resultados de 4.29% y 7 %, correspondientes a los dos turnos. Ambos porcentajes son menores al 10% del resultado de la comparativa, se observó que el porcentaje subió en el turno de la tarde debido a la mala actitud de los obreros de la cuadrilla de vaciado.

- Esperas

Los índices de porcentaje que se obtuvieron en ambos turnos fueron de 4.29% y 3%, muy por debajo del 6% que se encuentra establecido como rango.

- Trabajo rehecho

En esta actividad, se obtuvo un 0.29% en el turno mañana y 0% en el turno tarde, lo cual indica que no ha superado el 2% establecido en el rango.

- Descanso

Los resultados obtenidos en los dos turnos fueron de 0.29% y 7%, a diferencia del comparativo con un 4%. La elevación del porcentaje en el segundo turno es debido a que no existe un correcto balance con la capacidad de las partidas.

- Necesidades Fisiológicas

En este nivel no se presentó ningún caso en los dos turnos.

- Otros

En el turno mañana se obtuvo 2% y en el turno tarde 0%, ambas difieren con el 1% que presenta como resultado el libro mencionado. La variación que hubo en el turno de la mañana es debido a que muchos de los trabajadores recién en la obra de trabajo se colocan sus Equipos de Protección Personal.

B. Evaluación de las partidas de control

Para la evaluación de las partidas de control es necesario saber en qué estado se encuentran las unidades de producción de las cuadrillas por lo cual se requirió hacer uso de la carta balance.

Para la elaboración de la carta balance se realizó lo siguiente; se observó y entendió las actividades que se van a muestrear (de la actividad en estudio se elige el proceso que determina el ritmo de trabajo), se identificó a cada uno de los integrantes de la cuadrilla y los trabajos que componen las diferentes categorías (TP, TC y TNC).

Se registró en el formato de Carta de Balance las actividades de cada uno de los integrantes de la cuadrilla, el intervalo de toma de las muestras es por lo general de 1 a 2 minutos, las mediciones se realizaron por sesenta minutos. A continuación se analiza una carta balance por partida.

➤ **Carta Balance de Acero Vertical**

Para la aplicación de la carta balance en esta partida se realizaron 3 mediciones, los cuales fueron durante los días 03, 04 y 05 de Setiembre. En la tabla N° 03 se muestran los porcentajes obtenidos.

Tabla 03.

Resultados de la partida de acero

	Diagnostico		
	03/09/2018	04/09/2018	05/09/2018
Trabajo productivo	82.45%	84.33%	85.10%
Trabajo contributorio	4.95%	4.75%	6.27%
Trabajo no contributorio	10.59%	9.55%	9.13%

Fuente: Elaboración Propia

Se procede a analizar a detalle solo una carta balance, por lo que se eligió el del día 03 de Setiembre, en esta carta balance se dio inicio a las mediciones en el turno de la mañana comenzando a las 9.00 am y finalizando a las 10.00 am.

A continuación en la tabla N°04, se detalla las actividades y procesos constructivos para la aplicación de la medición, seguidamente cada una de ellas presenta un código así como la numeración de la cantidad de veces que fue repetida la actividad por cada uno de los trabajadores.

Tabla 04.

Actividades y procesos constructivos en la medición

Cod	Trabajo Productivo		Cod	Trabajo Contributorio		Cod	Trabajo No Contributrio	
C	Colocación	55	TH	Transporte Horizontal	8	E	Espera	25
A	Amarre	145	CT	Colocación de Tablas	0	B	Baño	0
		0			0	R	Trabajo Rehecho	0
		0			0	D	Descanso	0
		0			0	VI	Viaje	0
	Total	200		Total	8		Total	28

Fuente: Elaboración Propia

La partida seleccionada contaba con una cuadrilla de 4 trabajadores los cuales todos era operarios. Los nombres de cada uno de ellos para efecto de fácil interpretación serán asignados con una letra, comenzando con la letra A (Primer operario) hasta la letra D (Cuarto operario). Se muestran los porcentajes obtenidos por cada trabajador. Ver Tabla N°05 y Gráfica N°06.

Tabla 05.

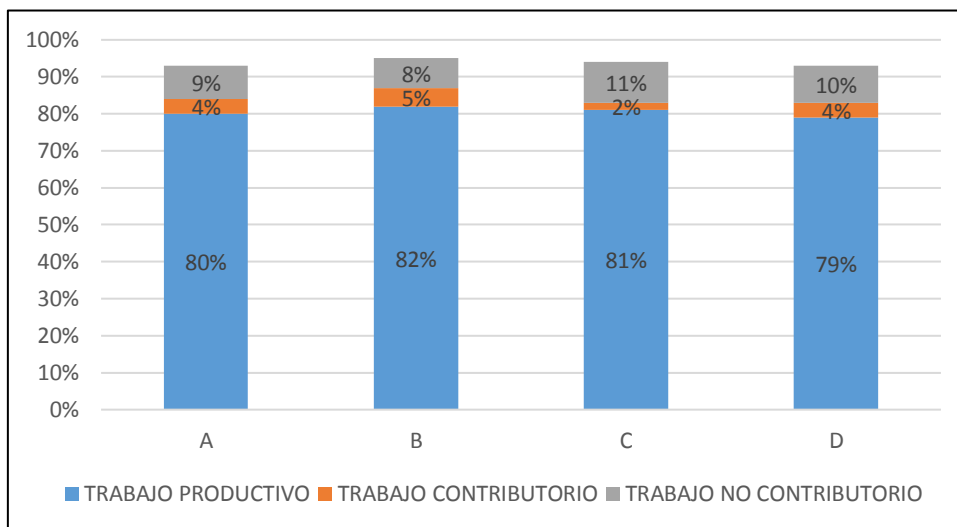
Nivel general por obrero

	A	B	C	D
Trabajo productivo	80%	82%	81%	79%
Trabajo contributorio	4%	5%	2%	4%
Trabajo no contributorio	9%	8%	11%	10%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 05.

Porcentaje de nivel general por obrero

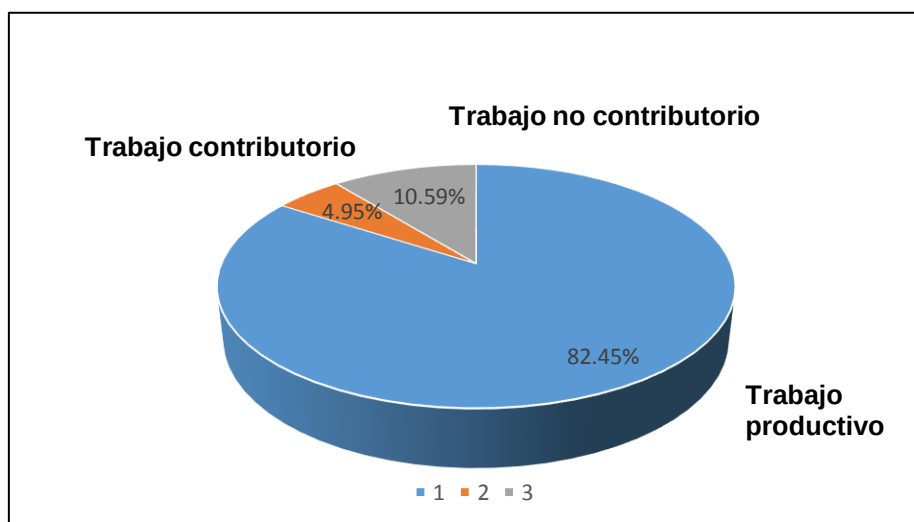


Fuente: Elaboración Propia

En esta cuadrilla se puede observar un trabajo efectivo y en equipo por lo que los resultados presentan un porcentaje de Trabajo Productivo considerablemente alto, el cual es de un 82.45 %. Ver Gráfica N°06.

Gráfica 06.

Porcentaje de nivel general por cuadrilla

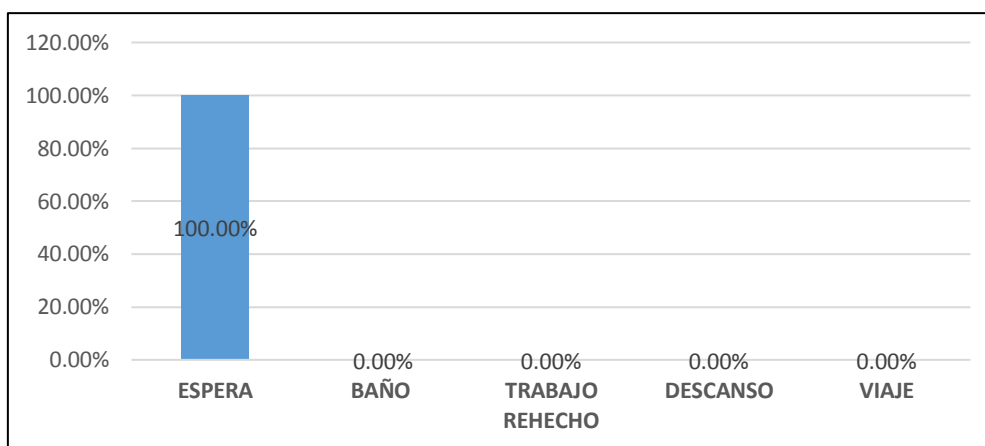


Fuente: Elaboración Propia

Concerniente al Trabajo No Contributorio, se muestran resultados donde la principal falla de la cuadrilla se centra en el transporte de material. Esto debido a que mayormente el transporte de acero se realiza con polea, si la polea resulta siendo ocupada por otra cuadrilla hace que generen que los operarios transporte manualmente el acero hasta su lugar de trabajo y da como resultado esperas por material. Ver Gráfica N°07.

Gráfica 07.

Distribución de porcentaje de actividades en trabajo no contributorio



Fuente: Elaboración Propia

Conclusión:

De acuerdo al análisis descrito, la cuadrilla está correctamente dimensionada así mismo la distribución de la cuadrilla está proporcionada adecuadamente.

➤ **Carta Balance de Encofrado de Muros**

Para la aplicación de la carta balance en esta partida se realizaron 3 mediciones, los cuales fueron durante los días 03, 04 y 05 de Setiembre. En la tabla N° 06 se muestran los porcentajes obtenidos.

Tabla 06.

Resultados de la partida de encofrado en muros

	Diagnostico		
	03/09/2018	04/09/2018	05/09/2018
Trabajo productivo	39.93%	45.62%	40.29%
Trabajo contributorio	50.11%	43.49%	51.72%
Trabajo no contributorio	9.96%	10.89%	7.99%

Fuente: Elaboración Propia

Se procede a analizar a detalle una carta balance, se escogió el del día 03 de Setiembre, donde se dio inicio de las mediciones a las 9.00 am y finalizó a las 10.00 am.

A continuación en la tabla N°07, se detalla las actividades y procesos constructivos para la aplicación de la medición, seguidamente cada una de ellas presenta un código así como la numeración de la cantidad de veces que fue repetida la actividad por cada uno de los trabajadores.

Tabla 07.

Actividades y/o procesos constructivos en la medición

Cod	Trabajo Productivo		Cod	Trabajo Contributorio		Cod	Trabajo No Contributrio	
EN	Encofrado	81	TV	Transporte Vertical	32	VI	Viaje	0
		0	TH	Transporte Horizontal	31	R	Trabajo Rehecho	0
		0	AD	Aplicación desmoldante	7	BA	Baño	0
		0	L	Limpieza Panel	13	E	Tiempo de Espera	33
		0	N	Nivelar	18	D	Descanso	2
		0			0	O	Ocio	0
	Total	81		Total	101		Total	35

Fuente: Elaboración Propia

La partida seleccionada contaba con una cuadrilla de 4 trabajadores los cuales todos era operarios. Los nombres de cada uno de ellos para efecto de fácil interpretación serán asignados con una letra, comenzando con la letra A (Primer operario) hasta la letra D (Cuarto operario). Se muestran los porcentajes obtenidos por cada trabajador. Ver Tabla N°08 y Gráfica N°08.

Tabla 08.

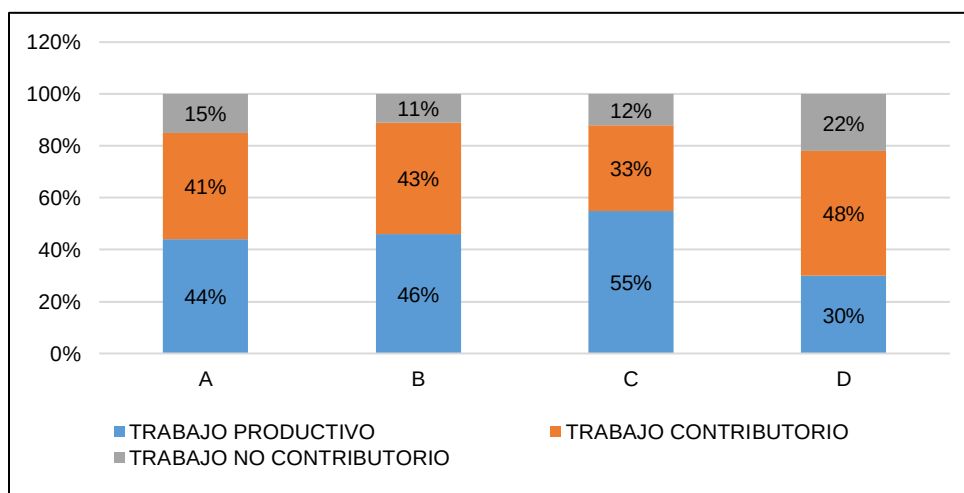
Resultado a nivel general por obrero

	A	B	C	D
Trabajo productivo	44%	46%	55%	30%
Trabajo contributorio	41%	43%	33%	48%
Trabajo no contributorio	15%	11%	12%	22%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 08.

Porcentaje de nivel general por obrero

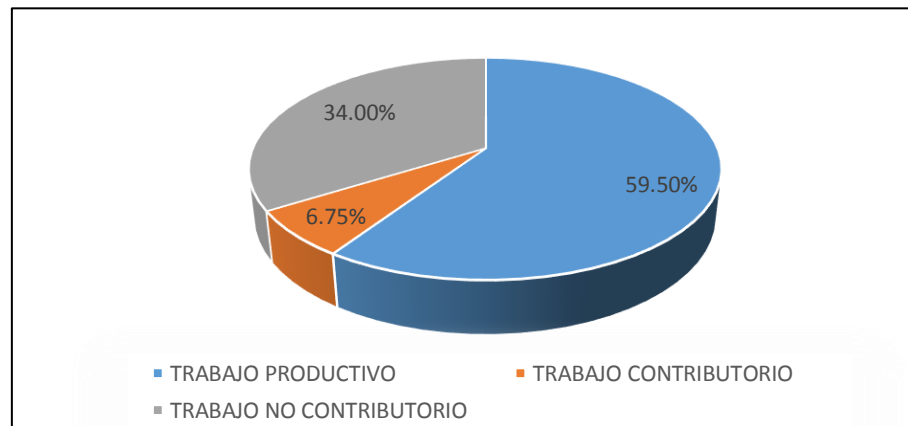


Fuente: Elaboración Propia

En la partida mostrada se observa que el trabajo productivo cuenta con un porcentaje bajo, con un promedio de 43.75%, esto muestra que las actividades se están centrando a Trabajos Contributorios. La explicación del bajo porcentaje del trabajo productivo es debido al transporte de paneles mediante grúa. El problema se centra en el operador de la grúa, este lo dirige través de un control remoto, al maniobrar la grúa muchas veces se le dificultaba la visibilidad hacia dónde dirigir los paneles ya que muchos de los muros aún no habían sido desencofrados. Ver Gráfica N°09.

Gráfica 09.

Porcentaje de nivel general por cuadrilla



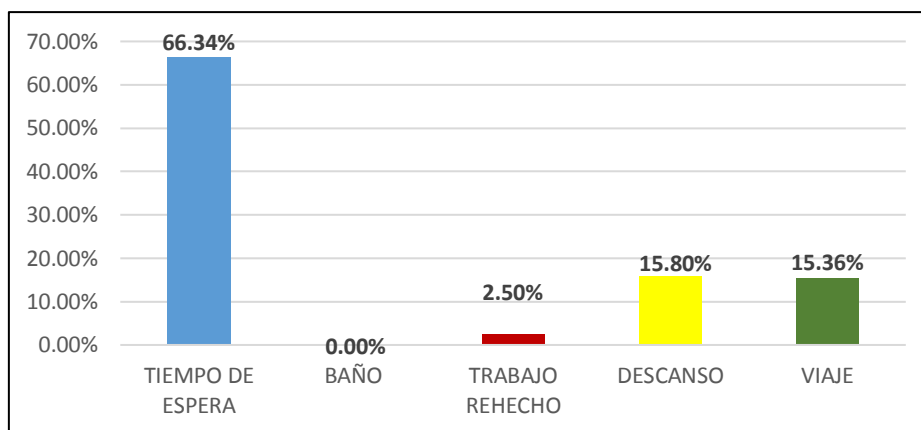
Fuente: Elaboración Propia

En el Trabajo No Contributorio se muestra un valor de 15%, no es un porcentaje relativamente alto pero siempre hay que tomar en cuenta que la actividad de encofrados afecta a la cuadrilla, al transporte de otros materiales y también entra el costo del alquiler de la grúa. Tenemos entendido que el encofrado también es una actividad que puede afectar a la ruta crítica y esto debido a que si se tarde en realizar el encofrado el vaciado se prolongara por más tiempo. Cabe mencionar que la actividad que lleva un porcentaje alto en el Trabajo No Contributorio es el tiempo de

espera con un 93.9%, pues en el transcurso de movilizarlos se tarda hasta 9 minutos en direccionarlo correctamente hacia el lugar adecuado. Ver Grafica N°10.

Gráfica 10.

Distribución de porcentaje de actividades en trabajo no contributorio

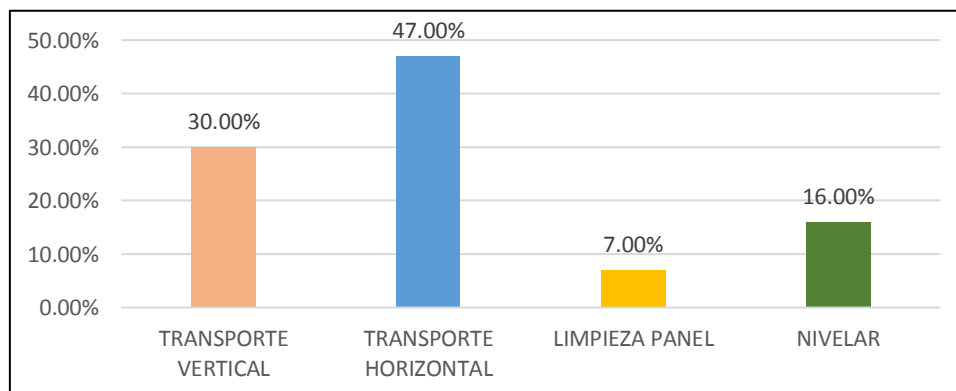


Fuente: Elaboración Propia

Con respecto al trabajo Contributorio, el transporte horizontal concierne al proceso de desencofrado, presenta un porcentaje alto con un 47%, a diferencia del transporte vertical con 27%, esto se debe traslado que se hace para la su limpieza y posteriormente se sube al piso respectivo para el proceso de encofrado. Ver Gráfica N° 11.

Gráfica 11.

Distribución de porcentaje de actividades en trabajo contributorio



Fuente: Elaboración Propia

Conclusión:

Para esta partida es de vital importancia solucionar los tiempos de traslados de paneles en el uso de grúa, ya que existe perdidas en tiempo, ya que en repetidas veces el operador de grúa pierde la referencia por no encontrarse en un punto de visibilidad óptimo.

➤ **Carta Balance de Vaciado de Muros**

Para la aplicación de la carta balance para esta partida se realizaron 3 mediciones, durante los días 03, 04 y 05 de Setiembre. En la tabla N°09 se muestran los porcentajes obtenidos.

Tabla 09.

Resultados de la partida de vaciado de muros

	Diagnostico		
	03/09/2018	04/09/2018	05/09/2018
Trabajo productivo	55.24%	56.87%	59.12%
Trabajo contributorio	8.42%	6.96%	1.98%
Trabajo no contributorio	36.34%	36.17%	38.90%

Fuente: Elaboración Propia

Se procede a analizar a detalle solo una carta balance, por lo que se eligió el del día 03 de Setiembre, en esta carta balance se dio inicio a las mediciones en el turno de la mañana comenzando a las 10.00 am y finalizando a las 11.00 am.

A continuación en la tabla N°10, se describen las actividades y procesos constructivos para la aplicación de la medición, seguidamente cada una de ellas presenta un código y la numeración de la cantidad de veces que se repitió la actividad por cada uno de los trabajadores.

Tabla 10.

Actividades y/o procesos constructivos en la medición

Cod	Trabajo Productivo		Cod	Trabajo Contributorio		Cod	Trabajo No Contributrio	
C	Concreto	27	TH	Transporte Horizontal	5	E	Tiempo de Espera	59
V	Vibrado	77	CT	Colocación de tablas	7	B	Baño	0
A	Emparejamiento	31			0	R	Trabajo rehecho	3
		0			0	D	Descanso	13
		0			0	VI	Viaje	14
	Total	135		Total	12		Total	89

Fuente: Elaboración Propia

La partida seleccionada contaba con una cuadrilla de 4 trabajadores los cuales todos era operarios. Los nombres de cada uno de ellos para efecto de fácil interpretación serán asignados con una letra, comenzando con la letra A (Primer operario) hasta la letra D (Cuarto operario). Se muestran los porcentajes obtenidos por cada trabajador. Ver Tabla N°11 y Gráfica N°12.

Tabla 11.

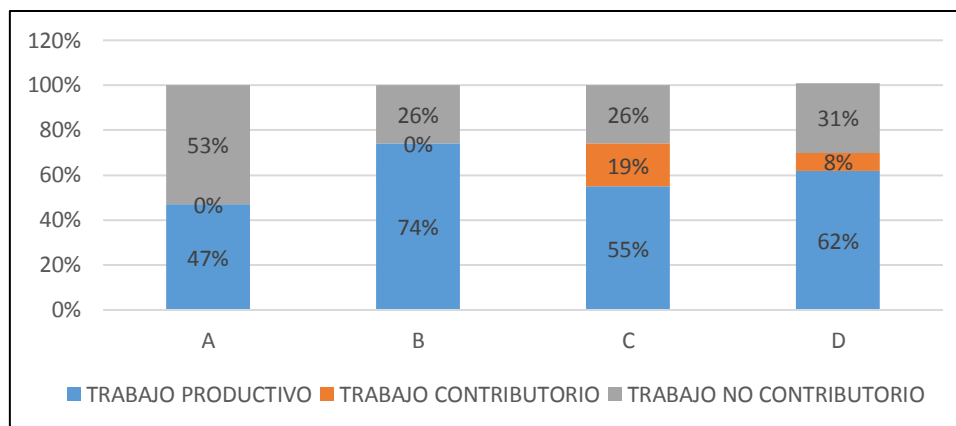
Resultado a nivel general por obrero

	A	B	C	D
Trabajo productivo	47%	74%	55%	62%
Trabajo contributorio	0%	0%	19%	8%
Trabajo no contributorio	53%	26%	26%	31%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 12.

Porcentaje de nivel general por obrero

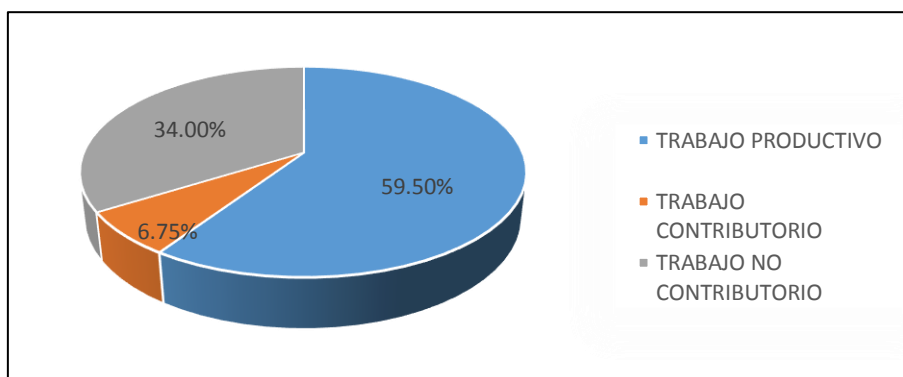


Fuente: Elaboración Propia

Esta cuadrilla presenta un trabajo productivo limitado, esto debido a que el mixer mantiene una frecuencia de vaciado permanente así mismo se destinaron 2 operarios que se dedicaban únicamente a la actividad de vaciado y vibrado, por lo que ambos operarios realizaron trabajo productivo, como resultado el trabajo productivo tiene un 59.5% y el trabajo Contributorio cuenta con un 6.75%. Por otro lado el trabajo no Contributorio contiene un 34.0%, este porcentaje elevado se da por la cantidad de tiempo de espera debido a que el movimiento de los andamios. Ver gráfica N°13.

Gráfica 13.

Porcentaje de nivel general por cuadrilla

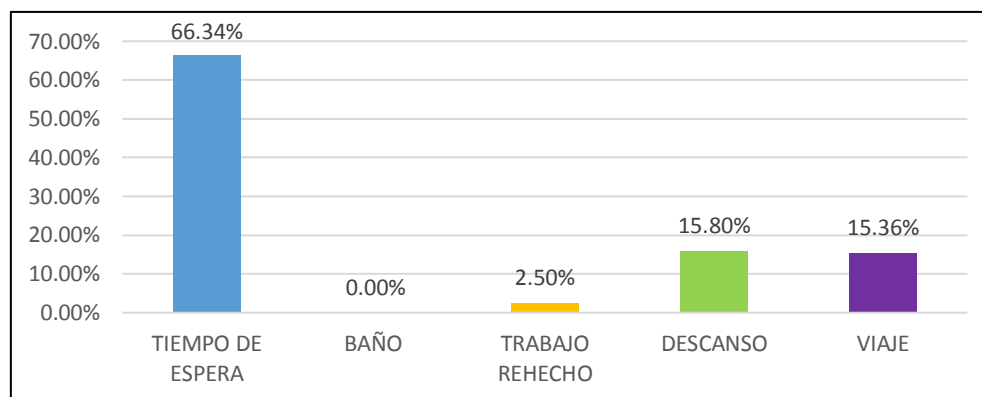


Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al análisis del Trabajo no Contributorio, el mayor porcentaje se centró en la actividad de tiempo de espera por razones mencionadas anteriormente, seguido se observa que descanso ocupa un 15.8% y por ultimo viajes con un 15.36% principalmente por motivo de limpieza ocasionado por un error cometido en el vaciado de concreto. Ver Gráfica N°14.

Gráfica 14.

Distribución de porcentaje de actividades en trabajo no contributorio

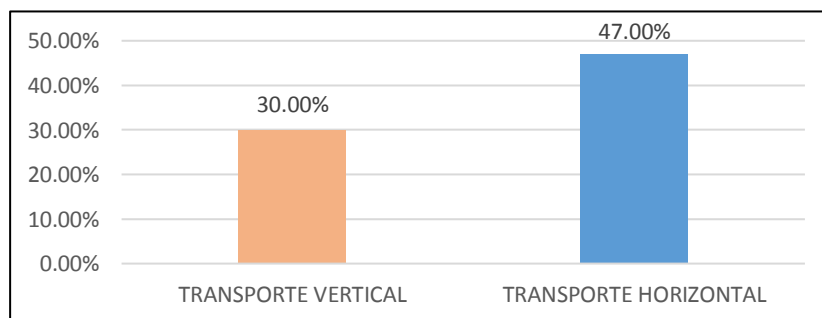


Fuente: Elaboración Propia

Con respecto al trabajo Contributorio el 47% corresponde al transporte horizontal y el 30% al transporte vertical, los cuales se refiere al transporte de materiales.

Gráfica 15.

Distribución de porcentaje de actividades en trabajo contributorio



Fuente: Elaboración Propia

Conclusión:

El capataz debe de realizar una capacitación constante a su cuadrilla ya que se observó que por falta de seriedad y criterio les llevo a cometer errores en actividades principales, ya que el trabajo que se realiza en campo se debe de ser coherente. Se debe proporcionar un trabajador para que realice determinadas actividades.

➤ **Carta Balance de Solaqueo Muros Interiores (Lijado y Desbaste)**

Para la aplicación de la carta balance para esta partida se realizó una medición, el cual corresponde al 03 de Setiembre. En la tabla N°12 se muestran los porcentajes obtenidos.

Tabla 12.

Resultados de la partida de solaqueo muros interiores

	DIAGNOSTICO
	03/09/2018
Trabajo productivo	68.72%
Trabajo contributorio	24.02%
Trabajo no contributorio	7.26%

Fuente: Elaboración Propia

Se procede a analizar a detalle una carta balance, realizado el día 03 de Setiembre, donde se dio inició de las mediciones a las 03.00 pm y finalizó a las 04.00 pm. La partida contaba con una cuadrilla de 3 trabajadores los cuales todos era operarios. Los nombres de cada uno de ellos para efecto de fácil interpretación serán asignados con una letra, comenzando con la letra A (Primer operario) hasta la letra 3 (Tercer operario).

A continuación en la tabla N°13, se describen las actividades y procesos constructivos para la aplicación de la medición, seguidamente cada una de ellas presenta un código y la numeración de la cantidad de veces que se repitió la actividad por cada uno de los trabajadores.

Tabla 13.

Actividades y procesos constructivos en la medición

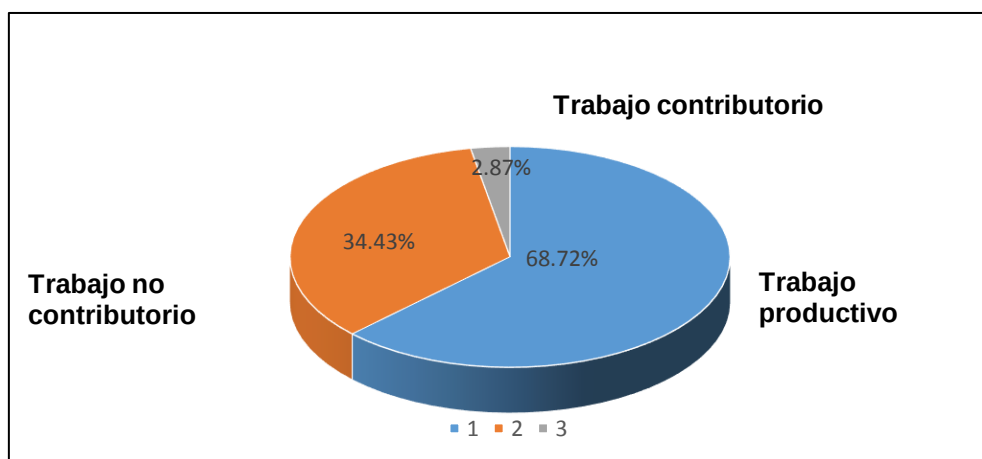
Cod	Trabajo Productivo		Cod	Trabajo Contributorio		Cod	Trabajo No Contributrio	
L	Lijado	86	TH	Transporte Horizontal	11	E	Tiempo de Espera	1
P	Picado	37	CT	Colocación de tablas	2	B	Baño	0
		0			0	R	Trabajo rehecho	0
		0			0	D	Descanso	35
		0			0	VI	Viaje	7
	Total	123		Total	13		Total	43

Fuente: Elaboración Propia

Para la partida de Solaqueo en muros interiores, se tomó como actividades de trabajo productivo a lijado y picado ya que se realizan antes de netamente el solaqueo. De acuerdo a las mediciones se observó que los porcentajes de los operarios se mantiene casi en el mismo nivel con un 68.72%. Esta partida no requirió de más evaluaciones ya que el proceso suele ser el mismo. Ver Gráfico N°16.

Gráfica 16.

Porcentajes de nivel general por cuadrilla



Fuente: Elaboración Propia

➤ **Carta Balance de Solaqueo Interior**

Para la aplicación de la carta balance para esta partida se realizaron 3 mediciones, durante los días 03, 04 y 05 de Setiembre. En la tabla N°14 se muestran los porcentajes obtenidos.

