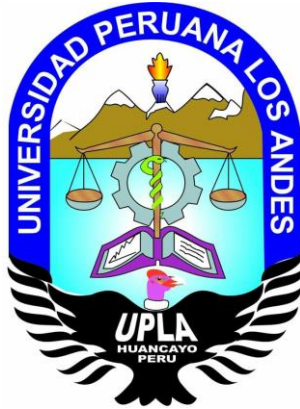


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**MEJORA DE LA GESTION EN OBRA DE LA ESPECIALIDAD DE  
ESTRUCTURAS CON LA APLICACION DEL“LEAN  
CONSTRUCTION”**

**PRESENTADO POR:**

BACH. ARENAS ORTEGA, GABRIELA CARMEN

**LINEA DE INVESTIGACION**

NUEVAS TECNOLOGIAS Y PROCESOS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Lima – Perú

2018

**ASESORES:**

**Mg. GALLARDO MENDOZA, JUAN CARLOS**

**Mg. VIGNATI DUEÑAS RENE**

### **DEDICATORIA**

A Dios porque ha estado conmigo en todo momento, dándome fuerza para continuar. Y a mis padres, quienes a lo largo de este difícil camino son mi apoyo incondicional en todo momento.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecida con todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de su culminación. Mi sincero agradecimiento a la Universidad Peruana Los Andes que es mi casa de estudios, en donde aprendí a desarrollarme académicamente. A mis asesores que permitieron el desarrollo y la culminación del presente trabajo y a todos los colegas de estudio quienes en el camino fueron un apoyo indispensable.

Mi más sincero agradecimiento a todos ustedes, Dios los guarde siempre.

**HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS**

---

Dr. CASIO AURELIO, TORRES LOPEZ

**PRESIDENTE**

---

Ing. FERNANDO MANUEL, UCHUYPOMA MONTES

**JURADO**

---

Mg. GIAN FRANCO, PEREZ GARAVITO

**JURADO**

---

Ing. BEDER FELIPE, ULLOA LLERENA

**JURADO**

---

Mg. MIGUEL ANGEL, CARLOS CANALES

**SECRETARIO DOCENTE**

## ÍNDICE GENERAL

ASESORES .....	II
DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS .....	V
ÍNDICE GENERAL.....	VI
INDICE DE TABLAS .....	XI
INDICE DE FIGURAS .....	XIII
RESUMEN .....	XVI
ABSTRACT .....	XVII
INTRODUCCION .....	XVIII
CAPITULO I .....	1
PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	1
1.1. Planteamiento del Problema.....	1
1.2. Formulación y Sistematización del Problema.....	2
1.2.1. Problema General .....	2
1.2.2. Problemas Específicos .....	2
1.3. Justificación.....	3
1.3.1. Social o Practica .....	3
1.3.2. Metodológica.....	3
1.4. Delimitaciones .....	4
1.4.1. Espacial .....	4
1.4.2. Temporal .....	4

1.4.3. Económica.....	5
1.5. Limitaciones .....	5
1.5.1. Temporal .....	5
1.5.2. Técnica .....	5
1.5.3. Económica.....	5
1.6. Objetivos .....	6
1.6.1. Objetivo General.....	6
1.6.2. Objetivos Específicos.....	6
CAPITULO II.....	7
MARCO TEORICO.....	7
2.1. Antecedentes.....	7
2.1.1 Internacionales.....	7
2.1.2 Nacionales .....	8
2.2. Marco Conceptual.....	9
2.2.1. Lean Construction.....	9
2.2.1.1. <i>Historia del Lean Construction</i> .....	9
2.2.1.2. <i>Definición de Lean Construction</i> .....	10
2.2.1.3. <i>Proyectos Tradicionales</i> .....	11
2.2.1.4. <i>Principios y/o Enfoque del Lean Construction</i> .....	13
2.2.1.5. <i>Definición de Desperdicios en Construcción</i> .....	13
2.2.1.6. <i>Tipos de Desperdicios en Construcción</i> .....	14
2.2.1.7. <i>Herramientas Lean Construction</i> .....	17
2.2.1.7.1. <i>Sectorización del Proyecto</i> .....	18
2.2.1.7.2. <i>Tren de Actividades</i> .....	18

2.2.1.7.3.	<i>Sistema Last Planner (LPS)</i> .....	19
2.2.1.7.4.	<i>Análisis de restricciones</i> .....	20
2.2.1.7.5.	<i>Nivel General de Actividades</i> .....	20
2.2.1.7.6.	<i>Cartas Balance</i> .....	23
2.2.1.7.7.	<i>Control de Rendimientos (Productividad)</i> .....	23
2.2.1.7.8.	<i>Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)</i> .....	25
2.2.2.	<i>Gestión De Obras</i> .....	25
2.2.2.1	<i>Definición de Gestión de Obras</i> .....	25
2.2.2.2.	<i>Etapas de la Gestión de Proyectos</i> .....	26
2.2.2.2.1.	<i>Inicio del Proyecto</i> .....	26
2.2.2.2.2.	<i>Planificación</i> .....	27
2.2.2.2.3.	<i>Ejecución Del Proyecto</i> .....	29
2.2.2.2.4.	<i>Seguimiento Y Control</i> .....	30
2.2.2.2.5.	<i>Cierre Del Proyecto</i> .....	33
2.3.	<i>Definición de términos</i> .....	34
2.4.	<i>Hipótesis</i> .....	36
2.4.2.	<i>Hipótesis General</i> .....	36
2.4.3.	<i>Hipótesis Específicas</i> .....	36
2.5.	<i>Variables</i> .....	37
2.5.2.	<i>Definición conceptual de variables</i> .....	37
2.5.3.	<i>Definición operacional de la variable</i> .....	37
2.5.4.	<i>Operacionalización de la variable</i> .....	38
CAPITULO III	.....	39
METODOLOGIA	.....	39



3.1. Método de Investigación .....	39
3.2. Tipo de Investigación.....	40
3.3. Nivel de Investigación .....	40
3.4. Diseño de la Investigación .....	40
3.5. Población y Muestra .....	41
3.6. Técnicas e Instrumentos de la Recolección de Datos .....	41
3.7. Procesamiento de la Información .....	42
CAPITULO IV .....	43
RESULTADOS .....	43
4.1. Generalidades del Proyecto .....	43
4.2. Ubicación del Proyecto .....	43
4.3. Empresa Contratista .....	43
4.4. Cliente .....	44
4.5. Descripción del Proyecto .....	44
4.6. Documentos de Obra.....	45
4.6.1. Planos .....	45
4.6.2. Presupuesto de la especialidad de estructuras (Sotano-1er piso) .....	46
4.6.3. Cronograma de Obra.....	48
4.6.4. Plan de Calidad .....	48
4.6.5. Rendimientos de Obra según los APU del Presupuesto .....	49
4.7. Situación Actual De La Obra .....	53
4.7.1. Fotografías del Estado Actual del Proyecto .....	53
4.7.2. Organigrama del Proyecto.....	54
4.8. Aplicación De Las Herramientas “Lean Constrution” .....	54

4.8.1.	Nivel General de Actividades de la situación actual de la obra .....	54
4.8.3.	Tren de Actividades .....	65
4.8.4.	Sistema Last Planner (LPS).....	67
4.8.5.	Análisis de restricciones.....	69
4.8.6.	Nivel General de Actividades después de aplicar principios de mejora. ...	72
4.8.7.	Carta Balance.....	78
4.8.8.	Control de Rendimientos (Productividad) .....	81
4.8.9.	Porcentaje De Plan Cumplido (PPC) .....	90
CAPITULO V.....		94
DISCUSION DE RESULTADOS .....		94
CONCLUSIONES .....		102
RECOMENDACIONES .....		103
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		104
ANEXOS .....		106

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Principios Básicos De Lean Construction en el marco de las etapas de un proyecto de construcción</i> .....	13
Tabla 2 <i>Tabla de Operacionalización de Variables</i> .....	38
Tabla 3 <i>Planos de Estructuras</i> .....	45
Tabla 4 <i>Resumen General Del Presupuesto (especialidad de estructuras) Proyecto CERTUS (Sotano-1er piso- PARTE I)</i> .....	46
Tabla 5 <i>Resumen General Del Presupuesto (especialidad de estructuras) Proyecto CERTUS (Sotano-1er piso- PARTE II)</i> .....	47
Tabla 6 <i>Análisis De Costos Unitarios De Concreto Premezclado En Zapatas</i> .....	50
Tabla 7 <i>Cálculo De Productividad Meta y Horas Hombre de las todas las Partidas de Estructuras (Parte I)</i> .....	51
Tabla 8 <i>Cálculo De Productividad Meta y Horas Hombre de todas las Partidas De Estructuras (Parte II)</i> .....	52
Tabla 9 <i>Resumen De Nivel General De Actividades Del 02/01/18 Al 12/02/18</i> .....	55
Tabla 10 <i>Resumen de nivel general de actividades del 1er piso (19/02/18 al 23/02/18)</i> .....	72
Tabla 11 <i>Resumen de nivel general de actividades del 1er piso (26/02/18 al 01/03/18)</i> .....	75
Tabla 12 <i>Resumen de carta balance de cuadrilla de acero –1er piso</i> .....	78
Tabla 13 <i>Resumen de carta balance de cuadrilla de encofrado -1er piso</i> .....	79
Tabla 14 <i>Resumen de carta balance de cuadrilla de concreto -Sótano</i> .....	80
Tabla 15 <i>Cuadro de Resumen de productividad de acero (SOTANO)</i> .....	81
Tabla 16 <i>Cuadro de Resumen de productividad de encofrado (SOTANO)</i> .....	83
Tabla 17 <i>Cuadro de Resumen de productividad de Concreto (SOTANO)</i> .....	84

Tabla 18	<i>Cuadro de Resumen de productividad de acero (1ER PISO)</i> .....	86
Tabla 19	<i>Cuadro de Resumen de productividad de encofrado (1ER PISO)</i> .....	87
Tabla 20	<i>Cuadro de Resumen de productividad de concreto (1ER PISO)</i> .....	88
Tabla 21	<i>Calculo De Horas Hombre Meta Vs Real</i> .....	89
Tabla 22	<i>Medida de PPC semana 1 en la construcción del 1er piso de la obra CERTUS</i> .....	90
Tabla 23	<i>Medida de PPC semana 2 en la construcción del 1er piso de la obra CERTUS</i> ....	91
Tabla 24	<i>Medida de PPC semana 3 en la construcción del 1er piso de la obra CERTUS</i> ....	92
Tabla 25	<i>Resumen de PPC en la construcción del 1er piso de la obra</i> .....	93
Tabla 26	<i>Cuadro resumen de tiempo programado y tiempo ejecutado</i> .....	96
Tabla 27	<i>Resumen De Restricciones Dentro De Las 3 Semanas (1er PISO)</i> .....	96
Tabla 28	<i>Promedio de productividad en sótano y 1er piso</i> .....	99
Tabla 29	<i>Tabla de diferencia de horas hombre empleadas</i> .....	100
Tabla 30	<i>Influencia en costos de la aplicación del Lean Construction</i> .....	100

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Modelo de Programación Clásica</i> .....	11
Figura 2 <i>Flujo de Programación Clásica</i> .....	12
Figura 3 <i>Representación gráfica de Programación Clásica</i> .....	12
Figura 4 <i>Plantilla de nivel general de actividades</i> .....	22
Figura 5. <i>Formula teórica de la Productividad</i> .....	24
Figura 6. <i>Formula teórica para el cálculo de horas hombre (H.H)</i> .....	24
Figura 7 <i>Modelo De Cronograma De Obra</i> .....	28
Figura 8 <i>Estructura de descomposición del trabajos</i> .....	30
Figura 9 <i>Proceso de liberación de actividades</i> .....	32
Figura 10 <i>Fotos actuales de obra (antes de la aplicación lean construction)</i> .....	53
Figura 11. <i>Organigrama de proyecto IFB CERTUS</i> .....	54
Figura 12 <i>Nivel General De Actividades de la obra CERTUS antes</i> .....	56
Figura 13 <i>Trabajos productivos de la obra CERTUS antes de aplicar</i> .....	57
Figura 14 <i>Trabajos contributorios de la obra CERTUS antes de aplicar</i> .....	58
Figura 15 <i>Trabajos NO contributorios de la obra CERTUS antes de aplicar principios de mejora</i> .....	59
Figura 16 : <i>Imágenes de Trabajos Productivos (Vaciado De Concreto) EJE F –PL 02 y colocación de acero</i> .....	61
Figura 17 : <i>Imágenes de Trabajos contributorios (habilitado de acero) y cargado de material y/o limpieza</i> .....	61
Figura 18 <i>Imagen de Trabajo NO contributorio (caminando)</i> .....	61
Figura 19 <i>Layout del estado actual de la obra en la construcción del Sótano</i> .....	62

Figura 20	<i>Layout de la obra para la construcción del 1er piso</i> .....	62
Figura 21	<i>Sectorización de elementos verticales como columnas y placas</i> .....	63
Figura 22	<i>Sectorización de elementos horizontales como techos y vigas</i> .....	64
Figura 23	<i>Cronograma según sectorización para el 1er piso</i> .....	65
Figura 24	<i>Tren De Actividades para el 1er Piso de la Especialidad de Estructuras</i> .....	66
Figura 25	<i>Programación Maestra hasta el 1er piso</i> .....	67
Figura 26	<i>Programación semanal del 1er piso</i> .....	68
Figura 27	<i>Cuadro De Restricciones De La Semana 1 (1er PISO)</i> .....	69
Figura 28	<i>Cuadro De Restricciones De La Semana 2 (1er PISO)</i> .....	70
Figura 29	<i>Cuadro De Restricciones De La Semana 3 (1er Piso)</i> .....	71
Figura 30	<i>Promedio de nivel general de actividades del 1er piso (19/02/18 al 23/02/18)</i> ...	73
Figura 31	<i>Diagrama de pareto de producción (productivo-contributorio)</i> .....	73
Figura 32	<i>Diagrama de pareto de producción (NO contributorio)</i> .....	74
Figura 33	<i>Promedio de nivel general de actividades del 1er piso (26/02/18 al 01/03/18)</i> ....	75
Figura 34	<i>Diagrama de pareto de producción (productivo-contributorio)</i> .....	76
Figura 35	<i>Diagrama de pareto de producción (no contributorio)</i> .....	77
Figura 36	<i>Medida De Productividad de Acero en Sótano de la obra CERTUS</i> .....	82
Figura 37	<i>Medida De Productividad De Encofrado En Sótano De La Obra CERTUS</i> .....	83
Figura 38	<i>Medida De Productividad de Concreto en Sótano de la obra CERTUS</i> .....	84
Figura 39	<i>Medida de productividad de Acero en 1er piso de la obra CERTUS</i> .....	86
Figura 40	<i>Medida de Productividad de Encofrado en 1er piso de la obra CERTUS</i> .....	87
Figura 41	<i>Medida de Productividad de Acero en 1er piso de la obra CERTUS</i> .....	88
Figura 42	<i>Resumen de PPC en la construcción del 1er piso de la obra</i> .....	93
Figura 43	<i>Variación De Restricciones Dentro De Las 3 Semanas (1er PISO)</i> .....	97

Figura 44 <i>Comparación de nivel general de actividades</i> .....	98
Figura 45 <i>Medida de Promedios de Productividad</i> .....	99
Figura 46 <i>Crecimiento del porcentaje de plan cumplido</i> .....	101

## RESUMEN

La presente investigación responde a la siguiente interrogante ¿El empleo del “Lean Construction” mejorará la gestión en obra de la especialidad de estructuras en la construcción de edificaciones de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C?, el objetivo general es: Mejorar la Gestión en obra de la especialidad de estructuras en la construcción de edificaciones de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C mediante el empleo del “Lean Construction”, la hipótesis que debe comprobarse es: el empleo del “Lean Construction” mejorará la Gestión en obras de la especialidad de estructuras en la construcción de edificaciones de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C.

El método utilizado es el método científico, el tipo de investigación es aplicada, tiene un alcance o nivel explicativo y un diseño de investigación pre experimental. La población está conformada por 4 edificios en proceso constructivo en la provincia de Lima de la empresa constructora Masedi Contratistas Generales S.A.C. El tipo de muestreo es no probabilístico-intencional y está compuesta por la construcción del edificio “Certus” en Villa el Salvador.

La conclusión fundamental es que utilizar el Lean Construction mejoró la gestión de proyectos en la etapa de planificación, ejecución y seguimiento de obras en la especialidad de estructuras de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C, influyendo en costos, afectando el tiempo de programación y contribuyendo en la gestión de calidad de sus diferentes proyectos de construcción.

**Palabras Clave:** Gestión de Obra, Lean Construction, Planificación en Obra, productividad en obra.



## ABSTRACT

The present investigation responds to the following question: Will the use of "Lean Construction" improve the management of the specialty of structures in the construction of buildings of the company Masedi Contratistas Generales SAC ?, the general objective is: Improve Management on site of the specialty of structures in the construction of buildings of the company Masedi Contratistas Generales SAC by means of the use of "Lean Construction", the hypothesis that must be verified is: the use of "Lean Construction" will improve the Management in works of the specialty of structures in the construction of buildings of the company Masedi Contratistas Generales SAC.

The method used is the scientific method, the type of research is applied, it has a scope or explanatory level and a pre-experimental research design. The population consists of 4 buildings under construction in the province of Lima of the construction company Masedi Contratistas Generales S.A.C. The type of sampling is non-probabilistic-intentional and is composed of the construction of the "Certus" building in Villa El Salvador.

The fundamental conclusion is that using Lean Construction improved the management of projects in the planning, execution and monitoring stage of works in the specialty of Masedi Contratistas Generales SAC structures, influencing costs, affecting programming time and contributing to the quality management of your different construction projects.

**Keywords:** Construction Management, Lean Construction, Site Planning, on-site productivity.

## INTRODUCCION

En la actualidad las distintas compañías en el rubro de la construcción e ingeniería buscan emplear recursos que ayuden a mejorar la gestión de proyectos, debido a la alta presencia de desperdicios que generan costos adicionales y holguras en los tiempos programados. Es ahí donde el Lean Construction es una de las muchas metodologías que existen actualmente que ayudan a mejorar la gestión de proyectos en las diferentes etapas.

Es por ello el interés y la finalidad de la presente investigación. Mejorar la gestión en obra de la especialidad de estructuras en la construcción de edificaciones de la empresa Masedi Constratistas Generales S.A.C. mediante el empleo del Lean Construction.

La presente investigación está compuesta por cinco capítulos los cuales fueron desarrollados de la siguiente manera:

Capítulo I, se abarco la problemática de la investigación, el cual tuvo lugar a la formulación de interrogantes y a los objetivos de esta. También se detalló las justificaciones prácticas y metodológicas por el cual se basa esta investigación así como las limitaciones que se tuvo para el desarrollo ya sea en espacio y/o tiempo.

Capítulo II, se consideró investigaciones desarrolladas anteriormente, estas fueron internacionales y nacionales, también se añadió conceptos fundamentales del Lean Construction y sus herramientas. Así como también conceptos generales de la gestión de obras y etapas que se involucren con la investigación como son: la planificación, ejecución del proyecto, control de obra y cierre del proyecto. Dentro del marco teórico se incluyó definición de diferentes términos usados en el tema. También se formularon las posibles

hipótesis con la finalidad de comprobarlas. En este capítulo se dio lugar a la conceptualización y operacionalización de las dos variables.

Capítulo III, se desarrolló la metodología que se empleó para el desarrollo de la investigación, de esta manera se explicó el método, tipo, nivel y diseño de la investigación. También se dio lugar a la población seleccionada la cual es la empresa constructora Masedi Contratistas Generales S.A.C. y a la muestra que es la construcción de un edificio en villa el salvador ejecutado por dicha empresa.

Capítulo IV, se incluyó el desarrollo de los resultados. En este capítulo se puso en práctica todos los conceptos y teorías del marco teórico aplicados a la muestra seleccionada con la finalidad de comprobar las hipótesis. Se aplicó la metodología Lean Construction para mejorar la gestión de obra.

Capítulo V, en la discusión de resultados se dio a conocer la comparación que existe trabajar con la metodología tradicional y con la metodología Lean Construction, viendo ahí cuan eficiente puede ser añadir los conceptos en los diferentes proyectos de edificaciones de la empresa constructora Masedi Contratistas Generales S.A.C.

Finalmente se formularon las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos del proyecto de investigación.

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **1.1. Planteamiento del Problema**

La tendencia actual en el ámbito constructivo, es dar mayor énfasis a proyectos más rentables, esto generarían tipos de proyectos con una buena gestión en coordinación, planificación, organización y control.

Por lo antes expuesto, es necesario analizar en qué medida las herramientas de la metodología “Lean Construction” pueden mejorar la gestión en la construcción de edificaciones para la empresa constructora Masedi Contratistas Generales. S.A.C, con el propósito de mejorar los procesos constructivos, disminuyendo los diferentes tipos de desperdicios generados en las partidas de la especialidad de estructuras. También presentar una nueva forma de trabajo en obra, donde exista un orden y un sistema adecuado para cada tipo de trabajo.

De esta forma, se pretende integrar una metodología moderna ya que es usada por distintas compañías en el Perú y muy famosa en el mundo relacionando así principios de una filosofía a la construcción de distintos tipos de edificaciones.

La empresa constructora Masedi Contratistas Generales. S.A.C., tiene una trayectoria de 19 años en el rubro de la construcción desarrollando servicios de Edificaciones, Pavimentaciones, Habilitaciones Urbanas, Movimiento de Tierras y Demoliciones. En donde en el área de edificaciones desempeñan la Construcción de todo tipo de estructuras, como edificios, oficinas, casas, entre otros.

Se sabe que si se encuentra desperdicios o llamarlo también como tiempos no productivos conlleva a pérdidas en obra, esto se ve reflejado en tiempos de programación, calidad de trabajos y costos del proyecto. El cuál es el problema general de la presente investigación.

## **1.2. Formulación y Sistematización del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿El empleo del “Lean Construction” mejorará la gestión en obra de la especialidad de estructuras en la construcción de edificaciones de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- a) ¿Qué influencia en costos generará reducir pérdidas o desperdicios de la especialidad de estructuras en la construcción de edificaciones de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C?
- b) ¿Qué efectos en tiempo de programación tendrá mejorar los procesos de la especialidad de estructuras en la construcción de edificaciones de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C?
- c) ¿Cómo contribuyó el uso de las herramientas del Lean Construction en la gestión de calidad de la especialidad de estructuras en la construcción de edificaciones de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C.?

### **1.3. Justificación**

#### **1.3.1. Social o Practica**

La actual investigación de acuerdo a lo mostrado en el planteamiento del problema busca aplicar métodos que contribuyan a la mejora de gestión en proyectos de edificaciones, en el caso de la presente tesis la construcción de edificios y /o otros proyectos de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C.

Si bien la gestión de proyectos es un enfoque metódico para planificar y orientar los procesos del proyecto de principio a fin. La metodología “Lean Construction” a través de sus herramientas ayuda a mejorar estos procesos con la disminución de desperdicios generados en obra, optimizando así los trabajos y por consecuencia generar una buena rentabilidad en los distintos proyectos.

#### **1.3.2. Metodológica**

La investigación trata de la implementación de nuevos sistemas de gestión, donde generen excelentes resultados. Por ello la metodología “Lean Construction” y sus herramientas están basado en la gestión de proyectos de construcción siguiendo los principios de la mejora continua, minimizando las pérdidas y maximizando el valor del producto final.

Los resultados del Lean Construction se reflejan en una disminución del coste, un aumento de la calidad y una reducción en el plazo de entrega de las construcciones, además del mayor valor ofrecido al cliente, considerando sus necesidades y valorando el impacto en la sociedad y en el medio ambiente. Pueden ser adaptadas para cualquier tipo de obra, ya que es un método que se implementó en las principales industrias de la construcción en el mundo.

## **1.4. Delimitaciones**

### **1.4.1. Espacial**

El presente proyecto de investigación tiene una delimitación de espacio que pertenece a la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C. El espacio constituye la construcción de sus diferentes proyectos de edificaciones distribuidos en la provincia de Lima. Para tal muestra el proyecto se encuentra ubicado en la Av.Pachacutec.Mz.8 Lt 08-A.-Villa el Salvador-Lima-Perú.

### **1.4.2. Temporal**

La presente tesis tuvo un desarrollo dentro de los meses de enero-junio del 2018.

Los trabajos desarrollados en los diferentes meses son los siguientes:

Enero: Se desarrolló el problema de investigación (planteamiento del problema, formulación del problema, delimitación, limitación y objetivos) del proyecto de investigación.

Febrero: Se pasó a desarrollar el marco teórico donde se recopiló antecedentes (internacionales y nacionales), marco conceptual con ayuda del mapeo de cada una de las variables, definición de términos, el desarrollo de las posibles hipótesis y para terminar el desarrollo conceptual y operacional de cada una de las variables.

Abril: Se desarrolló la metodología que se empleó (método, tipo, nivel y diseño de investigación), junto a ello se desarrolló la población, muestra, técnicas de recolección de datos e instrumentos de procesamiento de datos.

Mayo: Se desarrolló los resultados, discusión de resultados y se elaboró la presentación del informe final.

Junio: Se realizó la sustentación del informe final.

La tabla del cronograma de actividades se puede ver en el Anexo N°02.

### **1.4.3. Económica**

El financiamiento de la presente investigación fue por medios propios. El presupuesto detallado de los gastos económicos empleados para el desarrollo satisfactorio de la tesis se encuentra detallado en el Anexo N°03.

## **1.5. Limitaciones**

### **1.5.1. Temporal**

La presente investigación en el tiempo tuvo límites, ya que el tiempo del taller de investigación tuvo una duración de 4 meses y el tiempo de duración de la obra que se escogió como muestra es de 10 meses, por lo que no se desarrolló la aplicación en el proyecto completo. Considerando los límites encontrados se decidió tomar como muestra solo los datos del área de sótano y 1er piso. Obviando los 7 pisos que contempla el proyecto en general.

### **1.5.2. Técnica**

La investigación se limita a la especialidad de estructuras y no discute otras especialidades como arquitectura, instalaciones eléctricas, sanitarias etc. Debido a que las partidas incluidas en la especialidad de estructuras son las que mayor curva crítica presentan y por ende con más dificultad para el desarrollo del proyecto.

La investigación precisa el empleo de Lean Construction como herramienta para mejorar la gestión en obra pero no discute otras herramientas.

### **1.5.3. Económica**

El presupuesto se limita a empleo de materiales de escritorio, pasajes, viáticos y asesoramiento profesional.



## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo General**

Mejorar la Gestión en obra de la especialidad de estructuras en la construcción de edificaciones de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C mediante el empleo del “Lean Construction”.

### **1.6.2. Objetivos Específicos**

- a) Determinar la influencia en costos que generara reducir pérdidas o desperdicios de la especialidad de estructuras en la construcción de edificaciones de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C.
- b) Evaluar los efectos en tiempo de programación que tendrá mejorar los procesos de la especialidad de estructuras en la construcción de edificaciones de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C.
- c) Identificar cómo contribuyó el uso de las herramientas del Lean Construction en la gestión de calidad de la especialidad de estructuras en la construcción de edificaciones de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1 Internacionales**

(Lescano, 2105), En su tesis doctoral titulada “Análisis de la Construcción sin pérdidas y su relación con el Project y Construccion Management: Propuesta de regulación en España y Su inclusión en la Ley de la Ordenación de la Edificación”, Universidad Politécnica de Madrid, España.

Pretende demostrar la necesidad de establecer de una medida específica para la figura de la construcción sin perdidas, cuyo objetivo fundamental fue la de determinar la relación de la construcción sin perdidas (Lean Construccion) con el Project y Construction Management estableciendo las obligaciones y responsabilidades de cada agente en el caso que actúen simultáneamente en un proyecto de edificación.

Brioso Lescano finalmente concluyo, que es indispensable la utilización de una metodología: especialista como lo es el “Lean Construction”, esto de acuerdo a las figuras

generales en la construcción. Ya sea del diseño, construcción y de contratos en el marco normativo.

(Valencia Vanegas, 2013), en su tesis “La filosofía Lean aplicada en la Gerencia de Proyectos”. Utilizó la filosofía en la etapa de evolución y formulación de proyectos demostrando que la implementación de la filosofía Lean fueron positivos en los resultados de evaluación de costos. También constato que las herramientas del Lean proporciona analiza la factibilidad que existe para llevar a cabo un proyecto.

### **2.1.2 Nacionales**

(Villafuerte, 2016) en su tesis “Lineamientos para mejorar la gestión de proyectos de Construcción de los gobiernos regionales y locales en la etapa de pre inversión, bajo el enfoque de “lean construction”, Lima, Perú.

La finalidad primordial de la investigación es mostrar lineamientos para optimizar la presente gestión de los proyectos de construcción de inversión pública en la etapa de pre inversión de los gobiernos regionales y locales, bajo el enfoque Lean.

Villafuerte uso a Lean Construction para mejorar la gestión de proyectos públicos, en la etapa de pre inversión logrando efectividad en su investigación.

(Mallma, 2015) en su tesis “Aplicación de la Filosofía Lean y el Concepto LEED en la Construcción de una Edificación Sostenible”, Huancayo, Perú.

Tuvo como objetivo general, determinar la influencia de la aplicación de la Filosofía Lean y el concepto LEED en la construcción de una edificación sostenible.

Una de las conclusiones a la que llego Mallma fue lograr diferentes beneficios aplicando la filosofía Lean Construction como son: el cumplimiento de metas en plazo, costo y calidad. Así como también mejorar el ámbito empresarial en los aspectos de imagen y competitividad.

(Buleje Revilla, 2012) en su tesis “Productividad En La Construcción De Un Condominio Aplicando Conceptos De La Filosofía Lean Construction”, llego a la conclusión que esta filosofía puede ser aplicado a cualquier tipo de proyecto, esto involucra un cambio de ver las cosas lo cual implicarían la disminución de los costos.

Así mismo indica la importancia de las herramientas del lean como son la sectorización, la carta balance, cálculo de rendimiento, las curvas de productividad entre otros.

## **2.2. Marco Conceptual**

### **2.2.1. Lean Construction**

#### **2.2.1.1. *Historia del Lean Construction***

La expresión “lean” se da origen en el Japón a finales de la década de los 50 e inicios de los 60, como resultado de las investigaciones elaboradas por ingenieros de la compañía de automóviles Toyota Motor, quienes pretendían optimizar su línea de producción. El más reconocido en el tema fue el ingeniero Taiichi Ohno, quien fue el encargado de la producción, donde investigaba acerca de eliminar los residuos y mejorar los tiempos de entrega de los automóviles a los clientes reemplazando el trabajo de producción en masa por el trabajo de producción a pedido del cliente y para así disminuir, la acumulación de masa. Con los estudios se desplegó a lo que se llamó “producción Lean” o “producción sin pérdidas”, que se encuentra constituida de diferentes métodos de producción.

La compañía Toyota Production System, su objetivo fue reducir la existencia y defectos de las actividades y operaciones, para así poder mejorar de una manera creciente la producción y abarcar el mercado automotor japonés. Estas ideas fueron estudiadas, desarrolladas y perfiladas por ingenieros industriales, quienes extendieron la orientación de los trabajos sin pérdidas.

En 1992 Lauri Koskela emprendió a efectuar la filosofía en el rubro de la construcción; el cual dio como resultado a su investigación “Aplicación de la nueva filosofía de producción a la construcción”, esta investigación fue realizada en el Centro de Ingeniería de Instalaciones Integradas (CIFE) de la Universidad de Stanford, en el cual sustentó que la producción debía ser perfeccionada a través de la eliminación de los flujos de materiales y que las actividades de optimizarían la eficiencia de los trabajos.

### **2.2.1.2. Definición de Lean Construction**

En la construcción el lean Construction es considerado como una metodología de gestión orientado a la mejora de procesos, calidad y adicionando valor al cliente, mediante la eliminación de desperdicios. En resumen el lean construction tiene como objetivo mejorar los procesos constructivos de una manera continua, reduciendo las pérdidas y mejorando el valor final del producto.

Como menciona Pons Achell, 2014 “Lean Construction es un enfoque basado en la gestión de la producción para la entrega de un proyecto - una nueva manera de diseñar y construir edificios e infraestructuras. La gestión de la producción Lean ha provocado una revolución en el diseño, suministro y montaje del sector industrial”. (pag.27).

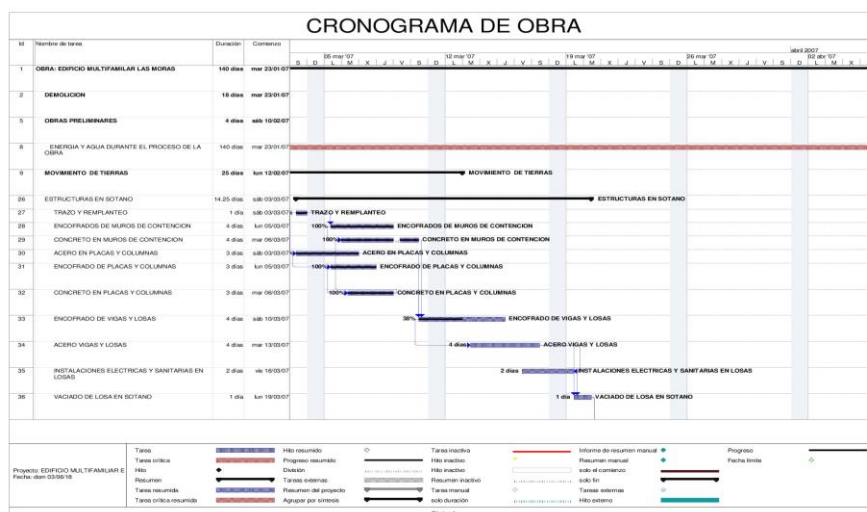
**2.2.1.3. Proyectos Tradicionales**

(Porrás Díaz, Sánchez Rivera, & Galvis Guerra, 2014) Los proyectos tradicionales tienen como principal falla “dos teorías, la de los proyectos que plantea la construcción como una teoría de transformación, y la teoría de gestión igual a planeación, donde el enfoque del PMI centra toda la atención en la planificación, poco en el control y casi nada en la ejecución” (Pág. 37).

Según (Wilson Huamanchumo, 2015), en su clase de Programación y Control de Obra, indica que la programación clásica se basa en la “conversión de materias primas en producto, no considera los flujos o desplazamientos de los recursos y se generan bastantes holguras”.

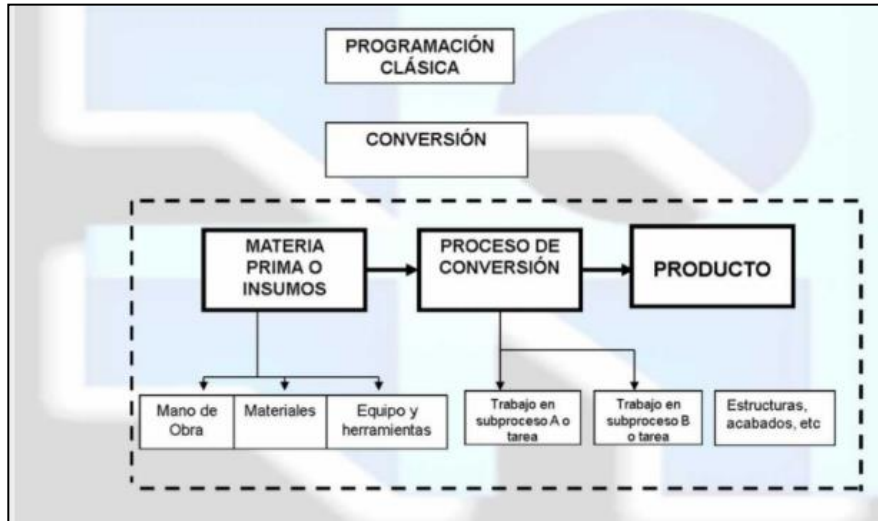
Actualmente los diferentes proyectos de construcción siguen usando la gestión tradicional, el cual se basa en desarrollar y ejecutar las partidas entregables a través del desarrollo de un plan donde se debe de realizar el seguimiento y control para evitar percances. Esto sin considerar que en la realidad la programación inicial se ve afectada por distintas restricciones generadas en el lugar de la ejecución, dando como consecuencia retrasos en obra.

Figura 1 Modelo de Programación Clásica



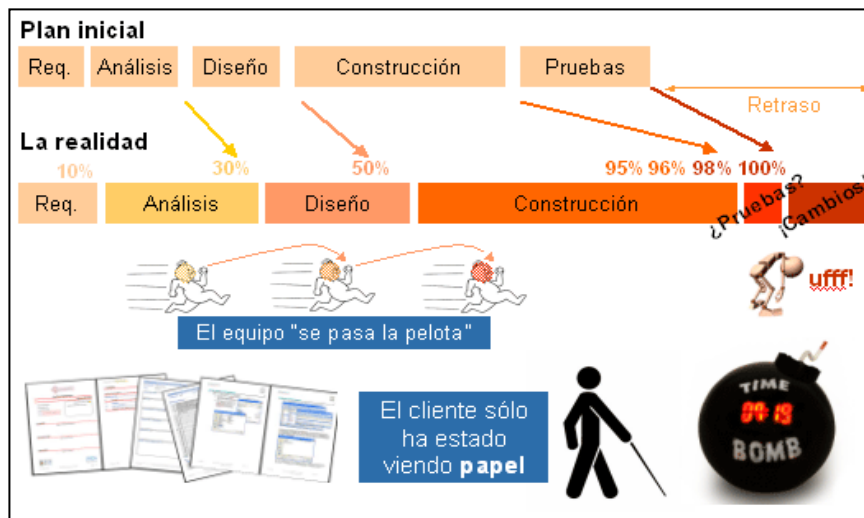
Fuente: Elaboración Propia

Figura 2 Flujo de Programación Clásica



Fuente: (Wilson Huamanchumo, 2015) Pág. 34.

Figura 3 Representación gráfica de Programación Clásica



Fuente: (Ernesto Calvo, 2017) Pág.15

Las actividades de producción generalmente son creadas como un conjunto de operaciones, que son controladas y/o inspeccionadas, operación por operación al costo menor, mejorando periódicamente en relación a la productividad, implementando nuevas tecnologías como: materiales y procesos de flujo de información, que son controladas

minimizando la variabilidad del ciclo de tiempo y mejorando continuamente respecto a las pérdidas y al valor, periódicamente con respecto a la eficiencia.

#### 2.2.1.4. *Principios y/o Enfoque del Lean Construction*

A continuación se muestra una tabla con los diferentes criterios y principios de Lean Construction que pueden ser empleados en las diferentes etapas de un proyecto de construcción.

Tabla 1 *Principios Básicos De Lean Construction en el marco de las etapas de un proyecto de construcción*

Etapa		Criterio	Principios	
Diseño	Planificación	Construcción	Incrementar la eficiencia de las actividades que agregan valor.	
			Enfocar el control de los procesos completo.	
			mejorar procesos	Introducir el mejoramiento continuo de los procesos.
			Referenciar permanentemente los procesos .	
			reducir pérdidas	Reducir la participación de actividades que no agregan valor.
			Reducir la variabilidad.	
			Incrementar la flexibilidad de las salidas.	
			Reducir el tiempo de ciclo.	
			Minimizar los pasos de manera de simplificar el proceso.	
			Incrementa la transparencia de los procesos.	
valor-cliente	Aumentar el valor del producto considerando los requerimientos del cliente.			

Fuente: Revista De Ingeniería En Construcción. V.24 n.1 Santiago 2009.

#### 2.2.1.5. *Definición de Desperdicios en Construcción*

Se denomina desperdicio a cualquier ineficiencia del empleo de equipos, materiales, trabajos, o costos en montos que son consideradas como innecesarias en la construcción de una edificación que no generen valor.



Es usual que existan algunos desperdicios que son indispensables en una obra, es decir, cuando se identifica un trabajo o un proceso como desperdicio, porque no aporta valor, generalmente pensar en su eliminación genere confusión. También existen desperdicios incluidos de materiales que al igual son indispensables en un proyecto ya que son considerados como parte del proceso constructivo.

Como indica (P.Womack & T.Jones, 2005) “[...] “Despilfarro”, específicamente es toda aquella actividad humana que absorbe recursos, pero no crea valor: fallos que precisan rectificación, producción de artículos que nadie desea [...], pasos de procesos que realmente no son necesarios, movimientos [...] sin ningún propósito, grupos de personas en una actividad aguas abajo, en espera por servicios que no satisfacen las necesidades del cliente.” Pág. 25.

#### **2.2.1.6. Tipos de Desperdicios en Construcción**

##### **a. Sobreproducción de Trabajos, Procesos y/o Recursos.**

Producir más de lo solicitado o producir algo previamente. Resulta generalmente frecuente, la incorrecta información de que es recomendable producir grandes partes para reducir y/o minimizar costos de producción y acumularlos en stock hasta que alguien lo solicite. Considerando que estos tipos de trabajos son muestra de una mala práctica de los recursos queda considerado como un tipo de desperdicio, ya que utilizamos diferentes recursos como: personal (mano de obra), materias primas (equipos, herramientas) y presupuesto, que debieron ser utilizadas quizá para cualquier otro proyecto.

La sobreproducción no solo indica al producto concluido, sino también indica que se puede sobre producir en cualquier proceso y/o etapa, cabe mencionar, construir más de lo necesario

para el sucesivo proceso, ejecutar antes que el siguiente proceso lo solicite y/o amerite o ejecutar más rápido de lo que solicita el siguiente proceso.

#### **b. Inventario de Tiempo y/o Recursos.**

Se refiere al tiempo sobrante que se ejecutó por la sobre producción y sus movimientos dentro de la obra, que puede afectar tanto a los materiales, procesos y resultado de acabados. El exceso de materiales, trabajos en curso o productos terminados no agrega ningún valor al cliente, pero muchas empresas utilizan el inventario para minimizar el impacto de las ineficiencias en sus procesos. El inventario que supere lo que solicite el proyecto para cubrir expectativas del cliente tiene resultados negativos en el presupuesto asignado por la empresa, considerando que también emplea tiempos. Generalmente inventario en recursos o tiempo es una fuente de pérdidas de un proyecto por productos que se convierten en no necesarios, posibilidades de sufrir daños, tiempo invertido en control y errores en la calidad que se mostraran durante el camino lo cual generar aún más tiempo.

#### **c. Tiempos de espera**

Refiere al tiempo durante la ejecución del proceso constructivo, que no añade valor. Esto refiere a esperas de material, mano de obra, falta de información, máquinas, herramientas, retrasos en la ejecución del proyecto, recursos humanos y cuellos de botella.

Cuando no referimos al término “cuellos de botella”, estamos hablando que se genera una espera en el proceso constructivo debido a que una etapa va más rápida que la que le sigue. Por ejemplo, cuando el material llega a la siguiente etapa antes de que se la pueda utilizar, otro ejemplo se observa diariamente, cuando se cita a una reunión y el personal llega con retraso: considerando que estén 10 personas convocadas y la reunión no puede comenzar por

falta de “puntualidad”, ello nos ocasionará un retraso de 5 min x 10 personas, lo que resultaría un retraso total de 50 min. En otras palabras dinero perdido de una forma innecesaria. Así como este caso existen diferentes formas de tiempos de espera.

#### **d. Transporte de Materiales**

Este tipo de desperdicio generalmente se ve cuando los materiales se encuentran ubicados en lugares que no son poco accesibles o alejados. También se considera el transporte de los proveedores a obra.

Cualquier transporte innecesario materiales debe ser minimizado, ya que este no agrega valor al trabajo final. Cuando realizamos el transporte de un material de ida y no pensar en el regreso, representa un transporte del 50%. Consideremos que el transporte tiene un costo de equipos, herramientas y mano de obra, muy aparte que se incrementan los plazos de entrega.

También se debe de considerar que cada vez que se mueve un material puede ser dañado durante el traslado o en el lugar, para evitar el tipo de incidentes que generarían productos del transporte, tener accesos que puedan ser accesibles reducirá los tiempos de transporte.

#### **e. Re trabajos o Defectos**

Los defectos de construcción y los errores en el proceso constructivo no aportan ningún valor a la obra lo cual generarían un desperdicio enorme, ya que se utilizan materiales, mano de obra para reconstruir o atender las quejas del cliente.

Es preferible, prevenir los defectos en vez de buscarlos y eliminarlos. Esto a través de un control de calidad antes, durante y después de la tarea a realizar.

#### **f. Sobre procesos o procesos inapropiados**

Realizar un trabajo adicional sobre un resultado es un desperdicio que debemos eliminar, ya que es uno de los más difíciles de predecir; esto a que muchas ocasiones el encargado no sabe que lo está ejecutando. Por ejemplo realizar limpieza dos veces, realizar trabajos que nadie va a consultar, etc. proceso

La revisión constante de los trabajos es esencial para disminuir los trabajos que pueden ser innecesarias al haber mejorado el proceso. Teniendo en claro los conceptos de trabajos necesarios y no necesarios (productivos y no productivos) podremos eliminar todos los procesos innecesarios que no ayuden a la conclusión de un trabajo.

#### **g. Movimientos**

Cualquier movimiento del personal, equipos o materiales que no añada valor al trabajo final es innecesario por lo cual se considera como un desperdicio. Esto involucra a personal en subiendo y bajando por materiales, documentos, servicios higiénicos, buscando, escogiendo, etc. Inclusive caminar innecesariamente es un desperdicio. Estos desperdicios hacen que un aumento del cansancio del operario lo cual generarían menos producción en sus trabajos diarios, así como una depreciación del tiempo dedicado a ejecutar lo que realmente contribuya valor al producto final.

#### **2.2.1.7. *Herramientas Lean Construction***

Sobre la filosofía de trabajo determinada por el Instituto Lean Construction (LCI), emplearemos los siguientes principios durante la ejecución de la obra:

- Generar paquetes de trabajo estandarizados para lograr un avance programado.
- Integrar todas las actividades de la construcción en los principios de trabajo limpio.

- Incrementar valor para tareas de interés del cliente y la eliminación de residuos o trabajos mal ejecutados a lo largo del ciclo de vida del proyecto.
- Lograr la cadena de valor con nuestros proveedores y la eliminación de pérdidas a lo largo del ciclo de vida del proyecto.
- Crear un entorno de aprendizaje constante para compartir las mejores prácticas.

#### *2.2.1.7.1. Sectorización del Proyecto*

La herramienta toma en cuenta la sectorización de la obra. Para ejecutar la sectorización se debe tener concretado lo siguiente:

- Definir el método constructivo con el cual se ejecutara el proyecto
- Tener el metraje de las actividades generales (m3, m2, ml).
- Dividir los metrados totales entre la cantidad de sectores con los que se realizara la obra, tener en cuenta que los sectores tengan similar cantidad de elementos y metrados, con el propósito de que no se generen atrasos o adelantos por un desbalance entre las cuadrillas, siempre considerando los criterios constructivos y estructurales que puedan afectar la calidad de la obra.
- Definido los sectores y las actividades de la sectorización se tiene que dar a saber al personal implicado los trabajos de forma clara y precisa.

#### *2.2.1.7.2. Tren de Actividades*

El tren de actividades es un sistema de producción equilibrado, donde los trabajos tienen un desarrollo ordenado y constante, es empleado a proyectos para que la variación sea reducida y físicamente el trabajo sea realizado a partes iguales y/o similares. Ayuda a optimizar las actividades repetitivas y secuenciales en diferentes tipos de proyectos de construcción.

La aplicación de este sistema tiene la ventaja de dimensionar recursos, crear la especialización en la cual los trabajadores y la empresa se beneficiaran, la curva de aprendizaje, existe mayor habilidad de control y mejora de la productividad. El perjuicio primordial, es tener a todas las actividades como partidas críticas y por lo tanto el no cumplimiento de una genera improductividad de la siguiente actividad.

#### 2.2.1.7.3. *Sistema Last Planner (LPS)*

Es un método de control que mejora el desempeño de actividades y el correcto empleo de recursos de los proyectos de construcción. “método de control de producción diseñado para integrar “lo que debería hacerse” – “lo que se puede hacer” – “lo que se hará” – “lo que se hizo realmente” de la planificación y asignación de tareas de un proyecto. Su objetivo es entregar flujo de trabajo fiable y aprendizaje rápido.”(Pons Achell, 2014, pag.55)

La ejecución de Last Planner es muy práctica pero demanda de un estricto control y desempeño. Que inicia en crear un plan intermedio y semanal, esto considerado dentro de la programación inicial o plan maestro del proyecto, observando y considerando las restricciones que pueden impedir el normal progreso de las actividades programadas.

- **Programa Maestro**

Todos los proyectos de construcción, desarrollan una planificación general o también conocido como programa maestro, estos fueron desarrollados según los objetivos generales que se hayan planteado en el proyecto inicial. El programa o cronograma maestro le pone fechas a los objetivos planteados, es decir, establece las metas del proyecto. Es necesario recordar que las actividades de duración baja son consideradas como acontecimientos. Si un acontecimiento es esencialmente significativo se denominara hito. Entonces, el programa maestro nos sirve para reconocer los hitos de control de nuestro proyecto.

- **Planificación Intermedia (look ahead)**

La planificación intermedia ha sido desarrollada para focalizar la atención en las actividades que supuestamente ocurrirán en algún tiempo futuro. Podremos de esta forma tomar acciones en el presente que causen el futuro deseado. En otras palabras, la planificación intermedia es un intervalo de tiempo en el futuro que permite tener una primera idea de qué actividades serán programadas, para lo cual se debe coordinar todo lo necesario para que una actividad se pueda realizar, como lo son el diseño, los proveedores, la mano de obra, la información y los requisitos previos.

#### *2.2.1.7.4. Análisis de restricciones*

Con la programación macro, y el programa semanal elaborado iniciaremos nuestro control de las posibles restricciones que eviten el inicio de las actividades próximas a ejecutar, levantando restricciones de diseño, técnicas, logísticas y propias del trabajo, a fin de concretar al máximo el plan semanal y diario establecido para cada frente de trabajo. La programación comprenderá la provisión de insumos, la cantidad de personal involucrado, el equipo necesario para la tarea, tránsito de maquinaria, permisos y coordinaciones con representantes del Mall, aprobaciones de la ITO, etc., liberando el frente días antes de su ejecución.

#### *2.2.1.7.5. Nivel General de Actividades*

El nivel general de actividad mide el porcentaje de los tres tipos de trabajo en el total de la obra. Para realizar un nivel general de actividad se debe recorrer el total de la obra en forma aleatoria; Cada vez que se observe a un obrero, se deberá apuntar si está realizando un TP

(trabajos productivos), TC (trabajos contributorios) o TNC (trabajos NO contributorios) y apuntar que actividad específica es la que se encuentra realizando. La muestra se debe obtener de todas las actividades que se encuentran en marcha en la obra y de todos los obreros. Los resultados de las mediciones del nivel general de actividad muestran el nivel que se maneja en la obra y sirven para comparar con los estándares nacionales e internacionales. También sirve para detectar cuales son las principales perdidas, cuantificarlas y después eliminarlas.