Tabla 14.

Resultados de la partida de solaqueo interior

	Diagnostico		
	03/09/2018	04/09/2018	05/09/2018
Trabajo productivo	62.70%	57.58%	61.37%
Trabajo contributorio	34.43%	37.32%	36.27%
Trabajo no contributorio	2.87%	5.10%	2.36%

Fuente: Elaboración Propia

Se procede a analizar a detalle una carta balance, se escogió el del día 03 de Setiembre, donde se dio inicio de las mediciones a las 11.00 am y finalizó a las 12.00 pm.

A continuación en la tabla N°15, se describen las actividades y procesos constructivos para la aplicación de la medición, seguidamente cada una de ellas presenta un código y la numeración de la cantidad de veces que se repitió la actividad por cada uno de los trabajadores.

Tabla 15.

Actividades y/o procesos constructivos en la medición

Cod	Trabajo Productivo		Cod	Trabajo Contributorio		Cod	Trabajo No Contributrio	
S	Solaqueo	140	TH	Transporte Horizontal	12	E	Tiempo de Espera	2
N	Nivelar con regla	7	MO	Mojado de pared	26	B	Baño	0
P	Picar	6	ES	Emparejamiento	16	R	Trabajo rehecho	0
		0	MO	Mezcla	22	D	Descanso	5
		0	L	Limpieza	8	VI	Viaje	0
	Total	153		Total	84		Total	7

Fuente: Elaboración Propia

La partida seleccionada contaba con una cuadrilla de 4 trabajadores los cuales todos era operarios. Los nombres de cada uno de ellos para efecto de fácil interpretación serán asignados con una letra, comenzando con la letra A (Primer operario) hasta la letra D (Cuarto operario). Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla N°16.

Tabla 16.

Resultados a nivel general por obrero

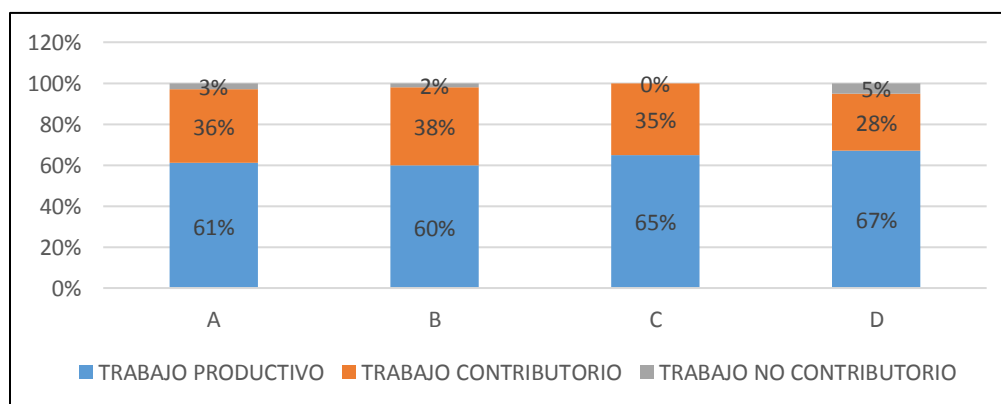
	A	B	C	D
Trabajo productivo	61%	60%	65%	67%
Trabajo contributorio	36%	38%	35%	28%
Trabajo no contributorio	3%	2%	0%	5%

Fuente: Elaboración Propia

Como muestran los resultados de Trabajo Productivo están en un porcentaje aceptable con un promedio de 63%, los Trabajos contributorios presentan un porcentaje similar. La cuadrilla de operarios comento una incomodidad pues mencionaron que debían de proporcionarles un obrero para actividades como traslado de material del solaqueo, por lo cual ellos son los que tienen que realizar esas actividades, lo cual se reduce a pérdidas de tiempo en la jornada. Ver Gráfica N°17.

Gráfica 17.

Porcentaje de nivel general por obrero



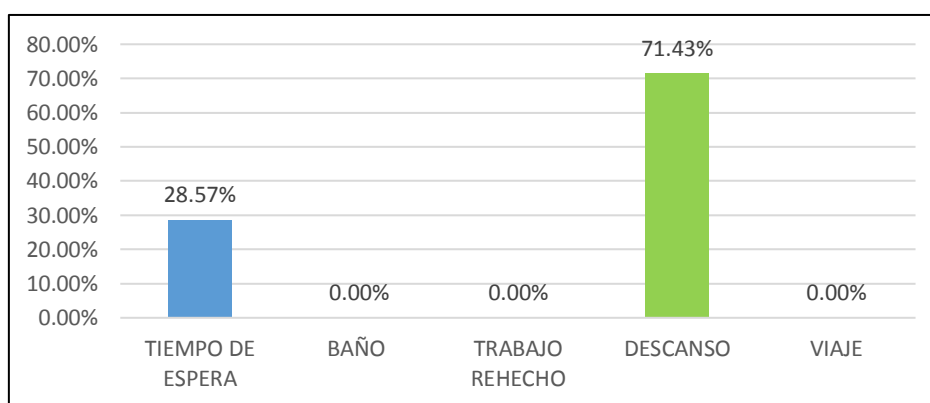
Fuente: Elaboración Propia

A pesar de que la cuadrilla presentaba problemas por la incorrecta gestión de procesos, presenta un porcentaje alto con respecto al Trabajo Productivo con un 63%.

Con respecto al trabajo no Contributorio tienen un resultado de 71.43%, se debe a que los operarios pierden tiempo conversando, lo cual refleja el poco control que lleva el capataz, en esperas se tiene 28.57% ya que mientras uno de los operario realizar el transporte del material el otro hace una espera innecesaria. Ver Gráfica N°18.

Gráfica 18.

Distribución de porcentaje de actividades en trabajo no contributorio

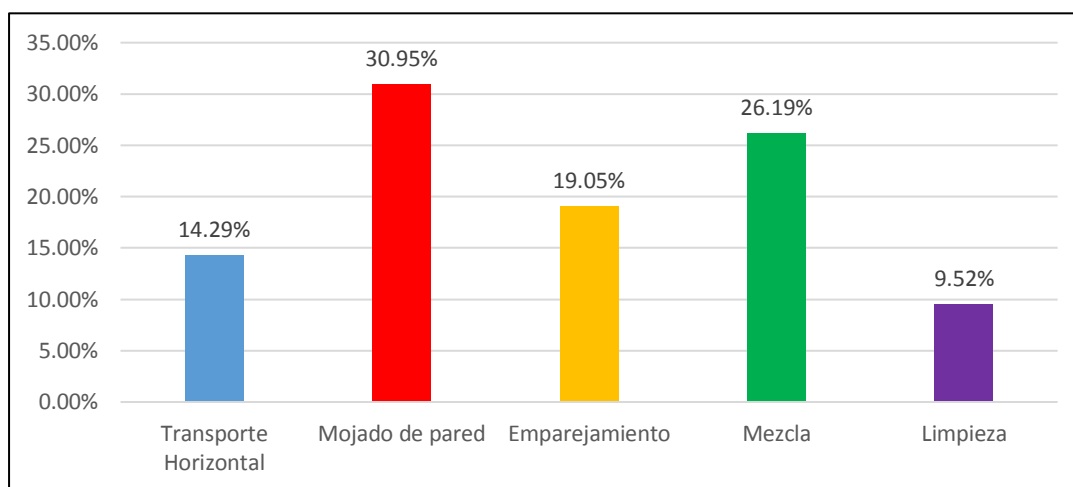


Fuente: Elaboración Propia

En los resultados del trabajo Contributorio muestran que ocupa un 30.95% el mojado de pared, seguido con un 26.19% mezcla. Los resultados obtenidos son muy óptimos ya que esta partida cuenta con varias actividades contributorios. Ver Grafica N°19.

Gráfica 19.

Distribución de porcentaje de actividades en trabajo contributorio



Fuente: Elaboración Propia

Conclusión:

Se considera que el porcentaje de trabajo obtenido se encuentra en un rango aceptable, pero sería óptimo mejorar el redimensionamiento de la cuadrilla o agregar un personal más. Por otro lado sería importante disminuir el porcentaje de tiempos contributorios ya que el mojado de pared debería de ser una actividad que demande menos tiempo en su realización.

C. Evaluación del Informe Semanal de Producción

Para el análisis del Informe Semanal de Producción, se tomaron las partidas de control del inciso estructuras.

La herramienta del Informe Semanal de Producción más conocida como ISP, enfoca su control en el consumo de Horas Hombre midiendo índices de Productividad. Es una herramienta que se ha elaborado para poder llevar un control más detallado de las partidas y del correcto uso de las HH para la ejecución de diversas actividades que se desarrollan durante la ejecución del proyecto.

Los datos requeridos para el Informe Semanal de Producción son:

- Los metrados de cada partida los cuales son obtenidos del Presupuesto de Obra. Se colocan de manera semanal. Los metrados Acumulados Actuales no pueden ser mayores a los presupuestados.
- La cantidad de HH utilizados por partida, las cuales salen de los reportes de los tareas que son realizados de manera diaria y estos tareas son compilados por el área de administración que semanalmente se encarga de enviar el cuadro resumen de todas las HH usadas al área de Producción y poder completar el ISP.

La evaluación realizada detalla los motivos principales por el cual se está perdiendo o ganando horas hombre en cada partida y finalmente las medidas a tomar en cuenta.

➤ **Acero**

Esta partida como se indicó anteriormente cuenta con una restricción que es la habilitación de acero específicamente antes de su colocación, debido a esto en la obra El Parque II en la actividad de habilitación de acero se le considerada como Contributorio.

Para la habilitación, sería necesario tener una cuadrilla con más personal para poder distribuirla de manera adecuada en la que se tengan operarios que se encarguen de habilitar y otros operarios que se encarguen de la colocación del acero.

Cabe mencionar que otras obras cuentan con proveedoras que les brindan el servicio de acero dimensionado, en el caso de esta obra no contara con este servicio

Sin embargo, con respecto a los resultados mostrados en la carta balance no se consideran desalentadores, lo que implica que la cuadrilla realizo actividades productivas, por lo cual se tiene como único problema generador de retrasos son el transporte y la habilitación de acero. Ver Tabla N°17, se muestran los resultados de ISP.

➤ **Concreto**

Esta partida contempla trabajos de vaciado de elementos verticales así como elementos horizontales, en la obra El Parque II se tuvo una planificación que se mostrara en el cuadro N°01.

Cuadro 01.

Vaciado de concreto

	LUN	MART	MIERC	JUEV	VIERN	SAB
10.30 am - 1.00 pm	VACIADO DE CONCRETO EN LOSA					
2.00 pm - 5.00 pm	VACIADO DE CONCRETO EN MUROS					
5.00 pm - 5.40 pm	VACIADO DE CONCRETO EN PARAPETOS					

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con este cronograma, se tiene establecido que se debe seguir este régimen para el vaciado de concreto sin interrumpir el flujo de trabajo. Habiendo realizando el análisis de la semana 5, se obtuvo un resultado general de la ganancia que corresponde a un 13%, lo cual se traduce a que durante las 5 semanas de seguimiento se ha tenido un total de 47.78 HH perdidas, el cual hace una perdida monetaria considerable en el presupuesto de obra.

Donde se observa una demora considerable es en que varias ocasiones la llegada del mixer tuvo retrasos de hasta 1 ½ horas del plazo pactado, haciendo que los rendimientos se disparen ya que paralizó el trabajo de los concreteros hasta la llegada del mixer. Estos tiempos de espera por los trabajadores son tiempos irre recuperables denominados como tiempos muertos, ya que no se laboran sin embargo son horas contabilizados por lo cual tienen que ser remunerados. Ver Tabla N°18, se muestran los resultados de ISP.

➤ **Encofrado**

En esta partida se puede apreciar según el ISP, que a lo largo de las 5 semanas se ha ganado un 21% del total de horas consumidas, que significa

479 HH. Pero existe una deficiencia debido al transporte de los paneles hacia el lugar de uso ocasionado por la falta disponibilidad de la grúa.

Por ello se espera que la constructora regularice estos incidentes y que en los pisos faltantes se tome las precauciones respectivas, haciendo el traslado de las piezas hacia los puntos de trabajo y los operarios y obreros se preocupen por el traslado in situ, ya que estas operaciones reducen considerablemente los tiempos muertos en la actividad de encofrado. Ver Tabla N°19, se muestran los resultados de ISP.

➤ **Solaqueo**

Esta partida presento desde un principio complicaciones, debido a que el día que se debió a la apertura un frente para comenzar con el tren de actividades la cuadrilla no estaba completa.

Al observar la tabla N°20, se aprecia que durante las 5 semanas de seguimiento del avance se tiene un acumulado de 86%, lo que significa un perdida de 40.26 HH, esto se traduce a que la partida de solaqueo interior es la actividad más crítica. Lo que se comprende a estos resultados la falta de personal en la cuadrilla. Ver Tabla N°20, se muestran los resultados de ISP.

Tabla 17.

Informe semanal de productividad de la partida de acero

	PARTIDA DE CONTROL	UND	PREVISION			ACUMULADO ANTERIOR (2) AL:			VENTA ANT.	VAR ANT.	CPI
			PPTO META (1)			02/09/2018			HH	HH	(2/1) %
			METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.			
1.1	ACERO DE REFUERZO			14914.78		0	3028.34		1700	-	56%
1.1.1	ACERO DE REFUERZO					0	0				
1.1.1.1	HABILITACION DE ACERO DE REFUERZO (EDIFICACIONES)	kg	0	0	0	41,534.97	1,686.67	0.04	0	1,686.67	0%
1.1.1.2	COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO (EDIFICACIONES)	kg	295,987.45	14,914.78	0.05	33,457.67	1,341.67	0.04	1685.93	344.26	126%

LUNES			MARTES			MIERCOLES			JUEVES			VIERNES			SABADO			DOMINGO			TOTAL PRESENTE SEMANA			VENTA	VAR	CPI
03-sep-18			04-sep-18			05-sep-18			06-sep-18			07-sep-18			08-sep-18			09-sep-18			HH (3)			P.S.	P.S.	(3/1)
METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	HH	HH	%
	168			152			240			162			194			178			0			916		834.65	-81.35	91%
3,648.37	84	0.02	1,270.56	76.00	0.06	3,245.75	120	0.04	3,835.54	81	0.02	2,634.67	97	0.04	2,046.78	89	0.04				14,634.89	458.00	0.03	0.00	458.00	0%
3,648.37	84	0.02	1,270.56	76.00	0.06	3,245.75	120	0.04	3,835.54	81	0.02	2,634.67	97	0.04	2,046.78	89	0.04				14,634.89	458.00	0.03	737.45	279.45	161%

TOTAL ACUMULADO AL:			VENTA	VAR	CPI
09-sep-18			P.S.	P.S.	(3/1)
METRADO	HH	REND.	HH	HH	%
	3,944.34		2423.38	-1520.96	61%
56,169.86	2,144.67	0.04	0.00	-2144.67	0%
48,092.56	1,799.67	0.04	2423.38	623.71	135%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18.

Informe semanal de productividad de la partida de concreto

PARTIDA DE CONTROL	UND	PREVISION			ACUMULADO ANTERIOR (2) AL:			VENTA ANT.	VAR ANT.	CPI
		PPTO META (1)			02/09/2018			HH	HH	(2/1)
		METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.			%
CONCRETO			4,475.60			380.95		428.73	47.78	113%
CONCRETO VERTICALES										
COLOC. CONCRETO EN MUROS Y PLACAS	m3	1847.48	2555.03	1.38	183.58	222.47	1.21	253.89	31.42	114%
CONCRETO HORIZONTAL										
COLOC. CONCRETO EN VIGAS LOSA	m3	1,259.68	1,920.57	1.52	114.68	158.48	1.38	174.85	16.37	110%

LUNES			MARTES			MIERCOLES			JUEVES			VIERNES			SABADO			DOMINGO			TOTAL PRESENTE SEMANA			VENTA	VAR	CPI
03-sep-18			04-sep-18			05-sep-18			06-sep-18			07-sep-18			08-sep-18			09-sep-18			HH (3)			P.S.	P.S.	(3/1)
METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	HH	HH	%
	57			52			54.5			55.5			42			44.5						305.5		834.65	529.15	273%
23.56	31	1.32	23.56	27.00	1.15	21.67	29.5	1.36	22.19	28.5	1.28	23.12	26	1.12	22.12	27.5	1.24				136.22	169.50	1.24	0.00	-169.50	0%
16.00	26	1.63	17.00	25.00	1.47	17.00	25.00	1.47	16.50	27	1.64	14.00	16	1.14	15.00	17	1.13				95.50	136.00	1.42	145.60	9.60	107%

TOTAL ACUMULADO AL:			VENTA	VAR	CPI
09-sep-18			P.S.	P.S.	(3/1)
METRADO	HH	REND.	HH	HH	%
	686.45		762.73	76.28	111%
319.80	391.97	1.23	442.28	50.31	113%
210.18	294.48	1.40	320.45	25.97	109%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19.

Informe semanal de productividad de la partida de encofrado

	PARTIDA DE CONTROL	UND	PREVISION			ACUMULADO ANTERIOR (2) AL:			VENTA ANT.	VAR ANT.	CPI
			PPTO META (1)			02/09/2018			HH	HH	(2/1)
			METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.			%
1.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO			27,842.13			2267		2746.73	479.73	121%
1.2.1	ENCOFRADO VERTICALES										
1.2.1.1	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO MUROS Y PLACAS	m2	35976.49	19736.84	0.55	3578.94	1574	0.44	1963.42	389.42	125%
1.2.2	ENCOFRADO HORIZONTALES										
1.2.2.1	ENCOF. Y DESENCO. LOSAS	m2	13,746.48	8,105.29	0.59	1,328.48	693.00	0.52	783.31	90.31	113%

LUNES			MARTES			MIERCOLES			JUEVES			VIERNES			SABADO			DOMINGO			TOTAL PRESENTE SEMANA			VENTA	VAR	CPI
03-sep-18			04-sep-18			05-sep-18			06-sep-18			07-sep-18			08-sep-18			09-sep-18			HH (3)			P.S.	P.S.	(3/1)
METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	HH	HH	%
	258			383			296.5			287.5			291.5			0						1516.5		2114.13	597.63	139%
468.49	182.5	0.39	433.83	302.00	0.70	467.49	218.5	0.47	437.37	212	0.48	467.49	216.5	0.46	462.43	215	0.46				2,737.10	1,346.50	0.49	1501.58	155.08	112%
174.49	75.5	0.43	174.49	81.00	0.46	165.92	78	0.47	175.39	75.5	0.43	175.39	75	0.43	173.20	72	0.42				1,038.88	457.00	0.44	612.55	155.55	134%

TOTAL ACUMULADO AL:			VENTA	VAR	CPI
09-sep-18			P.S.	P.S.	(3/1)
METRADO	HH	REND.	HH	HH	%
	3,783.50		4860.86	1077.36	128%
6,316.04	2,920.50	0.46	3465.00	544.50	119%
2,367.36	1,150.00	0.49	1395.86	245.86	121%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19.

Informe semanal de productividad de la partida de solaqueo

	PARTIDA DE CONTROL	UND	PREVISION			ACUMULADO ANTERIOR (2) AL:			VENTA ANT.	VAR ANT.	CPI
			PPTO META (1)			02/10/2018			HH	HH	(2/1)
			METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.			%
1.4	SOLAQUEO			14488.32			289.5		249.24	-40.26	86%
1.4.1	SOLAQUEO EXTERIOR	m2	7806.39	3693.82	0.47	394.19	180.00	0.46	186.52	6.52	104%
1.4.2	SOLAQUO INTERIOR	m2	34,858.85	10,794.50	0.31	202.53	109.50	0.54	62.72	-46.78	57%

LUNES			MARTES			MIERCOLES			JUEVES			VIERNES			SABADO			DOMINGO			TOTAL PRESENTE SEMANA			VENTA	VAR	CPI
03-sep-18			04-sep-18			05-sep-18			06-sep-18			07-sep-18			08-sep-18			09-sep-18			HH (3)			P.S.	P.S.	(3/1)
METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	HH	HH	%
	131			105.5			118.5			161.9			140			133			0			656.9		834.65	177.75	127%
34.74	76	2.19	51.35	46.50	0.91	87.48	66	0.75	87.48	55.5	0.63	87.48	48.5	0.55	86.43	43.5	0.50				348.53	292.50	0.84	0.00	292.50	0%
184.75	55	0.30	95.00	59.00	0.62	64.00	52.5	0.82	292.50	106.4	0.36	290.30	91.5	0.32	395.00	89.5	0.23				926.55	364.40	0.39	286.92	-77.48	79%

TOTAL ACUMULADO AL:			VENTA	VAR	CPI
09-sep-18			P.S.	P.S.	(3/1)
METRADO	HH	REND.	HH	HH	%
	946.40		701.07	-245.33	74%
742.72	472.50	0.64	351.44	-121.06	74%
1,129.08	473.90	0.42	349.63	-124.27	74%

Fuente: Elaboración Propia

D. Evaluación de Curvas de Productividad

Las curvas de productividad se han obtenido de informes semanales de producción de una determinada cuadrilla, en estas se grafican los rendimientos presupuestados, los rendimientos diarios y acumulados.

Para el caso del análisis y evaluación que estamos desarrollando, se tomara un intervalo de tiempo, como un mes referencial, en el cual se realizaron graficas con datos de rendimientos presupuestados, rendimiento real y rendimiento acumulado, seguido se procedió a hacer las comparaciones de cada una de ellas.

Las partidas de control analizadas serán las que vienen siendo evaluadas.

➤ Encofrado de Losa

En la partida encofrado de losa, según la curva de productividad que se realizó en el tiempo el análisis que respecta a una semana, se aprecia que los rendimientos diario siguen una tendería entre 0.43 y 0.46 hh/m², cabe mencionar que por lo contrario en la semana 33 y 34 existe una tendencia elevada durante tres días dando como resultado que los rendimientos se disparen por encima del rendimiento presupuestado, siendo 0.66 hh/m² el más elevado.

La explicación de que los rendimientos se elevaran es debido a la falta de materiales para la realización de esta partida como por ejemplo la madera fenólica y el atraso en el transporte de los materiales.

Cabe mencionar que la obra El Parque II emplea 2 juegos de paneles de encofrado de losa ya que tiene en dos sectores, es por esa razón que el encofrado avanza de manera vertical y no horizontal (Disposición del ingeniero residente). Estos tipos de paneles son de mucha ayuda para los trabajadores que realizan la actividad de encofrar, ya que como los pisos mantienen su misma dimensión que el piso inferior, por lo cual no se tiene que realizar algún corte al encofrado.

La curva que se muestra más adelante tiene se muestra con resultados positivos, ya que la curva de aprendizaje por lo general siempre se mantiene por debajo del rendimiento presupuestado. Ver Tabla N° 21 y Grafica N° 20.

➤ **Encofrado de Muro**

En el encofrado de muros, en la semana 32 se obtuvieron resultados negativos, ya que esta es una actividad que se realiza dependiendo de la realización de otras actividades como lo es la colocación de acero, instalaciones sanitarias y eléctricas.

En la semana en mención se registró rendimientos superiores a 0.70 hh/m², lo que se traduce como el doble del rendimiento presupuestado.

Los retrasos generados por la tardía llegada del mixer ocasionaron que se realice un vaciado de concreto fuera de la hora establecida, el cual conllevaba que el desencofrado se realice después de lo planificado. En la semana 33 se nota una estabilización con respecto al problema del acero ya que se la cuadrilla finalmente se completó con la cantidad de personal requerida ya que era fundamental porque a esta actividad se la considera como una predecesora.

Se tiene como resultado que los rendimientos se encuentran debajo del rendimiento presupuestado, lo que demuestra que la partida de encofrado se está realizando de una manera satisfactoria. Ver Tabla N° 22 y Gráfica N° 21.

➤ **Concreto en Losa**

La partida de concreto en losa es una actividad muy variable por el motivo que es dependiente de otras partidas propias del casco. Con respecto a los resultados obtenidos se tiene rendimientos notablemente dispares ocasionando que la curva de aprendizaje sea una curva irregular, haciendo que en un mes la tendencia suba y baje.

En la tabla N° 23 se muestran aquellos casos en los que los rendimientos variaron considerablemente por distintas razones.

Tabla 23.

Causas de demoras en el vaciado

Causas	Fecha
Demora en el llegada del mixer (1.5 h)	03/09/2018
Deficiencia de trabajo manual	13/09/2018

Fuente: Elaboración Propia

A pesar de los las variaciones que se presentaron, el acumulados de los rendimientos del concreto muestran un correcto progreso en el mes de la evaluacion , teniendo rendimientos de hasta 1.28 hh/m³ muy por debajo del rendimiento presupuestado de 1.52 hh/m³. Ver Tabla N° 24 y Gráfica N° 22.

➤ **Concreto en Muro**

En lo que respecta al vaciado de concreto en muro es una actividad que desde el comienzo del análisis se observó un aprendizaje positivo, pese a las variaciones considerables que hubo durante dos días específicos, sin embargo esta partida presento variaciones en los rendimientos por debajo del rendimiento presupuestado.

Esta partida cuenta con una cuadrilla de 4 operarios que trabajan adecuadamente. Cabe mencionar que esta cuadrilla se cerró al culminar la semana 35 con un rendimiento de 0.99 hh/m³. Ver Tabla N° 25 y Grafica N° 23.

➤ **Acero**

La partida de acero tuvo percances en su desarrollo, debido a que en una primera instancia se proyectó tener acero dimensionado, pero debido a la falta de adquisición se convirtió en una restricción, por lo que se encontró conveniente como una rápida solución habilitar acero en obra; esto conllevo a que la cantidad de hh aumento, debido a esto los rendimientos se vieron afectados.

Lo mismo ocurre con el transporte del material de acero debido a que la grúa hacía el transporte de materia para encofrado y luego el transporte de material para la colocación de acero, muchas veces la demora era prolongada por lo que el mismo operario habilitación de acero tenía que transportar los materiales hacia el lugar de trabajo. En la tabla N° 26 se muestran aquellos casos en los que los rendimientos variaron considerablemente por distintas razones. Ver Tabla N° 27 y Gráfica N° 24.

Tabla 26.

Causas de demoras en la colocacion de acero

Causas	Fecha
Demora en el habilitado y colocación de acero	04/09/2018
Se habilito muy poca cantidad y no se completó lo planificado	19/09/2018

Fuente: Elaboración Propia

➤ **Solaqueo**

Esta partida comprende el solaqueo interior, en el cual se observó rendimientos superiores al rendimiento presupuestado en los primeros cuatro días. La cuadrilla se encontraba incompleta, por lo cual no se lograba cumplir con el metrado planificado.

En lo que respecta al solaqueo exterior se tienen cuatro ayudantes los cuales realizaban trabajos deficientes, es por ello que se observó rendimientos muy deficientes a lo largo del mes que se realizó el análisis. Ver Tablas N° 28 y N° 29, así como las Grafica N° 25 y 26.

Tabla 21.

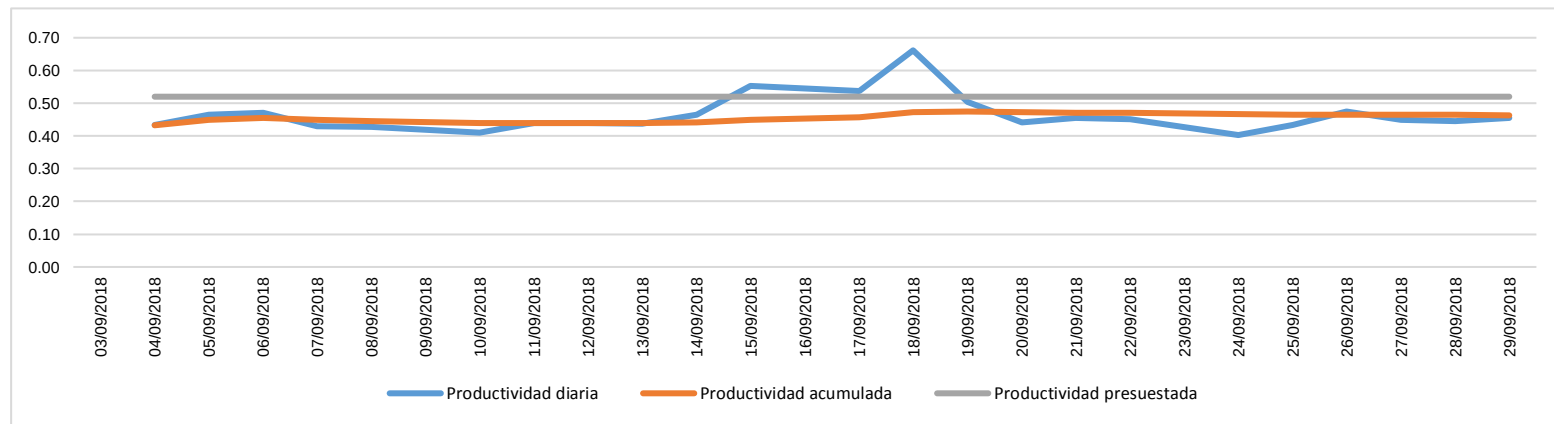
Productividad de encofrado de losa

ENCOFRADO DE LOSA																								
	SEMANA 32						SEMANA 33						SEMANA 34						SEMANA 35					
Descripción	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
	03/09/2018	04/09/2018	05/09/2018	06/09/2018	07/09/2018	08/09/2018	10/09/2018	11/09/2018	12/09/2018	13/09/2018	14/09/2018	15/09/2018	17/09/2018	18/09/2018	19/09/2018	20/09/2018	21/09/2018	22/09/2018	24/09/2018	25/09/2018	26/09/2018	27/09/2018	28/09/2018	29/09/2018
HH diario	75.50	81.00	78.00	75.50	75.00	72.00	77.00	75.00	76.00	77.00	76.00	95.00	108.68	91.00	75.00	78.00	77.00	63.00	70.00	85.00	77.00	75.00	77.00	76.00
Avance diario	174.49	174.49	165.92	175.39	175.39	175.39	175.34	170.76	173.87	165.87	137.65	176.87	164.28	180.27	169.62	171.28	170.28	156.39	161.34	179.32	171.21	168.32	169.30	168.87
Productividad diaria	0.43	0.46	0.47	0.43	0.43	0.41	0.44	0.44	0.44	0.46	0.55	0.54	0.66	0.50	0.44	0.46	0.45	0.40	0.43	0.47	0.45	0.45	0.45	0.45
HH Acumulada	75.50	156.50	234.50	310.00	385.00	457.00	534.00	609.00	685.00	762.00	838.00	933.00	1041.68	1132.68	1207.68	1285.68	1362.68	1425.68	1495.68	1580.68	1657.68	1732.68	1809.68	1885.68
Avance acumulado	174.49	348.98	514.90	690.29	865.68	1041.07	1216.41	1387.17	1561.04	1726.91	1864.56	2041.43	2205.71	2385.98	2555.60	2726.88	2897.16	3053.55	3214.89	3394.21	3565.42	3733.74	3903.04	4071.91
Productividad acumulada	0.43	0.45	0.46	0.45	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.45	0.46	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.46	0.46	0.46	0.46
Productividad presupuestada	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 20.

Curva de productividad de encofrado de losa



Fuente:Elaboración Propia

Tabla 22.