Una buena medida del nivel de tiempo productivo de la cuadrilla encargada de un frente repetitivo de trabajo, es usando el Nivel General de Actividades, el cual nos otorga un panorama macro de los trabajos ejecutados y planificados durante el día, nos servirá para recalcular las cuadrillas, reasignar recursos, efectuar análisis de Carta Balance y mejorar nuestro avance.

En base a la programación semanal, se diferencian las actividades productivas (TP), contributorias (TC) y no contributorias (TNC), y con el listado de personal, se inicia la recolección de datos, clasificando a cada obrero dentro de cada grupo, en el momento que se aprecia su labor.

El promedio de TP es de 45% mientras que el TC debe fluctuar entre 25 a 35%, evitando que el tiempo perdido supere valores de 20%.

**Trabajos productivos.-** Son trabajos que aportan de forma directa a la producción, por ejemplo:

- Asentado de ladrillos.
- Vaciado de concreto
- Encofrado y desencofrado
- Colocado de acero, etc.





#### 2.2.1.7.6. *Cartas Balance*

La carta de balance es también llamada la carta de equilibrio de cuadrilla, es un gráfico que mide el tiempo en minutos (aproximadamente 30 minutos) en función a los recursos (mano de obra, equipos, etc.) que participan en la actividad estudiada. Los recursos son representados por barras las cuales se subdividen en el tiempo según la secuencia de actividades considerando también los tiempos improductivos. Estas mediciones nos ayudarán a tener clara la secuencia constructiva empleada para poder después poder optimizar el proceso que se está analizando.

#### 2.2.1.7.7. *Control de Rendimientos (Productividad)*

La productividad ha sido objeto de estudio por parte de todo tipo de industrias y empresas, especialmente en esta época donde la competencia obliga a los que los niveles de productividad sean cada vez más altos, sin embargo, en la industria de la construcción son pocos los estudios de productividad que se han realizado, por ese motivo se desconoce la utilidad que tiene estos estudios en la planeación y control de una obra, especialmente en lo referente de rendimiento y realizar mejor uso del recurso “tiempo”.

(Universidad de las Americas ) “La productividad se define como la relación entre producción final y factores de productivos utilizados en la producción de bienes y servicios de un modo general, la productividad se refiere a lo que genera el trabajo, la producción por cada trabajador, la producción por cada hora trabajada cualquier otro tipo de indicador de la producción en función del factor trabajo”. Pag.30.

El procedimiento del cálculo de producción es el siguiente:

- Iniciamos nuestro control de producción con una línea base promedio, marcada a partir de nuestras propias experiencias de obras similares.
- Al término de cada jornada, cada jefe de cuadrilla reporta el avance producido por día, en unidades del presupuesto, considerando la cantidad de obreros involucrados en la tarea, se obtienen consumos horarios por cada actividad, y así podemos analizar si es posible adelantar actividades, considerando incrementar la cuadrilla o reducir personal redundante.
- Al juntar medidas de cada partida de un frente de trabajo, podremos elaborar un control de producción por frente, estableciendo fechas reales de conclusión de obra, y corrigiendo las cuadrillas en medida que vayamos mejorando el proceso.
- Al término de cada jornada, cada jefe de cuadrilla reporta el avance producido por día, en unidades del presupuesto, considerando la cantidad de obreros involucrados en la tarea, se obtienen consumos horarios por cada actividad, y así podemos analizar si es posible adelantar actividades, considerando incrementar la cuadrilla o reducir personal redundante.

Figura 5. *Formula teórica de la Productividad*

$$\text{Productividad (hh/unidad)} = \frac{\text{Cuadrilla (cant. de hombres) x horas de jornada (hrs.)}}{\text{Rendimiento (unidad/hr)}}$$

Fuente: Elaboración Propia

Figura 6. *Formula teórica para el cálculo de horas hombre (H.H)*

$$\text{Cantidad de h.h} = \text{productividad} \times \text{metrado}$$

Fuente: Elaboración Propia

#### 2.2.1.7.8. *Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)*

Para terminar el ciclo de control, efectuamos la verificación de cumplimiento del plan, verificando cada tarea planificada por día, logrando identificar los motivos por los cuales no se pudo cumplir una determinada tarea y corrigiendo el programa diario siguiente

El porcentaje de plan cumplido nos ayudara a tener el control de avance de obra. Ya que realizada una comparación de lo que se hizo con lo que se debió realizar.

### 2.2.2. **Gestión De Obras**

#### 2.2.2.1 *Definición de Gestión de Obras*

La gestión de proyectos “Es la aplicación del conocimiento, habilidades, técnicas y herramientas a las actividades de un proyecto con el objetivo de cumplir con los requisitos del proyecto, balanceando: alcance, tiempo, coste, riesgo y calidad” (Ocaña, 2012 pág. 5)

Por lo expuesto, la gestión de proyectos es la manera de garantizar el éxito de un proyecto ya que los contenidos de un proyecto son siempre nuevos, al contrario de los procesos, que se aplican a la práctica desde hace tiempo y de forma regular. Incluso en el caso de que se establezcan varias líneas de actuación, el resultado de las mismas todavía no puede preverse al inicio del proyecto.

“La gestión de proyectos supone, por tanto, un conjunto de procedimientos explícitos cuya finalidad es mejorar la toma de decisiones en relación con la asignación de recursos para el logro de objetivos a través de la movilización de medios adecuados para su obtención.” (Otero, 2006, Pag.15).

La gestión de proyectos abarca la organización, la planificación, la gestión y la supervisión de todas las tareas y recursos necesarios para conseguir los objetivos del proyecto fijados. Por eso es importante poder contar con una planificación fiable del proyecto, con confirmaciones

concretas referentes a los recursos necesarios y sobre todo con unas reglas de juego claras relativas al desarrollo del proyecto.

### ***2.2.2.2. Etapas de la Gestión de Proyectos***

El gestionar proyectos cuenta con 5 fases bien definidas. Estas fases trabajan en conjunto para formar el ciclo de vida del proyecto y, en última instancia, para entregar un producto de calidad a tiempo y dentro del presupuesto.

#### ***2.2.2.2.1. Inicio del Proyecto***

Es la fase preliminar de un proyecto y se sabe que su objetivo está claro, se ha analizado su viabilidad, pues en ciertas ocasiones puede tener más problemas que beneficios a la hora de realizar un proyecto.

Aquí le damos a conocer las fases de este, antes de comenzar a edificar y hacer realidad el plan:

- **Idea del proyecto:** La primera fase del futuro proyecto es su concepción. Esta idea será confeccionada por los ingenieros civiles o arquitectos de una constructora, quienes determinarán el primer rumbo y tipo del proyecto (urbanización residencial, comercial, gubernamental, entre otros)
- **Estudios previos:** Luego de que la idea tiene luz verde, se deben llevar a cabo una serie de análisis y estudios para determinar la viabilidad que tiene la futura construcción. Estos incluyen el análisis del suelo en donde será ejecutado, el presupuesto y financiación, que sea técnicamente posible y los beneficios que le traiga a las personas y a la ciudad.

- **Luego de los estudios**, los diseñadores deben avanzar con un anteproyecto que comience a encaminar la construcción final, que analice de nuevo con más cuidado el estado del terreno, las posibles complicaciones de este, establecer un presupuesto definido con una estimación total del coste, crear un diseño de ingeniería que incluya plantas, dimensiones, distribución; y finalmente una propuesta administrativa y organizacional del personal.
- **El siguiente paso** es entregar a una constructora, que hará realidad la obra, llevándolo a un proceso de licitación.
- **Permisos y licencia de construcción:** Luego de que una empresa asuma la ejecución del proyecto, es necesaria también la licencia de construcción, que evaluará todos los documentos legales de este, y de acuerdo con el terreno y sector, otorgarán luz verde para el inicio de la obra.
- **Con este aprobado**, se iniciara la obra.
- **Finalmente**, se hará la construcción de la obra.

#### 2.2.2.2.2. *Planificación*

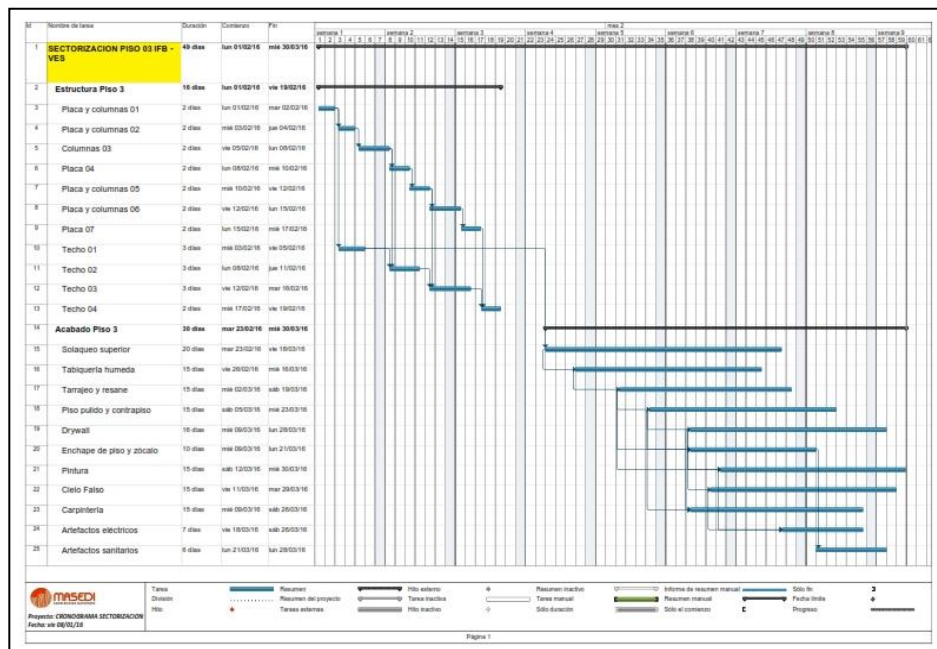
Mediante la planeación del proyecto se determina el curso de acción para que un proyecto cumpla sus etapas y satisfaga de manera acertada los objetivos de calidad, costos, tiempo y rendimiento técnico. Para el desarrollo de la planeación es de vital importancia tener en cuenta la necesidad del cliente además de la planeación por etapas de los procesos a realizar como: la realización del cronograma de actividades,

el plan de aseguramiento de calidad, gestión de compras y contratos, el plan de manejo ambiental y el plan de administración de riesgos.

**a. Cronograma De Obra Civil**

Un cronograma de obra civil es un gráfico en el cual se establecen actividades a realizar durante la ejecución de la obra estableciendo fechas de inicio y finalización además de las holguras de cada una de las mencionadas. El cronograma se realiza con el fin de lograr un debido proceso de la obra (evitar retrasos durante su ejecución) además de proporcionar el tiempo establecido para lo presupuestado. Los programas más utilizados para realizar los cronogramas de actividades para obras civiles son: Project, primavera y Excel.

Figura 7 Modelo De Cronograma De Obra



Fuente: Masedi Contrarias Generales S.A.C

**b. Ruta Crítica**

Es un mecanismo utilizado en la construcción para la planeación y ejecución del mismo con el propósito de cumplir con las actividades propuestas. Este se puede representar mediante un diagrama de barras o una red que bosqueja el proceso constructivo como también la relación de actividades que componen un proyecto.

**2.2.2.2.3. Ejecución Del Proyecto**

Consiste en la coordinación de personas y otros recursos para llevar a cabo el plan. Es el lugar donde se realiza el trabajo real. El 90% o más de los esfuerzos del proyecto se gastan durante esta fase, y se completa cuando se cumple la meta del proyecto.

- **Work Breakdown Structure –WBS (Estructura de descomposición del trabajo).**- Los trabajos serán agrupados por frente de trabajo afín, de manera que la cuadrilla designada para dicha tarea, en la repetición consiga la eficiencia, y optimice el tiempo empleado para la siguiente iteración del programa; en base a lo determinado en el planteamiento, se establece el diagrama de entregables según el WBS de trabajo:



Figura 8 Estructura de descomposición del trabajos



#### 2.2.2.2.4. Seguimiento Y Control

La fase de control se produce en conjunto con la fase de ejecución. Durante esta fase, se hace un seguimiento del trabajo. Esto garantiza que la calidad de la obra siga siendo elevada y mantiene el proyecto en marcha. Esta fase puede implicar la realización de pruebas y corregir los posibles defectos. Durante esta fase, es imperativo que el equipo se mantenga enfocado y comunique el estado del proyecto y los hitos futuros regularmente.

Masedi contratistas generales S.A.C actualmente cuenta con un plan de calidad con la finalidad de planificar, asegurar y controlar los procesos referentes a la ejecución del proyecto, habiendo sido elaborado atendiendo a las prescripciones de la normativa de aplicación vigente, a

las características del proyecto y a lo estipulado en las especificaciones técnicas del mismo.

El procedimiento para el control de calidad de las diferentes partidas es la siguiente:

**a. Pre-Ejecución De Partidas**

Comprende el desarrollo de procedimientos antes y durante la ejecución de las partidas.

- **Protocolos de calidad**

El protocolo es un documento que contiene puntos de inspección que se revisan para liberar alguna partida y permita su posterior ejecución.

La revisión anticipada de algún punto de inspección, que además, no cumpla con lo especificado en el respectivo protocolo generará una observación.

El procedimiento de ejecución de un protocolo consiste en la revisión y verificación de los puntos de inspección de una partida, previo a la tarea (Ejemplo: concreto en muros, impermeabilización, etc.). La constructora verificará previamente cada punto de inspección antes de comunicar al supervisor su revisión, para la liberación de dicha partida.

- **Proceso De Liberación de Actividades**

Figura 9 *proceso de liberación de actividades*



Fuente: Plan De Gestión De Calidad de la empresa Masedi contratistas generales S.A.C

**b. Post-Ejecución De Partidas**

Comprende a los procedimientos después de la ejecución de las partidas, es decir, a todo proceso luego de haber cerrado alguna partida con los protocolos.

- **Reporte**

Documento que detalla información del incumplimiento, desviación o ausencia de requisitos para la realización de actividades pasada la ejecución del proceso. La detección de alguna actividad que no cumpla con los requisitos de calidad correspondientes posterior a su ejecución generará un reporte de NCR.

- **Procedimiento**

- ✓ El coordinador realiza inspecciones diarias para identificar las No Conformidades que se puedan presentar en obra. Una vez detectadas, registra la evidencia y haciendo uso del formato correspondiente, envía el reporte al Ingeniero de Campo, quien responderá en un plazo máximo de 48 horas.
- ✓ Seguidamente se agregará la no conformidad en el Log de NCRs, dando detalles del reporte y añadiendo el status “pendiente”, hasta recibir respuesta por parte del Ingeniero de Campo.
- ✓ Una vez recibida la respuesta y aplicado el correctivo dentro de las 48 horas, el coordinador de calidad se encarga de identificar las lecciones aprendidas.
- ✓ Finalmente, bajo la autorización del Jefe de Calidad y con la firma del Ing. residente, del Ing. de campo y el coordinador de calidad, se da por cerrado el reporte y se completa el llenado del formato.

#### 2.2.2.2.5. *Cierre Del Proyecto*

Esta fase establece el cierre formal del proyecto, revisa los éxitos y los fracasos con miras a mejorar el próximo. La estrecha fase puede consistir en comunicar el archivo del proyecto, captura de lecciones aprendidas y evaluación de la ejecución contra el plan del proyecto.

Para que un proyecto pueda darse por concluido, deben cumplirse los siguientes pasos:

- ✓ Aceptación por parte de cliente
- ✓ Finalización del contrato
- ✓ Conclusión de los contratos con proveedores
- ✓ Eximición de las tareas de los integrantes del equipo de trabajo
- ✓ Cierre económico y financiero del proyecto
- ✓ Cierre de carácter administrativo
- ✓ Control de gestión del proyecto realizado

### 2.3. Definición de términos

- **Gestión.-** En la construcción el término hace referencia a la coordinación, planificación, organización y control con el propósito de solucionar una realidad o realizar un proyecto.
- **Proyectos.-** Un proyecto es una programación que radica en un conjunto de acciones que se encuentran interconectadas y sistematizadas. Los proyectos tienen las siguientes fases: Iniciación, Planificación, Ejecución, Monitorización y Finalización.
- **Construcción.-** En la ingeniería, la construcción es la industria o técnica de ejecutar edificaciones e infraestructuras. En un sentido más extenso, se designa construcción a todo aquello que exige, antes de ejecutar, disponer de un proyecto y una programación o planificación predeterminada.

También se nombra construcción a una obra ya ejecutada o construida, además a la construcción o infraestructura en proceso de ejecución, e inclusive a toda la zona contigua empleada en la construcción de la misma.

- **Metodología.-** se define como el conjunto de elementos o procedimientos razonados y usados para el logro de un objetivo, o serie de objetivos que dirige una investigación científica. La metodología se encuentra relacionado directamente con la ciencia, sin embargo, la metodología puede mostrarse en distintas áreas.
- **Lean.-** Es un modelo de gestión centrado en el cliente que se concentra en proporcionar valor eliminando el desperdicio y aumentando la calidad.
- **Obra.-** Es la construcción, remodelación, demolición, renovación, etc de bienes o inmuebles.
- **Pérdida.-** Actividades que usan recursos, pero no añaden valor al cliente o usuario final, quienes no están dispuestos a pagar por estas ineficiencias.
- **Desperdicios.-** Se denomina desperdicio a todo empleo ineficiente de equipos, materiales, trabajo, o capital en una construcción. Se Incluye materiales perdidos y ejecución de trabajo innecesario, causando costos adicionales que no agregan valor al producto.
- **Protocolo.-** en obra se denomina a una serie de documentos de control que permiten la revisión y el registro en el cual se establecen ítems que se rigen a un procedimiento de una correcta ejecución de obras el cual muestra la conformidad de los trabajos.
- **Edificación.-** Son obras que diseña, planifica y se ejecuta en diferentes espacios, tamaños y formas, en la mayoría de casos para habitarlas o usarlas como espacios.

- **Productividad.-** La productividad es la cantidad de trabajo útil que un individuo puede sacar adelante en una unidad de tiempo.
- **Rendimiento.-** Es cantidad de recurso humano en horas-Hombre, que se emplea por una cuadrilla compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad, para ejecutar completamente la cantidad unitaria de alguna actividad.

## 2.4. Hipótesis

### 2.4.2. Hipótesis General

El empleo del “Lean Construction” mejorará la Gestión en obras de la especialidad de estructuras en la construcción de edificaciones de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C.

### 2.4.3. Hipótesis Específicas

- a) Reducir pérdidas o desperdicios influirá en los costos que generara la especialidad de estructuras en la construcción de edificaciones de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C.
- b) Mejorar los procesos tiene efectos en el tiempo de programación que tendrá la especialidad de estructuras para la construcción de edificaciones de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C.
- c) El uso de las herramientas del “Lean Construcción” contribuye en la gestión de calidad que tendrá la especialidad de estructuras en la construcción de edificaciones de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C.

## 2.5. Variables

### 2.5.2. Definición conceptual de variables

**Variable Independiente:** EMPLEO DEL “LEAN CONSTRUCTION”

Según el Lean Construction Institute (ILC), es una filosofía que se orienta hacia la administración de la producción en construcción y su objetivo principal es reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al proyecto y optimizar las actividades que si lo hacen.

**Variable Dependiente:** MEJORA DE LA GESTION EN OBRA

Según el Instituto de Gestión de Proyectos (Project Management Institute, PMI), La gestión de proyectos es un enfoque metódico para planificar y orientar los procesos del proyecto de principio a fin. Los procesos se guían por cinco etapas: iniciación, planificación, ejecución, control y cierre.

### 2.5.3. Definición operacional de la variable

**Variable Independiente:** EMPLEO DEL “LEAN CONSTRUCTION”

Según el Lean Construction Institute (ILC), Se enfoca principalmente en crear herramientas específicas aplicadas al proceso de ejecución del proyecto y un buen sistema de producción que minimice los residuos (desperdicios).

**Variable Dependiente:** MEJORA DE LA GESTION EN OBRA

Según Lewis (2004), la gestión de proyectos consiste en facilitar la planificación, el calendario y el control de todas las actividades que tienen que realizarse para conseguir los objetivos del proyecto.



### 2.5.4. Operacionalización de la variable

Tabla 2. *Tabla de Operacionalización de Variables*

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE APLICACIÓN DEL “LEAN CONSTRUCCION”</b>	Según el Lean Construction Institute (ILC), es una filosofía que se orienta hacia la administración de la producción en construcción y su objetivo principal es reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al proyecto y optimizar las actividades que si lo hacen.	Según el Lean Construction Institute (ILC), Se enfoca principalmente en crear herramientas específicas aplicadas al proceso de ejecución del proyecto y un buen sistema de producción que minimice los residuos (desperdicios).	Sectorización , Tren de Actividades, Last Planner System	Programación diaria, semanal, mensual (Días calendario)
			Nivel general de actividades, Carta Balance, Control de productividad	Porcentaje(%) (TP,TC,TNC) Producción (hh/m2, hh/m3, hh/kg)
			Análisis de Restricciones.	Cantidades (und)
			Porcentaje de Plan Cumplido	PPC %(porcentaje de plan cumplido)
<b>VARIABLE DEPENDIENTE MEJORA DE LA GESTION EN OBRA</b>	Según el Instituto de Gestión de Proyectos (Project Management Institute, PMI), La gestión de proyectos es un enfoque metódico para planificar y orientar los procesos del proyecto de principio a fin. Los procesos se guían por cinco etapas: iniciación, planificación, ejecución, control y cierre.	Según Lewis (2004), la gestión de proyectos consiste en facilitar la planificación, el calendario y el control de todas las actividades que tienen que realizarse para conseguir los objetivos del proyecto	planificación	Programación diaria, semanal, mensual (Días calendario)
			ejecución	Porcentaje(%) (TP,TC,TNC) Producción (hh/m2, hh/m3, hh/kg)
			Seguimiento y control	Cantidades (und)  PPC %(porcentaje de plan cumplido)

Fuente: *Elaboración Propia*

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1. Método de Investigación**

La presente investigación fue desarrollada por el método CIENTÍFICO , debido a que se rige a las siguientes etapas: consisten en plantear una interrogación, producto de la observación del problema, el cual se encuentra definido y delimitado en las edificaciones de la empresa constructora Masedi Contratistas Generales S.A.C entre el año 2017-2018 en donde se plantea una posible hipótesis las cuales serán sometidas a un experimento. Los resultados que se obtengan serán sometidos a un proceso de análisis e interpretación y de ser aceptables la hipótesis, serán explicaciones, existiendo la posibilidad de ser aplicados y generalizados a hechos y fenómenos similares.

### **3.2. Tipo de Investigación**

El tipo de investigación es APLICADA, por lo que se basa en la aplicación de conocimientos teóricos a determinadas situaciones concretas y las consecuencias prácticas que de ella se deriven. En la presente investigación se pretende aplicar conceptos de la metodología “Lean Construction”, para mejorar trabajos previos (gestión de obra), desarrollados en la construcción.

### **3.3. Nivel de Investigación**

La presente investigación tiene un nivel EXPLICATIVO ya que se basara principalmente en establecer el por qué y el para qué de la metodología del Lean Construction en la mejora de la gestión de obras en la especialidad de estructuras, con la finalidad de ampliar el ¿Qué? de la Investigación Descriptiva y el ¿Cómo? De la Investigación Exploratoria. De esta manera, lejos de definir o solamente describir, la Investigación Explicativa expone el porqué de un fenómeno o hecho determinado.

### **3.4. Diseño de la Investigación**

El presente proyecto de investigación fue un diseño PRE-EXPERIMENTAL dado que se afectará o modificara la variable independiente dependiendo de distintas proporciones de la variable dependiente con la finalidad de conseguir los resultados esperados. El lugar del experimento será en una de las obras que tiene al mando la empresa constructora Masedi Contratistas Generales. S.A.C.

### 3.5. Población y Muestra

- **Población**

La población de la investigación está compuesta por 4 edificaciones en proceso constructivo de la empresa constructora Masedi Contratistas Generales S.A.C. del año 2017-2018 en la provincia de Lima.

- **Muestra**

La muestra es no probabilística de tipo intencional y fue el edificio “CERTUS”-Villa el Salvador-Lima. Fue elegida por su grado de importancia, esto debido a que cuenta con un retraso en tiempo de programación a comparación del resto de edificios, también cuenta con información real, ya que el proyecto se encuentra ejecutando las partidas de estructuras que serán analizadas.

### 3.6. Técnicas e Instrumentos de la Recolección de Datos

- Documentación técnica: La recolección de información comenzó con la documentación referente al proyecto “Certus”, es decir: planos, memoria descriptiva, etc.
- Además se obtuvo datos de las fichas de registro de tipos de trabajos en obra.(trabajos productivos, trabajos contributivos y trabajos NO contributivos)
- Otra de las técnicas de recolección de datos fue la observación, en donde quedara un registro visual de lo que ocurre en campo y con ayuda de cámaras fotográficas quedaran evidencias
- Para realizar la medición de los tiempos de rendimientos y/o producción el instrumento que se utilizó fue el reloj y/o cronometro.
- Se consultaron sitios web relacionados al tema de investigación.

### **3.7. Procesamiento de la Información**

Los datos obtenidos se procesaron en campo, Se emplearon formatos en Excel como parte del uso de la metodología los cuales nos mostraran diferentes estados de las obras. Debido a que se trató de una investigación pre experimental el análisis de datos se realizó comparando progresivamente los resultados obtenidos de la edificación, ya que es un estudio pre experimental se tomara un pre control antes de la aplicación de la metodología Lean Construction, también se registraron datos de una toma post control después de la aplicación de la metodología Lean Construcción. El procesamiento de la información es no estadístico, ya que es una investigación pre experimental en donde el objeto de estudio es la construcción de edificaciones. Ya que este no es un programa Software sino más bien es una metodología con principios enfocados en la mejora de procesos.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1. Generalidades del Proyecto**

**Nombre de la construcción:** Construcción Del Edificio CERTUS-Villa El Salvador.

**Área:** 1434m<sup>2</sup>

**Contratista:** Masedi Contratistas Generales S.A.C

**Cliente:** Inversiones Educa S.A.

#### **4.2. Ubicación del Proyecto**

El proyecto se encuentra ubicado en la cuadra 40 de la Av. Pachacutec del distrito Villa el Salvador, Provincia de Lima, departamento de Lima.

#### **4.3. Empresa Contratista**

MASEDI Contratistas Generales S.A.C. es una sociedad cuyas expectativa es de mejorar los servicios, ofrecidos en el ramo del diseño arquitectónico, construcción, mantenimiento y todo aquello concerniente a éstas actividades, para lo cual empleamos efectivamente nuestra experiencia, creatividad y empeño en cada una de nuestras obras, desarrolladas por grupos de

trabajo de alto desempeño integrados por ingenieros de la más alta calidad en el medio, los cuales están dispuestos a resolver las necesidades de nuestros clientes con entrega, profesionalismo y contenido ético.

#### **4.4. Cliente**

Inversiones Educa S.A., anteriormente Enfoca Educa S.A.C., (en adelante la Compañía) es una Compañía holding de servicios de educación. El domicilio legal de la Compañía es Av. Santiago de Surco No.4717, distrito de Santiago de Surco, Lima, Perú.

#### **4.5. Descripción del Proyecto**

El proyecto consta de un sótano destinado a estacionamientos, cuarto de bombas y cisternas además de 7 pisos destinados a aulas, laboratorios, sum, cafeterías, bibliotecas, etc.

La especialidad de estructuras está compuesta de obras de concreto simple como: solados, cimientos corridos, falso cimientos, pavimentos y obras de concreto armado como: zapatas, platea de cimentación, columnas, placas, losas macizas, vigas, escaleras y muros de contención.

El contrato del proyecto corresponde a un contrato de suma alzada, El costo directo, asciende a S/. 14'603,043.32 (catorce millones seiscientos tres mil cuarenta y tres con 32/100 soles). El plazo de ejecución de este contrato a suma alzada es de 259 días calendarios, siendo el inicio previsto el día 06.12.2017 y el final previsto el día 15.10.2018.

Considerando el tiempo de la investigación se tomó como muestra la ejecución del área de Sótano y el 1er Piso del proyecto, teniendo como plazo de ejecución 90 días calendario. (06.12.2016 al 08.03.2018). Con un presupuesto en las partidas de estructuras de S/. 2'881,024.74. (Dos millones ochocientos ochenta y un mil veinticuatro con 74/100 soles)

## 4.6. Documentos de Obra

### 4.6.1. Planos

El proyecto en conjunto cuenta con planos en las distintas especialidades como arquitectura, estructuras, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, instalaciones mecánicas y seguridad. Para el presente estudio se utilizó los planos de la especialidad de arquitectura y estructuras, el cual se encuentra compuesto por 33 planos en formato DWG.

Los planos de estructuras con los que cuenta el proyecto CERTUS son:

Tabla 3 *Planos de Estructuras*

<b>CODIGO</b>	<b>NOMBRE DE PLANO</b>	<b>CODIGO</b>	<b>NOMBRE DE PLANO</b>
E-01	ESPECIFICACIONES GENERALES	E-18	VIGAS I
E-02	PLANTA DE CIMENTACION	E-19	VIGAS II
E-03	CORTES DE CIMENTACION I	E-20	VIGAS III
E-04	CORTES DE CIMENTACION II	E-21	VIGAS IV
E-05	CORTES DE CIMENTACION III	E-22	VIGAS V
E-06	PLACAS I	E-23	VIGAS VI
E-07	PLACAS II	E-24	VIGAS VII
E-08	PLACAS III	E-25	VIGAS VIII
E-09	PLACAS IV	E-26	VIGAS IX
E-10	PLACAS V	E-27	VIGAS X
E-11	CUADRO DE COLUMNAS I	E-28	VIGAS XI
E-12	CUADRO DE COLUMNAS II	E-29	VIGAS XII
E-13	ENCOFRADO DE TECHO PARA SOTANO	E-30	DESARROLLO DE ESCALERAS
E-14	ENCOFRADO DE TECHO PARA 1ER PISO	E-31	ESCALERA METALICA
E-15	ENCOFRADO DE TECHO PARA 2DO PISO	E-32	DETALLES TIPICOS
E-16	ENCOFRADO DE TECHO PARA 3ER-6TO PISO	E-33	DETALLE DE PAVIMENTO
E-17	ENCOFRADO DE TECHO PARA 7MO PISO		

*Fuente: Elaboración Propia*



#### 4.6.2. Presupuesto de la especialidad de estructuras (Sotano-1er piso)

Tabla 4 Resumen General Del Presupuesto (especialidad de estructuras) Proyecto

CERTUS (Sotano-1er piso- PARTE I)

ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO	P.U. (\$/.)	PRECIO PARCIAL	PRECIO TOTAL
<b>2</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>					
<b>2.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					<b>S/. 277,146.10</b>
02.01.01	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO	m2	1,276.00	3.81	4,861.56	
02.01.02	EXCAVACION MASIVA CON EQUIPO PESADO INCLUYE ELIMINACION (SOTANO)	m3	9,238.45	13.77	127,213.46	
02.01.03	EXCAVACION MASIVA PARA CISTERNA	m3	100.00	5.34	534.00	
02.01.04	EXCAVACION MANUAL PARA ZAPATAS Y FALSAS ZAPATAS	m3	127.14	45.17	5,742.91	
02.01.05	EXCAVACION MASIVA PARA CIMENTACION DE MUROS Y PLACAS	m3	80.00	7.12	569.60	
02.01.07	RELLENO COMPACTADO MECANIZADO CON MATERIAL PROPIO	m3	660.14	44.95	29,673.29	
02.01.09	RELLENO COMPACTADO MECANIZADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	813.38	81.52	66,306.74	
02.01.10	NIVELACION Y COMPACTACION DE SUB RASANTE	m2	1,896.28	2.60	4,930.33	
02.01.11	BASE DE AFIRMADO E=20cm	m2	1,896.28	16.91	32,066.09	
02.01.12	ACARREO Y ELIMINACION MASIVA MATERIAL DE CORTE PROVENIENTE DE LA EXCAVACION	m3	660.14	7.95	5,248.11	
<b>2.02</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>					<b>S/. 178,952.76</b>
<b>02.02.01</b>	<b>SOLIDOS</b>					
02.02.01.01	CONCRETO SOLADO e=0.05 m, fc=80 kg/cm2 VACIADO MANUALMENTE	m2	1396.17	9.96	13,905.85	
<b>02.02.02</b>	<b>CIMENTOS CORRIDOS</b>					
02.02.02.01	CONCRETO CIMENTO CORRIDOS fc=100 kg/cm2 + 30% PG	m3	60.94	161.87	9,864.36	
02.02.02.02	ENCOFRADO CIMENTOS CORRIDOS	m2	101.57	33.21	3,373.14	
<b>02.02.03</b>	<b>FALSO CIMIENTO</b>					
02.02.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO FALSO CIMIENTO fc=100 kg/cm2 + 30% PG	m3	130.96	258.66	33,874.11	
02.02.03.02	ENCOFRADO DE FALSO CIMIENTO	m2	140.21	41.73	5,850.96	
<b>02.02.04</b>	<b>PAVIMENTOS</b>					
02.02.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO LOSA DE PISO fc=210 kg/cm2 - TIPO V	m3	193.74	301.01	58,317.68	
02.02.04.02	ENCOFRADO DE BORDE EN LOSA DE PISO	m2	25.23	48.45	1,222.39	
02.02.04.03	ACABADO ALISADO DE LOSA DE PISO	m2	1291.63	7.27	9,390.15	
02.02.04.04	CURADO CON AGUA	m2	1291.63	1.48	1,911.61	
02.02.04.05	RAMPA VEHICULAS CON BRUÑAS @0.10 M (e=0.20)	m2	36.59	72.42	2,649.85	
02.02.04.06	RAMPA DE NGRESO PEATONAL (e=0.20) /PISO ACABADO CEMENTO SEMI PULIDO	m2	119.31	66.77	7,966.33	
02.02.04.07	RAMPA DE NGRESO VEHICULAR (e=0.20) /PISO ACABADO CEMENTO BARRIDO	m2	238.90	66.77	15,951.35	
02.02.04.08	VEREDAS DE CONCRETO ACABADO PULIDO BRUÑADO @1.00 M (e=0.15)	m2	74.63	58.31	4,351.68	
02.02.04.09	Corte de Losa Superficial para Junta Contraccion y Construccion	m	257.82	3.37	868.85	
02.02.04.10	Junta Dilatacion e=1/2" con Poliestireno Expandido y Sello Elastomerico	m	350.00	10.89	3,811.50	
02.02.04.11	Junta Perimetral e=1/2" con Poliestireno Expandido y Sello Elastomerico	m	174.93	10.89	1,904.99	
02.02.04.12	Junta Construccion e=3mm con Sello Rigido	m	252.32	4.42	1,115.25	
02.02.04.13	Junta Contraccion e=3mm con Sello Rigido	m	593.37	4.42	2,622.70	
<b>2.03</b>	<b>CONCRETO ARMADO</b>					<b>S/. 2,424,925.88</b>
<b>02.03.01</b>	<b>ZAPATAS</b>					
02.03.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS fc=280 kg/cm2 (TIPO V)	m3	2044.98	309.84	633,616.60	
02.03.01.02	ENCOFRADO DE ZAPATAS	m2	298.78	33.78	10,092.79	
02.03.01.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	83294.37	2.85	237,388.95	
02.03.01.04	CURADO CON AGUA	m2	298.78	1.48	442.19	
<b>02.03.03</b>	<b>COLUMNAS</b>					
02.03.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO COLUMNAS fc=280 kg/cm2 - TIPO I	m3	130.00	314.99	40,948.70	
02.03.03.02	CONCRETO PREMEZCLADO COLUMNAS fc=280 kg/cm2 - TIPO V	m3	1.42	328.99	467.17	
02.03.03.03	ENCOFRADO METALICO EN COLUMNAS 0.60x0.60x3.00 m.	m2	386.42	46.87	18,111.51	
02.03.03.04	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	68981.34	3.02	208,323.65	
02.03.03.05	CURADO CON AGUA	m2	386.42	1.48	571.90	
<b>02.03.04</b>	<b>PLACAS</b>					
02.03.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO PLACAS fc=350 kg/cm2	m3	127.02	358.44	45,529.05	
02.03.04.02	CONCRETO PREMEZCLADO PLACAS fc=280 kg/cm2 - TIPO V	m3	7.55	327.65	2,473.76	
02.03.04.03	CONCRETO PREMEZCLADO PLACAS fc=280 kg/cm2	m3	747.32	318.38	237,931.74	
02.03.04.04	ENCOFRADO METALICO PLACAS	m2	1300.00	46.30	60,190.00	
02.03.04.05	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	26311.63	3.02	76,441.12	
02.03.04.06	CURADO CON AGUA	m2	1300.00	1.48	1,924.00	

Fuente: Expediente Técnico Del Proyecto CERTUS- Masedi Contratistas Generales S.A.C

Tabla 5 Resumen General Del Presupuesto (especialidad de estructuras) Proyecto

## CERTUS (Sotano-1er piso- PARTE II)

<b>02.03.06</b>	<b>LOSAS MACIZAS (H=20 CM)</b>					-
02.03.06.01	CONCRETO PREMEZCLADO LOSA ALIGERADA O MACIZA $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> - TIPO I	m <sup>3</sup>	491.40	288.63		141,832.78
02.03.06.02	ENCOFRADO LOSAS MACIZAS	m <sup>2</sup>	1935.34	47.68		92,277.01
02.03.06.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	26505.16	3.02		77,025.58
02.03.06.04	CURADO CON AGUA	m <sup>2</sup>	1935.66	1.48		2,864.78
<b>02.03.07</b>	<b>VIGAS</b>					
02.03.07.01	CONCRETO PREMEZCLADO VIGAS $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> - TIPO I	m <sup>3</sup>	178.00	280.71		49,966.38
02.03.07.02	ENCOFRADO VIGAS	m <sup>2</sup>	974.14	46.58		45,375.44
02.03.07.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	23408.93	3.02		70,694.97
02.03.07.04	CURADO CON AGUA	m <sup>2</sup>	974.14	1.48		1,441.73
<b>02.03.08</b>	<b>ESCALERAS</b>					
02.03.08.01	CONCRETO PREMEZCLADO ESCALERA $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> - TIPO I	m <sup>3</sup>	16.00	287.79		4,604.64
02.03.08.02	ENCOFRADO NORMAL EN ESCALERA	m <sup>2</sup>	80.00	55.89		4,471.20
02.03.08.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	1700.00	3.02		5,134.00
02.03.08.04	CURADO CON AGUA	m <sup>2</sup>	80.00	1.48		118.40
<b>02.03.09</b>	<b>CISTERNA Y CUARTO DE BOMBAS</b>					
<b>02.03.09.01</b>	<b>LOSA DE FONDO CISTERNA</b>					
02.03.09.01.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	1123.30	3.02		3,392.37
02.03.09.01.04	CURADO CON AGUA	m <sup>2</sup>	87.23	1.48		129.10
<b>02.03.09.02</b>	<b>MURO DE CISTERNA</b>					
02.03.09.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN MUROS DE CISTERNA $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	51.55	326.05		16,807.88
02.03.09.02.02	ENCOFRADO MURO DE CONTENCIÓN 1 CARA h=3.10 m	m <sup>2</sup>	0.00	48.87		-
02.03.09.02.03	ENCOFRADO MURO DOS CARAS h=1.80 m	m <sup>2</sup>	326.25	48.87		15,943.84
02.03.09.02.04	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	3322.12	3.02		10,032.80
02.03.09.02.05	CURADO CON AGUA	m <sup>2</sup>	326.25	1.48		482.85
<b>02.03.09.03</b>	<b>LOSA DE TECHO DE CISTERNA</b>					
02.03.09.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO LOSA ALIGERADA O MACIZA $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	17.43	320.56		5,587.36
02.03.09.03.02	ENCOFRADO LOSA MACIZA CON PANELES DE MADERA	m <sup>2</sup>	87.15	46.53		4,055.09
02.03.09.03.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	895.78	3.18		2,848.58
02.03.09.03.04	CURADO CON AGUA	m <sup>2</sup>	87.15	1.48		128.98
<b>02.03.10</b>	<b>MUROS DE CONTENCIÓN</b>					
<b>02.03.10.01</b>	<b>CIMENTACION</b>					
02.03.10.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO CIMENTACIÓN MURO DE CONTENCIÓN $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup> (TIPO V)	m <sup>3</sup>	106.82	325.93		34,815.84
02.03.10.01.02	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	5351.63	3.02		16,161.92
<b>02.03.10.02</b>	<b>MUROS</b>					
02.03.10.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO MURO DE CONTENCIÓN $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup> (TIPO V)	m <sup>3</sup>	229.80	328.95		75,592.71
02.03.10.02.02	ENCOFRADO MURO DE CONTENCIÓN 1 CARA h=3.10 m	m <sup>2</sup>	1551.40	55.38		85,916.67
02.03.10.02.04	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	10969.87	3.02		33,129.01
<b>02.03.12</b>	<b>COLUMNETAS</b>					
02.03.12.01	CONCRETO PARA COLUMNETAS $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	19.80	297.34		5,887.33
02.03.12.02	ENCOFRADO PARA COLUMNETAS	m <sup>2</sup>	244.85	50.20		12,291.47
02.03.12.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	5670.76	3.18		18,033.02
02.03.12.04	CURADO	m <sup>2</sup>	244.85	1.82		445.63
<b>02.03.13</b>	<b>VIGUETAS</b>					
02.03.13.01	CONCRETO PARA VIGUETAS $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	12.50	297.34		3,716.75
02.03.13.02	ENCOFRADO PARA VIGUETAS	m <sup>2</sup>	140.50	42.70		5,999.35
02.03.13.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	947.04	3.18		3,011.59
02.03.13.04	CURADO	m <sup>2</sup>	140.50	1.82		255.71
<b>2.04</b>	<b>PARTIDAS COMPLEMENTARIAS</b>					S/. -
<b>COSTO DIRECTO</b>						S/. 2,881,024.74

Fuente: Expediente Técnico Del Proyecto CERTUS- Masedi Contratistas Generales S.A.C

### 4.6.3. Cronograma de Obra

Todo el proyecto depende de una excavación masiva sobre el terreno actual, hasta llegar al nivel necesario de la fundación, lo cual nos permite tener menor tiempo respecto del proyecto inicial, sin embargo, las condiciones actuales de explanación de terreno colindante, demandarán algún plazo de trabajo, estimamos conveniente el tomar como diez (10) meses calendario como un plazo prudente y necesario para concluir el trabajo.

Iniciaremos el primer mes con todas las excavaciones y vaciados de concreto simple, conformaciones de sótano, preparando los trabajos para la gran platea de fundación, la cual debe concluir en el segundo mes de trabajo, el techo de sótano y piso 1 deben concluir en el tercer mes.

### 4.6.4. Plan de Calidad

En el lugar de investigación se encontró documentos de NO CONFORMIDAD emitidas por la supervisión. Estos documentos indican trabajos con observaciones en los procesos de post prueba de los controles de calidad (protocolos).

A continuación se mostraran no conformidades de calidad generadas en obra, copias del físico de las mismas se encontrara en los Anexos N°05:

**NC-03:** Trabajos incorrectos, Controles de protocolo de prueba, Calidad e Incumplimiento. (Incumplimiento en trabajos de excavación y relleno compactado –diferente a plano de estructuras y a estudio de suelos. )

**NC-04:** Controles de protocolo de prueba, Calidad e Incumplimiento (No se está realizando control de calidad en la Elaboración de escantillones de concreto en muros de cisterna. )

**NC-05:** Controles de protocolo de prueba, Calidad (Material Suelto, Segregado Y Cangrejas En Placa De Cimentación, Placas Y Columnas).

**NC-07:** Trabajos incorrectos, Controles de protocolo de prueba, Calidad e Incumplimiento (Acero expuesto sin recubrimiento.)

**NC-08:** Trabajos incorrectos, Controles de protocolo de prueba, Calidad e Incumplimiento (Incumplimiento en reparación de cangrejas, fisuras y material segregado según se indicó en la NC 05)

**NC-09:** Trabajo incorrecto, controles de protocolos de prueba, calidad e incumplimiento (Incumplimiento en colocación de acero de placas, No se han dejado mechas entre muros transversales)

#### **4.6.5. Rendimientos de Obra según los APU del Presupuesto**

Los rendimientos de obra se obtuvieron de los análisis de precios unitarios del presupuesto contractual, a base de ejemplo se mostrara a continuación de donde se calcularon los rendimientos metas del proyecto:

- Considerando la fórmula de la productividad

$$\begin{aligned} \text{Cantidad} &= (3.000 \text{ hh} \times 8 \text{ hrs}) / (250 \text{ m}^3/\text{día}) \\ &= 0.096 \text{ hh/m}^3 \end{aligned}$$

Dónde:

3.00 hh = cuadrilla empleada.

8 hrs= horas de jornada

250 m<sup>3</sup>/día = rendimiento según S10.

Tabla 6 Análisis De Costos Unitarios De Concreto Premezclado En Zapatas

02.03.01.01 CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS f'c=280 kg/cm2 (TIPO V)		m3	2,044.98	309.84	633,616.60	309.84	
Rendimiento		MO:	250.000	EQ:	250.000		
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	Total S/.
<b>Mano de Obra</b>					-		<b>15.507</b>
	CAPATAZ	hh	3.000	0.096	21.153	2.031	
	OPERARIO	hh	6.000	0.192	19.230	3.692	
	OFICIAL	hh	3.000	0.096	15.940	1.530	
	PEON	hh	18.000	0.576	14.330	8.254	
				<b>0.960</b>	-		
<b>Materiales</b>					-		<b>262.830</b>
	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=280 kg/cm2 TIPO V	m3		1.030	255.000	262.650	
	AGUA	m3		0.030	6.000	0.180	
					-		
<b>Equipos</b>					-		<b>31.493</b>
	BOMBA DE CONCRETO	m3		1.030	30.000	30.900	
	VIBRADOR DE CONCRETO	HM	1.000	0.032	4.000	0.128	
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.030	15.507	0.465	

Fuente: Análisis De Costos Unitarios del proyecto CERTUS de Masedi Contratistas Generales SAC

- Realizamos la suma de todas las cantidades de cada partida. Se obtendrá la productividad total de dicha partida, esto en (hh/m<sup>3</sup>). Esto para fines de tener la productividad meta con la cual se basa el proyecto.

$$\text{Productividad} = 0.096 + 0.192 + 0.096 + 0.576 = 0.960 \text{ hh/m}^3$$

- Sabiendo cómo se calcula la productividad, realizamos lo mismo para todas las partidas.
- La cantidad de H.H (horas hombre) según la fórmula.... para la partida de ejemplo es la siguiente :

$$\text{H.H} = 2044.98 \times 0.96 = 1963.18 \text{ hh.}$$

- Realizamos lo mismo cálculo de HH para todas las partidas.

Tabla 7 Cálculo De Productividad Meta y Horas Hombre de las todas las Partidas de Estructuras (Parte I)

ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO	PRODUCTIVIDAD META (HH/M3)	HORAS HOMBRE (HH)
<b>2</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>				
<b>2.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
02.01.01	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO	m2	1,276.00	0.08	102.08
02.01.02	EXCAVACION MASIVA CON EQUIPO PESADO INCLUYE ELIMINACION (SOTANO)	m3	9,238.45	0.11	1016.23
02.01.03	EXCAVACION MASIVA PARA CISTERNA	m3	100.00	0.12	12.00
02.01.04	EXCAVACION MANUAL PARA ZAPATAS Y FALSAS ZAPATAS	m3	127.14	2.93	372.52
02.01.05	EXCAVACION MASIVA PARA CIMENTACIÓN DE MUROS Y PLACAS	m3	80.00	0.17	13.60
02.01.07	RELLENO COMPACTADO MECANIZADO CON MATERIAL PROPIO	m3	660.14	2.73	1802.18
02.01.09	RELLENO COMPACTADO MECANIZADO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO	m3	813.38	2.73	2220.53
02.01.10	NIVELACION Y COMPACTACION DE SUB RASANTE	m2	1,896.28	0.08	151.70
02.01.11	BASE DE AFIRMADO E=20cm	m2	1,896.28	0.55	1042.95
02.01.12	ACARREO Y ELIMINACION MASIVA MATERIAL DE CORTE PROVENIENTE DE LA EXCAVACIÓN	m3	660.14	0.08	52.81
<b>2.02</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>				
<b>02.02.01</b>	<b>SOLADOS</b>				
02.02.01.01	CONCRETO SOLADO e=0.05 m, fc=80 kg/cm2 VACIADO MANUALMENTE	m2	1396.17	0.36	502.62
<b>02.02.02</b>	<b>CIMIENTOS CORRIDOS</b>				
02.02.02.01	CONCRETO CIMENTO CORRIDOS fc=100 kg/cm2 + 30% PG	m3	60.94	3.24	197.45
02.02.02.02	ENCOFRADO CIMIENTOS CORRIDOS	m2	101.57	1.20	121.88
<b>02.02.03</b>	<b>FALSO CIMIENTO</b>				
	CONCRETO PREMEZCLADO FALSO CIMIENTO fc=100 kg/cm2 + 30% PG	m3	130.96	1.26	165.01
02.02.03.02	ENCOFRADO DE FALSO CIMIENTO	m2	140.21	1.17	164.05
<b>02.02.04</b>	<b>PAVIMENTOS</b>				
02.02.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO LOSA DE PISO fc=210 kg/cm2 - TIPO V	m3	193.74	2.50	484.35
02.02.04.02	ENCOFRADO DE BORDE EN LOSA DE PISO	m2	25.23	2.10	52.98
02.02.04.03	ACABADO ALISADO DE LOSA DE PISO	m2	1291.63	0.14	180.83
02.02.04.04	CURADO CON AGUA	m2	1291.63	0.09	116.25
02.02.04.05	RAMPA VEHICULAS CON BRUÑAS @0.10 M (e=0.20)	m2	36.59	1.27	46.47
02.02.04.06	RAMPA DE NGRESO PEATONAL (e=0.20) /PISO ACABADO CEMENTO SEMI PULIDO	m2	119.31	0.95	113.34
02.02.04.07	RAMPA DE NGRESO VEHICULAR (e=0.20) /PISO ACABADO CEMENTO BARRIDO	m2	238.90	0.95	226.96
02.02.04.08	VEREDAS DE CONCRETO ACABADO PULIDO BRUÑADO @1.00 M (e=0.15)	m2	74.63	0.95	70.90
02.02.04.09	Corte de Losa Superficial para Junta Contraccion y Construccin	m	257.82	0.17	43.83
02.02.04.10	Junta Dilatacion e=1/2" con Poliestireno Expandido y Sello Elastomerico	m	350.00	0.17	59.50
02.02.04.11	Junta Perimetral e=1/2" con Poliestireno Expandido y Sello Elastomerico	m	174.93	0.17	29.74
02.02.04.12	Junta Construccin e=3mm con Sello Rigido	m	252.32	0.17	42.89
02.02.04.13	Junta Contraccion e=3mm con Sello Rigido	m	593.37	0.17	100.87
<b>2.03</b>	<b>CONCRETO ARMADO</b>				
<b>02.03.01</b>	<b>ZAPATAS</b>				
02.03.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS fc=280 kg/cm2 (TIPO V)	m3	2044.98	0.96	1963.18
02.03.01.02	ENCOFRADO DE ZAPATAS	m2	298.78	0.12	35.85
02.03.01.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	83294.37	0.04	3331.77
02.03.01.04	CURADO CON AGUA	m2	298.78	0.09	26.89
<b>02.03.03</b>	<b>COLUMNAS</b>				
02.03.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO COLUMNAS fc=280 kg/cm2 - TIPO I	m3	130.00	1.76	228.80
02.03.03.02	CONCRETO PREMEZCLADO COLUMNAS fc=280 kg/cm2 - TIPO V	m3	1.42	2.08	2.95
02.03.03.03	ENCOFRADO METALICO EN COLUMNAS 0.60x0.60x3.00 m.	m2	386.42	0.86	332.32
02.03.03.04	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	68981.34	0.05	3449.07
02.03.03.05	CURADO CON AGUA	m2	386.42	0.09	34.78
<b>02.03.04</b>	<b>PLACAS</b>				
02.03.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO PLACAS fc=350 kg/cm2	m3	127.02	1.94	246.42
02.03.04.02	CONCRETO PREMEZCLADO PLACAS fc=280 kg/cm2 - TIPO V	m3	7.55	1.94	14.65
02.03.04.03	CONCRETO PREMEZCLADO PLACAS fc=280 kg/cm2	m3	747.32	1.94	1449.80
02.03.04.04	ENCOFRADO METALICO PLACAS	m2	1300.00	1.26	1638.00
02.03.04.05	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	25311.63	0.05	1265.58
02.03.04.06	CURADO CON AGUA	m2	1300.00	0.09	117.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8 Cálculo De Productividad Meta y Horas Hombre de todas las Partidas De Estructuras (Parte II)