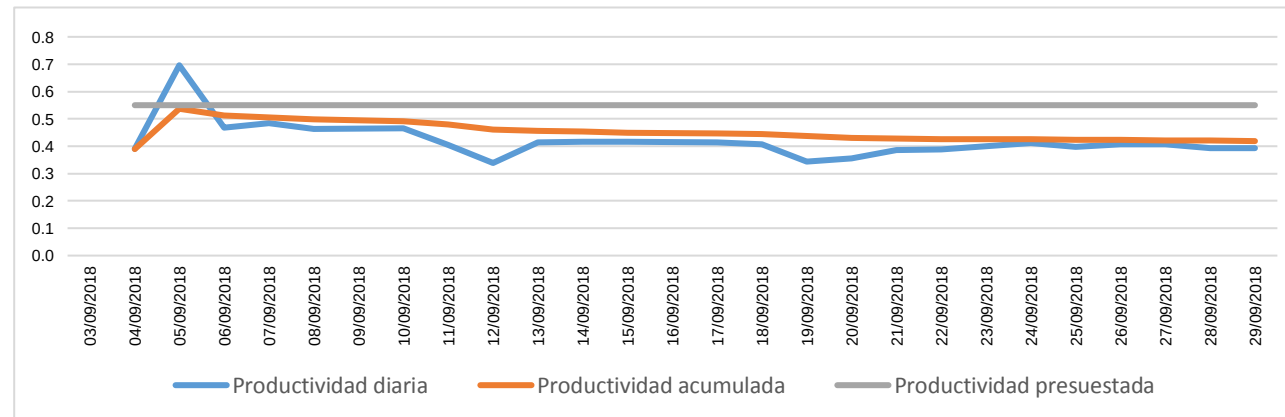
Productividad de encofrado de muro

Descripción	ENCOFRADO DE MURO																							
	SEMANA 32						SEMANA 33						SEMANA 34						SEMANA 35					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
	03/09/2018	04/09/2018	05/09/2018	06/09/2018	07/09/2018	08/09/2018	10/09/2018	11/09/2018	12/09/2018	13/09/2018	14/09/2018	15/09/2018	17/09/2018	18/09/2018	19/09/2018	20/09/2018	21/09/2018	22/09/2018	24/09/2018	25/09/2018	26/09/2018	27/09/2018	28/09/2018	29/09/2018
HH diario	182.5	302.00	218.5	212	216.5	215	187.00	155.00	177.00	178.00	179.00	170.50	184.00	160.50	162.00	175.00	177.00	175.50	180.00	186.00	186.00	171.00	175.00	186.00
Avance diario	468.49	433.83	467.49	437.37	467.49	462.43	461.54	457.67	427.64	428.45	429.76	410.86	452.55	467.47	456.30	452.32	455.32	425.32	453.32	458.32	457.43	435.32	445.32	455.20
Productividad diaria	0.4	0.70	0.47	0.48	0.46	0.46	0.41	0.34	0.41	0.42	0.42	0.41	0.41	0.34	0.36	0.39	0.39	0.41	0.40	0.41	0.41	0.39	0.39	0.41
HH Acumulada	182.50	484.50	703.00	915.00	1131.50	1346.50	1533.50	1688.50	1865.50	2043.50	2222.50	2393.00	2577.00	2737.50	2899.50	3074.50	3251.50	3427.00	3607.00	3793.00	3979.00	4150.00	4325.00	4511.00
Avance acumulado	468.49	902.32	1369.81	1807.18	2274.67	2737.10	3198.64	3656.31	4083.95	4512.40	4942.16	5353.02	5805.57	6273.04	6729.34	7181.66	7636.98	8062.30	8515.62	8973.94	9431.37	9866.69	10312.01	10767.21
Productividad acumulada	0.39	0.54	0.51	0.51	0.50	0.49	0.48	0.46	0.46	0.45	0.45	0.45	0.44	0.44	0.43	0.43	0.43	0.43	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
Productividad presupuestada	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 21.

Curva de productividad de encofrado de muro



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24.

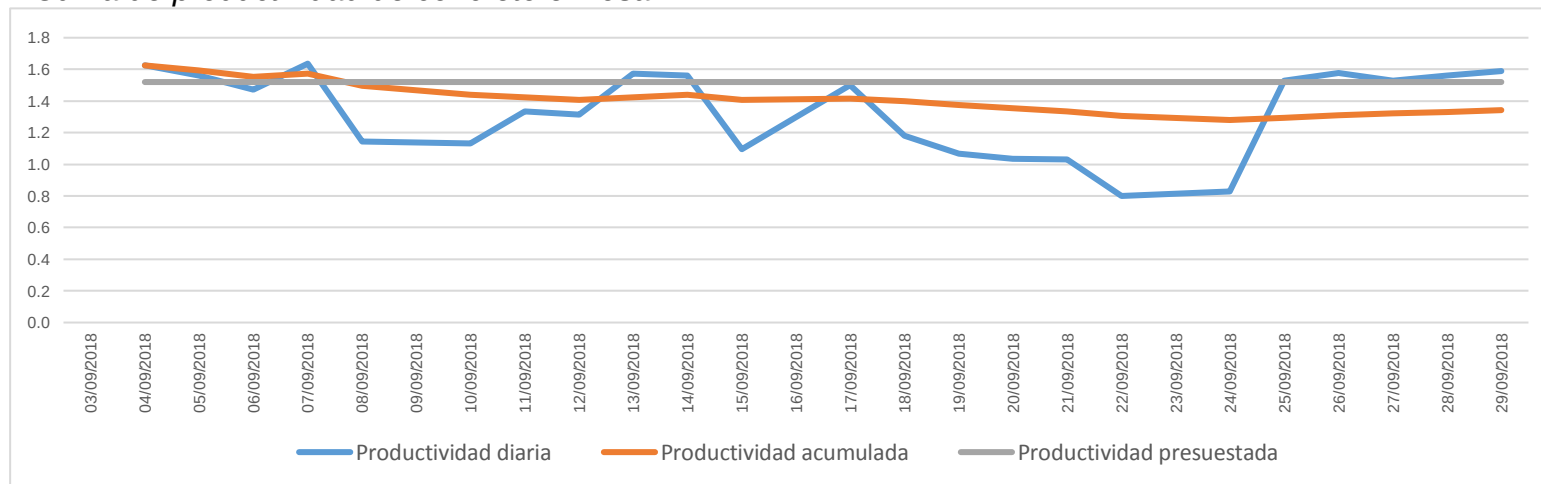
Productividad de concreto en losa

Descripción	CONCRETO EN LOSA																							
	SEMANA 32						SEMANA 33						SEMANA 34						SEMANA 35					
	Lunes 03/09/2018	Martes 04/09/2018	Miércoles 05/09/2018	Jueves 06/09/2018	Viernes 07/09/2018	Sábado 08/09/2018	Lunes 10/09/2018	Martes 11/09/2018	Miércoles 12/09/2018	Jueves 13/09/2018	Viernes 14/09/2018	Sábado 15/09/2018	Lunes 17/09/2018	Martes 18/09/2018	Miércoles 19/09/2018	Jueves 20/09/2018	Viernes 21/09/2018	Sábado 22/09/2018	Lunes 24/09/2018	Martes 25/09/2018	Miércoles 26/09/2018	Jueves 27/09/2018	Viernes 28/09/2018	Sábado 29/09/2018
HH diario	26	25.00	25.00	27	16	17	22.00	23.00	22.00	25.00	17.00	24.00	16.50	16.00	15.00	16.00	12.00	12.00	26.00	26.00	26.00	25.00	27.00	14.00
Avance diario	16.00	16.00	17.00	16.50	14.00	15.00	16.50	17.50	14.00	16.00	15.50	16.00	14.00	15.00	14.50	15.50	15.00	14.50	17.00	16.50	17.00	16.00	17.00	15.00
Productividad diaria	1.6	1.56	1.47	1.64	1.14	1.13	1.33	1.31	1.57	1.56	1.10	1.50	1.18	1.07	1.03	1.03	0.80	0.83	1.53	1.58	1.53	1.56	1.59	0.93
HH Acumulada	26.00	51.00	76.00	103.00	119.00	136.00	158.00	181.00	203.00	228.00	245.00	269.00	285.50	301.50	316.50	332.50	344.50	356.50	382.50	408.50	434.50	459.50	486.50	500.50
Avance acumulado	16.00	32.00	49.00	65.50	79.50	94.50	111.00	128.50	142.50	158.50	174.00	190.00	204.00	219.00	233.50	249.00	264.00	278.50	295.50	312.00	329.00	345.00	362.00	377.00
Productividad acumulada	1.63	1.59	1.55	1.57	1.50	1.44	1.42	1.41	1.42	1.44	1.41	1.42	1.40	1.38	1.36	1.34	1.30	1.28	1.29	1.31	1.32	1.33	1.34	1.33
Productividad presuestada	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 22.

Curva de productividad de concreto en losa



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25.

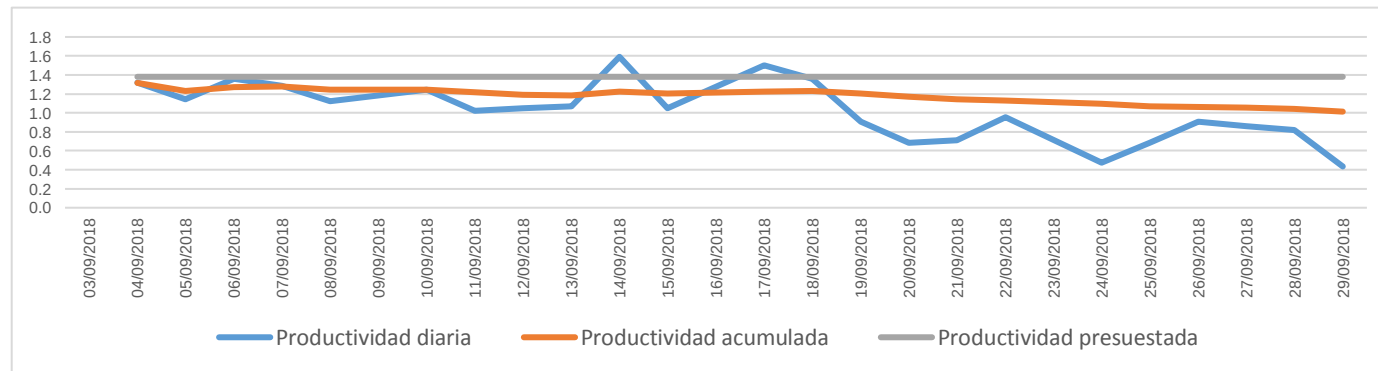
Productividad de concreto en muro

CONCRETO EN MURO																								
Descripción	SEMANA 32						SEMANA 33						SEMANA 34						SEMANA 35					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
	03/09/2018	04/09/2018	05/09/2018	06/09/2018	07/09/2018	08/09/2018	10/09/2018	11/09/2018	12/09/2018	13/09/2018	14/09/2018	15/09/2018	17/09/2018	18/09/2018	19/09/2018	20/09/2018	21/09/2018	22/09/2018	24/09/2018	25/09/2018	26/09/2018	27/09/2018	28/09/2018	29/09/2018
HH diario	31	27.00	29.5	28.5	26	27.5	22.00	23.00	23.00	35.00	22.00	21.00	19.00	20.00	15.00	15.00	21.00	10.00	15.00	20.00	18.00	18.00	10.00	12.00
Avance diario	23.56	23.56	21.67	22.19	23.12	22.12	21.50	22.00	21.50	22.00	21.00	14.00	14.00	22.00	22.00	21.00	22.00	21.00	22.00	22.00	21.00	22.00	23.00	21.00
Productividad diaria	1.3	1.15	1.36	1.28	1.12	1.24	1.02	1.05	1.07	1.59	1.05	1.50	1.36	0.91	0.68	0.71	0.95	0.48	0.68	0.91	0.86	0.82	0.43	0.57
HH Acumulada	31.00	58.00	87.50	116.00	142.00	169.50	191.50	214.50	237.50	272.50	294.50	315.50	334.50	354.50	369.50	384.50	405.50	415.50	430.50	450.50	468.50	486.50	496.50	508.50
Avance acumulado	23.56	47.12	68.79	90.98	114.10	136.22	157.72	179.72	201.22	223.22	244.22	258.22	272.22	294.22	316.22	337.22	359.22	380.22	402.22	424.22	445.22	467.22	490.22	511.22
Productividad acumulada	1.32	1.23	1.27	1.28	1.24	1.24	1.21	1.19	1.18	1.22	1.21	1.22	1.23	1.20	1.17	1.14	1.13	1.09	1.07	1.06	1.05	1.04	1.01	0.99
Productividad presuestada	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 23.

Curva de productividad de concreto en muro



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27.

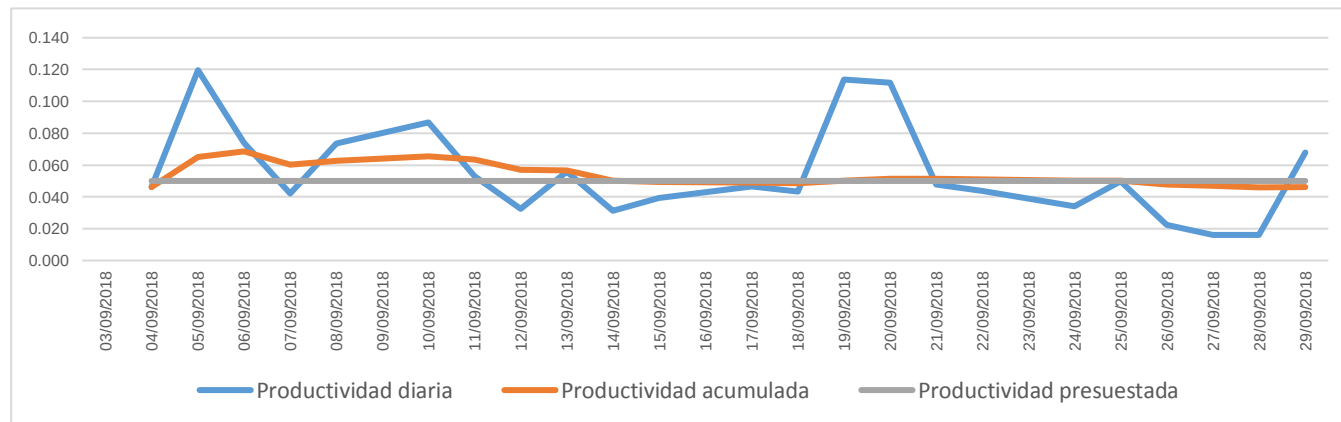
Productividad de Acero

Descripción	SEMANA 32						SEMANA 33						SEMANA 34						SEMANA 35					
	Lunes 03/09/2018	Martes 04/09/2018	Miércoles 05/09/2018	Jueves 06/09/2018	Viernes 07/09/2018	Sábado 08/09/2018	Lunes 10/09/2018	Martes 11/09/2018	Miércoles 12/09/2018	Jueves 13/09/2018	Viernes 14/09/2018	Sábado 15/09/2018	Lunes 17/09/2018	Martes 18/09/2018	Miércoles 19/09/2018	Jueves 20/09/2018	Viernes 21/09/2018	Sábado 22/09/2018	Lunes 24/09/2018	Martes 25/09/2018	Miércoles 26/09/2018	Jueves 27/09/2018	Viernes 28/09/2018	Sábado 29/09/2018
HH diario	168.000	152.000	240.000	162.000	194.000	178.000	200.000	178.000	202.000	302.000	182.000	98.000	140.000	130.000	130.000	86.000	98.000	108.000	100.000	132.000	32.000	32.000	40.000	170.000
Avance diario	3648.370	1270.560	3245.750	3835.540	2634.670	2046.780	3765.340	5460.420	3632.320	9702.430	4642.450	2102.000	3221.920	1143.120	1163.820	1800.290	2231.290	3172.380	2012.310	5870.320	1989.320	1989.320	589.430	1721.720
Productividad diaria	0.046	0.120	0.074	0.042	0.074	0.087	0.053	0.033	0.056	0.031	0.039	0.047	0.043	0.114	0.112	0.048	0.044	0.034	0.050	0.022	0.016	0.016	0.068	0.099
HH Acumulada	168.000	320.000	560.000	722.000	916.000	1094.000	1294.000	1472.000	1674.000	1976.000	2158.000	2256.000	2396.000	2526.000	2656.000	2742.000	2840.000	2948.000	3048.000	3180.000	3212.000	3244.000	3284.000	3454.000
Avance acumulado	3648.370	4918.930	8164.680	12000.220	14634.890	16681.670	20447.010	25907.430	29539.750	39242.180	43884.630	45986.630	49208.550	50351.670	51515.490	53315.780	55547.070	58719.450	60731.760	66602.080	68591.400	70580.720	71170.150	72891.870
Productividad acumulada	0.046	0.065	0.069	0.060	0.063	0.066	0.063	0.057	0.057	0.050	0.049	0.049	0.049	0.050	0.052	0.051	0.051	0.050	0.050	0.048	0.047	0.046	0.046	0.047
Productividad presuestada	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 24.

Curva de productividad de Acero



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28.

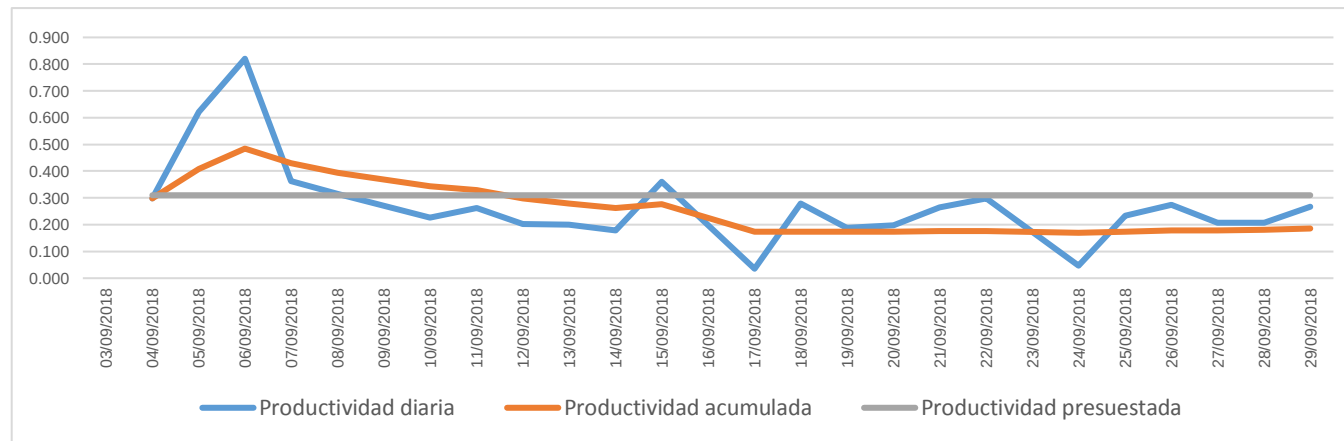
Productividad de solaqueo interior

Descripción	SEMANA 32						SEMANA 33						SEMANA 34						SEMANA 35					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
	03/09/2018	04/09/2018	05/09/2018	06/09/2018	07/09/2018	08/09/2018	10/09/2018	11/09/2018	12/09/2018	13/09/2018	14/09/2018	15/09/2018	17/09/2018	18/09/2018	19/09/2018	20/09/2018	21/09/2018	22/09/2018	24/09/2018	25/09/2018	26/09/2018	27/09/2018	28/09/2018	29/09/2018
HH diario	55	59.00	52.5	106.4	91.5	89.5	81.000	105.000	103.500	92.000	182.000	98.000	28.500	19.000	20.000	21.000	21.000	19.500	98.000	115.430	87.500	87.000	113.000	122.500
Avance diario	184.75	95.00	64.00	292.50	290.30	395.00	308.320	516.430	514.400	515.900	505.940	2780.540	102.430	101.320	101.490	79.320	70.490	420.310	421.320	419.430	422.420	421.490	421.900	421.640
Productividad diaria	0.298	0.621	0.820	0.364	0.315	0.227	0.263	0.203	0.201	0.178	0.360	0.035	0.278	0.188	0.197	0.265	0.298	0.046	0.233	0.275	0.207	0.206	0.268	0.291
HH Acumulada	55.000	114.000	166.500	272.900	364.400	453.900	534.900	639.900	743.400	835.400	1017.400	1115.400	1143.900	1162.900	1182.900	1203.900	1224.900	1244.400	1342.400	1457.830	1545.330	1632.330	1745.330	1867.830
Avance acumulado	184.750	279.750	343.750	636.250	926.550	1321.550	1629.870	2146.300	2660.700	3176.600	3682.540	6463.080	6565.510	6666.830	6768.320	6847.640	6918.130	7338.440	7759.760	8179.190	8601.610	9023.100	9445.000	9866.640
Productividad acumulada	0.298	0.408	0.484	0.429	0.393	0.343	0.328	0.298	0.279	0.263	0.276	0.173	0.174	0.174	0.175	0.176	0.177	0.170	0.173	0.178	0.180	0.181	0.185	0.189
Productividad presuestada	0.310	0.310	0.310	0.310	0.310	0.310	0.310	0.310	0.310	0.310	0.310	0.310	0.310	0.310	0.310	0.310	0.310	0.310	0.310	0.310	0.310	0.310	0.310	0.310

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 25.

Curva de productividad de solaqueo interior



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29.

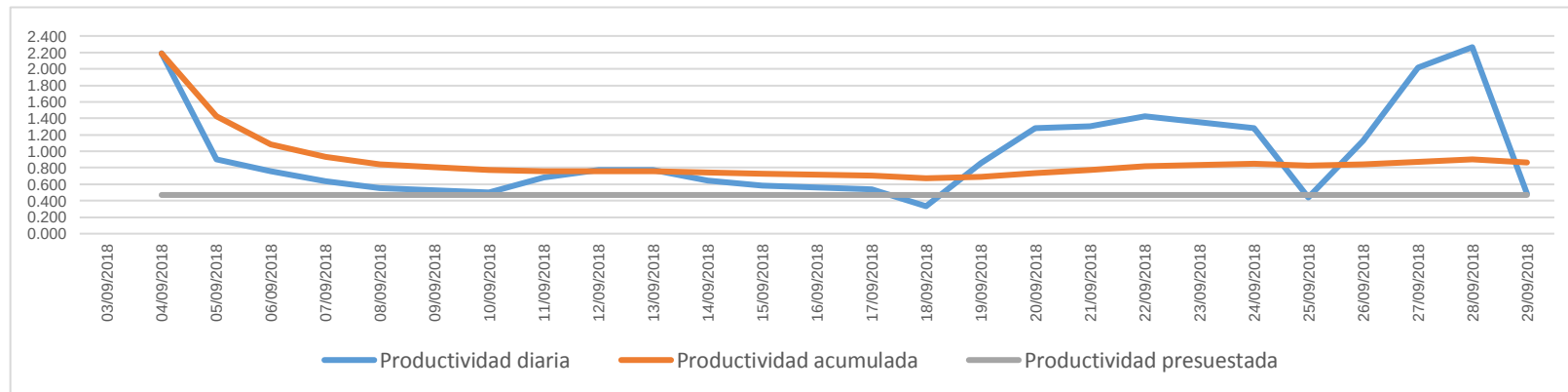
Productividad de solaqueo exterior

Descripción	SOLAQUEO EXTERIOR																							
	SEMANA 32						SEMANA 33						SEMANA 34						SEMANA 35					
	Lunes 03/09/2018	Martes 04/09/2018	Miércoles 05/09/2018	Jueves 06/09/2018	Viernes 07/09/2018	Sábado 08/09/2018	Lunes 10/09/2018	Martes 11/09/2018	Miércoles 12/09/2018	Jueves 13/09/2018	Viernes 14/09/2018	Sábado 15/09/2018	Lunes 17/09/2018	Martes 18/09/2018	Miércoles 19/09/2018	Jueves 20/09/2018	Viernes 21/09/2018	Sábado 22/09/2018	Lunes 24/09/2018	Martes 25/09/2018	Miércoles 26/09/2018	Jueves 27/09/2018	Viernes 28/09/2018	Sábado 29/09/2018
HH diario	76	46.50	66	55.5	48.5	43.5	59.500	29.000	29.500	48.500	50.000	46.500	29.500	73.000	110.500	111.500	121.500	111.000	39.000	97.500	77.500	87.000	86.000	14.500
Avance diario	34.74	51.35	87.48	87.48	87.48	86.43	87.650	37.400	38.320	75.400	85.490	86.540	88.540	85.390	86.320	85.480	85.430	86.430	88.590	86.430	38.430	38.430	176.430	85.340
Productividad diaria	2.188	0.906	0.754	0.634	0.554	0.503	0.679	0.775	0.770	0.643	0.585	0.537	0.333	0.855	1.280	1.304	1.422	1.284	0.440	1.128	2.017	2.264	0.487	0.170
HH Acumulada	76.000	122.500	188.500	244.000	292.500	336.000	395.500	424.500	454.000	502.500	552.500	599.000	628.500	701.500	812.000	923.500	1045.000	1156.000	1195.000	1292.500	1370.000	1457.000	1543.000	1557.500
Avance acumulado	34.740	86.090	173.570	261.050	348.530	434.960	522.610	560.010	598.330	673.730	759.220	845.760	934.300	1019.690	1106.010	1191.490	1276.920	1363.350	1451.940	1538.370	1576.800	1615.230	1791.660	1877.000
Productividad acumulada	2.188	1.423	1.086	0.935	0.839	0.772	0.757	0.758	0.759	0.746	0.728	0.708	0.673	0.688	0.734	0.775	0.818	0.848	0.823	0.840	0.869	0.902	0.861	0.830
Productividad presuestada	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 26.

Curva de productividad de solaqueo exterior



Fuente: Elaboración Propia

E. Evaluación del Lookahead

De acuerdo a la programación del Lookahead y la programación diaria se hace un análisis comparativo de ambos respectivamente, el cual será de la fecha 05/09/2018, con el fin de verificar con el cumplimiento o no de lo programado al inicio. Seguidamente, se analiza si la programación diaria fue realizada correctamente, por lo contrario si muestra resultados no esperados se hace un análisis de las Causas de No Cumplimiento. Ver tabla N° 30.

Tabla 30.

Comparacion de la planificacion diaria vs lookahead

Actividad	Planificación Diaria	Lookahead (8 semanas)	Retraso
Colocación Acero Vertical Muros	E1P15S2	E1P15S1	1 día
IISS en muros	E1P15S2	E1P15S1	
IIEE en muros	E1P15S2	E1P15S1	
Trazo y replanteo de muros	E1P15S1	E1P15S2	
Encofrado Muros	E1P15S1	E1P15S2	
Vaciado Muros	E1P15S1	E1P15S2	
Desencofrado Muros (inc. limpieza)	E1P15S1	E1P15S2	
Curado de Muro	E1P15S2	E1P15S1	
Resane de Muro	E1P15S2	E1P15S1	
Encofrado de Losa (inc. frisos)	E1P15S2	E1P15S1	
Acero de Losa	E1P15S2	E1P15S1	
Armado de baterías de desagüe e inicio de pruebas	E1P15S2	E1P15S1	
IISS en losas	E1P15S2	E1P15S1	
IIEE en losa	E1P15S2	E1P15S1	
Concreto Losa	E1P15S1	E1P15S2	
Solaqueo de muros exteriores	E1P15S1	E1P15S2	2 días

Fuente: Elaboración Propia

Como se muestra en el recuadro la planificación diaria no tiene coincidencia con la planificación del Lookahead, estas partidas son del tren de estructuras y arquitectura, la mayoría de estas se encuentran retrasadas 1 día y en caso de una sola partida 2 días de retraso. Estas comparaciones resultan de suma importancia, ya que sirve para tomar en cuenta que lo planificado en un inicio no se mantiene en el transcurso del desarrollo de la obra por lo que se genera lo que se conoce como una variabilidad, esto conlleva a que se realice una modificación de lo planeado inicialmente.

En este análisis, se muestra que en el Lookahead el tren de estructuras se encuentra correctamente programado, esto significa que este tren debe de ser cumplido con el fin de que no se vea afectada la duración de ejecución de obra.

F. Evaluación del PAC y CNC

Para el análisis del porcentaje de actividades concluidas (PAC) este se realiza al culminar el día, comprobando que lo cumplido concuerde con lo programación diaria planificada, en este caso es de la semana 32. Si estas actividades se realizaron de acuerdo a lo planificado quiere decir que se están cumpliendo correctamente, si por lo contrario esto no sucede así se debe analizar las causas de no cumplimiento es decir que las actividades no se culminan en su totalidad.

Para realizar la verificación de la programación diaria se hace mediante un corte de tren, seguido se procede a realizar un checklist de las actividades, el cual corresponden al día 05/09/2018. Ver tabla N°31.

Tabla 31.

Cumplimiento de actividades

ACTIVIDAD	ZONA	CUMPLIMIENTO
Colocación Acero Vertical Muros	E1P15S2	SI
Encofrado Muros	E1P15S1	SI
Vaciado Muros	E1P15S1	SI
Encofrado de Losa (inc. frisos)	E1P15S2	SI
Acero de Losa	E1P15S2	SI
Concreto Losa	E1P15S1	SI
Solaqueo de muros exteriores	E1P15S1	SI
Solaqueo de muros interiores	E1P15S1	NO

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla mostrada se observa que todas las actividades del tren de estructuras fueron cumplidas al igual como la actividad de solaqueo de muros interiores; pero no sucede lo mismo con el solaqueo en muros interior ya que esta actividad no fue cumplida de acuerdo a la planificación diaria. El checklist se realiza cada día hasta completar la

semana, todo esto con el fin de obtener resultados que nos muestren el PAC. Ver tabla N° 32.

Tabla 32.

Porcentaje de actividades cumplidas y causas de no cumplimiento

ACTIVIDAD	UND	METRADO PROGRAMADO SEMANA	METRADO REAL SEMANA	PPC	SPI	CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO
Descripción de la Actividad						
TREN DE OBRA						
Colocación Acero Vertical Muros	kg	9,153.58	9,153.58	SI	1.00	
Encofrado Muros	m2	2,737.10	2,737.10	SI	1.00	
Vaciado Muros	m3	136.22	136.22	SI	1.00	
Encofrado de Losa (inc. frisos)	m2	1,038.88	1,038.88	SI	1.00	
Acero de Losa	kg	5481.31	5481.31	SI	1.00	
Concreto Losa	m3	95.5	95.5	SI	1.00	
TREN DE ARQUITECTURA						
Solaqueo de muros exteriores	m2	434.96	434.96	SI	1.00	
Solaqueo de muros interiores	m2	1555.38	1321.55	NO	0.85	Falta de entrada de personal
TOTAL DE ACTIVIDADES	-	-	-	8	-	

Actividades Completadas	7
Actividades no Completadas	1
PPC Semanal %	0.85

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la tabla superior mostrada todas las actividades del tren de estructuras a excepción de solaqueo de muros interiores fueron cumplidas, ya que el metrado programado fueron el mismo que el metrado real. Con respecto a la actividad de solaqueo en muros interiores no fue acabada por lo que el porcentaje de avance con respecto a la semana de análisis fue de 89.00% del total de lo programado.

Al analizar las Causas de No Cumplimiento de la actividad que no se completó en su totalidad, se concluye que la causa fue por la falta de personal en su cuadrilla correspondiente, motivo por el cual no se cumplió con el metrado programado.

Sistema de Planificación eficiente

Definición de Procesos

En este capítulo, da a conocer el análisis de los procesos por partidas de control, como también la cantidad de horas hombre (HH) empleadas para cada uno. En donde al final se obtiene el rendimiento de la partida analizada.

a) ACERO VERTICAL

Tabla 33.

Actividades para colocación de acero vertical

Procesos		HH	Tipo de trabajo
1°	Transporte del acero	2	TC
2°	Espera de la llegada del acero	6	TNC
3°	Colocación del acero	1	TP
4°	Amarre de acero con alambres	36	TP

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 33, se divide las Horas Hombres de las actividades en las partidas, indicando también el tipo de trabajo que usamos para el análisis; ya sea, Trabajo Productivo, Contributorio y No Contributorio. Así, formar una cuadrilla para la partida de acero vertical, en donde indique la responsabilidad que tiene cada integrante de la misma (operario y peón) y para corroborar el número de personas que van a integrarla; en nuestro estudio está conformada por 4 personas.

Por otro lado, con la cantidad que se ha obtenido del metrado diario, se obtiene un rendimiento diario. Ver Tabla 34.

Tabla 34.

Cálculo del rendimiento de la partida

Total hh	58
Metrado diario (Kg)	1692.76
Rendimiento (HH/Kg)	0.034

Fuente: Elaboración propia

El rendimiento diario es igual al rendimiento presupuestado.

Sin embargo, este rendimiento diario que obtenemos debe de ser menor al rendimiento presupuestado para poder ahorrar tiempo en cada actividad y, posteriormente, reducir la duración total de la construcción.

b) ENCOFRADO VERTICAL

Tabla 35.