<b>02.03.06</b>	<b>LOSAS MACIZAS (H=20 CM)</b>				
02.03.06.01	CONCRETO PREMEZCLADO LOSA ALIGERADA O MACIZA $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> - TIPO I	m3	491.40	2.00	982.80
02.03.06.02	ENCOFRADO LOSAS MACIZAS	m2	1935.34	1.26	2436.53
02.03.06.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	25505.16	0.05	1275.26
02.03.06.04	CURADO CON AGUA	m2	1935.66	0.09	174.21
<b>02.03.07</b>	<b>VIGAS</b>				
02.03.07.01	CONCRETO PREMEZCLADO VIGAS $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> - TIPO I	m3	178.00	1.60	284.80
02.03.07.02	ENCOFRADO VIGAS	m2	974.14	1.26	1227.42
02.03.07.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	23408.93	0.05	1170.45
02.03.07.04	CURADO CON AGUA	m2	974.14	0.09	87.67
<b>02.03.08</b>	<b>ESCALERAS</b>				
02.03.08.01	CONCRETO PREMEZCLADO ESCALERA $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> - TIPO I	m3	16.00	2.08	33.28
02.03.08.02	ENCOFRADO NORMAL EN ESCALERA	m2	80.00	1.76	140.80
02.03.08.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	1700.00	0.05	85.00
02.03.08.04	CURADO CON AGUA	m2	80.00	0.09	7.20
<b>02.03.09</b>	<b>CISTERNA Y CUARTO DE BOMBAS</b>				
<b>02.03.09.01</b>	<b>LOSA DE FONDO CISTERNA</b>				0.00
02.03.09.01.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	1123.30	0.05	56.17
02.03.09.01.04	CURADO CON AGUA	m2	87.23	0.09	7.85
<b>02.03.09.02</b>	<b>MURO DE CISTERNA</b>				
02.03.09.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN MUROS DE CISTERNA $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup>	m3	51.55	2.40	123.72
02.03.09.02.02	ENCOFRADO MURO DE CONTENCION 1 CARA h=3.10 m	m2	0.00	1.26	0.00
02.03.09.02.03	ENCOFRADO MURO DOS CARAS h=1.80 m	m2	326.25	0.05	16.31
02.03.09.02.04	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	3322.12	0.09	298.99
02.03.09.02.05	CURADO CON AGUA	m2	326.25	0.05	16.31
<b>02.03.09.03</b>	<b>LOSA DE TECHO DE CISTERNA</b>				0.00
02.03.09.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO LOSA ALIGERADA O MACIZA $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup>	m3	17.43	2.00	34.86
02.03.09.03.02	ENCOFRADO LOSA MACIZA CON PANELES DE MADERA	m2	87.15	1.26	109.81
02.03.09.03.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	895.78	0.06	53.75
02.03.09.03.04	CURADO CON AGUA	m2	87.15	0.09	7.84
<b>02.03.10</b>	<b>MUROS DE CONTENCION</b>				
<b>02.03.10.01</b>	<b>CIMENTACION</b>				
02.03.10.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO CIMENTACIÓN MURO DE CONTENCION $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup> (TIPO V)	m3	106.82	1.82	194.41
02.03.10.01.02	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	5351.63	0.05	267.58
<b>02.03.10.02</b>	<b>MUROS</b>				
02.03.10.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO MURO DE CONTENCION $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup> (TIPO V)	m3	229.80	2.00	459.60
02.03.10.02.02	ENCOFRADO MURO DE CONTENCION 1 CARA h=3.10 m	m2	1551.40	1.26	1954.77
02.03.10.02.04	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	10969.87	0.05	548.49
<b>02.03.12</b>	<b>COLUMNETAS</b>				
02.03.12.01	CONCRETO PARA COLUMNETAS $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup>	m3	19.80	6.64	131.47
02.03.12.02	ENCOFRADO PARA COLUMNETAS	m2	244.85	2.10	514.19
02.03.12.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	5670.76	0.56	3175.63
02.03.12.04	CURADO	m2	244.85	0.11	26.93
<b>02.03.13</b>	<b>VIGUETAS</b>				
02.03.13.01	CONCRETO PARA VIGUETAS $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup>	m3	12.50	6.64	83.00
02.03.13.02	ENCOFRADO PARA VIGUETAS	m2	140.50	1.68	236.04
02.03.13.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	947.04	0.06	56.82
02.03.13.04	CURADO	m2	140.50	0.11	15.46
<b>2.04</b>	<b>PARTIDAS COMPLEMENTARIAS</b>				
<b>COSTO DIRECTO</b>					

Fuente: Elaboración Propia

## 4.7. Situación Actual De La Obra

### 4.7.1. Fotografías del Estado Actual del Proyecto

Figura 10 *Fotos actuales de obra (antes de la aplicación lean construction)*

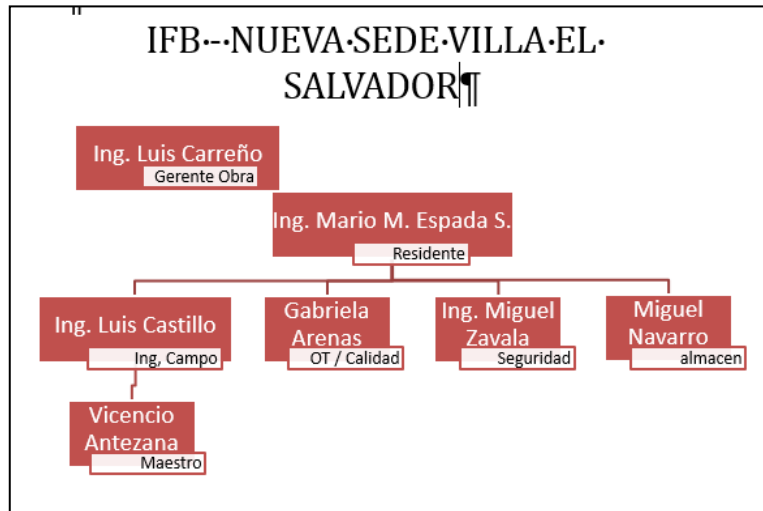


*Fuente: elaboración propia, ver más imágenes en los Anexos N°04*



#### 4.7.2. Organigrama del Proyecto

Figura 11. *Organigrama de proyecto IFB CERTUS*



Fuente: Masedi Contratistas Generales S.A.C

#### 4.8. Aplicación De Las Herramientas “Lean Constrution”

##### 4.8.1. Nivel General de Actividades de la situación actual de la obra

En primer lugar se procederá a la medición de nivel general de actividades, para observar en gran cuales son los trabajos en el que cada trabajador se encuentra desempeñándose, esto con la finalidad de saber cuáles con los trabajos productivos, trabajos contributorios y trabajos No contributorios.

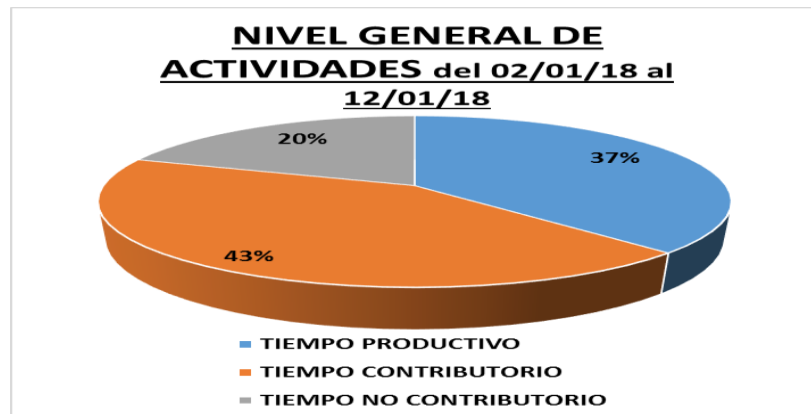
La medición se realizó en la obra CERTUS, se realizó recorriendo la obra en su totalidad y se registró 3 muestras por día correspondientes desde el 02/01/18 al 12/01/18. Siendo un total de 27 muestras tomadas en ese mismo instante de TP, TC, TNC en las partidas de encofrados, acero y concreto. En los Anexos N° 07 se puede observar los datos tomados en campo.

Tabla 9 Resumen De Nivel General De Actividades Del 02/01/18 Al 12/02/18

RESUMEN DE NIVEL GENERAL DE ACTIVIDADES DE LA OBRA IFB CERTUS-VILLA EL SALVADOR																							
Nº	FECHA	HORA	TIEMPO PRODUCTIVO							TIEMPO CONTRIBUTORIO							TIEMPO NO CONTRIBUTORIO						
			Colocando acero	Encofrando	Vaciando concreto	Excavando	Picado concreto	Trazando	Habilitado material	Cargando material	Desencofrado	Regleado	Limpieza	Lectura de planos	Medidas	Baño	Caminando	Ocio (refregio)	Esperando	Otros	Salida	Buscando	
1	02/01/2018	08:00	0	2	0	2	0	0	2	2	0	0	0	3	1	2	1	0	1	0	0	2	18
2	02/01/2018	11:30	0	2	0	1	0	0	3	3	0	0	0	2	1	2	2	0	0	1	0	1	18
3	02/01/2018	15:30	3	2	0	0	0	0	2	4	0	0	1	0	0	3	1	0	2	1	0	1	20
4	03/01/2018	09:30	5	3	0	2	2	0	3	1	4	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	24	
5	03/01/2018	13:55	1	6	0	3	1	0	7	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	23	
6	03/01/2018	16:00	4	2	2	0	2	0	6	0	0	0	2	2	0	0	0	1	1	1	0	23	
7	04/01/2018	09:00	4	5	1	0	2	0	1	2	0	0	1	1	0	1	0	2	1	1	0	22	
8	04/01/2018	14:00	4	0	1	0	3	0	1	0	6	0	0	2	0	2	1	0	2	1	1	0	24
9	04/01/2018	09:00	4	6	0	1	2	0	1	1	0	0	2	2	0	2	1	0	1	0	1	0	24
10	05/01/2018	09:00	4	3	4	0	2	0	1	2	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	24
11	05/01/2018	13:30	4	3	3	0	2	1	1	2	0	1	0	2	0	1	1	0	1	0	1	1	24
12	05/01/2018	16:00	4	5	0	0	2	1	2	2	0	0	1	2	0	1	1	0	1	0	1	1	24
13	08/01/2018	08:00	1	5	0	0	2	1	7	1	0	0	0	3	0	0	0	1	1	1	1	0	24
14	08/01/2018	11:00	3	2	0	0	0	1	7	3	0	1	2	1	0	1	2	0	1	0	0	0	24
15	08/01/2018	14:00	5	2	0	0	0	1	5	1	0	1	3	2	0	0	1	0	1	0	0	2	24
16	09/01/2018	08:00	5	2	0	0	0	1	5	0	1	1	4	1	0	1	2	0	1	0	0	0	24
17	09/01/2018	11:30	3	3	0	1	1	0	7	1	0	0	3	3	0	1	0	0	1	1	0	0	25
18	09/01/2018	15:30	3	4	0	1	1	0	4	2	0	0	3	3	1	0	1	0	1	1	0	0	25
19	10/01/2018	08:30	1	3	0	1	1	0	5	1	0	0	0	3	0	4	2	0	1	1	0	1	24
20	10/01/2018	11:30	3	3	0	1	1	0	7	1	0	0	3	3	0	1	0	0	1	1	0	0	25
21	10/01/2018	15:30	3	4	0	1	1	0	4	2	0	0	3	3	1	0	1	0	1	1	0	0	25
22	11/01/2018	09:30	3	1	4	1	1	0	3	1	0	2	1	3	0	1	1	1	0	1	0	0	24
23	11/01/2018	11:30	3	4	0	1	1	0	3	1	2	0	3	2	0	2	0	0	1	1	0	0	24
24	11/01/2018	15:30	2	4	0	1	0	0	3	1	1	0	1	2	0	2	2	0	3	1	0	1	24
25	12/01/2018	09:30	2	3	0	1	1	0	5	1	1	0	2	3	1	1	1	0	0	1	0	1	24
26	12/01/2018	11:30	3	5	0	1	1	0	5	3	0	0	0	3	0	0	0	0	2	1	0	0	24
27	12/01/2018	15:30	2	4	0	1	0	0	6	2	0	0	1	3	1	1	1	0	1	1	0	0	24
<b>Parciales:</b>			<b>79</b>	<b>88</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>29</b>	<b>6</b>	<b>106</b>	<b>41</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>39</b>	<b>55</b>	<b>8</b>	<b>29</b>	<b>23</b>	<b>2</b>	<b>31</b>	<b>19</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>632</b>
<b>TOTALES:</b>			<b>237</b>					<b>271</b>					<b>124</b>						<b>632</b>				

Fuente: Elaboración Propia

Figura 12 Nivel General De Actividades de la obra CERTUS antes  
De aplicar principios de mejora

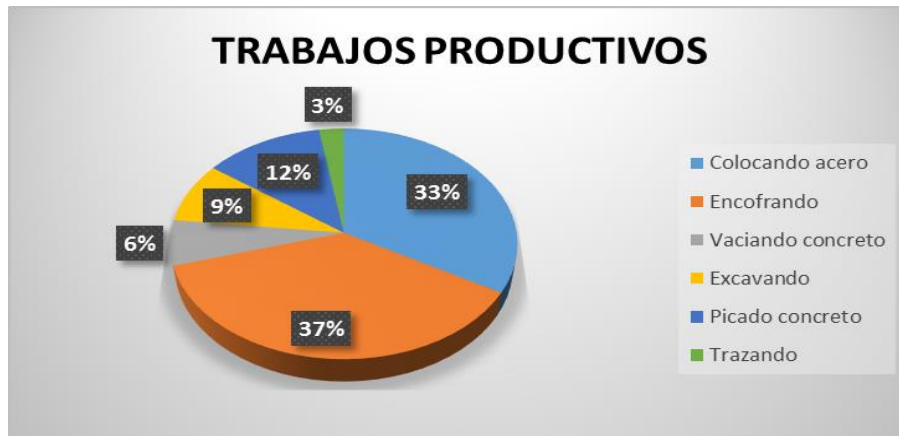


Fuente: Elaboración Propia

### Resultados Pre Prueba:

- La figura muestra que el 37% de actividades es de tiempo productivo, según la teoría tiempo productivo no debería bajar de 45% ya que se encuentran actividades directas para determinar el avance de la obra. Esto indicaría la consecuencia de los retrasos de obra.
- La figura muestra que el 43% de las actividades son de tiempos contributorios. Los tiempo contributorios deben de encontrarse entre los rango de 25- 35% de la obra, ya que si ascendieran estos rangos indicarían que serían trabajos inconclusos lo cual no es beneficioso para la obra.
- La figura muestra que el 20% de los trabajos son de tiempo no contributorios, esto Indica que estamos al borde del rango permito, ya que los tiempos no contributorios son tiempos no productivos para la obra, siendo su rango máximo el 20% del total de la obra.

Figura 13 *Trabajos productivos de la obra CERTUS antes de aplicar Principios de mejora*



*Fuente: Elaboración Propia*

### **Resultados:**

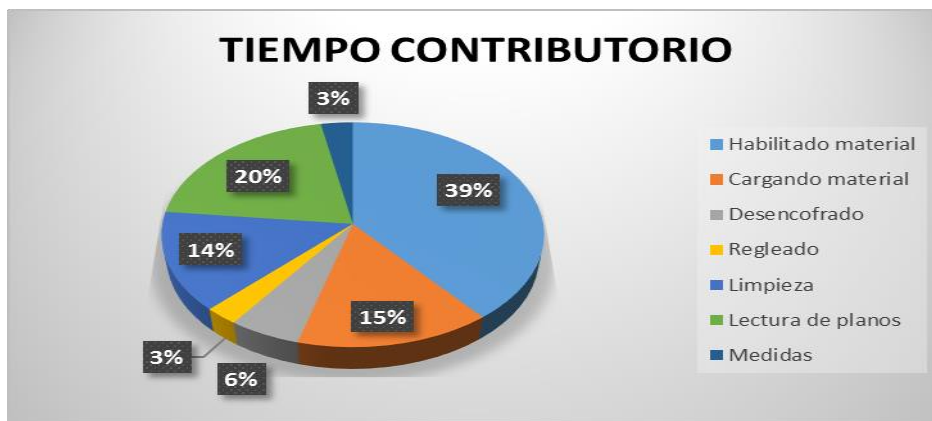
- De los trabajos productivos podemos deducir lo siguiente:
- La mayor cantidad en los tiempos productivos lo dedicaron encofrando con un 37% y colocando acero con un 33%, lo cual indica un desequilibrio de actividades. Indicando que existe sobreproducción.
- Un 12% se encuentra realizando trabajos de picado de concreto (demolición).
- La actividad con menos influencia son: excavando con 9%, vaciando concreto con 6% y trazando con 3%. En donde se puede deducir que existen interferencias para el vaciado de concreto, lo cual indica que este proceso genero retrasos en la obra.

### **Mejora:**

- De las actividades de encofrado y colocado de acero, proponemos realizar un equilibrio de cuadrillas, para esto procedemos a realizar un análisis de carta balance.

- Según nuestro cronograma el 9% que se dedica a realizar trabajos de excavación, terminara por lo cual pasaran a apoyar a otras partidas como vaciado de concreto, así no contratamos más planilla y evitemos generar mayores costos. La meta según el tren de actividades antes presentado es tener vaciados diarios e inter diarios.

Figura 14 *Trabajos contributorios de la obra CERTUS antes de aplicar Principios de mejora*



Fuente: *Elaboración Propia*

### Resultados:

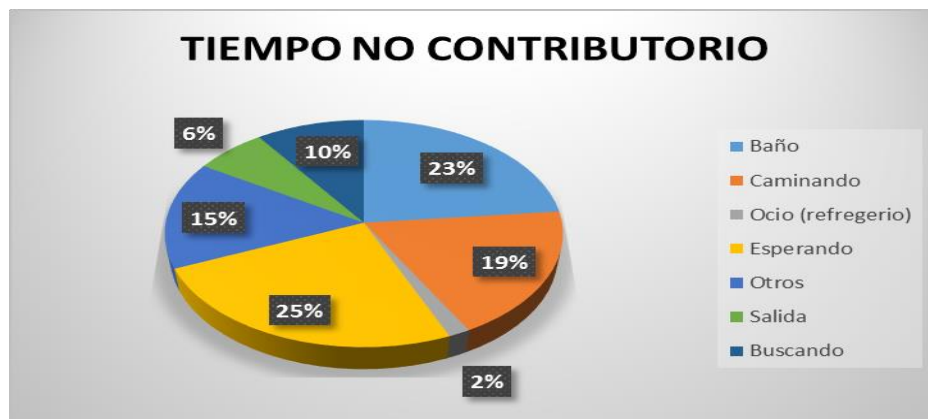
De los trabajos contributorios podemos deducir lo siguiente:

- El 39% de personal se dedica a habilitar material ya sea para encofrado o acero
- El 20% de personal se dedica a leer planos.
- El 15% se dedica a cargado de material, esto indica traslado de un lugar a otro.
- El 14% de personal se dedica a la limpieza de la obra.
- El resto del personal se dedica a desencofrar, a tomar medidas y reglar al momento del vaciado de techo.

### Mejora:

- Ya que el 20% de personal se encuentra revisando planos, se pretende tener 2 capataces (encofrado y acero) encargados transmitir y guiar a los trabajadores de cada cuadrilla.
- Debido a que el 15% de personal se encuentra trasladando material, se pretende realizar una sectorización de toda la obra, con la finalidad de reducir espacios de traslado de material. Esto permitirá reducir pérdidas en transporte y/o movimientos.

Figura 15 *Trabajos NO contributorios de la obra CERTUS antes de aplicar principios de mejora*



Fuente: *Elaboración Propia*

### Resultados:

De los trabajos NO contributorios podemos deducir lo siguiente:

- El 25% del tiempo la pasan esperando ya sea orden o material.
- El 23% del tiempo la pasan trasladándose a los SS.HH.
- El 19% del tiempo la pasan caminado, trasladándose.

- El resto de tiempo lo dedican a buscar materiales posiblemente que no se encuentren, en la actividad de otros se encuentran trabajos que generan los almaceneros, un 6% se encuentra saliendo de obra y un 2% se encuentra realizando algún ocio.

**Mejora:**

- Ya que trasladar un material afecta a ambas partes (al que traslada por el tiempo y al que recibe por esperar). De igual manera que en los tiempos contributorios se desarrollara una sectorización de la obra (layout), para distribuir bien la zona de almacén en un lugar accesible para trasladar materiales , también proporcionar en la sectorización vías de mayor accesibilidad entre la obra y la zona de oficinas, almacén. Etc.
- Realizar un mejor diseño de los procedimientos constructivos para eliminar el exceso de hh para una determinada actividad.
- Realizar ordenes de trabajo de diario para asignar el trabajo a cada cuadrilla todos los días a así eliminar los tempos ociosos por falta de instrucciones.
- Realizar una mejor planificación en cuanto a las excavaciones para poder liberar tramos anticipadamente y tener frente de trabajo y así eliminar las esperas.
- Realizar la planificación de los trabajos un día antes para proveer de materiales y equipos necesarios para la ejecución de los trabajos y así poder eliminar los viajes que se realizan generalmente hacia el almacén de obra.

Figura 16 : *Imágenes de Trabajos Productivos (Vaciado De Concreto) EJE F –PL 02 y colocación de acero*



*Fuente: Elaboración Propia*

Figura 17 : *Imágenes de Trabajos contributorios (habilitado de acero) y cargado de material y/o limpieza*



*Fuente: Elaboración Propia*

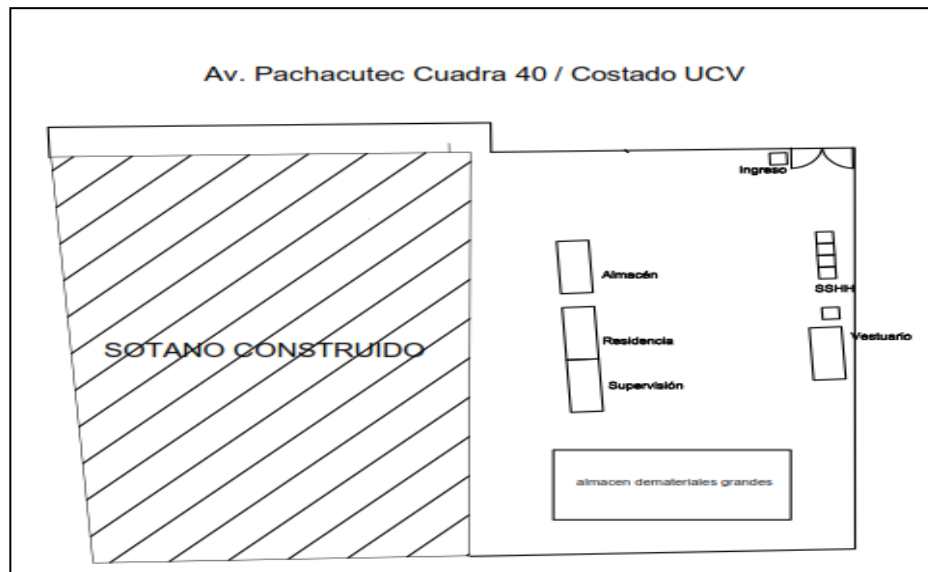
Figura 18 *Imagen de Trabajo NO contributorio (caminando)*



*Fuente: Elaboración Propia*



Figura 19 *Layout del estado actual de la obra en la construcción del Sótano*

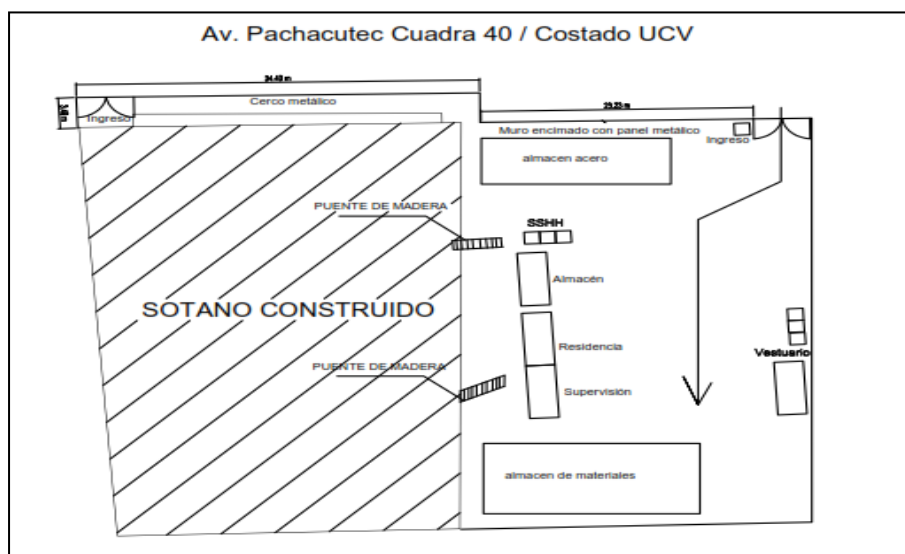


Fuente: *Elaboración Propia*

#### 4.8.2. Sectorización

Una vez considerando los aportes de mejora procedemos en realizar una sectorización de ubicación general para los trabajos del 1er piso, esto con la finalidad de reducir los tiempos NO contributorios.