Actividades para colocación de encofrado vertical

Procesos		HH	Tipo de trabajo
1°	Limpia el panel	1	TC
2°	Aplica el desmoldante	6	TC
3°	Recorrido	4	TC
4°	Transporte vertical	2	TC
5°	Espera	2	TNC
6°	Nivela el panel	1	TC
7°	Encofrado	7	TP

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 35, se divide las Horas Hombres de las actividades en las partidas, indicando también el tipo de trabajo que usamos para el análisis; ya sea, Trabajo Productivo, Contributorio y No Contributorio. Así, formar una cuadrilla para la partida de encofrado vertical, la cual está conformada por 4 personas. Por otro lado, con la cantidad que se ha obtenido del metrado diario, se obtiene un rendimiento diario. Ver Tabla 36.

Tabla 36.

Cálculo del rendimiento de la partida

Total HH	210
Metrado diario (m3)	468.49
Rendimiento (HH/m3)	0.45

Fuente: Elaboración propia

El rendimiento diario es igual al rendimiento presupuestado.

Sin embargo, este rendimiento diario que obtenemos debe de ser menor al rendimiento presupuestado para poder ahorrar tiempo en cada actividad y, posteriormente, reducir la duración total de la construcción.

c) VACIADO VERTICAL

Tabla 37.

Actividades para vaciado vertical

Procesos		HH requeridas	Tipo de trabajo
1°	Transporte horizontal	1	TC
2°	Colocación tablas	1	TC
3°	Espera	8	TNC
4°	Concreto	5	TP
5°	vibrado	10	TP
6°	Descanso	2	TNC
7°	Viaje	1	TNC
8°	Emparejamiento	4	TP
9°	Trabajo rehecho	1	TNC

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 37, se divide las Horas Hombres de las actividades en las partidas, indicando también el tipo de trabajo que usamos para el análisis; ya sea, Trabajo Productivo, Contributorio y No Contributorio. Después de la repartición de HH necesarias para ejecutar la partida de vaciado de muros, se procede a formar una cuadrilla, la cual está

conformada por 4 personas. Por otro lado, con la cantidad que se ha obtenido del metrado diario, se obtiene un rendimiento diario. Ver Tabla 38.

Tabla 38.

Cálculo del rendimiento de la partida

TOTAL HH	33
Metrado diario (m3)	23.56
RENDIMIENTO (HH/m3)	1.40

Fuente: Elaboración propia

El rendimiento diario que obtenemos debe de ser menor al rendimiento presupuestado para poder ahorrar tiempo en cada actividad y, posteriormente, reducir la duración total de la construcción.

En donde, el ahorro de la duración de la obra, se reducen los gastos generales.

d) SOLAQUEO EXTERIOR

Tabla 39.

Actividades para colocación de solaqueo exterior

Procesos		HH requeridas	Tipo de trabajo
1°	Viaje	2	TNC
2°	Transporte horizontal	4	TC
3°	Espera	1	TNC
4°	Mezcla	4	TC
5°	Mojo la pared	4	TC
6°	Picar	3	TP
7°	Solaqueo	17	TP
8°	Nivelado con regla	7	TP
9°	Emparejamiento (esponja)	1	TC
10°	Limpieza	1	TC
11°	Descansa	1	TNC

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 39, se reparten las Horas Hombre de las actividades de la partida indicando el tipo de trabajo (Trabajo Productivo, Contributorio y No Contributorio). Luego de la repartición de HH necesarias, se procede a dimensionar la cuadrilla de solaqueo exterior, la cual está conformada por 4 personas. Por otro lado, con la cantidad que se ha obtenido del metrado diario, se obtiene un rendimiento diario. Ver Tabla 40.

Tabla 40.

Cálculo del rendimiento de la partida

Total hh	45
Metrado diario (m3)	78.21
Rendimiento (HH/m3)	0.56

Fuente: Elaboración propia

El rendimiento diario debe ser menor al rendimiento presupuestado para ahorrar tiempos y, posteriormente, reducir la duración total de la obra.

Nueva forma de Planificación

Se realizó la propuesta de una nueva planificación a partir de los errores encontrados en la planificación diaria.

Unos de los errores más comunes era el poco interés de planificación, este error fue generado a partir del no levantamiento de restricciones, por ende se produjo un cálculo equivocado en cuanto al desarrollo de una actividad.

Por ejemplo, en el caso del solaqueo, la actividad se siguió planificando de acuerdo al Lookahead, sin embargo, realmente hasta el día 04 de Setiembre del 2018 no se había completado la cuadrilla, por lo que la actividad recién pudo iniciar el día 05 del mismo mes. Se identificaron también errores en los capataces de las partidas de control, debido a que no conocían bien sus actividades en el formato de planificación diaria, ya que no dirigían correctamente a su gente, así

las actividades se realizaban al alzar, estas actividades en su mayoría eran contributorias. El problema identificado radica en la mezcla de actividades entregadas, ya que estaban mal indicadas; es decir, de acuerdo al tren sin diferenciar por capataz.

En la tabla N° 41, se indica la nueva propuesta a partir de un día que ya había sido planificado (06-09-18).

Tabla 41.

Nueva programación diaria

ACTIVIDAD	ZONA	PERSONAL			HORARIO
ACTIVIDADES CONTRIBUTORIAS	SECTOR	OFICIAL	OPERARIO	PEÓN	
Despacho de almacén (7:30 am a 8:30 am), (13:00 pm a 14:00 pm) (16:00 pm a 17:00 pm)	ALMACEN				
Limpieza de piso y contenedores	OBRA				
Labores administrativas	OBRA				
Mantenimiento general de la parte eléctrica de la obra.	OBRA				
Supervisión de encofrado (realizar inventario completo de accesorios)	OBRA				
Seguridad ocupacional + limpieza de obra en general	OBRA				
CONCRETO					
DEPARTAMENTO 1 Y 2					
Lijado y desbaste	D2P15				
Solaqueo de interior	D2P15				
DEPARTAMENTO 1 Y 2					
Solaqueo de exteriores + Alféizares	D1P15				
Retiro de madera en losa, curado de losa, curado de muros, limpieza durante el proceso de vaciados	D2P15				
Vaciado de losa	D1P15				
Vaciado de muros	D2P15				
Corte de ganchos (luego limpieza)	D2P15				
Limpieza de obra	D1P15				
ENCOFRADO					
DEPARTAMENTO 1 Y 2					
Elaboración y colocación de ganchos en Losa Huecos para topes de encofrado Huecos de contramuro	D2P15				
Desencofrado de Muros (Inc. Habilitación y perforación de topes)	D2P15				
Encofrado de muros (Inc. Colocación de ganchos)	D1P15				
Desencofrado dy encofrado de alfeizar	D1P15				
Encofrado de losas	D2P15				
ACERO					
DEPARTAMENTO 1 Y 2					
Habilitación de Acero para Muros	D1P15				
Habilitación de Acero para Losas	D2P15				
Acero de Malla Superior	D1P15				
Acero de Muros	D1P15				
Acero de Losas de malla inferior	D1P15				

Fuente: Elaboración propia

Levantamiento de restricciones

Para lograr un flujo de trabajo confiable y obtener un índice al 100% del PAC, se debió de eliminar las restricciones de las actividades, las cuales fueron realizadas con anticipación de la actividad programada para dicho día, para poder lograr así y se realice sin generar retrasos. Por lo tanto, se debió de tener en cuenta lo siguiente:

La fecha de programación de levantamiento debió de ser menor que la fecha de restricción.

La fecha de programación de levantamiento normalmente se hace con anticipación; es decir, días antes en caso exista un inconveniente; sin embargo, esto no garantiza que se cumpla realmente. Por ello se debe asignar un responsable que realice la liberación en la fecha indicada. En la Tabla 42, se muestra la lista de restricciones de la semana 32.

Tabla 42.

Lista de restricciones

LISTA DE RESTRICCIONES				
Actividad	Descripción de Restricción	Fecha de restricción	Fecha progr. De levantamiento	Fecha real de levantamiento
ESTRUCTURAS EDIFICIOS				
Trazo y replanteo de acero	Ayudante	Mar 04/09/18	Lun 03/09/18	Vie 31/08/18
Colocación Acero Muros	Gestión de acero dimensionado	Lun 03/09/18	Vie 31/08/18	Jue 30/08/18
Colocación Acero Muros	Habilitación de acero	Mar 04/09/18	Lun 27/08/18	Lun 03/09/18
Colocación Acero Muros	Completar cuadrilla de fierros	Mar 04/09/18	Lun 03/09/18	Jue 06/09/18
Colocación Acero Muros	Acero en barras 8mm	Mar 04/09/18	Sáb 01/09/18	sáb 01/09/19
Colocación Acero Muros	Pedido de acero dimensionado	Jue 06/09/18	Lun 03/09/18	Mié 05/09/18
Colocación Acero Muros	Arribo de acero habilitado	Lun 03/09/18	Sáb 01/09/18	Sáb 01/09/18
Encofrado Muros	Material para completar encofrado Madera	Lun 03/09/18	Lun 03/09/18	Lun 03/09/18
Encofrado Muros	Completar cuadrilla de encofradores	Mar 04/09/18	Mar 04/09/18	Jue 06/09/18
Encofrado Muros	Separadores para vaciado	Lun 03/09/18	lun 03/09/18	lun 03/09/18

TESIS: EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL LAST PLANNER SYSTEM EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES, EN TRUJILLO. LA LIBERTAD

Encofrado Muros	Pedir accesorios para encofrado.	Mar 04/09/18	Mar 04/09/18	Mar 04/09/18
Vaciado Muros	Frecuencia de mixers	Lun 03/09/18	Vie 31/08/18	Sáb 01/09/18
Vaciado Muros	Metrado real	Mié 05/09/18	Mié 05/09/18	Mié 05/09/18
Curado de Muro	Curador de muro	Lun 20/08/18	Lun 20/08/18	Lun 20/08/18
Acero de Losa	Arribo de acero dimensionado	Mar 04/09/18	Mar 04/09/18	Mar 04/09/18
Colocación Acero Muros	Completar cuadrilla de fierros.	Mar 04/09/18	Vie 31/08/18	Vie 31/08/18
Acero de Losa	Arribo de acero habilitado	lun 03/09/18	sáb 01/09/18	lun 03/09/18
Vaciado losa	Frecuencia de mixers	Jue 06/09/18	Lun 03/09/18	Mar 04/09/18
ALBAÑILERIA EDIFICIOS				
Solaqueo muros exteriores	Palas para rasqueteo	Mar 04/09/18	Mar 04/09/18	Mar 04/09/18
Solaqueo muros exteriores	Andamios	Lun 03/09/18	Vie 31/08/18	Vie 31/08/18
Lijado y Desbaste de Placas	Amoladora, disco Copa.(8 por sector)	Mar 04/09/18	Mar 04/09/18	Mar 04/09/18
Lijado y Desbaste de Placas	Andamio Metálico y Madera	Lun 03/09/18	Vie 31/08/18	Vie 31/09/18
Lijado y Desbaste de Placas	Personal de Lijado, Amolado	Mar 04/09/18	Lun 03/09/18	Jue 06/09/18
Corte de Ganchos de Piso	Amoladora, disco Corte Fierro (1/2 por Sector)	Mar 04/09/18	Mar 04/09/18	Mar 04/09/18
Corte de Ganchos de Piso	Personal Corte de Fierro	lun 03/09/18	lun 03/09/18	Mar 04/09/18
Verificación en Muros y Losas	Nivel, Plomada, Topógrafo	Mié 05/09/18	Vie 31/08/18	Vie 31/08/18
Limpieza Gruesa	Herramientas (Lampas, Cinceles, Combos, Espátulas, Escobas)	Lun 03/09/18	Lun 03/09/18	Lun 03/09/18
Solaqueo Muros Interiores	Andamio Metálico y Madera	Lun 03/09/18	Vie 31/08/18	Vie 31/08/18
Solaqueo Muros Interiores	Cemento, Arena fina	lun 03/09/18	Vie 31/08/18	Vie 31/08/18

Fuente: Elaboración propia

Las restricciones más comunes que se observaron en la obra fueron las siguientes: la falta de personal para las cuadrillas, entre otros. Además, la falta de material y/o equipos para las partidas de solaqueo interior y exterior, lijado y desbaste, lo cual implica tiempos no contributivos. Por otro lado, existió la restricción en la frecuencia de la llegada de mixers para el vaciado de muros y losa, lo cual generó tiempos de espera. Finalmente, se debe de tener en cuenta la falta de

autorización de trabajo por las noches por en algún caso fortuito en la obra, ya que la construcción se encuentra en una zona residencial. Para este caso, es necesario contar con la autorización de los vecinos, debido a que la habilitación de acero y los vaciados que no se han culminado puedan continuar hasta altas hora de la noche para lograr el cumplimiento de lo planificado.

En la Tabla N° 42, se puede notar que algunas restricciones no fueron levantadas en la fecha programada, sin embargo, debido a que el tren de trabajo estaba conforme a lo planificado, las restricciones fueron levantadas o previstas en obra, ya sea de manera informal o formal.

En el caso de la falta de personal para las cuadrillas de acero, durante la ejecución de la partida, se asignado personal dentro de la obra de otras cuadrillas para que colaboren con dicha actividad. Por ejemplo, para “completar” las cuadrillas de acero, se pidió a un peón de la cuadrilla de encofrado colabora con el trabajo del operario. Por otro lado, se tuvo que el tema de los andamios no se ha adquirido o pedido a tiempo, por lo que una manera de “reemplazar”, se optó por elaborar una plataforma equivalente al andamio, que fue construido de madera. Esto fue informal y pudo ocasionar accidentes en la obra.

Por otro lado, la gestión del acero dimensionado fue un problema que tuvo una correcta gestión porque el pedido se realizó con tiempo; sin embargo, la empresa proveedora no pudo abastecer el pedido debido a la sobreproducción. Para solucionar este problema, se optó por habilitar acero en obra momentáneamente hasta que la empresa culmine la entrega de los pedidos que tiene.

Capacitación y Compromiso total

Como todo programa de mejora, a partir del diagnóstico negativo encontrado en cuanto a errores en la planificación y planeamiento, se propuso un sistema de capacitación constante por parte del residente de la obra, quien tiene la experiencia suficiente en la gestión de construcción y el manejo de las herramientas Lean, en especial la

herramienta Last Planner.

Dicho programa básicamente consistió en 2 reuniones semanales, adicionales a las reuniones mencionadas anteriormente, donde se dio un análisis detallado del trabajo realizado en campo y en oficina con la gestión de plazos. El análisis consistió en verificar si los datos en el Informe Semanal de Producción (ISP), la programación semanal y la programación diaria; coincidieron con lo ejecutado en campo.

El objetivo fue lograr una relación entre lo que se planificó y lo que se hizo, para lo cual se debió tratar temas de cómo resolver restricciones (levantarlas) para asegurar el flujo de trabajo y cumplir con todas las actividades sin necesidad de incurrir en un sobre costo en materiales o horas hombre, las cuales generan un costo adicional a la constructora.

Se debió reconocer las principales Causas de No Cumplimiento y buscar soluciones efectivas para que no se repitan con la misma frecuencia.

Así también, en estas reuniones se trataron temas de satisfacción laboral, ya que consideramos de vital importancia el clima laboral dentro de la obra. Así como es importante que los de staff se sientan a gusto, así como los obreros. Parte de ello implica que la relación entre la gestión del staff y el trabajo entregado a los obreros sea equilibrada y positiva. Para poder lograr este complemento, se debió entender primero qué es la satisfacción laboral y cómo se relaciona con la motivación.

Según Manuel Pérez Montiel, el concepto va más allá de las emociones y es descrito como una actitud generalizada ante el trabajo. De este modo, la interpretación de la satisfacción laboral como actitud permite englobar los diversos puntos de vista psicológicos que conjugan un papel fundamental en el desempeño diario.

Fue importante diferenciar la motivación de la satisfacción, a continuación una ilustración que denota la misma. Ver ilustración N°12.

Ilustración 12

Modelo de motivación



Fuente: Elaboración propia

Si nos basáramos sobre el principio anterior se debió aplicar encuestas sobre la descripción del trabajo, el nivel de satisfacción y las propuestas de mejora, ya que todo ello implica motivación para el trabajador. Estas propuestas debieron estar netamente ligadas a la habilitación plena del frente de trabajo, es decir, facilitación de material, equipos, cantidad de obreros y un tren de trabajo estable que asegure el cumplimiento y finalización de las actividades que influyen en la ruta crítica. Al concretarse estas mejoras, los resultados fueron mejores y el nivel de satisfacción fueron mayor generando una relación directamente proporcional entre satisfacción y resultados.

En base a los resultados, se debió proporcionar la capacitación adecuada acerca de abastecimiento de material, gestión de plazos, herramientas de productividad, gestión con proveedores y demás variables que influyeron directamente en la construcción de los edificios multifamiliares.

Eliminación de Prácticas Negativas

Este análisis lo realizamos, después de los tres días que asistimos a la obra, en los pudimos identificar diversos problemas al momento de ejecutar las partidas, los cuales forman parte del diagnóstico general de la obra. Los problemas fueron identificados, luego se analizaron las causas y las posibles soluciones, en las cuales se analizó el balance entre eficiencia y costo para decidir si es factible o no.

El objetivo fue eliminar las Prácticas Negativas (PN) identificadas en los procesos, ya que toda buena planificación está de la mano con cierto grado de calidad en el producto final. Es importante cumplir la planificación pero sin descuidar la calidad del producto entregado.

PN 1: La calidad en la ejecución de las partidas se mostró deficiencias, específicamente, en la partida vaciado de muros. Los motivos por los que se estuvo observando estas deficiencias tuvieron que ver con diversos factores que sumados dieron lugar a cangrejas, fierro expuesto, desplomes y acabado deficiente.

Los factores de error:

- Aceleración del fraguado, por contener aditivos y por la demora en llegar el mixers a la obra.
- Falta de vibrado.
- Desencofrado deficiente, por acelerar el tren de trabajo no se toman las debidas precauciones.
- Encofrado deficiente, no se está aplicando el protocolo de liberación de elementos.

Las posibles soluciones son las siguientes:

- Realizamos las medidas preventivas para evitar que la mezcla llegara tarde donde el punto de llenado.
- Se superviso al personal al momento del llenado para verificar que se realice el vibrado y según el reglamento.
- Durante el desencofrado, mejorar el proceso constructivo a fin de realizarlo con sumo cuidado y no dañar la estructura.

Fotografía 1.

Falla de vaciado entre losa (techo) y muro



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 2.

Cangrejera con acero expuesto



Fuente: Elaboración propia

PN 2: Durante el vaciado de losa, se observaron deficiencias en la nivelación de las losas, específicamente la formación de panzas en la superficie de la losa. Esto se debe a diversos factores, los cuales degeneran en trabajos rehechos, picado, y mayores costos en material para reparaciones. Ver fotografía 3

Los factores de error:

- Falta de vibrado o mala vibración.
- Demora en la fragua, debido a las bajas temperaturas del lugar.
- Mala nivelación de la losa.
- El espesor de la losa no muestra el recubrimiento necesario para evitar cangrejas y deficiencias, debido a la gran cantidad de instalaciones.

Las posibles soluciones son las siguientes:

- Aumentar el espesor de la losa donde se requiera
- Ensayar el slump y verificar el asentamiento del concreto (Cono de Abraham).
- Vibrar adecuadamente hasta el fondo de la losa pasando el vibrador hasta que el concreto asiente al nivel requerido.

- Colocar los taquitos de concreto en mayor cantidad y correcta distribución, cada un espacio entre amarre de malla.

Fotografía 3.

Muestra el acero expuesto



Fuente: Elaboración propia

PN 3: El acabado de los muros empleaba un encofrado de madera, el cual debería ayudar en dicho aspecto; sin embargo, esto no ocurre. Por lo tanto, la partida de solaqueo interior se ve afectada y, por consiguiente, existen cantidades de metrado considerables. Por lo tanto, se requiere un mayor número de bolsas de cemento, arena y agua. Además, no se ha plomado el muro para verificar la verticalidad del mismo. Todo esto conlleva a gastos de materiales y problemas en el tren de acabados. Ver fotografía 4 y 5.

Los factores de error:

- Falta de vibrado o mala vibración en la parte más alta y baja del muro.
- Demora en la fragua del concreto debido a bajas temperaturas
- Desencofrado deficiente, no se esperan los tiempos necesarios para el correcto fraguado debido a que se quiere continuar correctamente el tren de trabajo.
- Falta de aplicación del desmoldante en zonas del panel o baja calidad del mismo.

- La aceleración en el tren de trabajo genera un proceso constructivo bajo presión y bajo condiciones de prisa, lo cual genera la baja calidad del producto final.
- Encofrado deficiente, no se está aplicando el protocolo de liberación de elementos, por ende el alineamiento y el plomado del muro no están dentro de los rangos aceptables.
- Los operarios no están plomando como se debe ser.
- Mala ubicación de los paneles en la losa durante la bajada del panel.
- Falta de supervisión.

Las posibles soluciones son las siguientes:

- Vibrar uniformemente el alto total del muro.
- Aplicación de metodología explicada en el Practica Negativa 1.
- Cotización con distinto desmoldante.
- Dar tiempo a la liberación de la losa.
- Supervisar trazo, plomado y alineamiento de los muros.

Fotografía 4.

Grietas en el muro



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 5.

Agujeros en los muros



Fuente: Elaboración propia

PN 4: Rotura de tuberías verticales de Instalaciones Eléctricas y Sanitarias de la losa del piso por limpieza de encofrado durante el traslado.

Las tuberías que se encuentran cerca del encofrado, pueden sufrir roturas a nivel de losa y muro, debido a que durante el proceso de desencofrado de la placa, los carpinteros realizan el retiro de la misma aproximadamente de 0.50 m., espacio suficiente para que entre una persona y realice la limpieza y aplicación de desmoldante del encofrado. Por lo tanto, la placa debe de sujetarse con alineadores en sus extremos, por lo que para separarla tienen que tirar el encofrado hacia atrás ayudándose con los alineadores como soporte, todo este movimiento se realiza a ras de losa ocasionando la rotura de las tuberías. Ver fotografía 6.

Fotografía 6.

Tuberías expuestas



Fuente: Elaboración propia

PN 5: El almacenamiento del acero durante la habilitación del mismo no es la adecuada, debido a que está plenamente en contacto con el suelo. Esto genera que las barras de acero estén expuestas a la humedad del suelo y, posteriormente, la oxidación del mismo. Ver fotografía 7.

Los factores de error:

- Falta de criterio y supervisión.
- Falta de material (soleras de madera). Las posibles soluciones son las siguientes:
- Charla del capataz a fin de disponer correctamente del material.

Lista de problemas causales

- Transporte vertical ineficiente e inseguro de material para encofrado.
- Pérdida de tiempo por continuos transportes.

- Demora en movimientos de grúa.
- Mala distribución de las tareas en la cuadrilla.
- Falta de ayudantes en las cuadrillas (existen ayudantes volantes).

Fotografía 7.

Mal almacenamiento de acero



Fuente: Elaboración propia

Retroalimentación y mejora

Análisis de rendimientos con Intervalos de Confianza

Nuestra propuesta para el rediseño de cuadrillas en base a nuevos rendimientos y una nueva planificación diaria, planteamos un sistema seguro y confiable de retroalimentación a partir de los datos históricos del mismo proyecto, es decir, de todo lo visto y aprendido dentro de la obra.

Para poder entender la metodología que empleamos fue preciso definir ciertos términos importantes.

En estadística, se conoce como intervalo de confianza a un par de números entre los cuales se estima que estará cierto valor desconocido con una determinada probabilidad de acierto. Esta probabilidad de acierto es lo que valida la metodología, ya que se pretende ajustar el rendimiento presupuestado de las partidas de control confiando en la ocurrencia de un

rendimiento que a lo largo de un mes de obra se ubica dentro de un intervalo establecido. Para lograr ello, se debe asumir una distribución de datos según la tipología de información a graficar, es por ello que se asume una distribución normal para los rendimientos.

Esta propuesta se da bajo condiciones normales con un previo levantamiento de restricciones que asegure el flujo del proyecto.

Entonces fue preciso definir lo que es una distribución normal, en estadística y probabilidad se llama distribución normal, distribución de Gauss o distribución gaussiana, a una de las distribuciones de probabilidad de variable continua que con más frecuencia aparece aproximada en fenómenos reales.

Esto significó que los rendimientos que pudieron ser encontrados dentro del intervalo con una confianza del 98% ocurrió de forma normal en un día de trabajo como se dijo anteriormente, como también en ciertas partidas esto no ocurrió, ya que algunas de las restricciones no fueron correctamente levantadas y no contaron con los recursos necesarios. El análisis fue realizado en las partidas de control que tomamos para nuestra tesis.

Para que pudiéramos lograr las gráficas y los intervalos deseados, se tuvo que aplicar estadística básica descriptiva que implicó los cálculos de media aritmética, desviación estándar y valor del intervalo de confianza asumiendo una distribución normal.

A. ENCOFRADO DE LOSA

En la partida de encofrado de losa, se obtuvo los siguientes resultados a partir de la toma de rendimientos correspondientes a días correlativos durante un mes desde el lunes 03/09/18 hasta el sábado 29/09/18. En la Tabla 43, se muestran los rendimientos (hh/m²) registrados de la partida de encofrado de losa.

Tabla 43.

Rendimientos del encofrado de losa

DIAS	DATOS
03/09/2018	0.43
04/09/2018	0.46
05/09/2018	0.47
06/09/2018	0.43
07/09/2018	0.43
08/09/2018	0.41
10/09/2018	0.44
11/09/2018	0.44
12/09/2018	0.44
13/09/2018	0.46
14/09/2018	0.55
15/09/2018	0.54
17/09/2018	0.66
18/09/2018	0.5
19/09/2018	0.44
20/09/2018	0.46
21/09/2018	0.45
22/09/2018	0.4
24/09/2018	0.43
25/09/2018	0.47
26/09/2018	0.45
27/09/2018	0.45
28/09/2018	0.45
29/09/2018	0.45

Fuente: Elaboración propia

Tomamos como base estos rendimientos, se obtuvo la información mostrada en la Tabla 44 la cual se planteó en base a una confianza del 98% con un rendimiento ubicado entre 0.43 hh/m² y 0.50 hh/m². Fue importante identificar el rendimiento presupuestado, ya que este fue el límite de nuestro intervalo. En el caso del encofrado de losa, se tuvo un intervalo por debajo del rendimiento presupuestado, por lo que se debió programar en base a un promedio entre los extremos del intervalo, es decir el nuevo rendimiento fue 0.47 hh/m². En la gráfica 27 se aprecia la distribución de los rendimientos de forma Gaussiana.

Tabla 44.

Cálculo de rendimiento propuesto: encofrado de losa

MEDIA	0.46
DESVIACION ESTANDAR	0.03
INTERVALO DE CONFIANZA	98%
VALOR DE INTERVALO	0.034

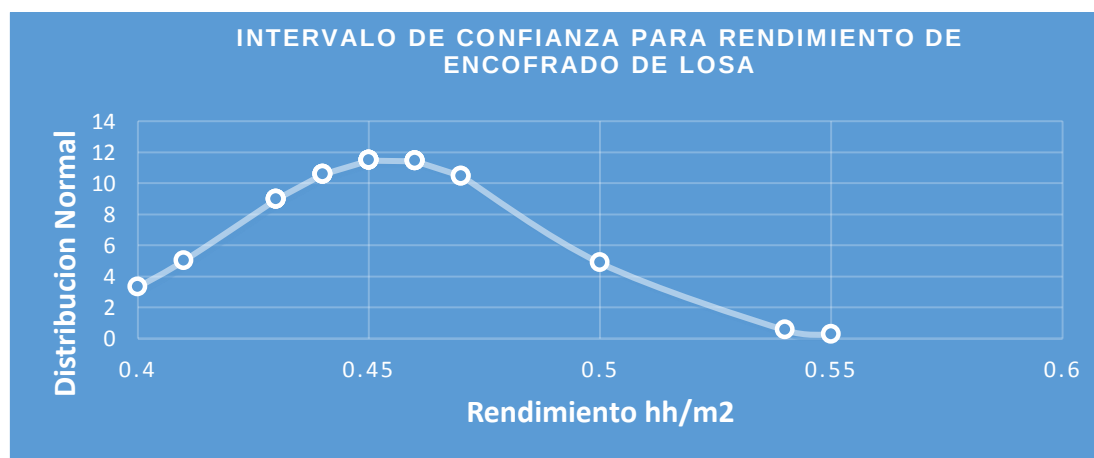
0.43	< RENDIMIENTO >	0.50
------	-----------------	------

RENDIMIENTO PRESUPUESTADO	0.52
---------------------------	------

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 27.

Gráfica de intervalo de confianza para el encofrado de Losa



Fuente: Elaboración propia

B. ENCOFRADO DE MURO

En la partida de encofrado de muro, obtuvimos los siguientes resultados a partir de la toma de rendimientos correspondientes a días correlativos durante un mes y desde el lunes 03/09/18 hasta el sábado 29/09/18. En la Tabla 45, se muestran los rendimientos (hh/m²) registrados de la partida de encofrado de muro.

Tabla 45.

Rendimientos de encofrado de muro

DIAS	DATOS
03/09/2018	0.4
04/09/2018	0.7
05/09/2018	0.47
06/09/2018	0.48
07/09/2018	0.46
08/09/2018	0.46
10/09/2018	0.41
11/09/2018	0.34
12/09/2018	0.41
13/09/2018	0.42
14/09/2018	0.42
15/09/2018	0.41
17/09/2018	0.41
18/09/2018	0.34
19/09/2018	0.36
20/09/2018	0.39
21/09/2018	0.39
22/09/2018	0.41
24/09/2018	0.4
25/09/2018	0.41
26/09/2018	0.41
27/09/2018	0.39
28/09/2018	0.39
29/09/2018	0.41

Fuente: Elaboración propia

Tomando como base estos rendimientos, se obtiene la información mostrada en la Tabla 46 donde se plantea en base a una confianza del 98% un rendimiento ubicado entre 0.39 hh/m² y 0.46 hh/m². Fue importante identificar el rendimiento presupuestado, ya que fue el límite de nuestro intervalo. En el caso del encofrado de muro, se tuvo un intervalo por debajo del rendimiento presupuestado por lo que se debió programar en base a un promedio entre los extremos del intervalo, es decir, el nuevo rendimiento que tomamos fue 0.42 hh/m².

Asimismo, el rendimiento propuesto estuvo muy por debajo del presupuestado lo que corrobora que el encofrado dio muy buenos resultados en cuando al rendimiento de la cuadrilla por la facilidad del proceso constructivo. En la gráfica 28, se aprecia la distribución de los rendimientos de forma Gaussiana.

Tabla 46.

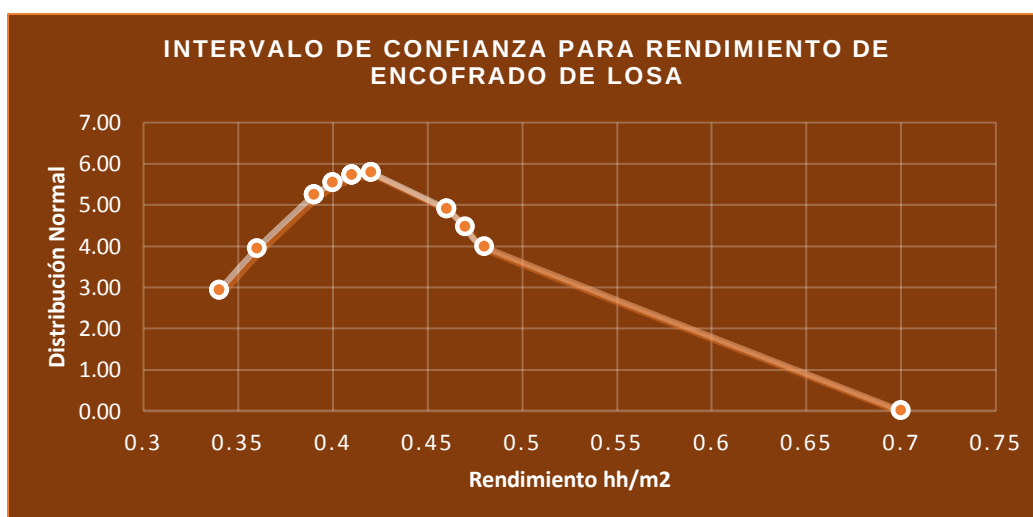
Cálculo de rendimiento propuesto: encofrado de muro

MEDIA		0.42
DESVIACION ESTANDAR		0.07
INTERVALO DE CONFIANZA		98%
VALOR DE INTERVALO		0.04
0.39	< RENDIMIENTO >	0.46
RENDIMIENTO PRESUPUESTADO		0.55

Fuente: Elaboración propia

Grafica 28.

Gráfica de intervalo de confianza para el encofrado de Muro



Fuente: Elaboración propia

C. CONCRETO EN LOSA

En la partida de Concreto en Losa, se obtuvo los siguientes

resultados a partir de la toma de rendimientos correspondientes a días correlativos durante un mes y desde el lunes 03/09/18 hasta el sábado 29/09/18. En la Tabla 47, se muestran los rendimientos (hh/m²) registrados de la partida de concreto de losa.

Tabla 47.

Rendimientos al momento de concreto de losa

DIAS	DATOS
03/09/2018	1.60
04/09/2018	1.56
05/09/2018	1.47
06/09/2018	1.64
07/09/2018	1.14
08/09/2018	1.13
10/09/2018	1.33
11/09/2018	1.31
12/09/2018	1.57
13/09/2018	1.56
14/09/2018	1.10
15/09/2018	1.50
17/09/2018	1.18
18/09/2018	1.07
19/09/2018	1.03
20/09/2018	1.03
21/09/2018	0.80
22/09/2018	0.83
24/09/2018	1.53
25/09/2018	1.58
26/09/2018	1.53
27/09/2018	1.56
28/09/2018	1.59
29/09/2018	0.93

Fuente: Elaboración propia

Tomando como base estos rendimientos, se obtiene la información mostrada en la tabla 48 donde se plantea en base a una confianza del 98% un rendimiento ubicado entre 1.14 hh/m³ y 1.42 hh/m³. Es

importante identificar el rendimiento presupuestado, ya que será el que limite nuestro intervalo. En el caso del concreto de losa, se tiene un intervalo por debajo del rendimiento presupuestado por lo que se deberá programar en base a un promedio entre los extremos del intervalo, es decir el nuevo rendimiento será 1.28 hh/m³. En la gráfica 29, se aprecia la distribución de los rendimientos de forma Gaussiana.

Tabla 48

Cálculo de rendimiento propuesto: Concreto de Losa

MEDIA	1.32
DESVIACION ESTANDAR	0.27
INTERVALO DE CONFIANZA	98%
VALOR DE INTERVALO	0.14

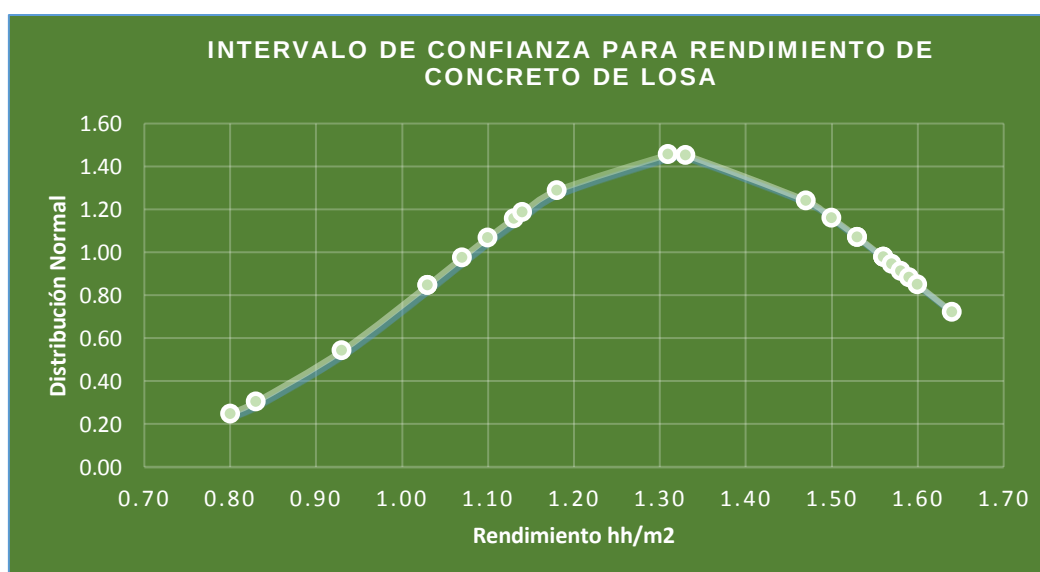
1.14	< RENDIMIENTO >	1.42
------	-----------------	------

RENDIMIENTO PRESUPUESTADO	1.52
---------------------------	------

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 29.

Gráfica de intervalo de confianza para el concreto de losa



Fuente: Elaboración propia

D. CONCRETO DE MURO

En la partida de Concreto en muro se obtuvieron los siguientes resultados a partir de la toma de rendimientos correspondientes a días correlativos durante un mes y desde el lunes 03/09/18 hasta el 29/09/18. En la Tabla N° 49, se muestran los rendimientos (hh/m3) registrados de la partida de concreto de muro.

Tabla 49.

Rendimientos de la partida de concreto de muro

DIAS	DATOS
03/09/2018	1.32
04/09/2018	1.15
05/09/2018	1.36
06/09/2018	1.28
07/09/2018	1.12
08/09/2018	1.24
10/09/2018	1.02
11/09/2018	1.05
12/09/2018	1.07
13/09/2018	1.59
14/09/2018	1.05
15/09/2018	1.50
17/09/2018	1.36
18/09/2018	0.91
19/09/2018	0.68
20/09/2018	0.71
21/09/2018	0.95
22/09/2018	0.48
24/09/2018	0.68
25/09/2018	0.91
26/09/2018	0.86
27/09/2018	0.82
28/09/2018	0.43
29/09/2018	0.57

Fuente: Elaboración propia

Tomando como base estos rendimientos, se obtiene la información mostrada en la tabla 50 donde se plantea en base a una confianza del

98% un rendimiento ubicado entre 0.84 hh/m³ y 1.15 hh/m³. Es importante identificar el rendimiento presupuestado ya que será el que límite nuestro intervalo. En el caso del concreto de losa, se tiene un intervalo por debajo del rendimiento presupuestado por lo que se deberá programar en base a un promedio entre los extremos del intervalo, es decir el nuevo rendimiento será 1.00 hh/m³. En la gráfica 30, se aprecia la distribución de los rendimientos de forma Gaussiana.

Tabla 50.

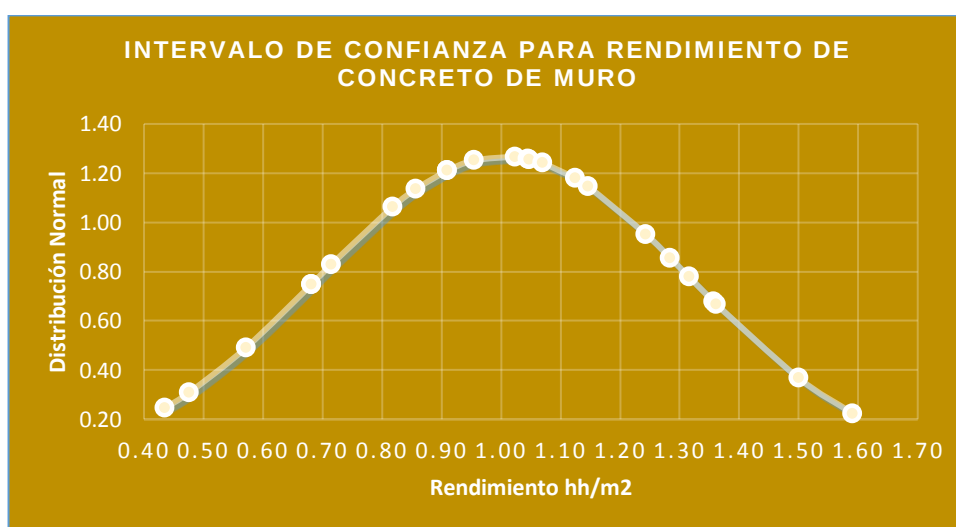
Cálculo de rendimiento propuesto: Concreto de Muro

MEDIA		1.00
DESVIACION ESTANDAR		0.31
INTERVALO DE CONFIANZA		98%
VALOR DE INTERVALO		0.16
0.84	< RENDIMIENTO >	1.15
RENDIMIENTO PRESUPUESTADO		1.38

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 30.

Gráfica de intervalo de confianza para el concreto de Muro



Fuente: Elaboración propia

E. ACERO

En la partida de acero se obtuvieron los siguientes resultados a partir de la toma de rendimientos correspondientes a días correlativos durante un mes y desde el lunes 03/09/18 hasta el sábado 29/09/18. En la Tabla N° 51, se muestran los rendimientos (hh/kg) registrados de la partida de acero tanto en muros como en losa.

Tabla 51.

Rendimientos de la partida de acero

DÍAS	DATOS
03/09/2018	0.046
04/09/2018	0.120
05/09/2018	0.074
06/09/2018	0.042
07/09/2018	0.074
08/09/2018	0.087
10/09/2018	0.053
11/09/2018	0.033
12/09/2018	0.056
13/09/2018	0.031
14/09/2018	0.039
15/09/2018	0.047
17/09/2018	0.043
18/09/2018	0.114
19/09/2018	0.112
20/09/2018	0.048
21/09/2018	0.044
22/09/2018	0.034
24/09/2018	0.050
25/09/2018	0.022
26/09/2018	0.016
27/09/2018	0.016
28/09/2018	0.068
29/09/2018	0.099

Fuente: Elaboración propia

Tomando como base estos rendimientos, se obtiene la información mostrada en la Tabla 52 donde se plantea en base a una confianza

del 98% un rendimiento ubicado entre 0.047 hh/kg y 0.075 hh/kg. Es importante identificar el rendimiento presupuestado ya que será el que límite nuestro intervalo. En el caso del acero, se tuvo un intervalo por encima del rendimiento presupuestado por lo que se debió en primer lugar identificar el motivo de las demoras. Fue notorio que la habilitación de acero en obra es uno de los factores que mermaron el rendimiento de la cuadrilla; sin embargo, se sugirió seguir programando con el rendimiento presupuestado no sin antes utilizar un sistema de incentivos de 3 hh premio para los 9 integrantes de la cuadrilla de acero. En la gráfica 31, se aprecia la distribución de los rendimientos de forma Gaussiana.

Tabla 52.

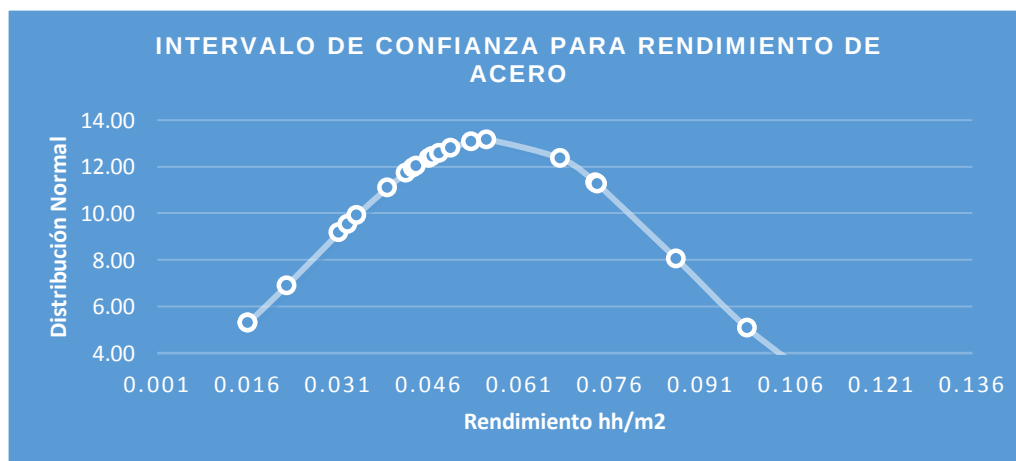
Cálculo de rendimiento propuesto: Acero

MEDIA		0.06
DESVIACION ESTANDAR		0.03
INTERVALO DE CONFIANZA		98%
VALOR DE INTERVALO		0.014
0.047	< RENDIMIENTO >	0.075
RENDIMIENTO PRESUPUESTADO		0.050

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 31.

Gráfica de intervalo de confianza para el acero



Fuente: Elaboración propia

F. SOLAQUEO INTERIOR

En la partida de solaqueo interior se obtuvieron los siguientes resultados a partir de la toma de rendimientos correspondientes a días correlativos durante un mes y desde el lunes 03/09/18 hasta el sábado 29/09/18. En la Tabla 53, se muestran los rendimientos (hh/m²) registrados de la partida de solaqueo interior.

Tabla 53.

Rendimientos tomados al momento de realizar la partida de solaqueo interior

DIAS	DATOS
03/09/2018	0.298
04/09/2018	0.621
05/09/2018	0.820
06/09/2018	0.364
07/09/2018	0.315
08/09/2018	0.227
10/09/2018	0.263
11/09/2018	0.203
12/09/2018	0.201
13/09/2018	0.178
14/09/2018	0.360
15/09/2018	0.035
17/09/2018	0.278
18/09/2018	0.188
19/09/2018	0.197
20/09/2018	0.265
21/09/2018	0.298
22/09/2018	0.046
24/09/2018	0.233
25/09/2018	0.275
26/09/2018	0.207
27/09/2018	0.206
28/09/2018	0.268
29/09/2018	0.291

Fuente: Elaboración propia

Tomando como base estos rendimientos, se obtiene la información mostrada en la Tabla 54 donde se plantea en base a una confianza del 98% un rendimiento ubicado entre 0.23 hh/m² y 0.39 hh/m². Es importante identificar el rendimiento presupuestado ya que será el que límite nuestro intervalo. En el caso del solaqueo interior, se tiene un intervalo por debajo del rendimiento presupuestado por lo que se deberá programar en base a un promedio entre los extremos del intervalo, es decir el nuevo rendimiento será 0.31 hh/m².

En la gráfica 32, se aprecia la distribución de los rendimientos de forma Gaussiana.

Tabla 54.

Cálculo de rendimiento propuesto: Solaqueo Interior

MEDIA		0.28
DESVIACION ESTANDAR		0.16
INTERVALO DE CONFIANZA		98%
VALOR DE INTERVALO		0.08

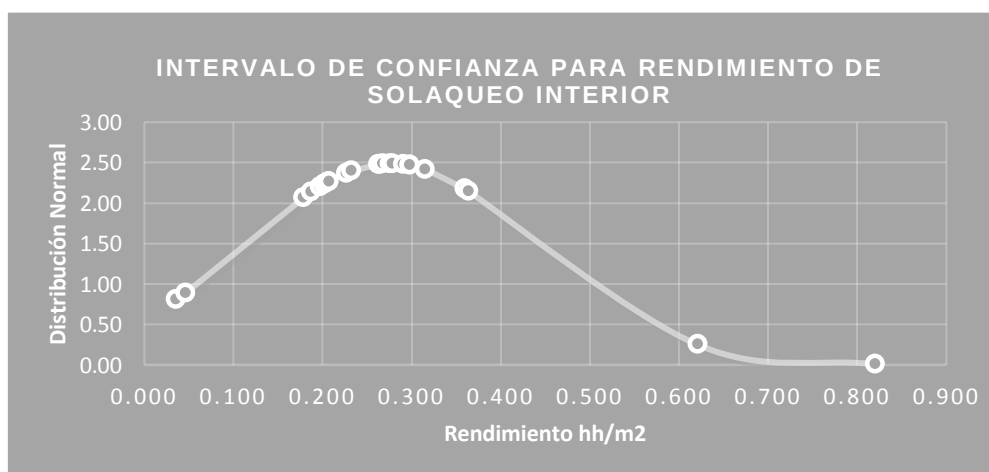
0.23	< RENDIMIENTO >	0.39
------	-----------------	------

RENDIMIENTO PRESUPUESTADO	0.310
---------------------------	-------

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 32.

Gráfica de intervalo de confianza para el solaqueo interior



Fuente: Elaboración propia

G. SOLAQUEO EXTERIOR

En la partida de solaqueo exterior se obtuvieron los siguientes resultados a partir de la toma de rendimientos correspondientes a días correlativos durante un mes y desde el lunes 03/09/18 hasta el sábado 29/09/18. En la Tabla 55, se muestran los rendimientos (hh/m2) registrados de la partida de solaqueo exterior.

Tabla 55.

Rendimientos de la partida de solaqueo exterior

DIAS	DATOS
03/09/2018	2.188
04/09/2018	0.906
05/09/2018	0.754
06/09/2018	0.634
07/09/2018	0.554
08/09/2018	0.503
10/09/2018	0.679
11/09/2018	0.775
12/09/2018	0.770
13/09/2018	0.643
14/09/2018	0.585
15/09/2018	0.537
17/09/2018	0.333
18/09/2018	0.855
19/09/2018	1.280
20/09/2018	1.304
21/09/2018	1.422
22/09/2018	1.284
24/09/2018	0.440
25/09/2018	1.128
26/09/2018	2.017
27/09/2018	2.264
28/09/2018	0.487
29/09/2018	0.170

Fuente: Elaboración propia

Tomando como base estos rendimientos se obtiene la información mostrada en la tabla N°56 donde se planteó en base a una confianza del 98% un rendimiento ubicado entre 0.61 hh/m² y 1.20 hh/m². Es importante identificar el rendimiento presupuestado ya que será el que límite nuestro intervalo. En el caso del solaqueo exterior se tiene un intervalo muy inflado con respecto al rendimiento de 0.47 hh/m² presupuestado por lo que se prevé trabajar con un rendimiento promedio del intervalo de 0.90 hh/m². Se identificó los motivos por los cuales se tenían rendimientos tan pobre y tuvo que ver con la cantidad de peones volantes que se manejaba en la obra en total 6, quienes muchas veces cargaban sus horas de trabajo a la partida conjuntamente con los concreteros que de por sí eran 8 personas entre operarios y ayudantes. Ya para la segunda etapa se sugiere reducir este personal hasta 2 personas. En la gráfica 33, se aprecia la distribución de los rendimientos de forma Gaussiana.

Tabla 56.

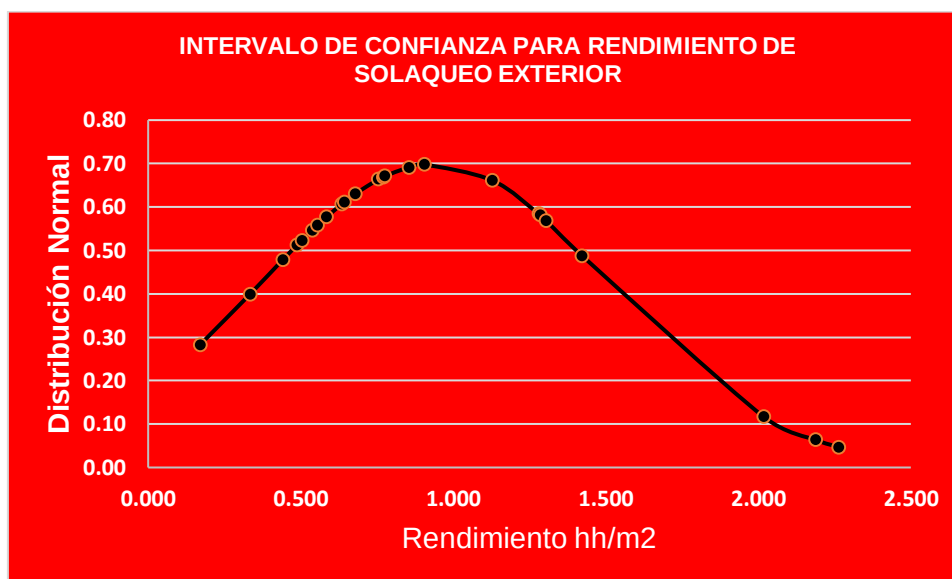
Cálculo de rendimiento propuesto: Solaqueo Exterior

MEDIA		0.94
DESVIACION ESTANDAR		0.57
INTERVALO DE CONFIANZA		98%
VALOR DE INTERVALO		0.25
0.61	< RENDIMIENTO >	1.2
RENDIMIENTO PRESUPUESTADO		0.47

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 33.

Gráfica de intervalo de confianza para el solaqueo exterior



Fuente: Elaboración propia

Propuesta de Diagrama de cajas añadido al Circuito Fiel

Con la filosofía de una mejora continua en tanto al estudio de los causales que causan error y como forma de aprendizaje, en nuestra tesis proponemos una manera rápida y fácil para poder identificar errores, a partir de datos atípicos de un rendimiento tomando un mes cualquiera del estudio con las partidas de control a considerar. El objetivo de esta metodología fue poder identificar cual paso en la jornada es donde se observaron rendimientos anormales y así, poder plantear una solución o proponer el levantamiento de la restricción con el fin de que en la nueva Planificación Intermedia (Lookahead) se pueda contemplar la situación y así evitarla a futuro. El circuito fiel es una metodología en donde implica jugar con los rendimientos a fin de redimensionar las cuadrillas. Esta operación se puede realizar al inicio de la obra y constantemente durante la misma como retroalimentación. El análisis mostrado a continuación modela el rendimiento desde el lunes 03/09/18 hasta el sábado 29/09/18 de las partidas de control a continuación mencionadas.

A. ENCOFRADO DE LOSA

En esta partida se tiene 3 días cuyos rendimientos son atípicos, ya que están por encima de los límites superiores permisibles. Los días

registrados y los cálculos fueron los siguientes.

Ver Tabla 57 y la gráfica 34.

Tabla 57.

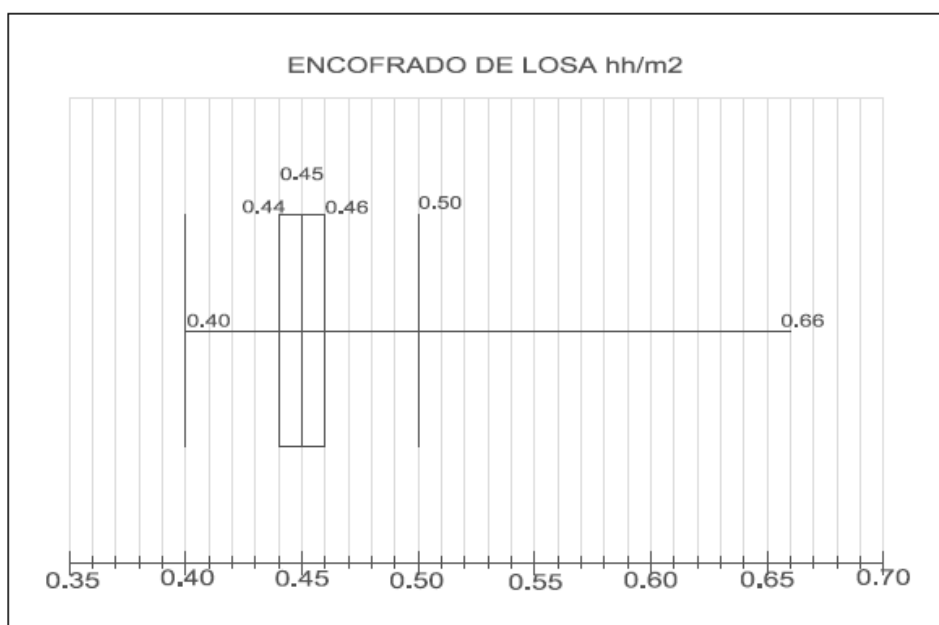
Registro y cálculo de rendimientos atípicos en encofrado de losa

15/09/2018					0.54	
14/09/2018					0.55	
17/09/2018					0.66	
MÍNIMO	Li	Q1	MEDIANA	Q3	Ls	MÁXIMO
0.40	0.40	0.44	0.45	0.46	0.50	0.66

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 34.

Diagrama de cajas y bigotes - Encofrado de Losa



Fuente: Elaboración propia

La parte derecha de la caja es igual que la de la izquierda; ello quiere decir que los rendimientos comprendidos entre el 50% y el 75% del mes están igual de dispersos que entre el 25% y el 50%.

Tanto en el día 14, 15 y 17 de Setiembre, existieron problemas con el vaciado en el día anterior a las fechas mencionadas, esto conllevó a

que el concreto no fragüe adecuadamente, por lo que al momento de desencofrar, se dio dos horas más a lo programado, habiendo pérdidas para los seis obreros de la cuadrilla. Ese fue el causante de que existan estos picos en el rendimiento. La medida que se sugirió fue terminar de vaciar a tiempo para evitar que el clima estropee el fraguado del concreto.

B. ENCOFRADO DE MURO

La partida de encofrado de muro contó con rendimientos buenos, ya que se tuvo un buen material, el cual fue un buen punto para estos resultados. Existió dos días que fueron el 04 y 06 de setiembre los cuales resultaron como datos atípicos. Ver Tabla 58 y gráfico 35.

Tabla 58.

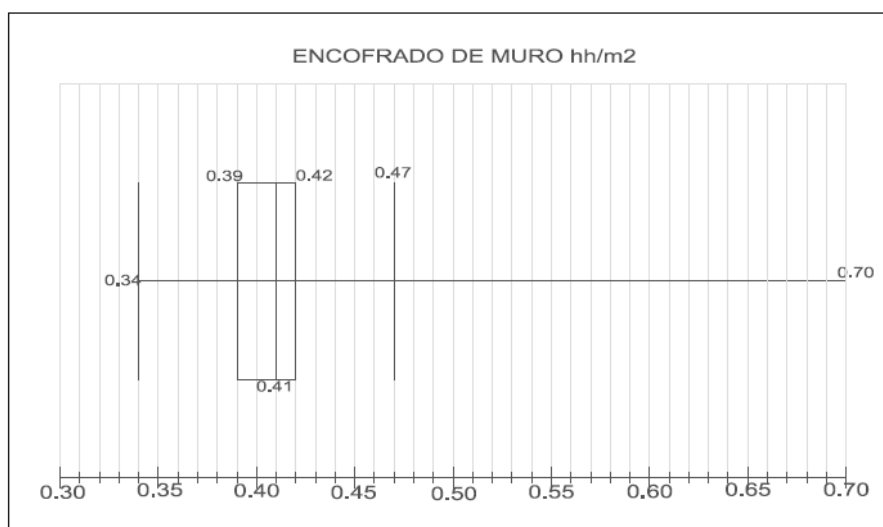
Registro y cálculo de rendimientos atípicos en concreto de muro

04/09/2018					0.70	
06/09/2018					0.48	
MÍNIMO	Li	Q1	MEDIANA	Q3	Ls	MÁXIMO
0.34	0.35	0.39	0.41	0.42	0.47	0.70

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 35.

Diagrama de cajas y bigotes - Encofrado de muro



Fuente: Elaboración propia

La parte izquierda de la caja es mayor que la de la derecha; ello quiere decir que los rendimientos comprendidos entre el 25% y el 50% del mes están más dispersos que entre el 50% y el 75%

Hubo dos rendimientos atípicos resultantes del mes analizado, el cual se registró en los días 04 y 06 de setiembre, siendo el culpable la fragua tardía del concreto vaciado las fechas anteriores a estas fechas mencionadas. Por causa de ello, esos se terminaron de desencofrar a medidas de las 2 de la tarde y no se terminó de encofrar al término del día, lo cual generó la tardanza en el vaciado.

Según el gráfico de cajas también, se aprecia que los rendimientos usualmente oscilan entre 0.41 y 0.42 pues se observa menos dispersión entre en cuartil 50 y el 75.

C. CONCRETO DE LOSA

En la partida de concreto en losa no se han encontrado rendimientos atípicos; sin embargo, se tienen rendimientos que están por debajo del rendimiento presupuestado que es 1.52 hh/m³ y esto se debe a la frecuencia inexacta del proveedor de concreto que usualmente demoraba los vaciados por las tardanzas contantes generando esperas en la cuadrilla de concreto y por ende tiempos muertos que se reflejaban en el rendimiento real de la cuadrilla. La cantidad de días donde se registraron estas alzas de rendimientos fueron 10, el rendimiento promedio de estos 10 días fue de 1.57 hh/m³, lo que nos hace pensar que no estamos lejos del presupuesto. Sin embargo, es necesario solucionar el problema de la frecuencia del concreto.

Ver Tabla 59 y gráfico 36.

Tabla 59.

Registro y cálculo de rendimientos atípicos en concreto de losa

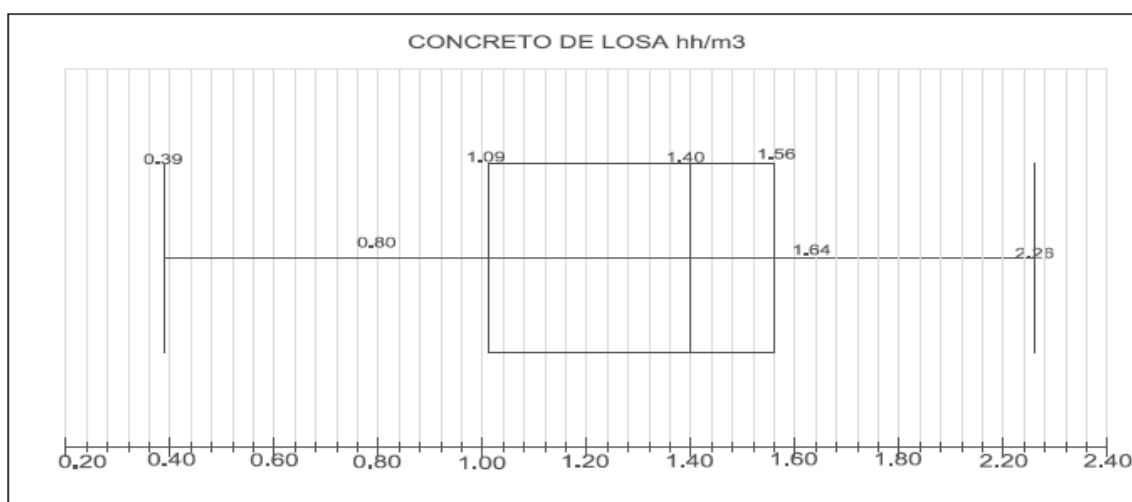
03/09/2018	1.60
04/09/2018	1.56
06/09/2018	1.64
12/09/2018	1.57
13/09/2018	1.56
24/09/2018	1.53
25/09/2018	1.58
26/09/2018	1.53

27/09/2018						1.56
28/09/2018						1.59
MÍNIMO	Li	Q1	MEDIANA	Q3	Ls	MÁXIMO
0.80	0.39	1.09	1.40	1.56	2.26	1.64

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 36.

Diagrama de cajas y bigotes – Concreto de losa



Fuente: Elaboración propia

D. CONCRETO DE MURO

En la partida de concreto de muros, obtuvimos rendimientos buenos, como lo vimos en el análisis de intervalos de confianza, los rendimientos que tuvimos están por debajo de lo presupuestado. Para poder tener éxito en esta partida se debió a la velocidad del proceso, vimos que con el paso de las horas los operarios iban perfeccionando, ya que al principio tenían dificultad de trabajar en equipo y según lo señalado por el capataz. Fue por esto que la cuadrilla de concreto estaba lista tiempo para realizar su actividad, y al realizar el análisis de cajas y bigotes no se obtuvo resultados fuera del permisible, con lo que llegamos a la conclusión de que la partida de encofrado funciona correctamente. Además, la actividad predecesora a esta

(encofrado de muro) cumple de acuerdo a lo planificado, lo cual ayuda a la cuadrilla de concreto. Ver tabla 60 y gráfica 37.

Tabla 60.