Figura 20 *Layout de la obra para la construcción del 1er piso*

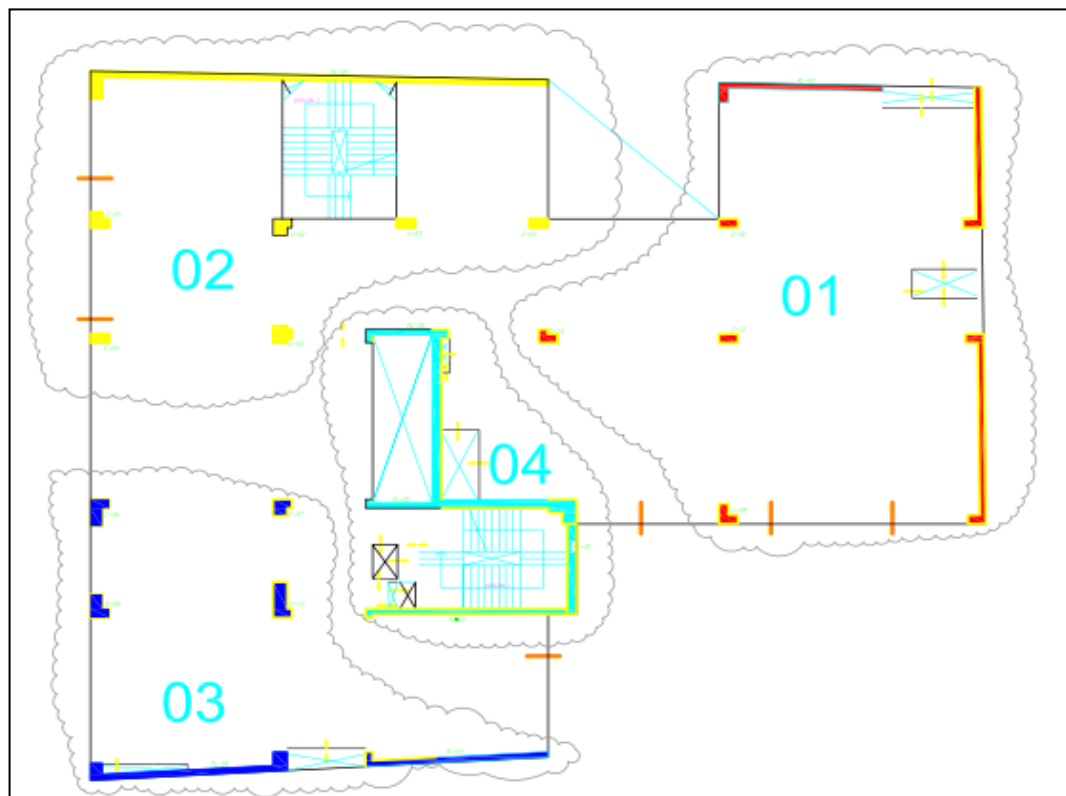


Fuente: *Elaboración Propia*

Considerando los resultados del nivel general de actividades de la situación actual de la obra, el cual culminó en el techado del área del Sótano.

Planteamos utilizar la siguiente sectorización para el próximo techo que será el 1er piso. El avance será de manera ordenada según el gráfico, siguiendo la secuencia de vaciados verticales en cuatro sectores siguientes:

Figura 21 Sectorización de elementos verticales como columnas y placas

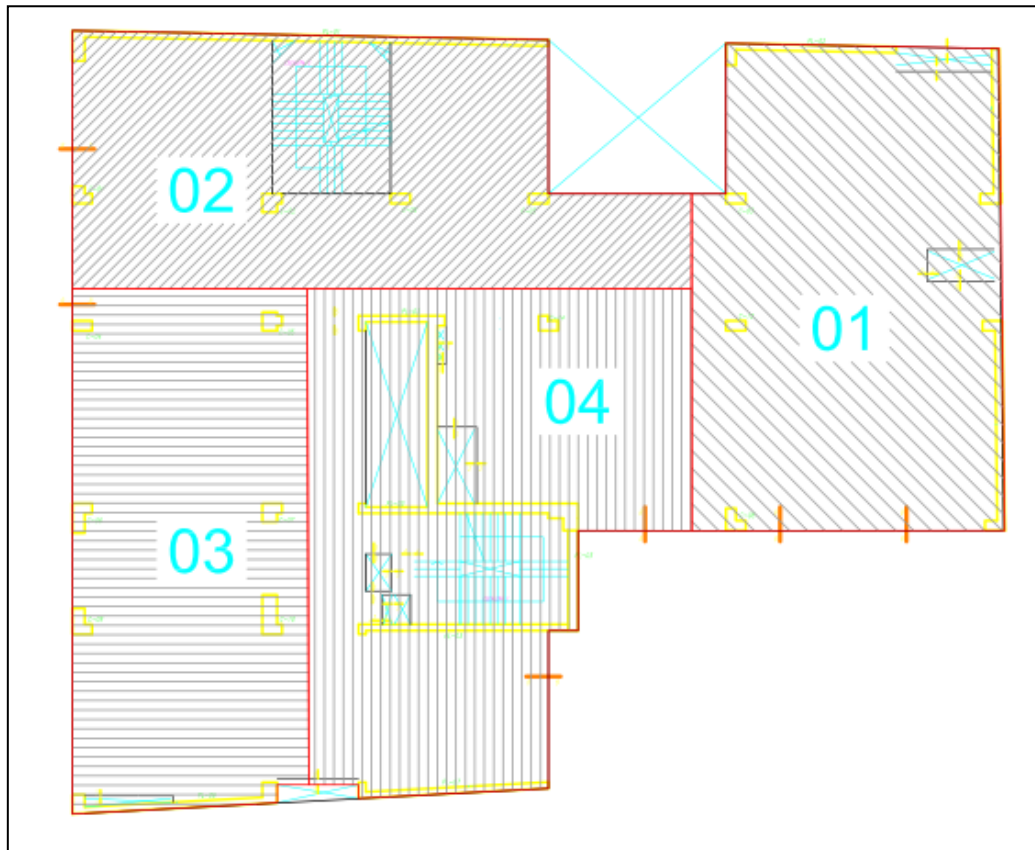


Fuente: Elaboración Propia

Tendremos la oportunidad de establecer un ritmo único de vaciado de techos entre 2 a 3 semanas, sin embargo el tema crítico de los acabados debería empezar no más de cuatro semanas de iniciada la estructura del piso, lo cual se conseguirá efectuando vaciados parciales

del techo, en cuatro partes, cada una de un aproximado de **220 m<sup>2</sup>**, bajo esa posibilidad, tenemos un tren de actividades a desarrollar por cada piso.

Figura 22 *Sectorización de elementos horizontales como techos y vigas*



*Fuente: Elaboracion Propia*

Proponiendo un inicio tentativo del primer piso, con los elementos verticales de sector 1 el día 1, tendríamos como meta concluir el techo del sector 01 vaciado diez días calendario después, para luego iniciar con los trabajos de acabados, pero dejando al menos dos semanas de fraguado hasta el día 25, dejando los acabados de cielo raso, albañilería confinada, tarrajes y pisos, hasta el día 08 del segundo mes, dando espacio a los acabados secos como drywall, enchape, pintura y carpintería.

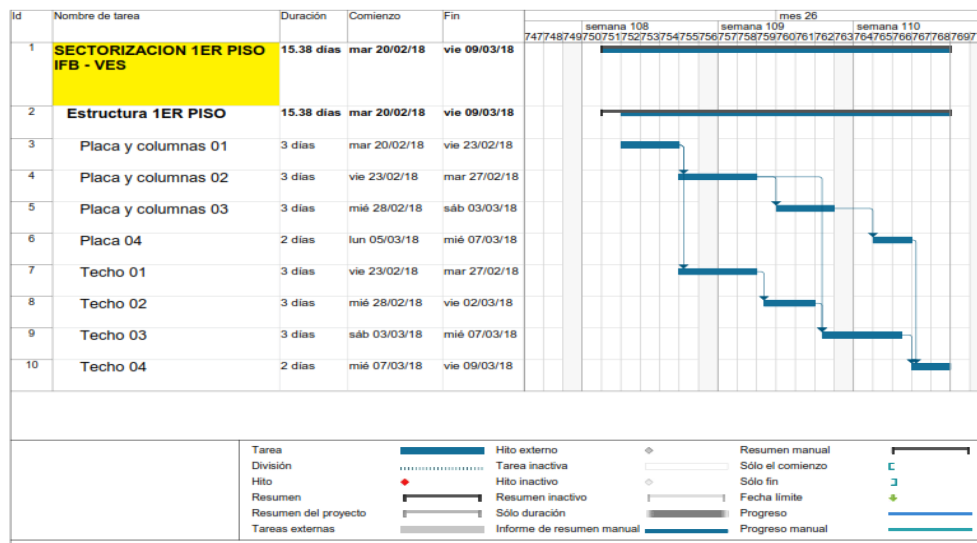
Programación Inicial:

La culminación del casco del área de sótano debió ser según programación maestra el día 19/02/18. Pero distintos motivos no previstos la culminación del casco se desarrolló el día 25/02/18. Teniendo 6 días de retraso y 4 días hábiles de trabajo en obra que si se acumulan crecerán en gran manera. Lo que indica costos adicionales al proceso final.

Considerando que el 1er piso se deberá culminar el día 09/03/18, solo tenemos 15 días hábiles que se tiene para desarrollar el casco del 1er piso.

Lo mismo sucederá con los pisos superiores ya que tienen la distribución por lo que se utilizara la misma sectorización.

Figura 23 Cronograma según sectorización para el 1er piso



Fuente: elaboración propia

#### 4.8.3. Tren de Actividades

- Con la ayuda de la sectorización anterior cada grupo de trabajo realizara su tarea programada para el día.
- Recordemos que en la sectorización se consideró áreas similares.



#### 4.8.4. Sistema Last Planner (LPS)

- **Programación Maestra**

A continuación se muestra la programación maestra de la obra hasta la construcción del 1er piso, esto para tener las consideraciones siguientes:

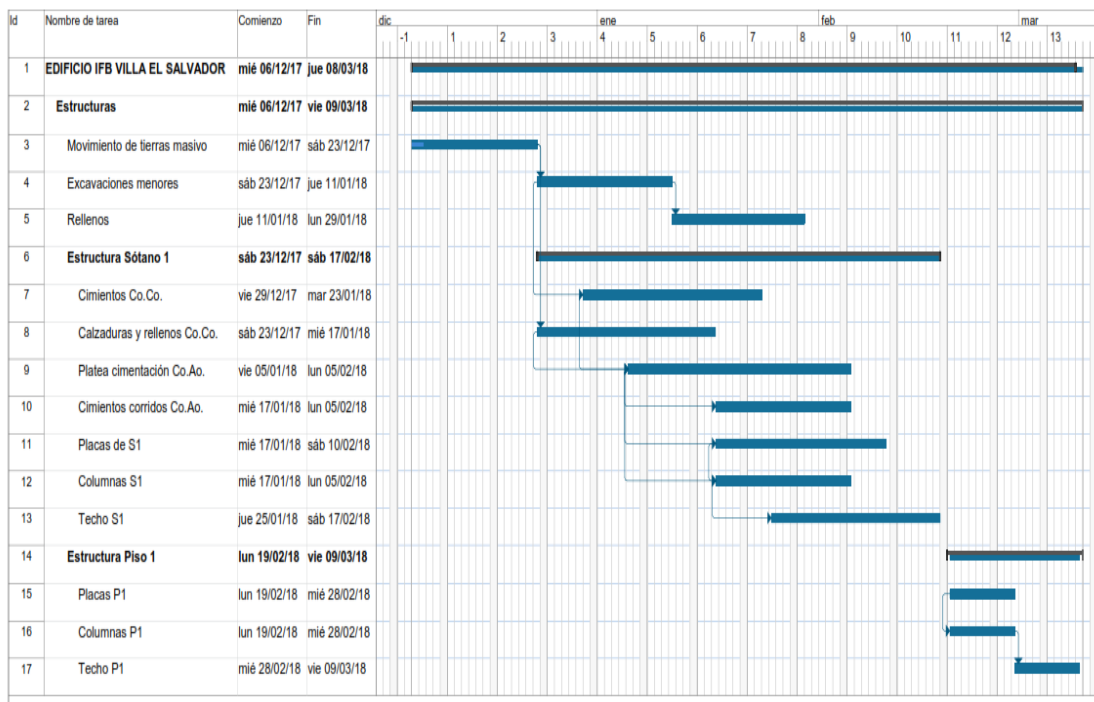
Inicio de obra general: 06/12/17

Inicio de construcción de estructuras del sótano: 23/12/17

Inicio de construcción de estructuras del 1er piso: 19/02/17

Según el cronograma general y el plan maestro el sótano se construyó en 30 días calendarios, de la misma manera según el cronograma general el primer piso se construiría en 21 días calendarios, pero por problemas de retrasos solo tenemos 15 días hábiles para lograr la entrega del casco del 1er piso.

Figura 25 Programación Maestra hasta el 1er piso

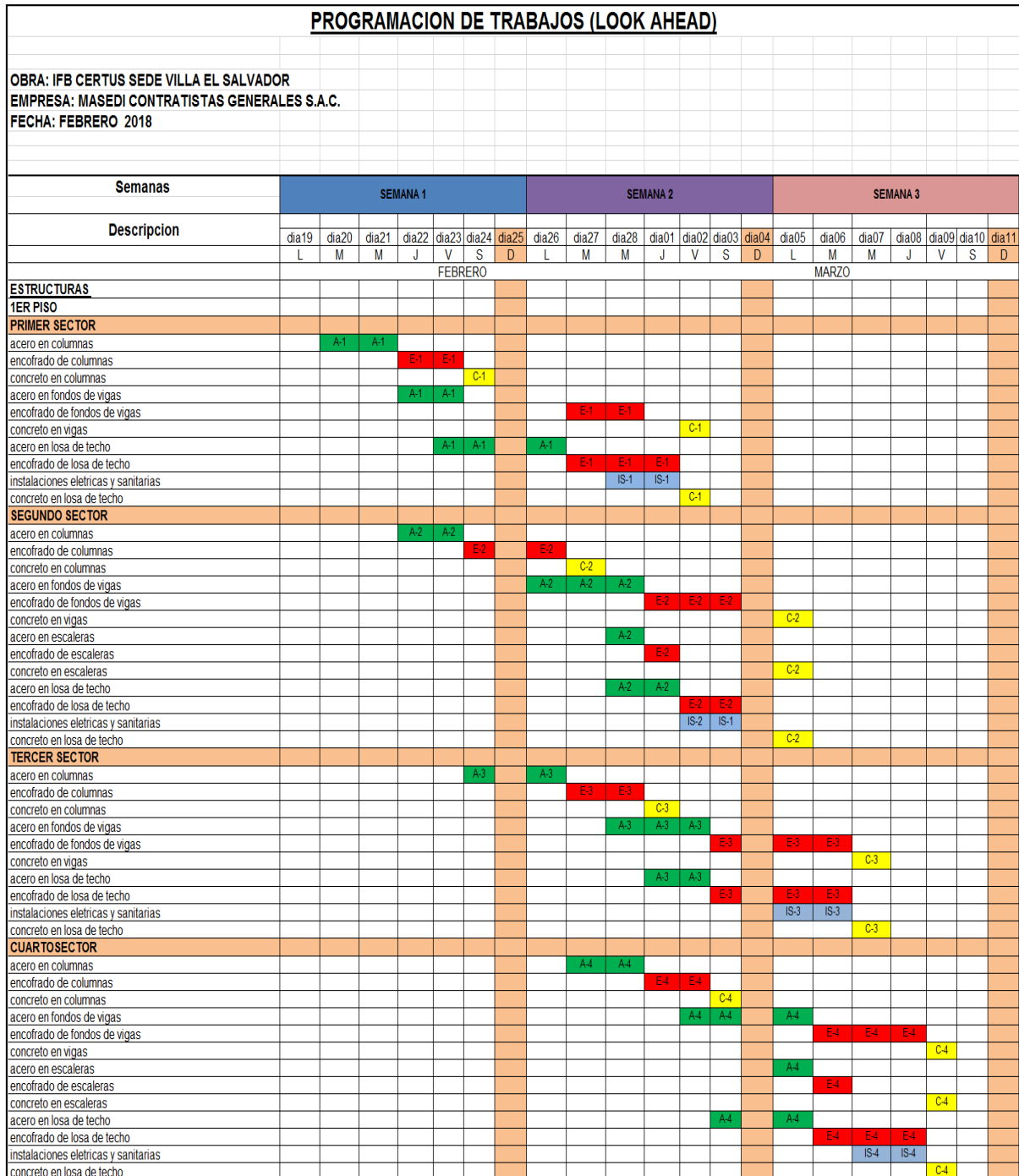


Fuente: Elaboración Propia

- **Lookahead Planning**

Se procedió a realizar una programación a las 3 semanas que comprende la construcción del 1er piso.

Figura 26 Programación semanal del 1er piso



Fuente: elaboración propia

#### 4.8.5. Análisis de restricciones

Se realizó la medición de restricciones en las 3 semanas que se empleó para la construcción del 1er piso tomando las medidas correctivas, esto con la finalidad de tener medidas para posteriores casos. A continuación se presentaran cuadros y graficas resumen de la variación de las restricciones en obra.

Figura 27 Cuadro De Restricciones De La Semana 1 (1er PISO)

Semanas	SEMANA 1							RESTRICCIONES					LIBERADO	MEDIDA A TOMAR
	dia19	dia20	dia21	dia22	dia23	dia24	dia25	INFORMACION	ACTIVIDAD ANTERIOR	MANO DE OBRA	MATERIAL	EQUIPOS		
Descripcion	L	M	M	J	V	S	D							
FEBRERO														
<b>ESTRUCTURAS</b>														
<b>1ER PISO</b>														
<b>PRIMER SECTOR</b>														
acero en columnas		A-1	A-1					ok	ok	ok	ok	ok	SI	
encofrado de columnas				E-1	E-1			ok	ok	ok	ok	ok	SI	
concreto en columnas						C-1		ok	observacion ene encofrado	ok	ok	ok	NO tener un buen procedimiento constructivo, garantizar calidad de trabajos	
acero en fondos de vigas				A-1	A-1			consultar acero en vigas	ok	ok	ok	ok	NO realizar RDI (solicitud de informacion con anticipacion)	
encofrado de fondos de vigas														
concreto en vigas														
acero en losa de techo					A-1	A-1		ok	ok	ok	ok	ok	SI	
encofrado de losa de techo														
instalaciones eletricas y sanitarias														
concreto en losa de techo														
<b>SEGUNDO SECTOR</b>														
acero en columnas				A-2	A-2			ok	ok	ok	ok	ok	SI	
encofrado de columnas						E-2		ok	ok	ok	ok	ok	SI	
concreto en columnas														
acero en fondos de vigas														
encofrado de fondos de vigas														
concreto en vigas														
acero en escaleras														
encofrado de escaleras														
concreto en escaleras														
acero en losa de techo														
encofrado de losa de techo														
instalaciones eletricas y sanitarias														
concreto en losa de techo														
<b>TERCER SECTOR</b>														
acero en columnas						A-3		ok	ok	ok	ok	ok	SI	
encofrado de columnas														

Fuente: Elaboración Propia



Figura 28 Cuadro De Restricciones De La Semana 2 (1er PISO)

Semanas	SEMANA 2							RESTRICCIONES					LIBERADO	MEDIDA A TOMAR
	Descripcion	dia26	dia27	dia28	dia01	dia02	dia03	dia04	INFORMACION	ACTIVIDAD ANTERIOR	MANO DE OBRA	MATERIAL		
	L	M	M	J	V	S	D							
	MARZO													
<b>ESTRUCTURAS</b>														
<b>1ER PISO</b>														
<b>PRIMER SECTOR</b>														
acero en columnas														
encofrado de columnas														
concreto en columnas														
acero en fondos de vigas														
encofrado de fondos de vigas		E-1	E-1					OK	OK	OK	OK	OK	SI	
concreto en vigas					C-1			OK	OK	OK	OK	OK	SI	
acero en losa de techo	A-1							OK	OK	OK	OK	OK	SI	
encofrado de losa de techo		E-1	E-1	E-1				OK	OK	poco rendimiento	OK	OK	NO	aumentar productividad en la cuadrilla de encofrado de techo
instalaciones eletricas y sanitarias			IS-1	IS-1				OK	falta encofrar	OK	OK	OK	NO	tener listo el encofrado para proceder a realizar II.EE y II.SS
concreto en losa de techo					C-1			OK	OK	OK	OK	OK	SI	
<b>SEGUNDO SECTOR</b>														
acero en columnas														
encofrado de columnas	E-2							OK	OK	OK	OK	OK	SI	
concreto en columnas		C-2						OK	OK	OK	OK	OK	SI	
acero en fondos de vigas	A-2	A-2	A-2					OK	OK	OK	OK	OK	SI	
encofrado de fondos de vigas				E-2	E-2	E-2		OK	OK	OK	OK	OK	SI	
concreto en vigas														
acero en escaleras			A-2					OK	OK	OK	OK	OK	SI	
encofrado de escaleras				E-2				OK	OK	OK	OK	OK	SI	
concreto en escaleras														
acero en losa de techo			A-2	A-2				OK	OK	OK	OK	OK	SI	
encofrado de losa de techo					E-2	E-2		OK	OK	OK	OK	OK	SI	
instalaciones eletricas y sanitarias				IS-2	IS-1			OK	OK	OK	OK	OK	SI	
concreto en losa de techo														
<b>TERCER SECTOR</b>														
acero en columnas	A-3							OK	OK	OK	OK	OK	SI	
encofrado de columnas		E-3	E-3					OK	OK	OK	OK	OK	SI	
concreto en columnas				C-3				OK	OK	OK	OK	OK	SI	
acero en fondos de vigas			A-3	A-3	A-3			OK	OK	OK	OK	OK	SI	
encofrado de fondos de vigas						E-3		OK	OK	OK	OK	OK	SI	
concreto en vigas														
acero en losa de techo				A-3	A-3			OK	OK	OK	OK	OK	SI	
encofrado de losa de techo						E-3		OK	OK	OK	OK	OK	SI	
instalaciones eletricas y sanitarias														
concreto en losa de techo														
<b>CUARTO SECTOR</b>														
acero en columnas		A-4	A-4					OK	OK	OK	OK	OK	SI	
encofrado de columnas				E-4	E-4			OK	OK	OK	OK	OK	SI	
concreto en columnas						C-4		OK	OK	OK	OK	falta equipo de bombeo	SI	coordinar anticipadamente con la empresa proveedora de concreto
acero en fondos de vigas					A-4	A-4		OK	OK	OK	OK	OK	SI	
encofrado de fondos de vigas														
concreto en vigas														
acero en escaleras														
encofrado de escaleras														
concreto en escaleras														
acero en losa de techo						A-4		OK	OK	OK	OK	OK	SI	
encofrado de losa de techo														
instalaciones eletricas y sanitarias														
concreto en losa de techo														

Fuente: Elaboración Propia

Figura 29 Cuadro De Restricciones De La Semana 3 (1er Piso)

OBRA: IFB CERTUS SEDE VILLA EL SALVADOR															
EMPRESA: MASEDI CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.															
FECHA: FEBRERO 2018															
Semanas	SEMANA 3							RESTRICCIONES					LIBERADO	MEDIDA A TOMAR	
Descripcion	dia05	dia06	dia07	dia08	dia09	dia10	dia11	INFORMACION	ACTIVIDAD ANTERIOR	MANO DE OBRA	MATERIAL	EQUIPOS			
	L	M	M	J	V	S	D								
<b>ESTRUCTURAS</b>															
<b>1ER PISO</b>															
<b>PRIMER SECTOR</b>															
acero en columnas															
encofrado de columnas															
concreto en columnas															
acero en fondos de vigas															
encofrado de fondos de vigas															
concreto en vigas															
acero en losa de techo															
encofrado de losa de techo															
instalaciones electricas y sanitarias															
concreto en losa de techo															
<b>SEGUNDO SECTOR</b>															
acero en columnas															
encofrado de columnas															
concreto en columnas															
acero en fondos de vigas															
encofrado de fondos de vigas															
concreto en vigas		C-2						OK	OK	OK	OK	OK	SI		
acero en escaleras															
encofrado de escaleras															
concreto en escaleras		C-2													
acero en losa de techo								OK	OK	OK	OK	OK	SI		
encofrado de losa de techo															
instalaciones electricas y sanitarias															
concreto en losa de techo		C-2													
<b>TERCER SECTOR</b>															
acero en columnas															
encofrado de columnas															
concreto en columnas															
acero en fondos de vigas															
encofrado de fondos de vigas		E-3	E-3					OK	OK	OK	OK	OK	SI		
concreto en vigas				C-3				OK	OK	OK	OK	OK	SI		
acero en losa de techo													SI		
encofrado de losa de techo		E-3	E-3					OK	OK	OK	OK	OK	SI		
instalaciones electricas y sanitarias		IS-3	IS-3					OK	OK	OK	OK	OK	SI		
concreto en losa de techo				C-3				OK	OK	OK	OK	OK	SI		
<b>CUARTO SECTOR</b>															
acero en columnas															
encofrado de columnas															
concreto en columnas															
acero en fondos de vigas		A-4						OK	OK	OK	falto acero	OK	NO	coordinar con proveedor de acero y evitar stock de material en obra	
encofrado de fondos de vigas			E-4	E-4	E-4			OK	OK	OK	OK	OK	SI		
concreto en vigas						C-4		OK	OK	OK	OK	OK	SI		
acero en escaleras		A-4						OK	OK	OK	OK	OK	SI		
encofrado de escaleras			E-4					OK	OK	OK	OK	OK	SI		
concreto en escaleras						C-4		OK	OK	OK	OK	OK	SI		
acero en losa de techo		A-4						OK	OK	OK	OK	OK	SI		
encofrado de losa de techo			E-4	E-4	E-4			OK	OK	OK	OK	OK	SI		
instalaciones electricas y sanitarias				IS-4	IS-4			OK	OK	OK	OK	OK	SI		
concreto en losa de techo						C-4		OK	OK	OK	OK	OK	SI		

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.8.6. Nivel General de Actividades después de aplicar principios de mejora.