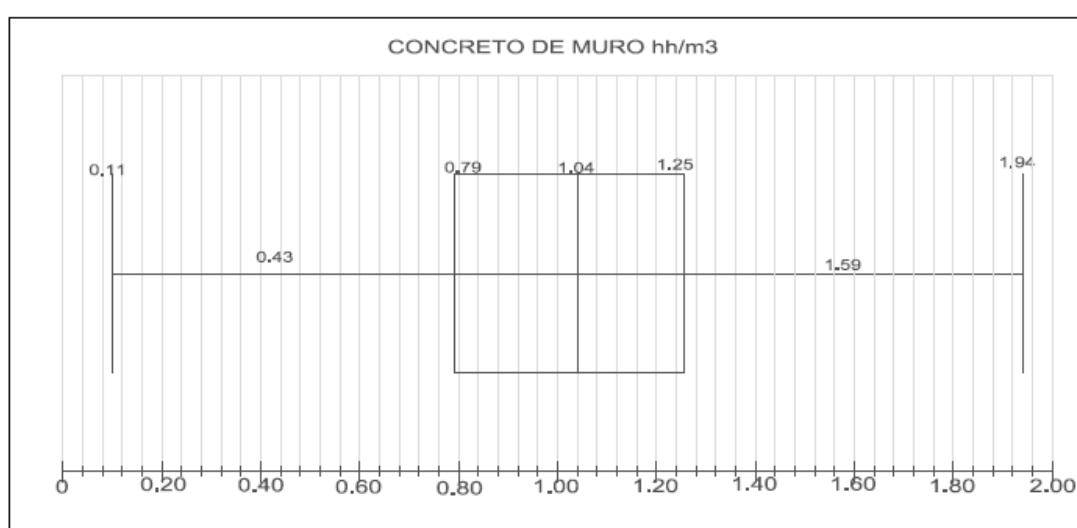
Registro y cálculo de rendimientos atípicos en concreto de muro

MÍNIMO	Li	Q1	MEDIANA	Q3	Ls	MÁXIMO
0.43	0.11	0.79	1.04	1.25	1.94	1.59

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 37.

Diagrama de cajas y bigotes – Concreto de Muro



Fuente: Elaboración propia

E. ACERO

En la partida de acero, no se obtuvo ningún dato atípico, ya que todos los valores estuvieron por debajo de los límites superiores permisibles.

Los cálculos fueron los siguientes. Ver Tabla 61 y gráfica 38.

Tabla 61.

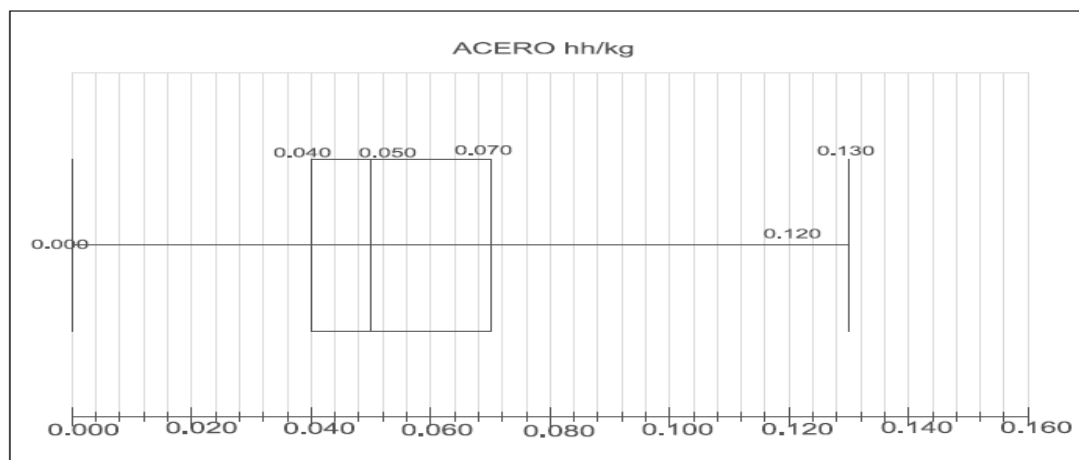
Registro y cálculo de rendimientos atípicos en acero

MÍNIMO	Li	Q1	MEDIANA	Q3	Ls	MÁXIMO
0.016	0.0	0.04	0.05	0.07	0.13	0.12

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 38.

Diagrama de cajas y bigotes – Acero



Fuente: Elaboración propia

Ningún rendimiento obtenido sobrepasaba 0.130 hh/kg, ya que el rendimiento máximo obtenido fue de 0.120 hh/kg. Pero en la muestra de 24 días, se notaron que en 10 días los rendimientos sobrepasaban a los rendimientos presupuestados.

Esto se dio en la habilitación para cada sector, ya que al inicio se presupuestó tener acero dimensionado, pero después de un mes de análisis, no se logró levantar esa restricción, por tanto se sugirió redimensionar la cuadrilla, quizás aumentándola o trayendo personal experimentado se lograría mayor velocidad.

F. SOLAQUEO INTERIOR

En esta partida se tiene 2 días cuyos rendimientos son atípicos, ya que están por encima de los límites superiores permisibles.

Los días registrados y los cálculos fueron los siguientes. Ver Tabla 62 y gráfica 39.

Tabla 62.

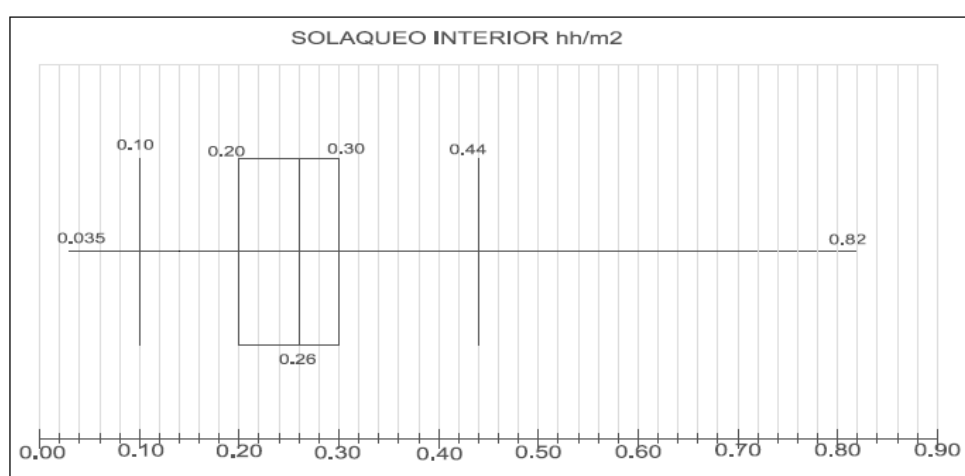
Registro y cálculo de rendimientos atípicos en solaqueo interior

04/09/2018						0.621
05/09/2018						0.82
MÍNIMO	Li	Q1	MEDIANA	Q3	Ls	MÁXIMO
0.035	0.1	0.20	0.26	0.30	0.44	0.82

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 39.

Diagrama de cajas y bigotes – Solaqueo interior



Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se debieron principalmente, porque a inicios de la obra, todos los operarios y peones eran de Trujillo, sin contar a los capataces. Tomamos como importante este punto, ya que las cuadrillas no rindieron de la misma manera como las cuadrillas de Lima, ya que no alcanzaban los 25% del rendimiento.

Por ellos lo consideramos como ineficiente, poco competente irresponsable, ya que trabajaban hasta la hora de su salida, sin importarles que su trabajo no haya culminado y sin obedecer el trabajo designado al inicio del día.

Todo ese problema solo se vio en la primera semana, ya que se tomó una decisión radical, donde se trajo personal especializado en solaqueos y se reubico al personal que estuvo desde inicios.

F. SOLAQUEO EXTERIOR

En esta partida no encontramos ningún rendimiento atípico, ya que todos los valores están por debajo de los límites superiores permisibles. Ver Tabla 63 y gráfica 40.

Tabla 63.

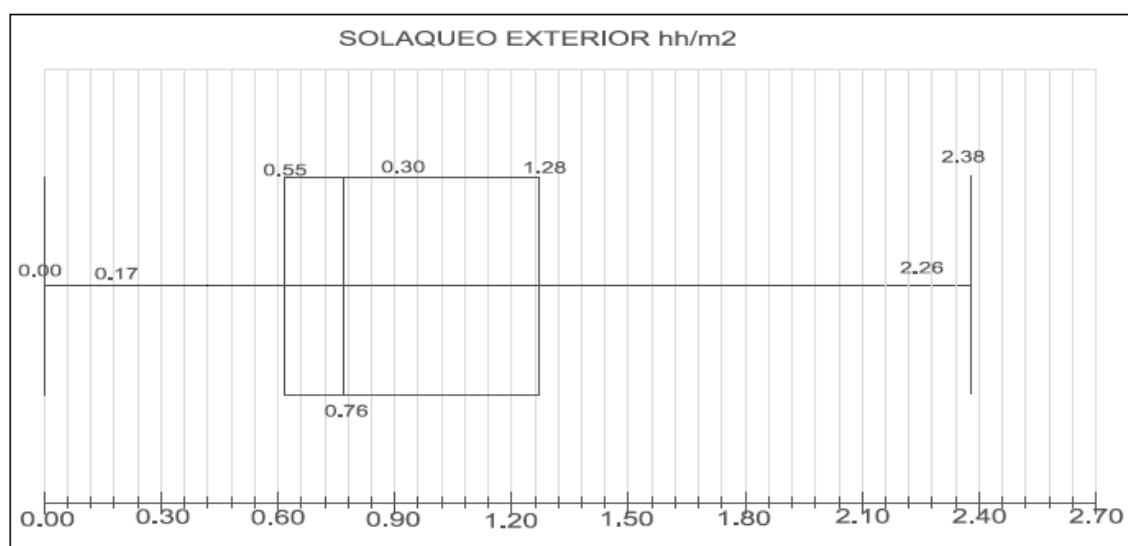
Registro y cálculo de rendimientos atípicos en solaqueo exterior

MÍNIMO	Li	Q1	MEDIANA	Q3	Ls	MÁXIMO
0.170	0	0.55	0.76	1.28	2.38	2.26

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 40.

Diagrama de cajas y bigotes – Solaqueo exterior



Fuente: Elaboración propia

Obtenemos estos rendimientos a que no tenían los andamios por falta de disponibilidad, lo cual causaba demoras y, por ello, influya en el tiempo. Por otro lado, en esta partida se estaba empleando a los ayudantes volantes de la obra, los cuales muchas veces hacían hasta 5 m2 en un día algo extremadamente bajo para los rendimiento con los que se ha presupuestado la obra.

Se aprecia según el gráfico anterior que los rendimientos son todos superiores al presupuesto, lo que convoca a una propuesta de

solución que viene dada con la inclusión en de andamios voladores suficientes para cumplir con las tareas exteriores incluido el encofrado. Asimismo, se debe reducir la cuadrilla y contar solo con 1 volante. De este modo, se estabilizarán los rendimientos para ajustarlos al presupuesto.

3.5.5. PROPUESTA INTEGRAL DE PLANIFICACIÓN (LAST PLANNER)

De acuerdo a los resultados obtenidos en la etapa de diagnóstico de la obra y el nuevo proceso que se propone dirigir la misma partiendo de una gestión de la planificación eficiente, surge una nueva filosofía que se deberá de tomar en cuenta, en la cual se detalla la adecuada organización de los aspectos que forman de manera directa en la planificación de la obra.

Dichos aspectos están direccionados la reducción de costos, programación precisas en llegadas de materiales, planificación sin incertidumbre, restricciones levantadas en el tiempo correcto y actividades cumplidas al 100%.

Organización de equipo de obra

El primer punto importante para tener una adecuada planificación es reunir al equipo de trabajo de obra por lo menos con 1 mes de anticipación con el fin de que todos los integrantes se centren en trabajar en la gestión del proyecto. Esto conlleva a que se realizara el planeamiento integral de la obra con las restricciones que implica construir en Trujillo, se tendrá en cuenta la realidad actual de la mano de obra (oferta), aquellas fechas festivas que tiene la ciudad, los proveedores que se encuentran dentro de la ciudad y los posibles subcontratas. Lo que implica que esta gestión se debe tener de forma precisa y clara lo siguiente:

- Los metrados de las partidas del presupuesto.
- La sectorización más óptima de una lista de propuestas evaluadas.

- El tren de actividades establecido y aprobado.
- Precisión de proveedores partiendo de cotizaciones favorables.
- Preparar el presupuesto meta.
- Precisar las partidas a subcontratar y seguidamente de los subcontratistas.

Desarrollo de Master Schedule

Como fruto de lo llevado a cabo en todas estas actividades, se genera el master Schedule, el cual resulta como la planificación maestra de la obra. Se debe de tomar en cuenta que para el adecuado control de esta planificación se precisa de ejecutar la trazabilidad de manera periódica. Esta responsabilidad la debe de llevar a cabo el jefe de campo en coordinación con el residente.

Planificación intermedia: Lookahead

Para la actividad denominada planificación Intermedia se deberá de efectuar con un intervalo establecido de 3 o 4 semanas, con el objeto de disminuir la variabilidad de la obra. En el caso de esta obra se presenta un Lookahead es de un intervalo de 8 semanas, motivo por el que resulta difícil su control ya que es un periodo más amplio. La secuenciación de esta planificación se deberá seguir el control siguiente:

- Actualizar de manera precisa el Lookahead.
- Definir los hitos
- Definir la secuencia de aquellas actividades en base a las restricciones que se tendrá q analizar.
- Definir las frecuencias precisas para la llegada de materiales como cemento, arena, madera, acero.

Listado de restricciones

Para el correcto levantamiento de cada restricción se debe considerar lo siguiente:

- Las restricciones se ingresaran por actividad específica, tomando en cuentas las partidas de control que fueron evaluadas en la presente tesis.
- Las restricciones que se ingresaran tendrán que ver con todas las actividades.

Se deberá de establecer un formato el cual se tenga en cuenta lo siguiente. Ver cuadro N°02.

Cuadro 02.

Restricciones

Por frente
Por actividad
Por día
Por responsable
Por tipo
vencidas
Por vencer
X días a vencer
Calendario de restricciones

Fuente: Elaboración Propia

Planificación Semanal

En esta etapa se desarrolla tomando en cuenta el Lookahead y las restricciones propias de la semana. La planificación semanal se cumplirá al 100% con el fin de que posteriormente no se tenga problemas en el PPC. Se realizara la programación con cuadrillas que han sido redimensionadas partiendo con intervalos de confianza, con esto optimizar tiempos muertos que se generan en las actividades.

Porcentaje de Plan Cumplido

Se tendrá que completar el porcentaje de plan cumplido de manera semanal por cada actividad realizada sobre actividad programada, la manera diaria se realizara por metrado de actividad sobre metrado programado.

En el caso de la partida de solaqueo y con el fin de evitar un déficit se deberá de completar el personal que faltaba en la cuadrilla con el fin de emparejar el tren con la fecha en que debía de cumplir. Así mismo, si habría actividades que no se cumplieran, se determinará la Causa de No cumplimiento del mismo modo asignar un responsable que los corrija.

Sistema de incentivos como planificación eficiente

En el inicio de la ejecución de la obra las cuadrillas tenían un acumulado de 8.5 horas de trabajo diario, mucha veces era de necesidad que trabajaran horas extras para cumplir el tren de trabajo diario por lo cual se trabajaba las 2 primeras horas al 60% de pago y las que restaban al 100%. Pero se observó que los rendimientos no mejoraban pues lo operarios no cumplían con culminar los trabajos indicados en su sector, a pesar que ganaban por las horas extras, esto motivó a que se realice una propuesta que consistía en un acuerdo con cada cuadrilla.

Las horas premio tiene como finalidad mejorar la productividad de las cuadrillas, en muchos casos las cuadrillas alcanzaron un ritmo estable y culminaban su tarea temprano por lo que las horas premio se llevaron sin trabajarlas.

Se tomara en cuenta esta medida en las partidas de acero, encofrado y solaqueo interior. En la tabla N°64 se aprecia las horas premio por cuadrilla.

Tabla 64.

Horas premio

Encofrado	4 horas
Acero	3.5 horas
Solaqueo Interior	2.5 horas

Fuente: Elaboración Propia

Seguimiento y control en el proceso constructivo

Todos estos procesos son parte de la administración de cualquier proceso constructivo, cuyo objetivo principal es: verificar que la ejecución concuerde con la planificación, tomar medidas correctivas para superar las deficiencias con esto se aumenta la productividad y la calidad con una mejora continua.

Los sistemas de seguimiento y control en obras podría darse de dos formas, formales o informales. Si hablamos de la forma formal, se tienen los informes de avance y los de costo, en el segundo caso, la formal informal, se tiene los recorridos a la obra, reuniones como también preguntas relacionadas de cómo va la obra, como lo están haciendo, como resulta, etc. Pero estos seguimientos ya sea de las dos formas no presenta una información verídica, dado que se producen ciertas limitaciones.

Por ello se ha elaborado una herramienta para la evaluación de la información, los cuales se deben de seguir dos pasos fundamentales y son los siguientes:

Primero se tienen los cuestionarios, esto con el objetivo de ayudar en la definición de las áreas del problema, el cual indica sus límites y características. Estas encuestas ayudan a recopilar información acerca de la existencia de elementos desmotivadores, causas que alteren el rendimiento de los obreros ocasionados en el trabajo, aquellas fallas en la administración de la obra. Las encuestas son muy importantes ya que también son usadas para obtener información cerca de retrasos de llegadas de materiales a la obra y saber la frecuencia e incidencia. En la obra en la que desarrollamos la presente tesis, se propuso en primera

instancia identificar las Causas de No Cumplimiento en el proceso de construcción del casco. Se hizo un sondeo los capataces de las cuadrillas, acero, concreto y encofrado cuyos resultados se muestran en la Tabla N°65.

Tabla 65.

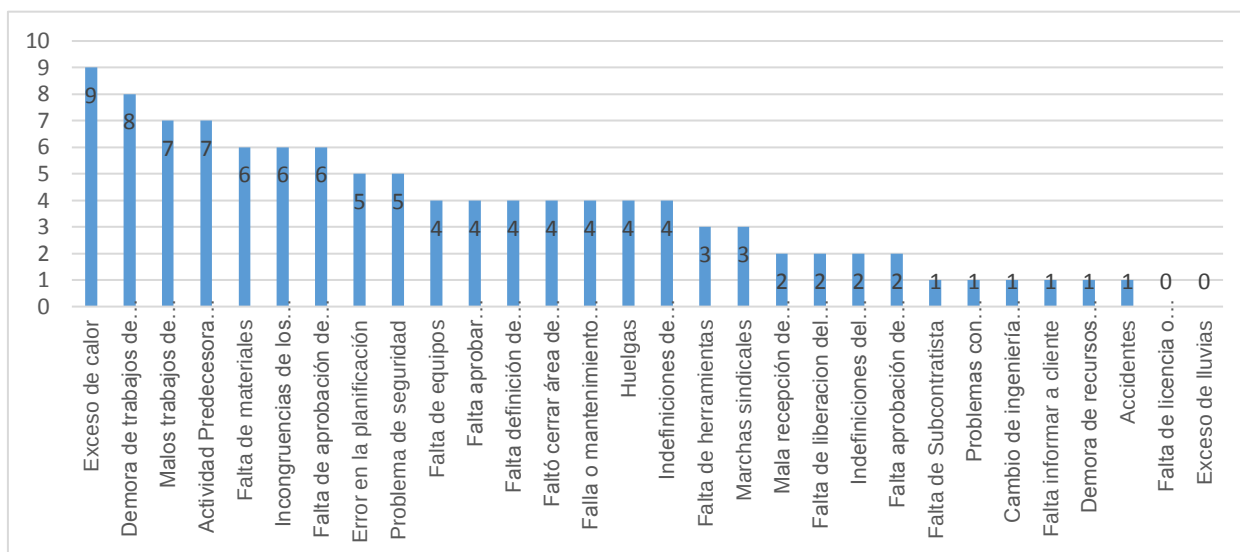
Causas de no cumplimiento

Principales Causas de No Cumplimiento	Frecuencia : 0 = Ninguna 5= Frecuente						TOT AL
	0	1	2	3	4	5	
Exceso de calor	0	1	0	0	2	0	9
Demora de trabajos de topografía	0	1	1	0	0	1	8
Malos trabajos de topografía	0	2	0	0	0	1	7
Actividad Predecesora no Ejecutada	0	1	1	0	1	0	7
Falta de materiales	0	2	0	0	1	0	6
Incongruencias de los planos con la realidad del campo	0	1	1	1	0	0	6
Falta de aprobación de protocolos o liberaciones	0	1	1	1	0	0	6
Error en la planificación	1	1	0	0	1	0	5
Problema de seguridad	1	1	0	0	1	0	5
Falta de equipos	2	0	0	0	1	0	4
Falta aprobar protocolos de liberación con la supervisión	1	1	0	1	0	0	4
Falta definición de topografía	1	1	0	1	0	0	4
Faltó cerrar área de trabajo para que entre la topografía	1	1	0	1	0	0	4
Falla o mantenimiento no programado de equipos	2	0	0	0	1	0	4
Huelgas	1	1	0	1	0	0	4
Indefiniciones de diseño por parte del cliente	0	2	1	0	0	0	4
Falta de herramientas	2	0	0	1	0	0	3
Marchas sindicales	1	1	1	0	0	0	3
Mala recepción de equipos	0	0	1	0	0	0	2
Falta de liberación del cliente	2	0	1	0	0	0	2
Indefiniciones del cliente sobre trabajos adicionales	1	2	0	0	0	0	2
Falta aprobación de contratos de subcontratistas	2	0	1	0	0	0	2
Falta de Subcontratista	2	1	0	0	0	0	1
Problemas con subcontratista	2	1	0	0	0	0	1
Cambio de ingeniería del proyecto	1	1	0	0	0	0	1
Falta informar a cliente	2	1	0	0	0	0	1
Demora de recursos suministrados por cliente	2	1	0	0	0	0	1
Accidentes	2	1	0	0	0	0	1
Falta de licencia o permisos	3	0	0	0	0	0	0
Exceso de lluvias	3	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 66.

Total de causas de no cumplimiento



Fuente: Elaboración Propia

Segundo se tiene los muestreos de trabajo, este mide el nivel de actividad en el proyecto. Para la ejecución de los muestreos se tiene en cuenta lo siguiente: definir el objetivo, selección de las categorías del trabajo, desarrollo de toma de datos, el análisis de los datos y por último la validación estadística. Cabe mencionar que nos referimos a las Cartas Balance y nivel General de Obra, estos dos deben de hacerse de manera periódica para saber si ha habido mejoras en estos niveles, de no ser así, se debería de continuar implementando mejoras.

Por lo cual al aplicar estos pasos se debe de tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Brindar información con antelación a los trabajadores que serán participe del estudio, mencionando las razones del estudio, la necesidad y los objetivos necesarios.
- La persona que será el observador toma una posición el que no genere al trabador incomodidad, nerviosismos, o sentimientos de que si resulta hacer algo mal tendrá alguna sentencia o algo similar.

Si resulte que el observador observe una reacción negativa es mejor que detenga el estudio y dialogue con los trabajadores el motivo de lo que está realizando, para reducir la tensión y desconfianza.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Análisis e Interpretación de Resultados

Los resultados que mostraremos en la presente tesis se toman de las mediciones realizadas en los subcapítulos diagnóstico y análisis de obra mencionados anteriormente así como también las realizadas a partir de las nuevas propuestas e innovaciones sugeridas e implementadas.

A. Nivel General de Obra

Al realizar las mediciones de Nivel General durante los turnos de la mañana y la tarde, se obtuvo los resultados que se observan en la Tabla N° 67.

Tabla 67.

Comparativa de nivel general en ambos turnos

	Mañana		Tarde	
	Diagnostico	Resultado	Diagnostico	Resultado
	06/09/2018	13/11/2018	07/09/2018	14/11/2018
Trabajo productivo	27.14%	40.53%	34.64%	39.74%
Trabajo productivo	27.14%	40.53%	34.64%	39.74%
Trabajo contributorio	51.43%	45.12%	37.25%	42.06%
Transporte	24.29%	15.52%	12.80%	17.84%
Mediciones	2.86%	5.14%	3.71%	6.44%
Recibir/dar instrucciones	11.43%	8.63%	11.64%	7.53%
Limpieza/orden	7.14%	3.12%	0.83%	3.73%
Otros	5.71%	12.71%	8.27%	6.52%
Trabajo no contributorio	21.14%	14.35%	28.11%	18.20%
Viajes	10.00%	3.73%	10.53%	2.43%
Tiempo ocioso	4.29%	4.65%	8.23%	5.63%
Esperas	4.29%	2.73%	2.83%	3.30%
Trabajo rehecho	0.29%	0.00%	0.00%	0.65%
Descanso	0.29%	2.94%	6.52%	5.36%
Necesidades fisiológicas	0.00%	0.00%	0.00%	0.32%
Otros	2.00%	0.30%	0.00%	0.51%

Fuente: Elaboración Propia

- Primero, se comparan los resultados de las mediciones realizadas por la mañana. Como se aprecia en los porcentajes de Trabajo

Contributorio estos tienen un elevado índice, debido a que se genera principalmente por el transporte de materiales y el tiempo que toma recibir/dar instrucciones. Por lo cual esto se relaciona directamente con el Trabajo No contributorio, debido a que el transporte de material está relacionado con la cantidad de viajes realizados y el tiempo de espera. Cabe resaltar que los índices mejoraron, el transporte de materiales se ha reducido en 8.77% y recibir/dar instrucciones en 2.80%; por lo que se tiene un porcentaje de disminución del trabajo contributorio de 6.31%.

Con respecto al Trabajo No Contributorio, el porcentaje de viajes se redujo en 6.27%, como resultado de disminución total se tiene un 6.79%, cabe mencionar que esta reducción es producto del análisis de cajas y bigotes que se aplicó para estudiar los días con rendimientos atípicos y las causas para que no se repita en el transcurso de la construcción de la obra.

La nueva planificación diaria muestra que actividades se tendrán que realizar al día siguiente, con el fin de solicitar los materiales que se utilizara en cada actividad y colocarlos en el lugar que corresponde y así disminuir el tiempo de transporte al siguiente día. En el caso de la actividad de recibir/dar instrucciones la disminución se genera debido a las propuestas que se mencionan en la capacitación y motivación, principalmente radica en realizar reuniones diarias y semanales para tratar sobre temas puntuales. En el Trabajo Productivo mejoro por lo que aumentó en 13.39%, ocasionadas por las reducciones ya mencionadas.

➤ Segundo, se comparan los porcentajes obtenidos en el turno tarde, en la primer visita, se observa que el principal problema se genera en el Trabajo No Contributorio, con un porcentaje de 28.08% en la fecha anterior, ocasionado por la cantidad de viajes, las esperas y los tiempos ociosos. El porcentaje alto que muestra el Trabajo Contributorio se genera debido al transporte de materiales y recibir/dar instrucciones, por lo que se relaciona de manera directa en el Trabajo No Contributorio ya que durante el transporte de los

materiales se encuentra relacionado con la cantidad de viajes realizados, descansos y el tiempo ocioso. Por lo que se debe de mejorar en la reducción de las mismas y así aumentar el trabajo productivo.

Los resultados obtenidos en la segunda visita muestran una mejora, resaltando que el índice en el Trabajo No Contributorio disminuyó notablemente, donde los tiempos de viaje, tiempo ocioso y descanso se redujeron en 8.10%, 2.60%, 1.16% respectivamente. Los Trabajos No Contributorios mencionados se encuentran en actividades como colocación de acero en muros y el vaciado de losa. En la actividad de vaciado la cuadrilla generan tiempo de espera ya que el mixers no llega a la hora pactada, el vibrado también produce descansos y tiempos ociosos. En la actividad de colocación de acero, los tiempos se generan por la fatiga del operario o peón al atortolar los alambres y las esperas por el acero habilitado. En vista de esto ya se han tomado medidas para obtener mejores resultados, primero se redimensiono la cuadrilla correctamente donde se aumentó personal para la habitación de acero y un ayudante que haga el transporte del material. Estas reducciones lograron mejorar el trabajo productivo el cual paso de un 34,64% a 39.74%.

B. Cartas Balance

Se realiza el análisis de las partidas de control que se tomaron para la evaluación anteriormente, llevadas a cabo en el proceso de diagnóstico y en el proceso de la implementación de la mejora.

➤ Acero

En la tabla N°68, se presentan los resultados obtenidos en el diagnóstico y el resultado.

Tabla 68.

Resultados de la partida de acero

	Diagnostico			Resultado
	03/09/2018	04/09/2018	05/09/2018	15/11/2018
Trabajo productivo	82.45%	84.33%	85.10%	86.26%
Trabajo contributorio	4.95%	4.75%	6.27%	5.81%
Trabajo no contributorio	10.59%	9.55%	9.13%	7.93%

Fuente: Elaboración Propia

En la partida de acero, se redujeron la cantidad de viajes realizados, los cuales están relacionados con el transporte de material. Los viajes se generan por el traslado del acero habilitado, los que no llegaban a tiempo muchas veces por ello, luego de haber realizado la nueva planificación diaria, por lo que cada cuadrilla debe de hacer el transporte de material que se necesite.

➤ Encofrado Vertical

En la tabla N°69, se presentan los resultados obtenidos en el diagnóstico y el resultado.

Tabla 69.

Resultados de la partida de encofrado vertical

	Diagnostico			Resultado
	03/09/2018	04/09/2018	05/09/2018	15/11/2018
Trabajo productivo	39.93%	45.62%	40.29%	47.75%
Trabajo contributorio	50.11%	43.49%	51.72%	45.53%
Trabajo no contributorio	9.96%	10.89%	7.99%	6.72%

Fuente: Elaboración Propia

En la presente partida se tuvo que asignar nuevamente los trabajos a realizar, por lo que la cuadrilla que está conformado por 2 operarios y 1 peón, en donde el peón se encargaba de realizar las actividades que conciernen con el transporte y limpieza del material así como apoyar en el trabajo de encofrado en tiempo que esté disponible, los dos operarios se encontraban enfocados netamente en el encofrados de los paneles.

➤ **Vaciado Vertical**

En la tabla N°70, se presentan los resultados obtenidos en el diagnóstico y el resultado.

Tabla 70.

Resultados de la partida de vaceado vertical

	Diagnostico			Resultado
	03/09/2018	04/09/2018	05/09/2018	16/11/2018
Trabajo productivo	55.24%	56.87%	59.12%	59.50%
Trabajo contributorio	8.42%	6.96%	1.98%	4.73%
Trabajo no contributorio	36.34%	36.17%	38.90%	35.77%

Fuente: Elaboración Propia

La partida de vaciado vertical, la cuadrilla llego a un acuerdo en el que designaba que cada quien debía realizar una actividad, dejando en claro sus la función de cada uno, como lo es el caso del que vibra el concreto, los que lampean, el que hace el transporte de tablas y realiza el emparejamiento. Todo esto es de suma importancia, debido a que cada personal tiene un ritmo de trabajo por lo que si terminara con anticipación puede apoyar en las demás actividades, mejorando así el nivel de productividad.

➤ **Vaciado Horizontal**

En la tabla N°71, se presentan los resultados obtenidos en el diagnóstico y el resultado.

Tabla 71.

Resultados de la partida de vaciado horizontal

	Diagnostico			Resultado
	03/09/2018	04/09/2018	05/09/2018	16/11/2018
Trabajo productivo	52.10%	53.20%	50.32%	52.18%
Trabajo contributorio	22.39%	21.73%	22.95%	20.63%
Trabajo no contributorio	25.51%	25.07%	26.73%	27.19%

Fuente: Elaboración Propia

La partida de vaciado horizontal opto al igual que en la partida de vaciado vertical designar una responsabilidad específica para cada integrante de la cuadrilla, por lo que se resume en una mejora del nivel de productividad en la partida.

➤ **Solaqueo Exterior**

En la tabla N°72, se presentan los resultados obtenidos en el diagnóstico y el resultado.

Tabla 72.

Resultados de la partida de solaqueo exterior

	DIAGNOSTICO			RESULTADO
	03/09/2018	04/09/2018	05/09/2018	15/11/2018
Trabajo productivo	62.70%	57.58%	61.37%	62.43%
Trabajo contributorio	34.43%	37.32%	36.27%	27.34%
Trabajo no contributorio	2.87%	5.10%	2.36%	10.23%

Fuente: Elaboración Propia

En esta partida, las cartas balances de fechas pasadas muestran que se obtuvo porcentajes de Trabajo Productivo bajos y Trabajos No Productivos altos, esto se explica en que la cuadrilla se encontraba conformada con trabajadores que con contaban con la experiencia necesaria para el trabajo, por lo que el jefe de campo se percató de lo que sucedía y tuvo que modificar toda la cuadrilla, introduciendo una cuadrilla nueva y la cuadrilla interior se introdujo a otras partidas.

➤ **Solaqueo Interior**

En la tabla N°73, se presentan los resultados obtenidos en el diagnóstico.

Tabla 73.

Resultados de la partida de solaqueo interior

	Diagnostico			Resultado
	03/09/2018	04/09/2018	05/09/2018	15/11/2018
Trabajo productivo	62.70%	57.58%	61.37%	62.43%
Trabajo contributorio	34.43%	37.32%	36.27%	27.34%
Trabajo no contributorio	2.87%	5.10%	2.36%	10.23%

Fuente: Elaboración Propia

Las medidas que se tomaron en el solaqueo interior fueron las mismas de la partida de solaqueo exterior, por lo que se obtuvieron resultados óptimos en el Trabajo Productivo.

C. Análisis del ISP

Producto de las mejoras realizadas y adaptadas en cada partida de control, se obtuvieron resultados con respecto al ISP por partida de control. Ver anexo N°01 y Tabla N° 74.

Tabla 74.

Porcentaje de horas hombre ganadas por fecha

	Semana 32	Semana 42
Acero de refuerzo	59%	63%
Encofrado y desencofrado	119%	122%
Concreto	111%	145%
Solaqueo	80%	105%

Fuente: Elaboración Propia

Como se muestra en la tabla se tienen los porcentajes de hh que se han Ganado o perdido en una partida. Las columna de la semana 32 representa la etapa de evaluación, la columna de la semana 42 representa los resultados obtenidos con la aplicación de la mejoras en las que se observa una notable mejora en todas las partidas, esto

significa que se ha producido una mejor forma de planifica y a la vez se van reduciendo la variabilidad de la obra.

D. Curvas de Productividad

Con respecto a la partida de acero, demostramos en el Anexo 02, que en el último mes que estuvimos dentro de la obra Parque II aplicando nuestro tema de tesis; se observa una estabilidad muy óptima, ya que los operarios han ido llevando un ritmo de trabajo constante. Desde la semana 36 de la obra, se redimensiono las cuadrillas con el personal exacto a necesitar por lo cual hasta la semana 42 mejoro notoriamente el rendimiento, logrando al final del estudio un rendimiento 0.037 hh/kg a lo cual consideramos un logro optimo, ya que en el análisis dado en la semana 32 obtuvimos un rendimiento acumulado de 0.060 hh/kg.

Con respecto a la partida de encofrado de losa, el rendimiento acumulado obtenido en la semana 42 fue de 0.050 hh/mm² teniendo una mejora de 0.04 hh/m² con respecto al diagnóstico.

Esto se debió a que los carpinteros después de los incentivos de hh lograron acabar su metrado diario correspondiente. Ver Anexo 03.

Esto también se vio reflejado en la partida de encofrado de muros, que obtuvo resultados satisfactorios después del ordenamiento de 12 personas, los cuales se han distribuido en los dos sectores de igual m², por tal ambos tuvieron la misma carga de trabajo y cumplieron con facilidad. Los resultados obtenidos han sido idénticos tanto en el diagnósticos como en los resultado, por ello se habla de un rendimiento parejo en la partida, sin importar que la madera del encofrado se ha utilizado más de lo que en la norma indica. Ver Anexo 04.

La partida de concreto de muro se ha visto más beneficiada gracias a las diferentes implementaciones.

La partida de concreto de losa al igual que el de muro mejoro notoriamente. Los rendimientos se redujeron de 140 hh/m³ hasta

1.19 hh/m³. Ver Anexo 05.

La partida de solaqueo interior mantiene un correcto rendimiento, lo que se demuestra en la curva de aprendizaje la cual ha sido constante y se ha mantenido por debajo del rendimiento presupuestado siendo este 0.31 hh/m². Esto se debió, por el contrato de personas especializadas en el solaqueo, lo cual reforzó las cuadrillas, que reflejo la estabilización del flujo y rendimiento. Ver Anexo 06.

En la partida de solaqueo exterior, se siguió viendo los problemas desde el inicio del estudio, que a pesar de las sugerencias, no se pudo ejecutar por motivo del sindicato y motivos sociales, por lo cual se siguió manteniendo a los ayudantes de volantes, generando así que la curva de aprendizaje sea negativa y se mantenga un rendimiento acumulado de 1.42 hh/m² valor que representa el doble del rendimiento presupuestado. Ver Anexo 07.

E. Lookahead

Al inicio del estudio, se decidió realizar un Lookahead de una ventana de 8 semanas, esto se debió por la llegada de los materiales que fueron necesarios para que el flujo de trabajo sea continuo de acuerdo al tren de trabajo. Esto se debió principalmente a la habitación del acero y la llegada del concreto premezclado.

Después del estudio y la propuesta ya ejecutada, se logró reducir la ventana a 4 semanas, debido a que se programó adecuadamente la llegada de los mixers a la obra.

Todo eso evito que existan problemas; como la demora en el caso de los mixers por parte del concreto premezclado, lo cual generaba tiempos de espera en la partida del vaciado. Por otro lado, el tema de acero ya quedó solucionado, debido a que ahora la constructora solicita el pedido a Aceros Arequipa y, a su vez, habilita acero en caso sea necesario.

Finalmente, la reducción obtenida de la ventana de 8 semanas a 4 semanas, lo cual aseguró el mejor flujo de trabajo, debido a que menor nivel de planificación la confiabilidad en el flujo aumenta y el desarrollo de la obra es continuo; es decir, se planifica con menor margen de variabilidad.

F. Planificación Diaria

Gracias al nuevo formato que implementamos para la planificación diaria, lo cual mejoro las instrucciones otorgadas por los capataces de las partidas del control de análisis. Hemos observado que al ordenar de una manera diferenciada las actividades de las cuadrillas, se facilitaban las tareas de los operarios, los cuales además de contar con los incentivos de las horas premio, ya sabían su trabajo diario que debían realizar y como fueron repetitivas tuvieron un mejor desempeño al paso de los días. Ver Anexo 09.

G. PPC y CNC

Al tener la nueva implementación del nuevo formato de planificación diaria (ordena las actividades del día para cada capataz de cuadrilla), se muestra el resultado del análisis del

Porcentaje de Actividades Cumplidas que corresponde a la semana 42 en la Tabla N° 75.

Tabla 75.

Porcentaje de actividades cumplidas y causas de no cumplimiento

ACTIVIDAD	Und	Metrado Programad o Semana	Metrado Real Semana	PPC	SPI	Causas de no cumplimiento
Descripción de la Actividad						
TREN DE OBRA						
Colocación Acero Vertical Muros	kg	14,769.60	14,769.60	SI	1	
Encofrado Muros	m2	2,695.24	2,695.24	SI	1	
Vaciado Muros	m3	135.62	135.62	SI	1	
Encofrado de Losa (inc. frisos)	m2	1,029.13	1,029.13	SI	1	
Acero de Losa	kg	8,733.19	8,733.19	SI	1	
Concreto Losa	m3	110.5	110.5	SI	1	
TREN DE ARQUITECTURA						
Solaqueo de muros exteriores	m2	755.47	755.47	SI	1	
Solaqueo de muros interiores	m2	2,532.82	2,532.82	SI	1	
TOTAL DE ACTIVIDADES	-	-	-	8	-	

Actividades Completadas	8
Actividades no Completadas	0
PPC Semanal %	100%

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 75, se muestra la cantidad de metrados programados que se debieron cumplir durante la semana establecida, como se observa se cumplió al 100%. Por lo tanto, se concluye que las 8 partidas de análisis de control se cumplieron según lo planificado, por tanto no existe ninguna Causa de No Cumplimiento.

5. DISCUSIONES DE LOS RESULTADOS

Nuestro trabajo de investigación, tuvo como objetivo principal Evaluar la aplicación de Last Planner System en edificaciones multifamiliares en la ciudad de Trujillo. La Libertad. Para lo cual se realizó ciertos diagnósticos tanto en la mañana como en la tarde, en la construcción del edificio multifamiliar Parque II ubicado en la urb. California y después de ello hicimos propuestas de mejoras y las aplicamos para obtener resultados óptimos.

A continuación se estarán comparando los principales hallazgos de esta investigación: Para realizar el diagnóstico del nivel general de obra hemos utilizado el libro cuyo autor es Serpell A. & Alarcón L. (2011) donde menciona que dicho diagnostico “Nos permite determinar el diseño de los métodos constructivos que se utilizará y cuantificará en la totalidad de la obra, además del porcentaje de Trabajo Productivo (TP), Trabajo Contributorio (TC) y Trabajo No Contributorio (TNC) en cada cuadrilla”. (94 p)

De los resultados y evaluación de la aplicación del Last Planner System (nivel general de la obra), se pudo verificar que no se estaba aplicando adecuadamente el Last Planner System en dicha construcción, debido a que se encontraron perdidas notorias en cuanto a la producción. Estas pérdidas fueron debido al mal redimensionamiento de las cuadrillas, ya que no podían cumplir con los metrados diarios que se les asignaba. Pero luego de ejecutar nuestras propuestas en la obra, se logró en dos meses incrementar en un 48 % el resultado en el Nivel Productivo en comparación al nivel general; como se indica en la tabla N° 67.

Para realizar el diagnóstico de la carta balance hemos utilizado el libro de Serpell A. & Alarcón L. (2011); donde mencionan que dicho diagnostico; “Nos permite determinar el diseño de los métodos constructivos que se utilizará y cuantificará en la totalidad de la obra, además del porcentaje de trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC) en cada cuadrilla”. (95 p)

Para esto, hemos escogido dentro de la obra en totalidad seis partidas para realizar nuestros diagnósticos; las cuales fueron: encofrado vertical, vaciado vertical, vaciado horizontal, acero, solaqueo interior y solaqueo exterior. En las cuales pudimos notar que el trabajo No Contributorio tuvo alto porcentaje

de tiempo de ocio con respecto a la productividad en las partidas; en comparación de los trabajos productivos y trabajos contributivos. Para lo cual hemos tenido que modificar el trabajo dentro de las cuadrillas y hemos propuesto recompensas para motivar la producción por partidas. Después de ejecutar las propuestas en la obra hemos obtenido resultados óptimos los cuales se pueden observar en las tablas N° 68, 69, 70, 71, 72 y 73.

Para el análisis del informe semanal de producción hemos utilizado los libros de Serpell A. & Alarcón L. (2011) y Botero, L. (2014), en el cuales nos indica que “tenemos que tener en cuenta los metrados, los rendimiento y las horas hombres utilizadas”, donde apreciamos in situ que no se estaba cumpliendo con lo planificado en un inicio de obra; presentándose principalmente pérdidas en horas hombre, el no cumplimiento con los metrados al final del día, esto conllevaba a que se generen pérdidas monetarias. Teniendo en cuenta también los accidentes, la salud y falta de capacitación de los albañiles y operarios especializados; para que puedan reemplazar a los trabajadores ausentes por accidentes de trabajo y salud. De igual modo en esta parte hemos optado por ejecutar nuestras propuestas para obtener mejoras en el informe semanal de producción en las cuales tomamos medias como verificar que la ejecución concuerde con la planificación, tomar medidas correctivas para superar las deficiencias con esto se aumente la productividad y la calidad con una mejora continua. Luego de ellos hemos obtenido una ganancia de horas hombre como se muestra en la tabla N° 74.

En cuanto a la curva de productividad tomamos en cuenta la producción diaria, acumulada y presupuestada, donde observamos que las partidas seleccionadas (Partidas de Control) en varias de estas los rendimientos eran elevados en cuanto a lo programado, ya que las cuadrillas no estaban dimensionadas correctamente lo cual conllevaba a tener pérdidas. En nuestra tesis hicimos propuestas para realizar cambios dentro de las cuadrillas, en las cuales obtuvimos resultados satisfactorios, por lo que en comparación a los resultados que obtenía anteriormente la constructora dentro de la obra eran deficientes. Estos resultados se pueden observar en los anexos N° 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8.

Apreciamos como se manejaba y desarrollaba el Lookahead dentro de la obra, en las cuales no se cumplía con lo planificado ya que existía demora en las partidas ello conllevaba al atrasado en cuanto al tren de trabajo. Luego de ejecutar nuestras propuestas hubo una reducción aproximado del 50% en comparación de cómo lo estaba ejecutando la constructora.

En la planificación diaria observamos que las cuadrillas según los sectores no estaban organizadas adecuadamente y no se lograba llegar al objetivo diario, por lo cual con nuestra propuesta hemos podido organizar mejor a los capataces y con los premios de horas se pudo lograr llegar al objetivo diario y avanzar correctamente con la ejecución de la obra.

Con el mal manejo de la planificación diaria conllevaba a que no se cumplan lo establecido diariamente; pero luego de reordenar la planificación diaria con nuestra propuesta se pudo levantar cualquier restricción en cuanto a las partidas.

Siguiendo con los pasos de Last Planner System correctamente se ha podido llegar a óptimas condiciones de la ejecución del edificio multifamiliar Parque II ubicado en la Urb. California pudiendo lograr calidad, productividad y seguridad dentro de la obra.

CONCLUSIONES

1. 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.
2. Se logró identificar las restricciones que se generan en la obra de Trujillo, donde las más comunes fueron la falta de personal para las cuadrillas, la falta de materiales y equipos. Por lo que se determinó que los factores que influyen en el incumplimiento del levantamiento de las restricciones fueron la falta de organización del ingeniero responsable así como los retrasos generado por los proveedores.
3. La evaluación de las curvas de productividad fueron de vital importancia para efectos del análisis de variabilidad, por lo que se pudo concluir qué 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.
4. Se logró definir las partidas de control ya que fueron vital importancia pues nos permitió tener resultados relevante con respecto a su ejecución ya que en caso de que estas mismas no eran completadas de acuerdo con lo programado en obra, implicaría una afectación directa a la ruta crítica.
5. La disminución del tiempo de la planificación intermedia a 4 semanas fue una ventaja de suma importancia a diferencia de la variabilidad que se generaba con la planificación de 8 semanas, esto debido a que en la ciudad de Trujillo se cuenta con un gran número de proveedores de acero y concreto, a esto se unió la logística de la adquisición de materiales de la ciudad de Lima pues el proveedor hacía la entrega del

material en el tiempo establecido, por lo que se logró reducir la variabilidad en las partidas.

6. 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).
7. El análisis de prácticas negativas (Practicas 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.

RECOMENDACIONES

- Es de suma importancia no dejar pendientes hasta el final del desarrollo de la etapa ya que pueden generarse pérdidas monetarias y retrasos en el tren de actividades.
- Colocar desmoldante en ambas caras del panel de encofrados ya que este evitaría el contacto del concreto con la cara externa del panel además reduciría su desgaste y la afectación de su calidad.
- Tener más cuidado al momento de contratar personal para la actividad de solaqueo exterior ya que estos pueden no tener los conocimientos requeridos y adicionar gran cantidad de horas a la tarea, afectando los rendimientos.
- Realizar el contrato de andamiaje correcto, con el fin de tener frente para aquellas actividades que lo requieran, ya sea como en los casos de solaqueo de muros exteriores, encofrado de muros y losas.
- Reasignar cada cuadrilla de acuerdo a los rendimientos obtenidos por los operarios. Realizarlo bajo el sustento de análisis de rendimiento con ellos tomar los rendimientos reales y así aumentar las horas premio.
- Se recomienda que para obtener una buena productividad en la obra se tenga que cumplir la calidad y la seguridad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Akdeniz, C. (2016). *Lean Project management explained*. Rio de Janerio, Brasil: Smashwords Edition.
- Botero, L. (2014). *Construcción sin pérdidas: análisis de procesos y filosofía Lean Construction*. Bogota, Colombia: Legis S.A.
- Ghio, V. (2013). *Productividad en obras: diagnóstico, crítica y respuesta*. Lima, Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Hay, E. (2013). *Justo a tiempo: la técnica japonesa que genera mayor ventaja competitiva*. Bogota, Colombia: Fondo Editorial Norma.
- Jones, J. W. (2015). *Lean Thinking: cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa*. Madrid, España: Rotapapel.
- Koskela, L. (2013). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. Finlandia: Espoo.
- Ohno, T. (2015). *Toyota Production System: Beyond large-scale production*. Londres, Inglaterra: Productity Press.
- Serpell A. & Alarcón L. (2011) *Planificación y control de proyectos*.

ANEXOS

Anexo 01.

Lista e restricciones – el parque II

Lista de Restricciones	Revisión: _____ Fecha: _____
Obra: _____ Cliente: _____ Actualizado a la semana: _____	Ing. Residente: _____ Ing. Planificador & Campo: _____

PORCENTAJE DE ACIVIDADES CUMPLIDAS Y CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO															
Descripción de la Actividad	Metrado Programado Semana	Rend.	Cuad.	Dur.	SEMANA 32							Metrado Real Semanal	PPC	SPI	Causas de no cumplimiento
					L	M	M	J	V	S	D				
					03/09/2018	04/09/2018	05/09/2018	06/09/2018	07/09/2018	08/09/2018	09/09/2018				
TREN ESTRUCTURAS															
Colocación Acero Vertical Muros															
Encofrado Muros															
Vaciado Muros															
Encofrado de Losa (inc. frisos)															
Acero de Losa															
Concreto Losa															
Solaqueo de muros exteriores															
Solaqueo de muros interiores															
TOTAL DE ACTIVIDADES															
Activiades Completadas															
Actividades no Completadas															
PPC Semanal %															

Anexo 02.

Planificación semanal, porcentaje de actividades cumplidas y causas de no cumplimiento – el parque II

	PARTIDA DE CONTROL	UND	PREVISION			ACUMULADO ANTERIOR (2) AL:			VENTA ANT.	VAR ANT.	CPI
			PPTO META (1)			11/11/2018			HH	HH	(2/1) %
			METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.			
1	TOTAL PARTIDAS DE CONTROL										
1.1	ACERO DE REFUERZO										
1.1.1	ACERO DE REFUERZO										
1.1.1.1	HABILITACION DE ACERO DE REFUERZO (EDIFICACIONES)	kg									
1.1.1.2	COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO (EDIFICACIONES)	kg									
1.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO										
1.2.1	ENCOFRADO VERTICALES										
1.2.1.1	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO MUROS Y PLACAS	m2									
1.2.2	ENCOFRADO HORIZONTALES										
1.2.2.1	ENCOF. Y DESENCO. LOSAS	m2									
1.3	CONCRETO										
1.3.1	CONCRETO VERTICALES										
1.3.1.1	COLOC. CONCRETO EN MUROS Y PLACAS	m3									
1.3.2	CONCRETO HORIZONTAL										
1.3.2.1	COLOC. CONCRETO EN VIGAS LOSA	m3									
1.4	SOLAQUEO										
1.4.1	SOLAQUEO EXTERIOR	m2									
1.4.2	SOLAQUO INTERIOR	m2									

Anexo 03.

Informe semanal de producción – el parque II

LUNES			MARTES			MIERCOLES			JUEVES			VIERNES			SABADO			DOMINGO			TOTAL PRESENTE SEMANA			VENTA	VAR	CPI
12-nov-18			13-nov-18			14-nov-18			15-nov-18			16-nov-18			17-nov-18			18-nov-18			HH (3)			P.S.	P.S.	(3/1)
METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	HH	HH	%

TOTAL ACUMULADO AL:			VENTA	VAR	CPI
09-sep-18			P.S.	P.S.	(3/1)
METRADO	HH	REND.	HH	HH	%

Anexo 04.

Planificación diaria – el parque II

PLANIFICACION DIARIA	
Obra:	_____
Fecha de Elaboración:	_____
Programación:	_____

ACTIVIDAD	ZONA	Personal	Horario	% Avance	Metrado Ejecutado	Causas
ACTIVIDADES CONTRIBUTORIAS						
MOVIMIENTO DE TIERRAS						
TREN DE OBRA						
TREN ALBAÑILERIA						

Anexo 05.

Nivel general de la obra – el parque II

NIVEL GENERAL DE LA OBRA							
Obra: _____ Fecha: _____	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">Fecha:</td> <td style="width: 100px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">Hora Inicio:</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">Hora Fin:</td> <td></td> </tr> </table>	Fecha:		Hora Inicio:		Hora Fin:	
Fecha:							
Hora Inicio:							
Hora Fin:							

N°	Cuadrilla	TP	T	L	I	M	X	V	N	E	R	D	B	Y
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
TOTALES														
		TP	T	L	I	M	X	V	N	E	R	D	B	Y

TP Trabajo Productivo	TC T Transportes L Limpieza I Recibir/dar instrucciones M Mediciones X Otros	TNC V Viajes N Tiempo ocioso E Esperas R Trabajo rehecho D descanso B Necesidades fisiológicas Y Otros
---------------------------------	--	--

Anexo 06.

Carta balance – el parque II

Obra: _____ Fecha: _____ Actividad: _____	Hora de inicio: _____ Hora de termino: _____
---	---

Trabajadores involucrados:	
A	
B	
C	
D	

Cod	Trabajo Productivo	
	Total	

Cod	Trabajo Contributorio	
	Total	

Cod	Trabajo No Contributorio	
	Total	

Nº	A	B	C	D	E	F	G	H	OBSERVACIONES
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
20									

Anexo 07.

Curva de productividad – el parque II

PARTIDA: _____																								
	SEMANA 39						SEMANA 40						SEMANA 41						SEMANA 42					
Descripción	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
	22/10/2018	23/10/2018	24/10/2018	25/10/2018	26/10/2018	27/10/2018	29/10/2018	30/10/2018	01/11/2018	02/11/2018	03/11/2018	04/11/2018	06/11/2018	07/11/2018	08/11/2018	09/11/2018	10/11/2018	11/11/2018	13/11/2018	14/11/2018	15/11/2018	16/11/2018	17/11/2018	18/11/2018
HH diario																								
Avance diario																								
Productividad diaria																								
HH Acumulada																								
Avance acumulado																								
Productividad acumulada																								
Productividad presupuestada																								

Anexo 08.

Informe semanal de producción final

	PARTIDA DE CONTROL	UND	PREVISION			ACUMULADO ANTERIOR (2) AL:			VENTA ANT.	VAR ANT.	CPI
			PPTO META (1)			11/11/2018			HH	HH	(2/1)
			METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	HH	HH	%
1.1	ACERO DE REFUERZO			14914.78		0	14099.52		8112.15	5,987.37	58%
1.1.1	ACERO DE REFUERZO					0	0				
1.1.1.1	HABILITACION DE ACERO DE REFUERZO (EDIFICACIONES)	kg	0	0	0	126,576.23	5,261.76	0.04	0	5,261.76	0%
1.1.1.2	COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO (EDIFICACIONES)	kg	295,987.45	14,914.78	0.05	160,987.65	8,837.76	0.05	8112.15	-725.61	92%
1.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO			27,842.13			20445.5		24835.07	4,389.57	121%
1.2.1	ENCOFRADO VERTICALES										
1.2.1.1	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO MUROS Y PLACAS	m2	35976.49	19736.84	0.55	32777.36	14350.5	0.44	17981.79	3,631.29	125%
1.2.2	ENCOFRADO HORIZONTALES										
1.2.2.1	ENCOF. Y DESENCO. LOSAS	m2	13,746.48	8,105.29	0.59	11,623.10	6,095.00	0.52	6853.29	758.29	112%
1.3	CONCRETO			4,475.60			2906.65		4133.75	1,227.10	142%
1.3.1	CONCRETO VERTICALES										
1.3.1.1	COLOC. CONCRETO EN MUROS Y PLACAS	m3	1847.48	2555.03	1.38	1608.96	1324.85	0.82	2225.16	900.31	168%
1.3.2	CONCRETO HORIZONTAL										
1.3.2.1	COLOC. CONCRETO EN VIGAS LOSA	m3	1,259.68	1,920.57	1.52	1,251.82	1,581.80	1.26	1908.59	326.79	121%
1.4	SOLAQUEO			14488.32			11195.69		12195.23	999.54	109%
1.4.1	SOLAQUEO EXTERIOR	m2	7806.39	3693.82	0.47	4,733.85	3,825.84	0.81	2239.96	1,585.88	59%
1.4.2	SOLAQUO INTERIOR	m2	34,858.85	10,794.50	0.31	32,148.72	7,369.85	0.23	9955.27	2,585.42	135%

**TESIS: EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL LAST PLANNER SYSTEM EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES, EN TRUJILLO.
LA LIBERTAD**

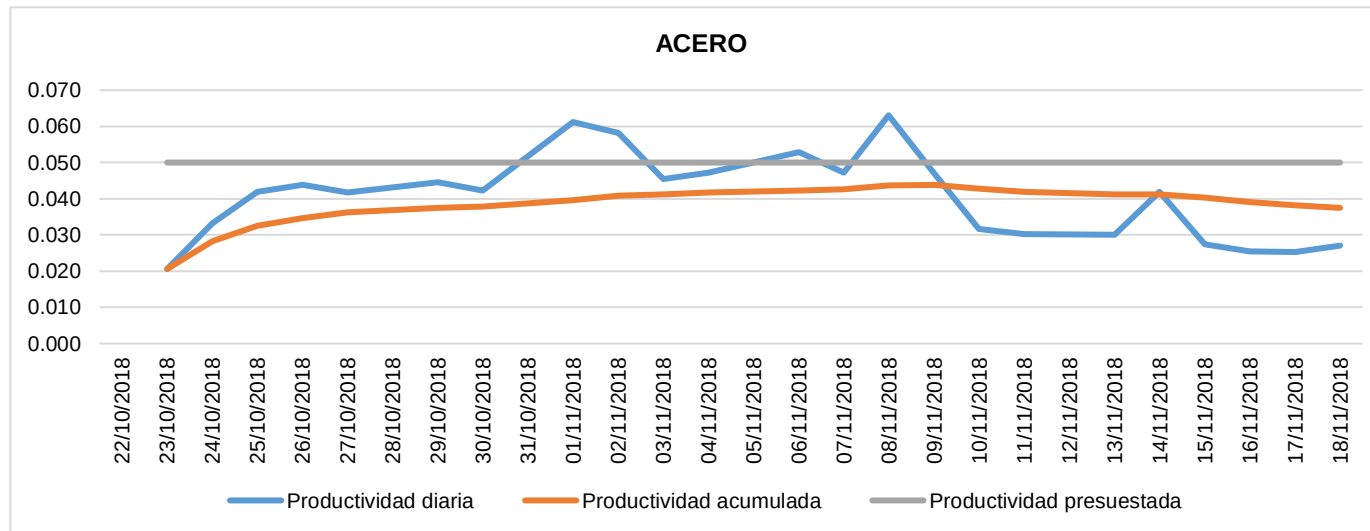
LUNES			MARTES			MIERCOLES			JUEVES			VIERNES			SABADO			DOMINGO			TOTAL PRESENTE SEMANA			VENTA	VAR	CPI
12-nov-18			13-nov-18			14-nov-18			15-nov-18			16-nov-18			17-nov-18			18-nov-18			HH (3)			P.S.	P.S.	(3/1)
METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	METRADO	HH	REND.	HH	HH	%
	135.5			120.5			154.5			113			125			124			0			772.50		1281.65	509.15	166%
486.83	16.5	0.03	1,441.49	16.50	0.01	2,404.72	23.5	0.01			0.00			0.00			0.00				4,333.04	56.50	0.01	0.00	-56.50	0%
2,840.49	119	0.04	3,800.83	104.00	0.03	5,156.32	131	0.03	4,481.32	113	0.03	4,630.52	125	0.03	4,525.10	124	0.03				25,434.58	716.00	0.03	1281.65	565.65	179%
	275			284.5			291.5			281.5			285			284.5						1,702.00		2085.42	383.42	123%
431.96	195.5	0.45	465.95	198.00	0.42	431.98	212	0.49	466.30	195.5	0.42	432.52	205	0.47	466.53	197.5	0.42				2,695.24	1,203.50	0.45	1478.62	275.12	123%
166.73	79.5	0.48	176.31	86.50	0.49	166.73	79.5	0.48	176.64	86	0.49	166.40	80	0.48	176.32	87	0.49				1,029.13	498.50	0.48	606.80	108.30	122%
	35.5			27			28.5			31			30.5			33						185.50		356.03	170.53	192%
23.00	18	0.78	23.50	14.50	0.62	21.50	15	0.70	22.50	15	0.67	23.00	16	0.70	22.12	17.5	0.79				135.62	96.00	0.71	187.56	91.56	195%
21.00	17.5	0.83	17.00	12.50	0.74	18.50	13.50	0.73	17.50	16	0.91	18.00	14.5	0.81	18.50	15.5	0.84				110.50	89.50	0.81	168.47	78.97	188%
	205.5			258.5			286			281.5			258			263			0			1,552.50		1141.79	410.71	74%
90.60	106	1.17	123.49	156.50	1.27	105.43	181	1.72	195.43	178	0.91	120.21	156	1.30	120.31	160	1.33				755.47	937.50	1.24	357.47	580.03	38%
422.17	99.5	0.24	422.40	102.00	0.24	422.36	105	0.25	422.32	103.5	0.25	421.63	102	0.24	421.94	103	0.24				2,532.82	615.00	0.24	784.32	169.32	128%

TOTAL ACUMULADO AL:			VENTA	VAR	CPI
09-sep-18			P.S.	P.S.	(3/1)
METRADO	HH	REND.	HH	HH	%
	14,872.02		9393.80	-5478.22	63%
130,909.27	5,318.26	0.04	0.00	-5318.26	0%
186,422.23	9,553.76	0.04	9393.80	-159.96	98%
	22,147.50		26920.50	4773.00	122%
35,472.60	15,554.00	0.44	19460.40	3906.40	125%
12,652.23	6,593.50	0.52	7460.09	866.59	113%
	3,092.15		4489.78	1397.63	145%
1,744.58	1,420.85	0.81	2412.72	991.87	170%
1,362.32	1,671.30	1.23	2077.06	405.76	124%
	12,748.19		13337.02	588.83	105%
5,489.32	4,763.34	0.87	2597.43	-2165.91	55%
34,681.54	7,984.85	0.23	10739.59	2754.74	134%

Anexo 09.