Se continuó ejecutando un control general del nivel de actividades de toda la obra correspondientes a las partidas de estructuras. El formato empleado se encuentra en los Anexos N°07 el cual nos otorga un panorama macro de los trabajos ejecutados por la planilla durante 9 días de jornada, se obtuvo 3 muestras durante el día el cual nos servirá para reasignar recursos, efectuar análisis de Carta Balance y mejorar nuestro avance.

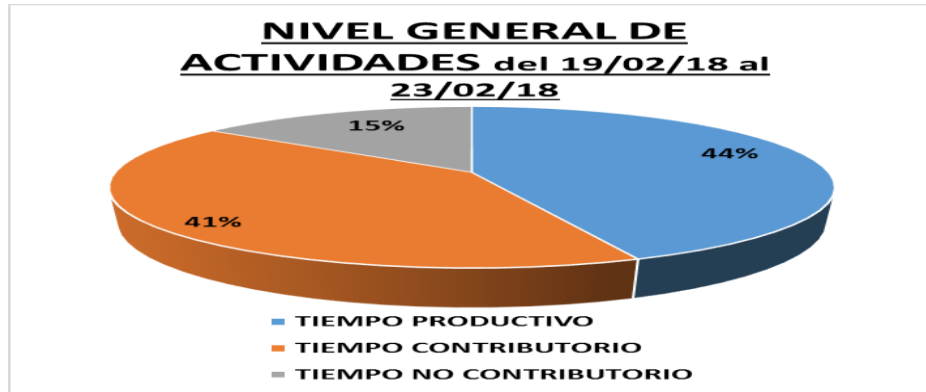
Tomamos nuevamente el control de nivel general de actividades en diferentes semanas, dando como resultado lo siguiente:

Tabla 10 *Resumen de nivel general de actividades del 1er piso (19/02/18 al 23/02/18)*

RESUMEN DE NIVEL GENERAL DE ACTIVIDADES DE LA OBRA IFB CERTUS-VILLA EL SALVADOR																							
1ER PISO DEL 19/02/18 AL 23/02/18																							
N°	FECHA	HORA	TIEMPO PRODUCTIVO					TIEMPO CONTRIBUTORIO					TIEMPO NO CONTRIBUTORIO										
			Colocando acero	Encofrando	Vaciando concreto	Excavando	Picado concreto	Trazando	Habilitado material	Cargando material	Desencofrado	Regleado	Limpieza	Lectura de planos	Medidas	Baño	Caminando	Ocio (refrigerio)	Esperando	Otros	Salida	Buscando	
1	19/02/2018	08:00	2	2	0	2	0	0	3	3	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0	1	18	
2	19/02/2018	11:30	0	4	0	1	0	0	3	2	0	0	1	2	1	1	1	0	0	1	0	1	18
3	19/02/2018	15:30	4	2	0	0	0	0	2	3	1	0	2	0	0	2	1	0	1	1	0	0	19
4	20/02/2018	09:30	5	3	0	2	2	0	3	1	4	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	24	
5	20/02/2018	13:55	1	6	0	3	1	0	7	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	23
6	20/02/2018	16:00	5	2	2	0	2	0	6	0	0	0	2	2	0	0	0	0	1	1	0	0	23
7	21/02/2018	09:00	4	6	1	0	2	0	3	2	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	24
8	21/02/2018	14:00	4	2	1	0	3	0	2	0	5	0	1	2	0	2	0	0	1	1	0	0	24
9	21/02/2018	09:00	4	6	0	1	2	0	2	1	1	0	2	2	0	2	0	0	0	0	1	0	24
10	22/02/2018	09:00	4	3	4	0	2	0	1	2	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	24
11	22/02/2018	13:30	4	3	3	0	2	1	1	2	1	1	0	2	0	0	1	0	1	0	1	1	24
12	22/02/2018	16:00	4	5	0	0	2	1	2	2	0	0	2	2	1	0	0	0	1	0	1	1	24
13	23/02/2018	08:00	2	5	0	0	2	1	7	1	0	0	0	3	0	0	0	0	1	1	1	0	24
14	23/02/2018	11:00	3	2	0	0	0	1	7	3	0	1	2	1	0	1	2	0	1	0	0	0	24
15	23/02/2018	14:00	5	2	0	0	0	1	5	1	0	1	3	2	0	0	1	0	1	0	0	2	24
<b>Parciales:</b>			<b>51</b>	<b>53</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>54</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>341</b>
<b>TOTALES:</b>			<b>149</b>					<b>141</b>					<b>51</b>					<b>341</b>					

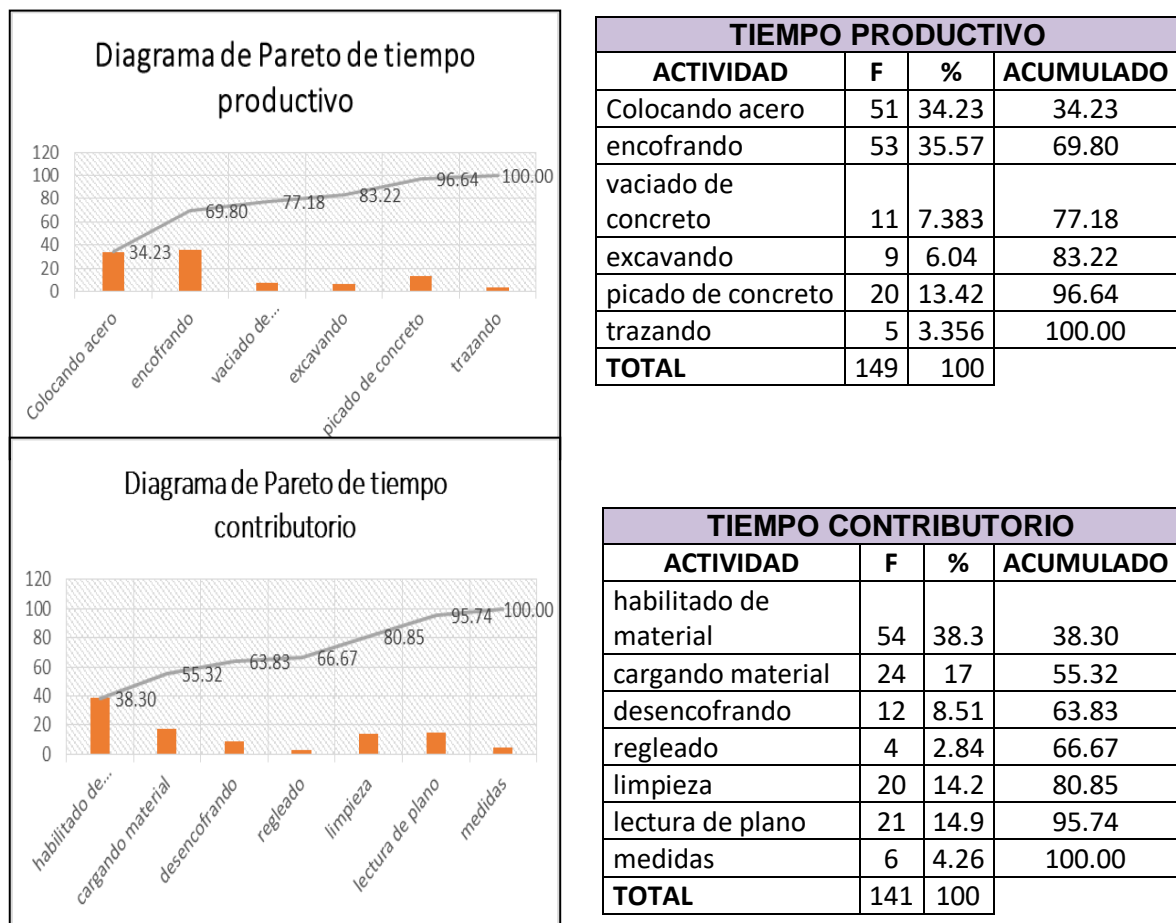
Fuente: Elaboración Propia

Figura 30 Promedio de nivel general de actividades del 1er piso (19/02/18 al 23/02/18)



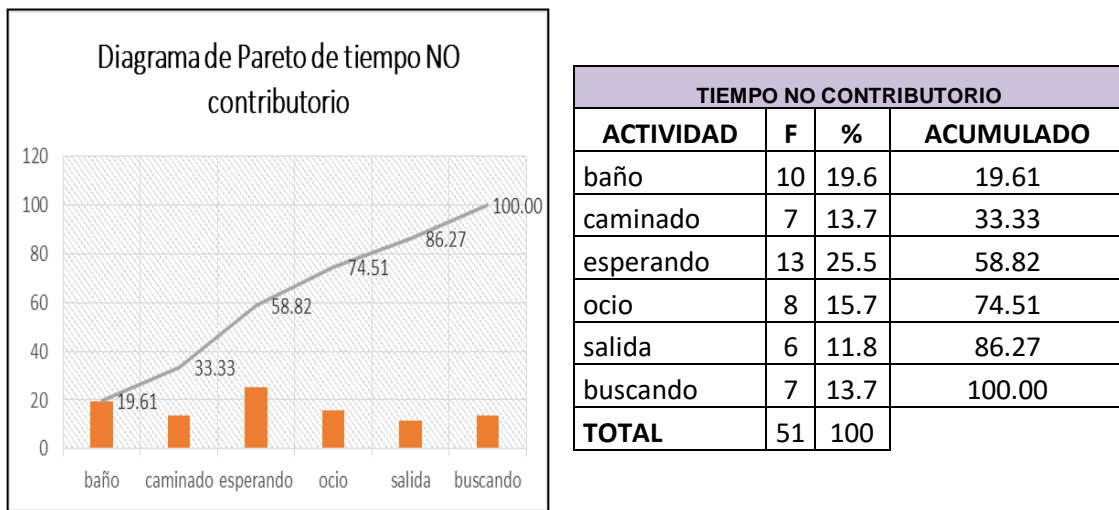
Fuente: Elaboración Propia

Figura 31. Diagrama de pareto de producción (productivo-contributorio)



Fuente: Elaboración Propia

Figura 32. Diagrama de Pareto de producción (NO contributorio)



Fuente: Elaboración Propia

### Resultados Post Prueba de Mejora:

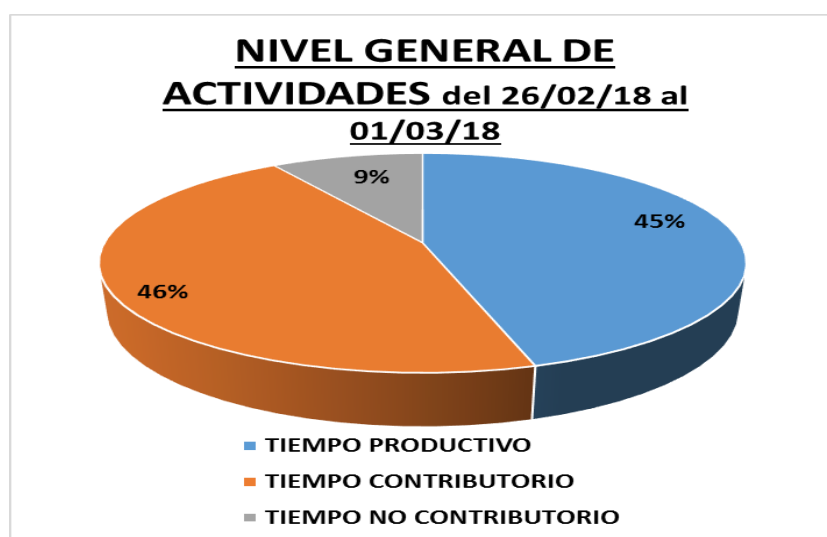
- La figura muestra que el 44% de actividades es de tiempo productivo, según la teoría tiempo productivo no debería bajar de 45%.
- La figura muestra que el 41% de las actividades son de tiempos contributorios. Los tiempo contributorios deben de encontrarse entre los rango de 25- 35% de la obra.
- La figura muestra que el 15% de los trabajos son de tiempo no contributorios.

Tabla 11 Resumen de nivel general de actividades del 1er piso (26/02/18 al 01/03/18)

RESUMEN DE NIVEL GENERAL DE ACTIVIDADES DE LA OBRA IFB CERTUS-VILLA EL SALVADOR																						
1ER PISO DEL 26/02/18 AL 01/03/18																						
N°	FECHA	HORA	TIEMPO PRODUCTIVO					TIEMPO CONTRIBUTORIO					TIEMPO NO CONTRIBUTORIO									
			Colocando acero	Encofrando	Vaciando concreto	Excavando	Picado concreto	Trazando	Habilitado material	Cargando material	Desencofrado	Regleado	Limpieza	Lectura de planos	Medidas	Baño	Caminando	Esperando	Ocio	Salida	Buscando	
1	26/02/2018	08:00	5	2	0	0	0	1	5	0	1	1	4	1	0	1	2	1	0	0	24	
2	26/02/2018	11:30	3	3	0	1	1	0	7	1	0	0	3	3	0	1	0	1	1	0	25	
3	26/02/2018	15:30	3	5	0	1	1	0	4	2	0	0	3	3	1	0	0	1	1	0	25	
4	27/02/2018	08:30	1	3	0	1	1	0	5	1	0	0	0	3	0	4	2	1	1	0	24	
5	27/02/2018	11:30	3	3	0	1	1	0	7	1	0	0	3	3	0	1	0	1	1	0	25	
6	27/02/2018	15:30	3	5	0	1	1	0	4	2	0	0	3	3	1	0	0	1	1	0	25	
7	28/02/2018	09:30	5	1	6	1	1	0	1	2	2	1	2	2	0	0	0	0	0	0	24	
8	28/02/2018	11:30	6	4	0	1	1	0	2	1	2	0	3	2	0	1	0	0	1	0	24	
9	28/02/2018	15:30	5	6	2	1	0	0	1	3	0	0	2	2	0	0	0	1	0	0	24	
10	01/03/2018	09:30	4	2	6	1	1	0	1	1	2	0	3	1	1	0	0	0	1	0	24	
11	01/03/2018	11:30	5	5	3	1	1	0	2	3	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	24	
12	01/03/2018	15:30	4	6	0	1	0	0	3	2	1	0	1	2	1	1	0	0	1	0	23	
<b>Parciales:</b>			<b>47</b>	<b>45</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>42</b>	<b>19</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>287</b>
<b>TOTALES:</b>			<b>130</b>					<b>131</b>					<b>26</b>					<b>287</b>				

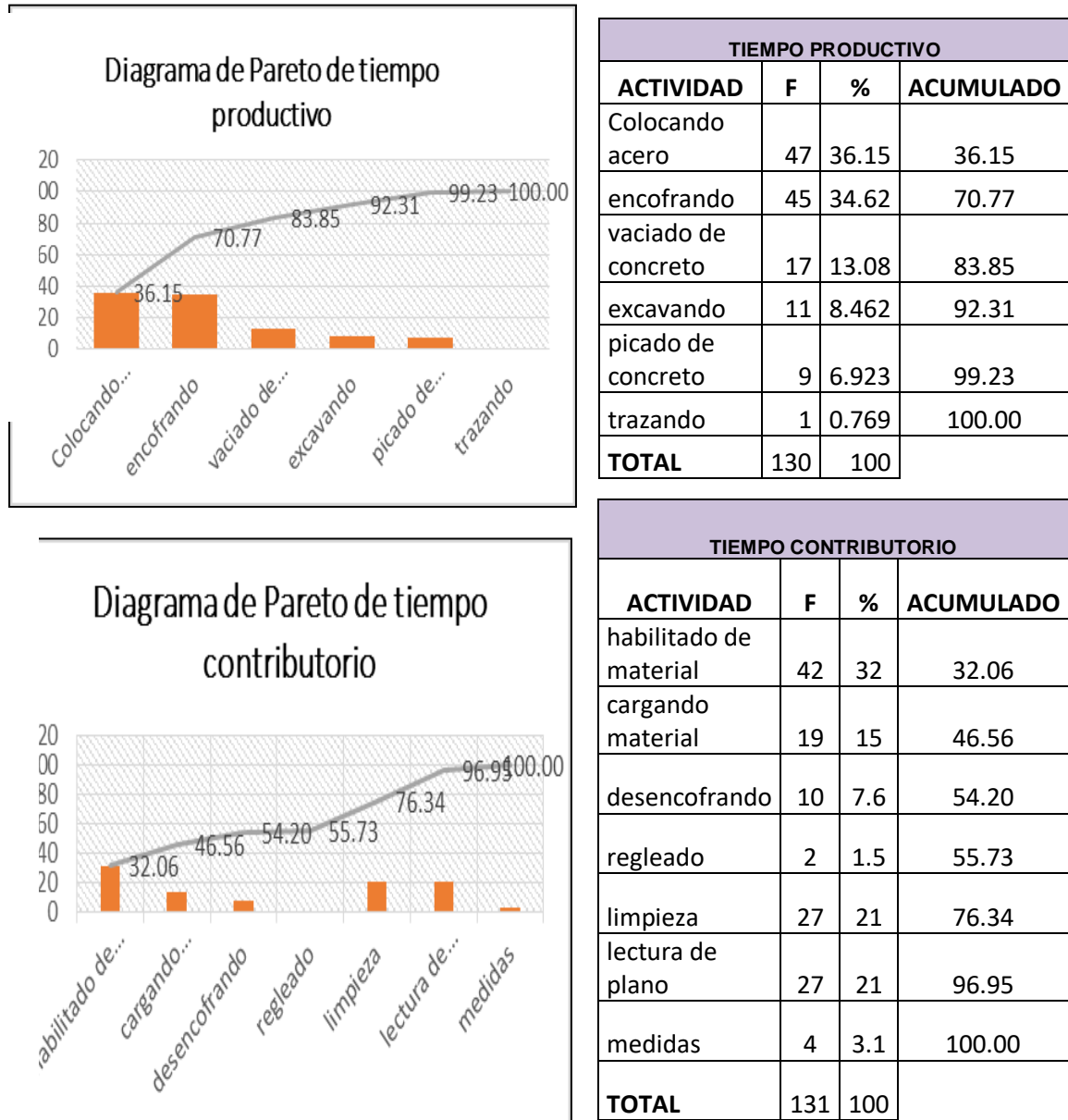
Fuente: Elaboración Propia

Figura 33 promedio de nivel general de actividades del 1er piso (26/02/18 al 01/03/18)



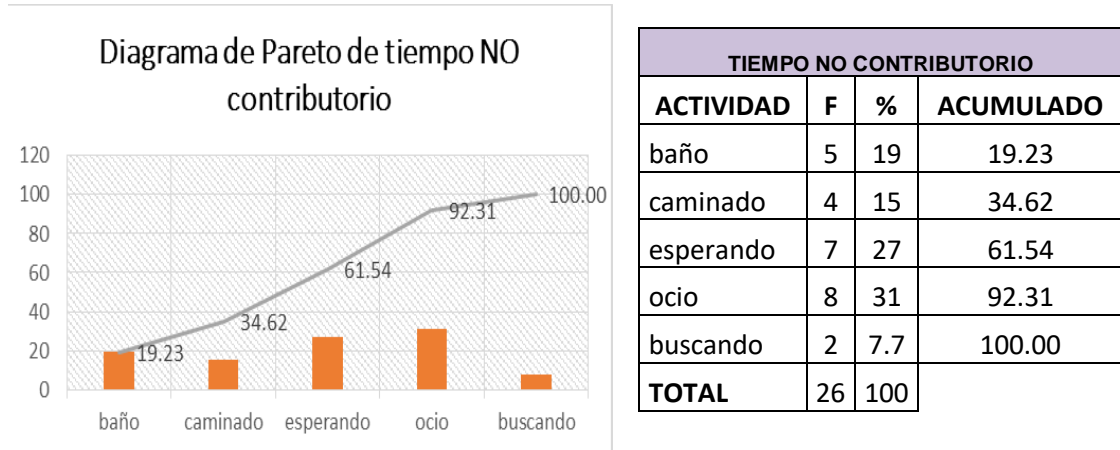
Fuente: Elaboración Propia

Figura 34 Diagrama de Pareto de producción (productivo-contributorio)



Fuente: Elaboración Propia

Figura 35 Diagrama de Pareto de producción (no contributorio)



#### Resultados Post Prueba de Mejora:

- La figura muestra que el 45% de actividades es de tiempo productivo, según la teoría tiempo productivo no debería bajar de 45%.
- La figura muestra que el 45% de las actividades son de tiempos contributorios. Los tiempo contributorios deben de encontrarse entre los rango de 25- 35% de la obra.
- La figura muestra que el 10% de los trabajos son de tiempo no contributorios.



#### 4.8.7. Carta Balance

Teniendo en consideración las cuadrillas en la construcción del sótano, realizamos un equilibrio en los trabajadores, generando las siguientes cartas balance, esto se vio reflejado en la producción y el nivel general de actividades antes mencionado.

Tabla 12 *Resumen de carta balance de cuadrilla de acero –1er piso*

RESUMEN DE CARTA BALANCE DE LA CUADRILLA DE ACERO DE LA OBRA CERTUS-VILLA EL SALVADOR																							
Nro	AP. PATERNO	AP. MATERNO	NOMBRES	CATEGORIA	CUADRILLA	15/01/2018			16/01/2018			17/01/2018			18/01/2018			19/01/2018			TOTALES		
						TP	TC	TNC	TP	TC	TNC	TP	TC	TNC	TP	TC	TNC	TP	TC	TNC	TP	TC	TNC
1	CAYANI	CURI	SIMON	OPERARIO	FIERRO	1	2	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	5	6	0
2	CHANCAHUANA	SIFUENTES	RONAL	OPERARIO	FIERRO	0	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	6	5
3	CARBAJAL	VALVERDE	PABLO	OPERARIO	FIERRO	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	5	1	5
4	GOZME	SULCA	JULIO	OPERARIO	FIERRO	1	1	1	1	0	2	1	0	1	1	0	1	1	0	1	5	1	6
5	PARIONA	CHACON	ROSMIL	OFICIAL	FIERRO	0	3	0	0	2	0	0	3	0	1	3	0	1	3	0	2	14	0
6	ARGUIS	TACO	LUIS	OFICIAL	FIERRO	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	10	5
7	MEDINA	VARGAS	ELEUTERIO	PEON	FIERRO	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	10	5
8	ARGUIS	TACO	CARLOS	PEON	FIERRO	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	10	5
9	CASANI	CARBAJAL	TAYLOR	PEON	FIERRO	0	2	1	0	1	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	9	5
10	CURO	BLANCO	RONALD	PEON	FIERRO	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	10	5
11	NINOPE	BAQUEDANO	JUAN	PEON	FIERRO	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	10	5
																				21	77	41	

Fuente: *Elaboración Propia*

- Consideramos los totales de las jornadas de cada cuadrilla y equilibramos las cuadrillas esto, con la finalidad de no tener exceso de personal desarrollando trabajos no necesarios.
- De la tabla 12, muestra que el operario en fierro Cayani Curi Simon tiene un trabajo productivo (TP) de 40%. Un trabajo contributivo (TC) de 60 % y un

trabajo no contributivo de 0%, lo que indica que es uno de trabajadores que rinde productivamente es sus trabajos. Esto considerando que su trabajo contributivo.

- De la tabla 12, muestra que el operario en fierro Gozne Sulca Julio tiene un trabajo productivo (TP) de 40%. Un trabajo contributivo (TC) de 10 % y un trabajo no contributivo de 50%, lo que indica que la mayoría de su tiempo lo dedica realizando trabajos no contributivos, tener en cuenta que pierde el tiempo este trabajador para tomar medidas.