Curva de productividad - acero

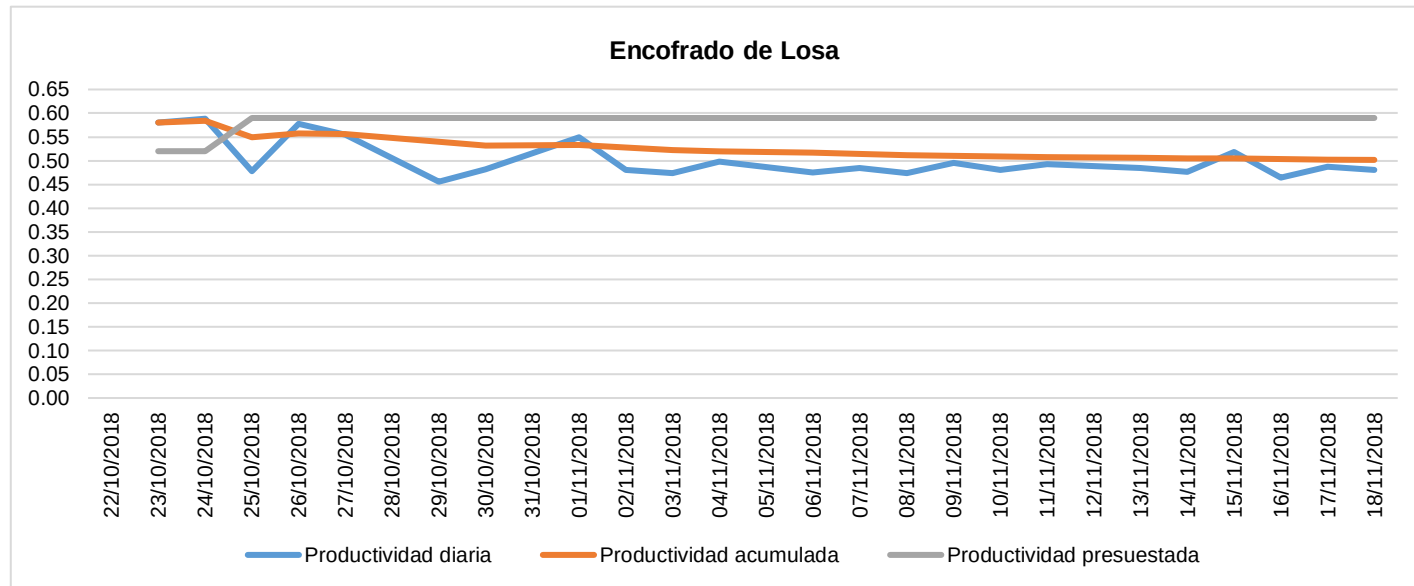
ACERO																								
Descripción	SEMANA 39						SEMANA 40						SEMANA 41						SEMANA 42					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
	22/10/2018	23/10/2018	24/10/2018	25/10/2018	26/10/2018	27/10/2018	29/10/2018	30/10/2018	01/11/2018	02/11/2018	03/11/2018	04/11/2018	06/11/2018	07/11/2018	08/11/2018	09/11/2018	10/11/2018	11/11/2018	13/11/2018	14/11/2018	15/11/2018	16/11/2018	17/11/2018	18/11/2018
HH diario	68.00	173.00	155.50	123.00	180.50	143.50	107.000	121.000	115.000	110.000	119.500	109.000	109.000	130.000	105.500	114.500	111.000	110.500	119.000	104.000	131.000	113.000	125.000	124.000
Avance diario	3301.210	5195.000	3706.370	2801.110	4322.210	3219.940	2531.210	1978.430	1979.000	2421.840	2530.930	2060.120	2309.100	2062.000	2245.950	3614.800	3675.000	3673.200	2,840.49	3,800.83	5,156.32	4,481.32	4630.520	4525.100
Productividad diaria	0.021	0.033	0.042	0.044	0.042	0.045	0.042	0.061	0.058	0.045	0.047	0.053	0.047	0.063	0.047	0.032	0.030	0.030	0.042	0.027	0.025	0.025	0.027	0.027
HH Acumulada	68.000	241.000	396.500	519.500	700.000	843.500	950.500	1071.500	1186.500	1296.500	1416.000	1525.000	1634.000	1764.000	1869.500	1984.000	2095.000	2205.500	2324.500	2428.500	2559.500	2672.500	2797.500	2921.500
Avance acumulado	3301.210	8496.210	12202.580	15003.690	19325.900	22545.840	25077.050	27055.480	29034.480	31456.320	33987.250	36047.370	38356.470	40418.470	42664.420	46279.220	49954.220	53627.420	56467.910	60268.740	65425.060	69906.380	74536.900	79062.000
Productividad acumulada	0.021	0.028	0.032	0.035	0.036	0.037	0.038	0.040	0.041	0.041	0.042	0.042	0.043	0.044	0.044	0.043	0.042	0.041	0.041	0.040	0.039	0.038	0.038	0.037
Productividad presupuestada	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050



Anexo 10.

Curva de productividad – encofrado losa

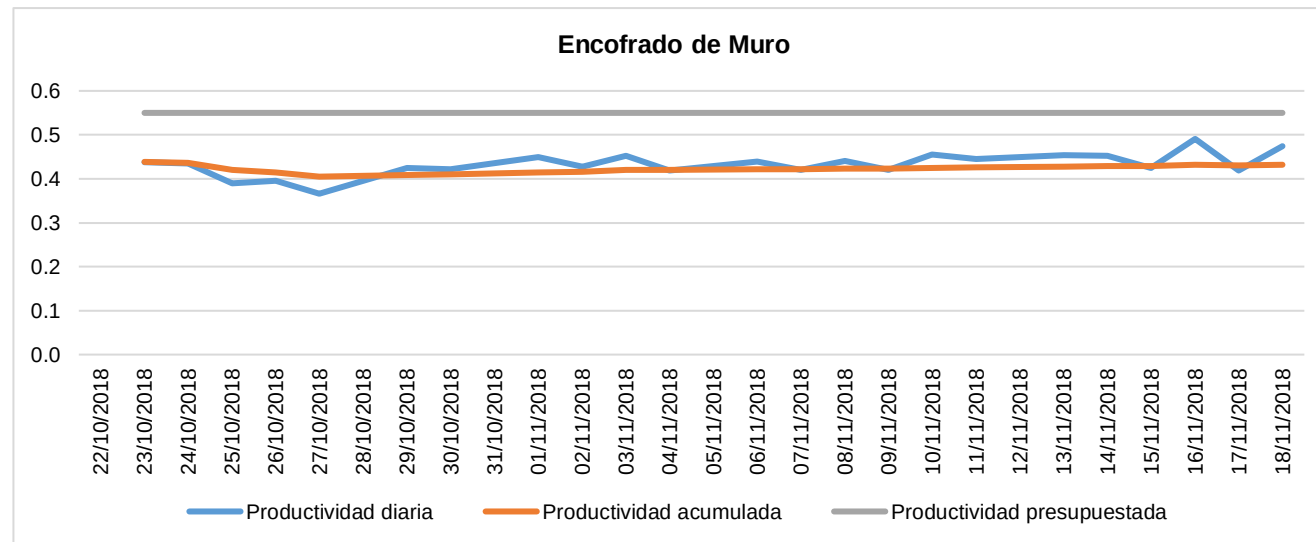
ENCOFRADO DE LOSA																								
Descripción	SEMANA 39						SEMANA 40						SEMANA 41						SEMANA 42					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
	22/10/2018	23/10/2018	24/10/2018	25/10/2018	26/10/2018	27/10/2018	29/10/2018	30/10/2018	01/11/2018	02/11/2018	03/11/2018	04/11/2018	06/11/2018	07/11/2018	08/11/2018	09/11/2018	10/11/2018	11/11/2018	13/11/2018	14/11/2018	15/11/2018	16/11/2018	17/11/2018	18/11/2018
HH diario	104.00	98.00	79.50	102.00	93.50	76.00	85.00	91.50	85.00	79.00	88.00	79.00	85.50	79.00	87.50	80.00	87.00	80.50	79.50	86.50	79.5	86	80	87
Avance diario	179.32	166.53	166.34	176.43	168.63	166.76	176.43	166.53	176.64	166.84	176.45	166.35	176.43	166.87	176.50	166.56	176.43	166.32	166.73	166.73	171.21	176.64	166.40	176.32
Productividad diaria	0.58	0.59	0.48	0.58	0.55	0.46	0.48	0.55	0.48	0.47	0.50	0.47	0.48	0.47	0.50	0.48	0.49	0.48	0.48	0.52	0.46	0.49	0.48	0.49
HH Acumulada	104.00	202.00	281.50	383.50	477.00	553.00	638.00	729.50	814.50	893.50	981.50	1060.50	1146.00	1225.00	1312.50	1392.50	1479.50	1560.00	1639.50	1726.00	1805.50	1891.50	1971.50	2058.50
Avance acumulado	179.32	345.85	512.19	688.62	857.25	1024.01	1200.44	1366.97	1543.61	1710.45	1886.90	2053.25	2229.68	2396.55	2573.05	2739.61	2916.04	3082.36	3249.09	3415.82	3587.03	3763.67	3930.07	4106.39
Productividad acumulada	0.58	0.58	0.55	0.56	0.56	0.54	0.53	0.53	0.53	0.52	0.52	0.52	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.50	0.51	0.50	0.50	0.50	0.50
Productividad presupuestada	0.52	0.52	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59



Anexo 11.

Curva de productividad – Encofrado de acero

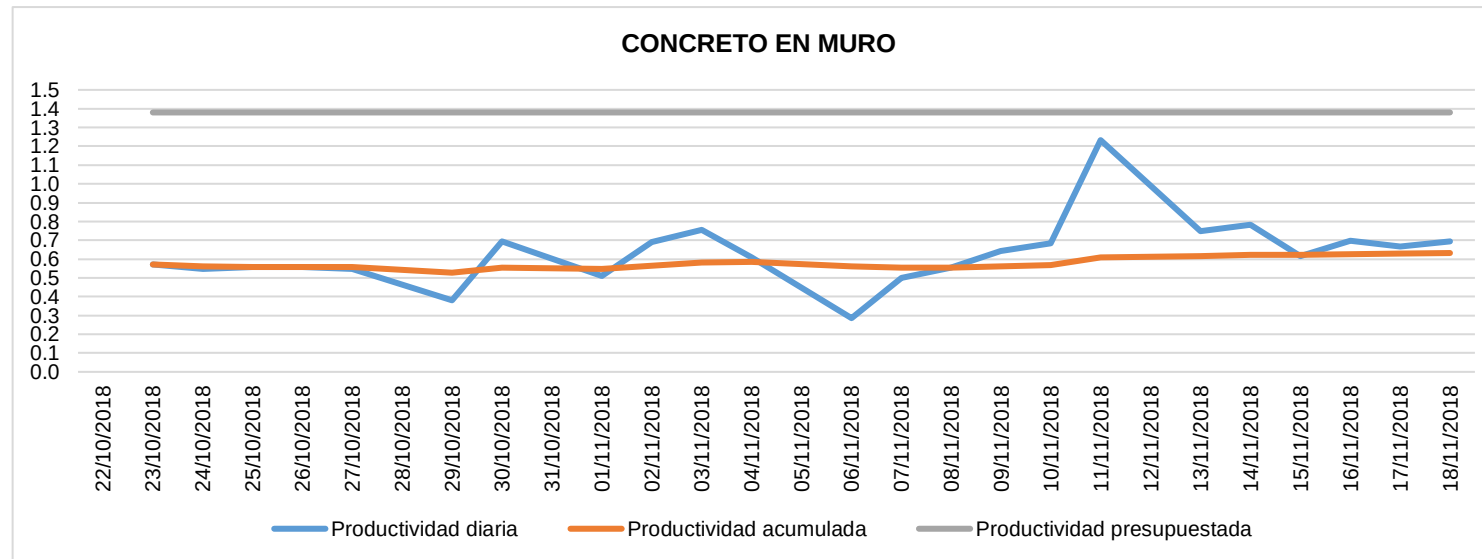
Descripción	ENCOFRADO DE MURO																							
	SEMANA 39						SEMANA 40						SEMANA 41						SEMANA 42					
	Lunes 22/10/2018	Martes 23/10/2018	Miércoles 24/10/2018	Jueves 25/10/2018	Viernes 26/10/2018	Sábado 27/10/2018	Lunes 29/10/2018	Martes 30/10/2018	Miércoles 01/11/2018	Jueves 02/11/2018	Viernes 03/11/2018	Sábado 04/11/2018	Lunes 06/11/2018	Martes 07/11/2018	Miércoles 08/11/2018	Jueves 09/11/2018	Viernes 10/11/2018	Sábado 11/11/2018	Lunes 13/11/2018	Martes 14/11/2018	Miércoles 15/11/2018	Jueves 16/11/2018	Viernes 17/11/2018	Sábado 18/11/2018
HH diario	189.5	188.00	168.5	171	158.5	183.5	196.50	194.50	199.50	195.50	195.50	190.00	196.00	190.50	196.00	197.00	207.50	196.50	195.50	198.00	212	195.5	205	205
Avance diario	432.21	432.32	432.73	432.00	432.98	432.00	466.49	432.65	466.80	432.67	466.69	432.70	466.76	432.50	466.80	432.70	466.53	432.54	431.96	465.95	431.98	466.30	432.52	466.53
Productividad diaria	0.4	0.43	0.39	0.40	0.37	0.42	0.42	0.45	0.43	0.45	0.42	0.44	0.42	0.44	0.42	0.46	0.44	0.45	0.45	0.42	0.49	0.42	0.47	0.44
HH Acumulada	189.50	377.50	546.00	717.00	875.50	1059.00	1255.50	1450.00	1649.50	1845.00	2040.50	2230.50	2426.50	2617.00	2813.00	3010.00	3217.50	3414.00	3609.50	3807.50	4019.50	4215.00	4420.00	4625.00
Avance acumulado	432.21	864.53	1297.26	1729.26	2162.24	2594.24	3060.73	3493.38	3960.18	4392.85	4859.54	5292.24	5759.00	6191.50	6658.30	7091.00	7557.53	7990.07	8422.03	8887.98	9319.96	9786.26	10218.78	10685.31
Productividad acumulada	0.44	0.44	0.42	0.41	0.40	0.41	0.41	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
Productividad presupuestada	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55



Anexo 12.

Curva de productividad – concreto en muro

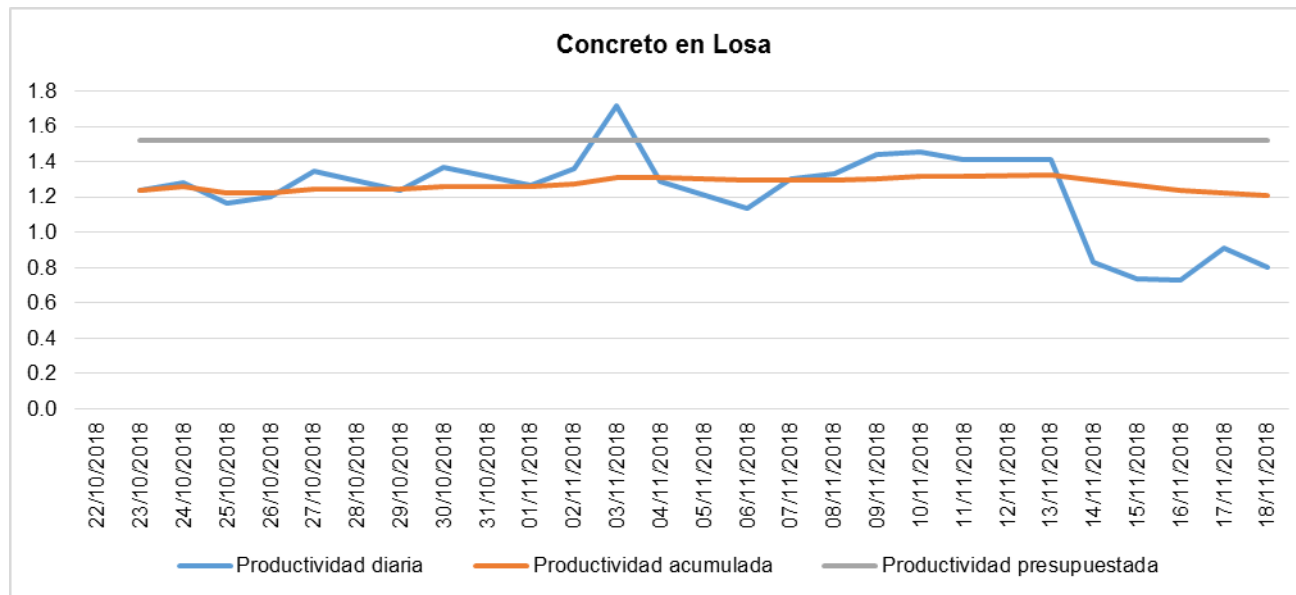
Descripción	CONCRETO EN MURO																							
	SEMANA 39						SEMANA 40						SEMANA 41						SEMANA 42					
	Lunes 22/10/2018	Martes 23/10/2018	Miércoles 24/10/2018	Jueves 25/10/2018	Viernes 26/10/2018	Sábado 27/10/2018	Lunes 29/10/2018	Martes 30/10/2018	Miércoles 01/11/2018	Jueves 02/11/2018	Viernes 03/11/2018	Sábado 04/11/2018	Lunes 06/11/2018	Martes 07/11/2018	Miércoles 08/11/2018	Jueves 09/11/2018	Viernes 10/11/2018	Sábado 11/11/2018	Lunes 13/11/2018	Martes 14/11/2018	Miércoles 15/11/2018	Jueves 16/11/2018	Viernes 17/11/2018	Sábado 18/11/2018
HH diario	12	11.50	12	12	11.5	8	16.00	12.00	14.50	15.50	14.00	6.00	11.00	12.50	14.50	14.00	26.50	15.00	18.00	14.50	15	15	16	17.5
Avance diario	21.00	21.00	21.50	21.50	21.00	21.00	23.00	23.50	21.00	20.50	23.00	21.00	22.00	22.50	22.50	20.50	21.50	20.00	23.00	23.50	21.50	22.50	23.00	22.12
Productividad diaria	0.6	0.55	0.56	0.56	0.55	0.38	0.70	0.51	0.69	0.76	0.61	0.29	0.50	0.56	0.64	0.68	1.23	0.75	0.78	0.62	0.70	0.67	0.70	0.79
HH Acumulada	12.00	23.50	35.50	47.50	59.00	67.00	83.00	95.00	109.50	125.00	139.00	145.00	156.00	168.50	183.00	197.00	223.50	238.50	256.50	271.00	286.00	301.00	317.00	334.50
Avance acumulado	21.00	42.00	63.50	85.00	106.00	127.00	150.00	173.50	194.50	215.00	238.00	259.00	281.00	303.50	326.00	346.50	368.00	388.00	411.00	434.50	456.00	478.50	501.50	523.62
Productividad acumulada	0.57	0.56	0.56	0.56	0.56	0.53	0.55	0.55	0.56	0.58	0.58	0.56	0.56	0.56	0.56	0.57	0.61	0.61	0.62	0.62	0.63	0.63	0.63	0.64
Productividad presupuestada	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38



Anexo 13.

Curva de productividad – concreto en losa

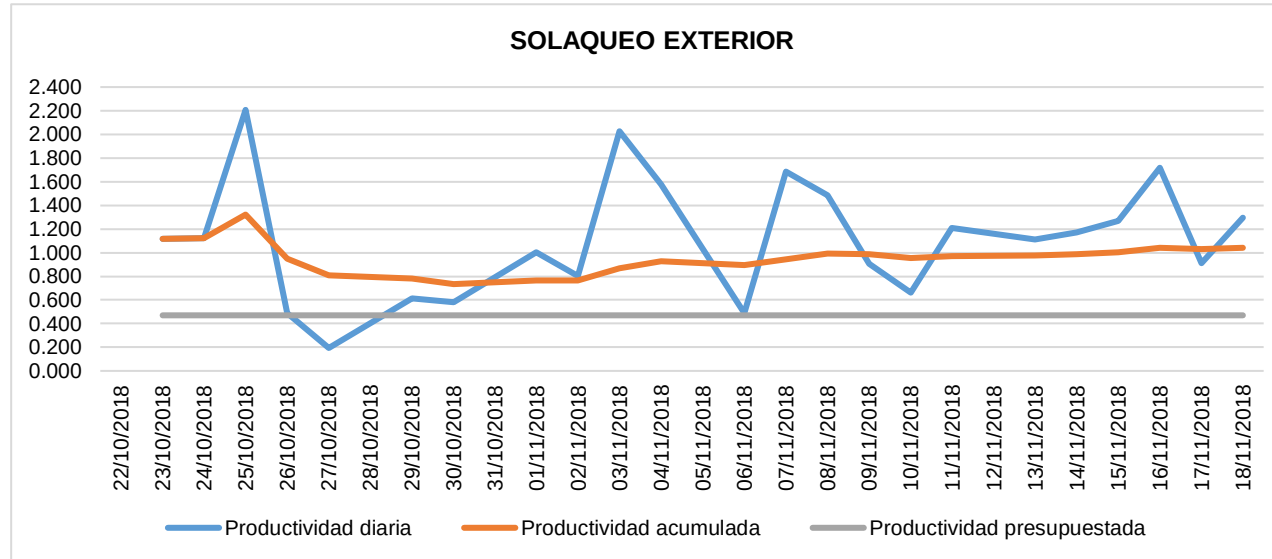
Descripción	CONCRETO EN LOSA																							
	SEMANA 39						SEMANA 40						SEMANA 41						SEMANA 42					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
	22/10/2018	23/10/2018	24/10/2018	25/10/2018	26/10/2018	27/10/2018	29/10/2018	30/10/2018	01/11/2018	02/11/2018	03/11/2018	04/11/2018	06/11/2018	07/11/2018	08/11/2018	09/11/2018	10/11/2018	11/11/2018	13/11/2018	14/11/2018	15/11/2018	16/11/2018	17/11/2018	18/11/2018
HH diario	21	20.50	21.00	21	21.5	21	24.00	23.50	24.50	24.00	24.50	21.00	23.50	24.00	24.50	24.00	24.00	24.00	17.5	12.50	13.50	16	14.5	15.5
Avance diario	16.95	16.00	18.00	17.50	16.00	17.00	17.50	18.50	18.00	14.00	19.00	18.50	18.00	18.00	17.00	16.50	17.00	17.00	21.00	17.00	18.50	17.50	18.00	18.50
Productividad diaria	1.2	1.28	1.17	1.20	1.34	1.24	1.37	1.27	1.36	1.71	1.29	1.14	1.31	1.33	1.44	1.45	1.41	1.41	0.83	0.74	0.73	0.91	0.81	0.84
HH Acumulada	21.00	41.50	62.50	83.50	105.00	126.00	150.00	173.50	198.00	222.00	246.50	267.50	291.00	315.00	339.50	363.50	387.50	411.50	429.00	441.50	455.00	471.00	485.50	501.00
Avance acumulado	16.95	32.95	50.95	68.45	84.45	101.45	118.95	137.45	155.45	169.45	188.45	206.95	224.95	242.95	259.95	276.45	293.45	310.45	331.45	348.45	366.95	384.45	402.45	420.95
Productividad acumulada	1.24	1.26	1.23	1.22	1.24	1.24	1.26	1.26	1.27	1.31	1.31	1.29	1.29	1.30	1.31	1.31	1.32	1.33	1.29	1.27	1.24	1.23	1.21	1.19
Productividad presupuestada	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52



Anexo 13.

Curva de productividad – solaqueo exterior

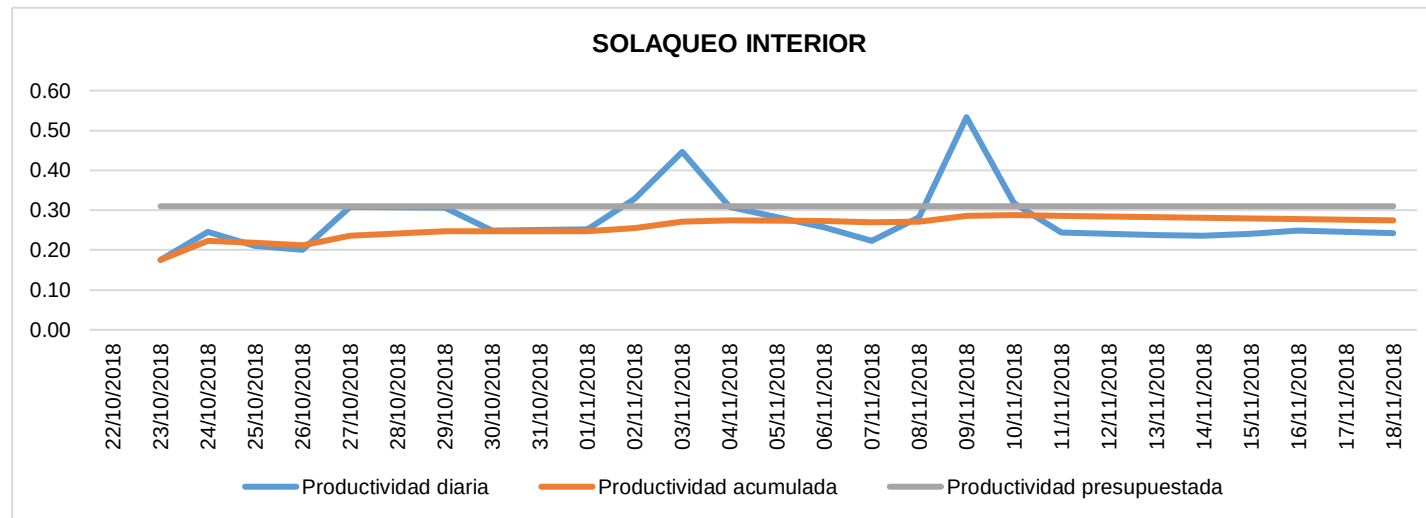
SOLAQUEO EXTERIOR																								
	SEMANA 39						SEMANA 40						SEMANA 41						SEMANA 42					
Descripción	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
	22/10/2018	23/10/2018	24/10/2018	25/10/2018	26/10/2018	27/10/2018	29/10/2018	30/10/2018	01/11/2018	02/11/2018	03/11/2018	04/11/2018	06/11/2018	07/11/2018	08/11/2018	09/11/2018	10/11/2018	11/11/2018	13/11/2018	14/11/2018	15/11/2018	16/11/2018	17/11/2018	18/11/2018
HH diario	100	101.50	90.5	89	17.5	55.5	100.500	91.000	72.500	166.500	142.500	44.000	137.000	181.500	82.000	104.000	145.500	100.500	106	156.50	181	178	156	160
Avance diario	89.40	90.50	41.00	181.10	90.30	90.30	172.960	90.500	90.500	82.200	90.500	90.500	81.400	122.300	90.500	157.200	120.200	90.500	90.60	123.49	105.43	195.43	120.21	120.31
Productividad diaria	1.119	1.122	2.207	0.491	0.194	0.615	0.581	1.006	0.801	2.026	1.575	0.486	1.683	1.484	0.906	0.662	1.210	1.110	1.170	1.267	1.717	0.911	1.298	1.330
HH Acumulada	100.000	201.500	292.000	381.000	398.500	454.000	554.500	645.500	718.000	884.500	1027.000	1071.000	1208.000	1389.500	1471.500	1575.500	1721.000	1821.500	1927.500	2084.000	2265.000	2443.000	2599.000	2759.000
Avance acumulado	89.400	179.900	220.900	402.000	492.300	582.600	755.560	846.060	936.560	1018.760	1109.260	1199.760	1281.160	1403.460	1493.960	1651.160	1771.360	1861.860	1952.460	2075.950	2181.380	2376.810	2497.020	2617.330
Productividad acumulada	1.119	1.120	1.322	0.948	0.809	0.779	0.734	0.763	0.767	0.868	0.926	0.893	0.943	0.990	0.985	0.954	0.972	0.978	0.987	1.004	1.038	1.028	1.041	1.054
Productividad presupuestada	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470



Anexo 13.

Curva de productividad – solaqueo interior

SOLAQUEO INTERIOR																								
Descripción	SEMANA 39						SEMANA 40						SEMANA 41						SEMANA 42					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
	22/10/2018	23/10/2018	24/10/2018	25/10/2018	26/10/2018	27/10/2018	29/10/2018	30/10/2018	01/11/2018	02/11/2018	03/11/2018	04/11/2018	06/11/2018	07/11/2018	08/11/2018	09/11/2018	10/11/2018	11/11/2018	13/11/2018	14/11/2018	15/11/2018	16/11/2018	17/11/2018	18/11/2018
HH diario	37.00	108.00	92.50	147.00	200.00	134.00	167.50	148.50	139.00	188.50	136.50	110.00	94.50	119.00	225.00	134.00	103.00	100.00	99.50	102.00	105.00	103.50	102.00	103.00
Avance diario	211.00	438.35	438.20	733.43	649.10	438.11	675.20	590.50	422.00	422.00	443.00	429.00	422.10	422.00	422.00	422.10	422.00	422.00	422.17	422.40	422.36	422.32	421.63	421.94
Productividad diaria	0.18	0.25	0.21	0.20	0.31	0.31	0.25	0.25	0.33	0.45	0.31	0.26	0.22	0.28	0.53	0.32	0.24	0.24	0.24	0.24	0.25	0.25	0.24	0.24
HH Acumulada	37.00	145.00	237.50	384.50	584.50	718.50	886.00	1034.50	1173.50	1362.00	1498.50	1608.50	1703.00	1822.00	2047.00	2181.00	2284.00	2384.00	2483.50	2585.50	2690.50	2794.00	2896.00	2999.00
Avance acumulado	211.00	649.35	1087.55	1820.98	2470.08	2908.19	3583.39	4173.89	4595.89	5017.89	5460.89	5889.89	6311.99	6733.99	7155.99	7578.09	8000.09	8422.09	8844.26	9266.66	9689.02	10111.34	10532.97	10954.91
Productividad acumulada	0.18	0.22	0.22	0.21	0.24	0.25	0.25	0.25	0.26	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27
Productividad presupuestada	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31



Anexo 14.

Causas de no cumplimiento

ACTIVIDAD	ZONA	PERSONAL	HORARIO	CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO
Trazo de Muros	P16S2	ORELLANO, HUAMAN	11:00 a 12:00	
Trazo y niveles encofrado de losa	P16S1	ORELLANO, HUAMAN	11:00 a 12:00	
Colocacion de niveles de vaciado losa	P16S2	HUAMAN	11:00 a 14:00	
SOLAQUEO	OSCAR LLACCHURIMAY			
Solaqueo de muros exteriores	P16S1	ACUÑA, RODRIGUEZ, BALDEON, FANO	7:30 a 11:00	
Solaqueo de muros interiores	P16S2	COLLANTES, FLORES, QUISPE, LEON, CATARI		
ACERO	JUAN VELIZ			
Colocacion Acero Horizontal Muros	P16S1	ALMIDON, DELGADO, VALENZUELA, DONAYRE	7:30 a 17:00	
Colocacion Acero de losa	P16S2	FALCON, CAYTANO, HUAMANI, CARDENAS	7:30 a 17:00	
ENCOFRADO	RONALD CESPEDES			
Encofrado de Muros	P16S2	AGUILAR, AGUILAR, HERNANDEZ, CHIZA, PISCO	9:00 a 13:00	
Desencofrado Muros (inc. limpieza)	P16S1	AGUILAR, AGUILAR, HERNANDEZ, CHIZA, PISCO	6:00 a 09:00	
Encofrado de Losa	P16S2	CRUZ, BLANCO, RAMIREZ, INFANTE, MENA	7:30 a 13:00	
Desencofrado de losa y frisos	P16S2	CRUZ, BLANCO, RAMIREZ, INFANTE, MENA	7:30 a 13:00	
Encofrado de PASOS de Escalera	P16S2	CHIZA, NUÑEZ, PISCO	7:30 a 11:00	
Revision de muros (Aplomes y Vanos)	P16S1	MARCO PAREJA, OSCAR LLACCHURIMAY	9:30 a 10:30	
CONCRETO	RAUL ARIAS			
Concreto Muros	P16S2	ACUÑA, RODRIGUEZ, BALDEON, QUISPE	14:00 a 17:00	
Curado de Muro	P16S1	PINCOS	7:30 a 12:00	
Concreto Losa	P16S2	ACUÑA, RODRIGUEZ, BALDEON, FANO, QUISPE	11:00 a 14:00	
Curado de Losa	P16S1	PINCOS	7:30 a 17:00	
INSTALACIONES ELECTRICAS	ANGEL REATEGUI			
IIEE en losa	P16S1	DEL AGUILA, PAUCAR, SICCHA, CURE, REATEGUI	7:30 a 17:00	
IIEE en muros	P16S2	DEL AGUILA, PAUCAR, SICCHA, REATEGUI	7:30 a 17:00	
Revision de IIEE (winchado)	P16S2	CALVO, MENDOZA	7:30 a 17:00	
Instalación de cables en Dptos.	P16S2	LIMA, SILVA	7:30 a 17:00	
INSTALACIONES SANITARIAS	MODESTO AGUIRRE			
IISS en muros	P16S2	MIRANDA, RODRIGUEZ, CAMPOS, OSORES	7:30 a 17:00	
IISS en losas	P16S1	MIRANDA, RODRIGUEZ, CAMPOS, OSORES	7:30 a 17:00	
Revision de IISS (pruebas)	P16S1	AROQUIPA, OJEDA	7:30 a 17:00	
Colocar instalaciones en futuros tabiques - IISS	P16S1	GOMEZ, CONTRER, OJEDA, MAYTA, HILACHOQUE	7:30 a 17:00	