Tabla 13 *Resumen de carta balance de cuadrilla de encofrado -1er piso*

<b>RESUMEN DE CARTA BALANCE DE LA CUADRILLA DE ENCOFRADO DE LA OBRA CERTUS-VILLA EL SALVADOR</b>																							
Nro	AP. PATERNO	AP. MATERNO	NOMBRES	CATEGORIA	CUADRILLA	15/01/2018			16/01/2018			17/01/2018			18/01/2018			19/01/2018			TOTALES		
						TP	TC	TNC	TP	TC	TNC	TP	TC	TNC	TP	TC	TNC	TP	TC	TNC	TP	TC	TNC
1	AUCAHUAQUI	PORTOCARRER	BITO	OPERARIO	ENCOFRADO	1	1	1	1	1	1	2	0	1	2	0	1	1	0	1	7	2	5
2	VILCA	APAZA	ABRAHAM	OPERARIO	ENCOFRADO	1	1	1	1	1	1	2	0	1	2	0	1	1	0	1	7	2	5
3	GUZMAN	HUAMAN	EDGAR	OPERARIO	ENCOFRADO	1	1	1	1	1	1	2	0	1	2	0	1	1	1	1	7	3	5
4	SOTO	GOMEZ	RAFAEL	OPERARIO	ENCOFRADO	1	1	1	1	1	1	2	0	1	2	0	1	1	1	1	7	3	5
5	RIVEROS	VALDEZ	EDUARDO	OPERARIO	ENCOFRADO	1	1	1	1	1	1	1	0	2	1	0	2	1	1	1	5	3	7
6	HUARAYA	APAZA	ABDON	OFICIAL	ENCOFRADO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	5
7	VELA	PEREZ	CESAR	OFICIAL	ENCOFRADO	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	10	5
8	CAHUAPAZA	APAZA	MAURO	PEON	ENCOFRADO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	5
9	GOZME	SULCA	SERGIO	PEON	ENCOFRADO	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	3	1	0	2	1	0	11	5
10	CASTILLO	GARCIA	ROLANDO	PEON	ENCOFRADO	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	0	0	2	1	0	10	4
																				43	54	51	

Fuente: *Elaboración Propia*

- De la tabla 13, muestra que el operario en encofrado Guzman Huaman Edgar tiene un trabajo productivo (TP) de 46%. Un trabajo contributivo (TC) de 13 % y un trabajo no contributivo de 33%, lo que indica que es uno de trabajadores que rinde productivamente es sus trabajos, pero también dedica tiempo realizando trabajos no contributivos.

- De la tabla 13, muestra que el operario en fierro Gozne Sulca Sergio tiene un trabajo productivo (TP) de 0%. Un trabajo contributivo (TC) de 73 % y un trabajo no contributivo de 33.33%, lo que indica que la mayoría de su tiempo lo dedica realizando trabajos contributivos, tener en cuenta que si es operario debería realizar trabajos productivos en más porcentaje, así poder equilibrar entre los trabajos contributivos que está realizando, analizar el problema de esta y realizar un equilibrio.
- Tener en cuenta que los peones pueden realizar hasta trabajos contributivos, lo cual es necesario minimizar en lo posible sus trabajos no contributivos, ya que estos no generan ningún tipo de valor final al proyecto.

Tabla 14. *Resumen de carta balance de cuadrilla de concreto -Sótano*

*Fuente: Elaboración Propia*

<b>SUMEN DE CARTA BALANCE DE LA CUADRILLA DE CONCRETO DE LA OBRA CERTUS-VILLA EL SALVAD</b>																								
						15/01/2018			16/01/2018			17/01/2018			18/01/2018			19/01/2018			TOTALES			
Nro	AP. PATERNO	AP. MATERNO	NOMBRES	CATEGORIA	CUADRILLA	TP	TC	TNC	TP	TC	TNC	TP	TC	TNC	TP	TC	TNC	TP	TC	TNC	TP	TC	TNC	
1	AUCAHUAQUI	PORTOCARRER	BITO	OPERARIO	CONCRETO	1	1	1	1	1	1	2	0	1	2	0	1	1	1	0	1	7	2	5
2	VILCA	APAZA	ABRAHAM	OPERARIO	CONCRETO	1	1	1	1	1	1	2	0	1	2	0	1	1	1	0	1	7	2	5
3	GUZMAN	HUAMAN	EDGAR	OPERARIO	CONCRETO	1	1	1	1	1	1	2	0	1	2	0	1	1	1	1	1	7	3	5
4	SOTO	GOMEZ	RAFAEL	OPERARIO	CONCRETO	1	1	1	1	1	1	2	0	1	2	0	1	1	1	1	1	7	3	5
5	RIVEROS	VALDEZ	EDUARDO	OPERARIO	CONCRETO	1	1	1	1	1	1	1	0	2	1	0	2	1	1	1	1	5	3	7
6	HUARAYA	APAZA	ABDON	OFICIAL	CONCRETO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	5
7	VELA	PEREZ	CESAR	OFICIAL	CONCRETO	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	10	5	
8	CAHUAPAZA	APAZA	MAURO	PEON	CONCRETO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	5
9	GOZME	SULCA	SERGIO	PEON	CONCRETO	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	3	1	0	2	1	0	11	5	
10	CASTILLO	GARCIA	ROLANDO	PEON	CONCRETO	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	0	0	2	1	0	10	4	
																					43	54	51	

- De la tabla 14, muestra que el operario en concreto Castillo Garcia Rolando tiene un trabajo productivo (TP) de 0%. Un trabajo contributivo (TC) de 71.43 % y un trabajo no contributivo de 28.58%, lo que indica que la mayoría de su tiempo lo dedica realizando trabajos contributivos, tener en cuenta que si es operario debería realizar trabajos productivos en más porcentaje, así poder equilibrar entre los trabajos contributivos que está realizando, analizar el problema de esta y realizar un equilibrio.

#### 4.8.8. Control de Rendimientos (Productividad)

Se realizó un control de productividad de las partidas con más influencia que son las de acero, encofrado y concreto en la etapa de construcción del sótano, esto con la finalidad de tener una referencia de productividad empleada y saber si se encuentra dentro de nuestro presupuesto meta. A continuación se mostrara los resultados obtenidos, el cálculo a más detalle se encuentra en los Anexos.N°09.

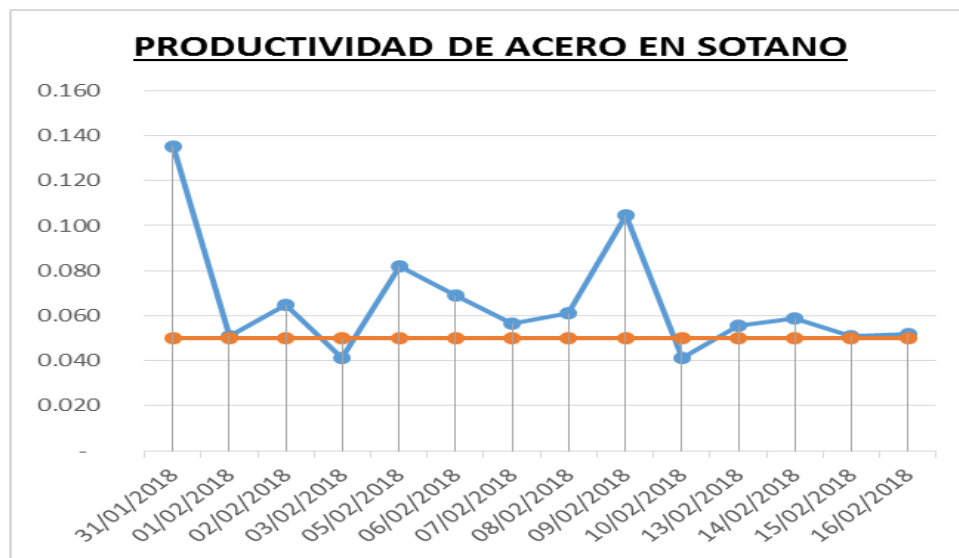
Tabla 15 *Cuadro de Resumen de productividad de acero (SOTANO)*

N°	ELEMENTO	FECHA	PRODUCTIVIDAD DE CAMPO (HH/KG)	PRODUCTIVIDAD DE EXPEDIENTE (HH/KG)
1	PLACA	31/01/2018	0.135	0.05
2	COLUMNA,PLACA	01/02/2018	0.051	0.05
3	PLACA	02/02/2018	0.065	0.05
4	PLACA,VIGA	03/02/2018	0.041	0.05
5	LOSA,PLACA	05/02/2018	0.082	0.05
6	PLACA,COLUMNA	06/02/2018	0.069	0.05
7	COLUMNA,VIGA	07/02/2018	0.057	0.05

8	LOSA	08/02/2018	0.061	0.05
9	PLACA,COLUMNA	09/02/2018	0.104	0.05
10	PLACA	10/02/2018	0.041	0.05
11	PLACA	13/02/2018	0.056	0.05
12	PLACA	14/02/2018	0.059	0.05
13	VIGA	15/02/2018	0.051	0.05
14	LOSA	16/02/2018	0.052	0.05

Fuente: Elaboración Propia

Figura 36 Medida De Productividad de Acero en Sótano de la obra CERTUS



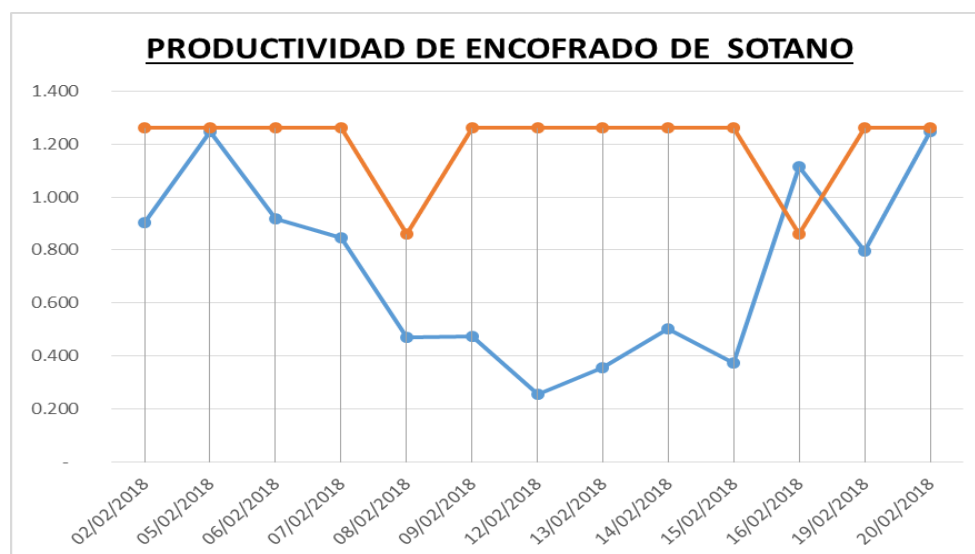
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16 Cuadro de Resumen de productividad de encofrado (SOTANO)

N°	ELEMENTO	FECHA	PRODUCTIVIDAD DE CAMPO (HH/M2)	PRODUCTIVIDAD DE EXPEDIENTE (HH/M2)
1	PLACAS	02/02/2018	0.902	1.26
2	VIGAS	05/02/2018	1.247	1.26
3	LOSA	06/02/2018	0.917	1.26
4	PLACAS	07/02/2018	0.848	1.26
5	COLUMNAS	08/02/2018	0.471	0.86
6	VIGAS Y LOSA	09/02/2018	0.475	1.26
7	LOSA , ESCALERA	12/02/2018	0.256	1.26
8	COLUMNA, PLACA	13/02/2018	0.356	1.26
9	VIGA	14/02/2018	0.502	1.26
10	LOSA	15/02/2018	0.373	1.26
11	COLUMNA	16/02/2018	1.115	0.86
12	PLACAS	19/02/2018	0.797	1.26
13	LOSA	20/02/2018	1.248	1.26

Fuente: Elaboración Propia

Figura 37 Medida De Productividad De Encofrado En Sótano De La Obra CERTUS



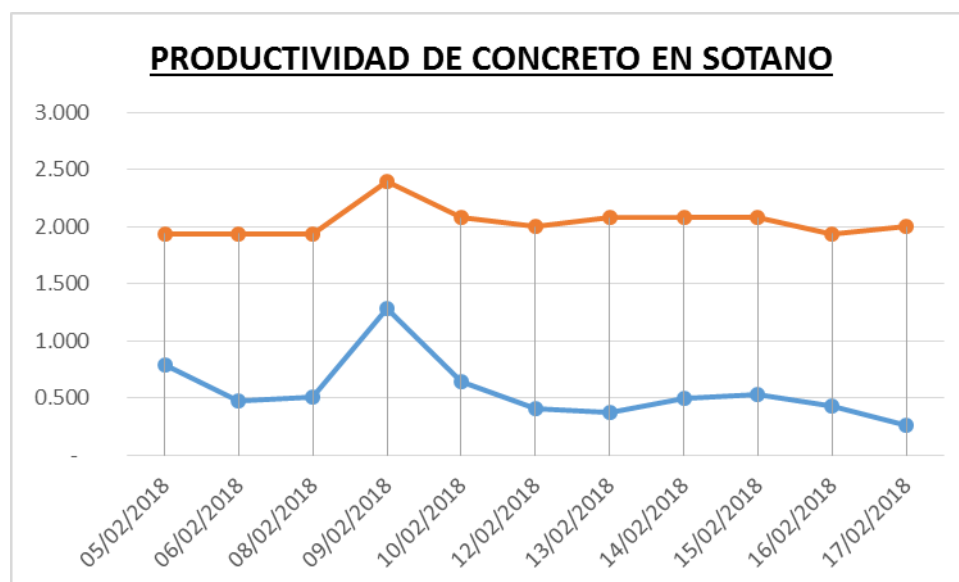
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17 Cuadro de Resumen de productividad de Concreto (SOTANO)

N°	ELEMENTO	FECHA	PRODUCTIVIDAD EN CAMPO	PRODUCTIVIDAD EN EXPEDIENTE
1	PLACA	05/02/2018	0.788	1.94
2	PLACA	06/02/2018	0.477	1.94
3	PLACA	08/02/2018	0.514	1.94
4	CISTERNA	09/02/2018	1.286	2.40
5	COLUMNAS	10/02/2018	0.643	2.08
6	TECHO	12/02/2018	0.410	2.00
7	PLACA,COLUMNAS	13/02/2018	0.375	2.08
8	PLACA,ESCALERA	14/02/2018	0.500	2.08
9	COLUMNA	15/02/2018	0.536	2.08
10	PLACA	16/02/2018	0.431	1.94
11	TECHO , ESCALERA	17/02/2018	0.258	2.00

Fuente: Elaboración Propia

Figura 38 Medida De Productividad de Concreto en Sótano de la obra CERTUS



Fuente: Elaboración Propia

- La tabla N°18 y la figura N°36 de producción de ACERO indican variabilidad en la producción, ya que existe una producción de acero en el presupuesto meta de 0.05 hh/kg. Esto quiere decir que la mano de obra excede en la mayoría de fechas, ya que indicaría variación en el presupuesto.
- La tabla N°19 y la figura N°37 de producción de ENCOFRADO también indican exceso de mano de obra por m<sup>2</sup> en las fechas 05/02/18, 16/02/18 y 20/02/18. Debemos de tener consideración de que fueron las interferencias del bajo rendimiento en esas fechas, para que no se vuelvan a repetir en los pisos posteriores y así no nos generen más costos.
- La tabla N°20 y la figura N°38 de producción de CONCRETO, muestran rendimientos óptimos inferiores al meta, lo cual indica gran productividad, lo cual se será reflejado en el presupuesto final. Ya que esta partida se encuentra optima, con la ayuda de los principios anteriores estudiados, optimizaremos aún más para una comparación en la influencia de costos.

A continuación se mostrara las mejoras de producción aplicadas a la construcción del 1er piso de la obra CERTUS, esto considerando los principios anteriormente estudiados.

El cálculo con más detalle se encuentra en los Anexos N°10.



Tabla 18 Cuadro de Resumen de productividad de acero (1ER PISO)

N°	ELEMENTO	FECHA	PRODUCTIVIDAD DE CAMPO (HH/KG)	PRODUCTIVIDAD DE EXPEDIENTE (HH/KG)
1	PLACA	20/02/2018	0.016	0.05
2	COLUMNA,PLACA	21/02/2018	0.020	0.05
3	PLACA	22/02/2018	0.024	0.05
4	PLACA,VIGA	23/02/2018	0.030	0.05
5	LOSA,PLACA	24/02/2018	0.028	0.05
6	PLACA,COLUMNA	26/02/2018	0.030	0.05
7	COLUMNA,VIGA	27/02/2018	0.051	0.05
8	LOSA	28/02/2018	0.027	0.05
9	PLACA,COLUMNA	01/03/2018	0.031	0.05
10	PLACA	02/03/2018	0.025	0.05
11	PLACA	03/03/2018	0.016	0.05
12	PLACA	04/03/2018	0.059	0.05
13	VIGA	05/03/2018	0.028	0.05
14	LOSA	06/03/2018	0.031	0.05

Fuente: Elaboración Propia

Figura 39 Medida de productividad de Acero en 1er piso de la obra CERTUS



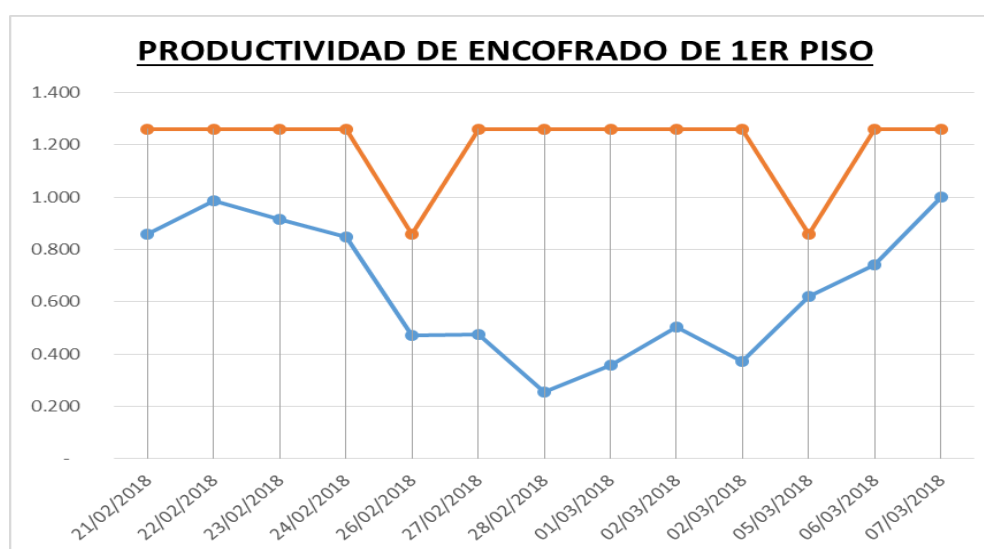
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19 Cuadro de Resumen de productividad de encofrado (1ER PISO)

N°	ELEMENTO	FECHA	PRODUCTIVIDAD DE CAMPO (HH/M2)	PRODUCTIVIDAD DE EXPEDIENTE (HH/M2)
1	PLACAS	21/02/2018	0.859	1.26
2	VIGAS	22/02/2018	0.987	1.26
3	LOSA	23/02/2018	0.917	1.26
4	PLACAS	24/02/2018	0.848	1.26
5	COLUMNAS	26/02/2018	0.471	0.86
6	VIGAS Y LOSA	27/02/2018	0.475	1.26
7	LOSA , ESCALERA		0.256	1.26
		28/02/2018		
8	COLUMNA,PLACA	01/03/2018	0.356	1.26
9	VIGA	02/03/2018	0.502	1.26
10	LOSA	02/03/2018	0.373	1.26
11	COLUMNA	05/03/2018	0.619	0.86
12	PLACAS	06/03/2018	0.742	1.26
13	LOSA	07/03/2018	1.001	1.26

Fuente: Elaboración Propia

Figura 40 Medida de Productividad de Encofrado en 1er piso de la obra CERTUS



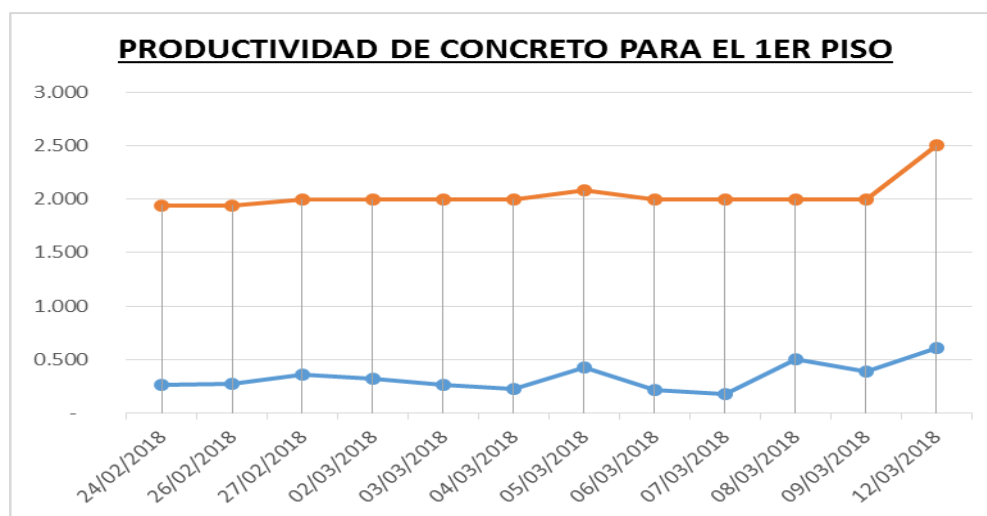
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20 Cuadro de Resumen de productividad de concreto (1ER PISO)

N°	ELEMENTO	FECHA	PRODUCTIVIDAD EN CAMPO(hh/m3)	PRODUCTIVIDAD EN EXPEDIENTE (hh/m3)
1	PLACA	05/02/2018	0.788	1.94
2	PLACA	06/02/2018	0.477	1.94
3	PLACA	08/02/2018	0.514	1.94
4	CISTERNA	09/02/2018	1.286	2.40
5	COLUMNAS	10/02/2018	0.643	2.08
6	TECHO	12/02/2018	0.410	2.00
7	PLACA,COLUMNAS	13/02/2018	0.375	2.08
8	PLACA,ESCALERA	14/02/2018	0.500	2.08
9	COLUMNA	15/02/2018	0.536	2.08
10	PLACA	16/02/2018	0.431	1.94
11	TECHO , ESCALERA	17/02/2018	0.258	2.00

Fuente: Elaboración Propia

Figura 41 Medida de Productividad de Acero en 1er piso de la obra CERTUS



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21 *Calculo De Horas Hombre Meta Vs Real*

ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO	PRODUCTIVIDAD META (HH/M3)	HORAS HOMBRE (HH)	PRODUCTIVIDAD REAL EN SOTANO (HH/M3)	HORAS HOMBRE REAL EN SOTANO (HH)	DIFERENCIA DE HH	PRODUCTIVIDAD REAL EN 1ER PISO (HH/M3)	HORAS HOMBRE REAL EN 1ER PISO (HH)	DIFERENCIA DE HH
2	<b>ESTRUCTURAS</b>										
2.03	<b>CONCRETO ARMADO</b>										
02.03.01	<b>ZAPATAS</b>										
02.03.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS fc=280 kg/cm2 (TIPO V)	m3	2044.98	0.96	1963.18						
02.03.01.02	ENCOFRADO DE ZAPATAS	m2	298.78	0.12	35.85						
02.03.01.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	83294.37	0.04	3331.77						
02.03.01.04	CURADO CON AGUA	m2	298.78	0.09	26.89						
02.03.03	<b>COLUMNAS</b>										
02.03.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO COLUMNAS fc=280 kg/cm2 - TIPO I	m3	130.00	1.76	228.80	0.57	74.10	154.70	0.33	42.90	185.90
02.03.03.02	CONCRETO PREMEZCLADO COLUMNAS fc=280 kg/cm2 - TIPO V	m3	1.42	2.08	2.95	0.57	0.81	2.14	0.33	0.47	2.49
02.03.03.03	ENCOFRADO METALICO EN COLUMNAS 0.60x0.60x3.00 m.	m2	386.42	0.86	332.32	0.73	282.09	50.23	0.65	251.17	81.15
02.03.03.04	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	68981.34	0.05	3449.07	0.07	4552.77	-1103.70	0.03	2069.44	1379.63
02.03.03.05	CURADO CON AGUA	m2	386.42	0.09	34.78	0.09	34.78	0.00	0.09	0.01	34.77
02.03.04	<b>PLACAS</b>										
02.03.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO PLACAS fc=350 kg/cm2	m3	127.02	1.94	246.42	0.57	72.40	174.02	0.33	0.19	246.23
02.03.04.02	CONCRETO PREMEZCLADO PLACAS fc=280 kg/cm2 - TIPO V	m3	7.55	1.94	14.65	0.57	4.30	10.34	0.57	0.32	14.32
02.03.04.03	CONCRETO PREMEZCLADO PLACAS fc=280 kg/cm2	m3	747.32	1.94	1449.80	0.57	425.97	1023.83	0.33	0.19	1449.61
02.03.04.04	ENCOFRADO METALICO PLACAS	m2	1300.00	1.26	1638.00	0.73	949.00	689.00	0.65	0.47	1637.53
02.03.04.05	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	25311.63	0.05	1265.58	0.07	1670.57	-404.99	0.03	0.00	1265.58
02.03.04.06	CURADO CON AGUA	m2	1300.00	0.09	117.00	0.09	117.00	0.00	0.09	0.01	116.99
02.03.06	<b>LOSAS MACIZAS (H=20 CM)</b>										
02.03.06.01	CONCRETO PREMEZCLADO LOSA ALIGERADA O MACIZA fc=210 kg/cm2 - TIPO I	m3	491.40	2.00	982.80	0.57	280.10	702.70	0.33	0.19	982.61
02.03.06.02	ENCOFRADO LOSAS MACIZAS	m2	1935.34	1.26	2438.53	0.73	1412.80	1025.73	0.65	0.47	2438.05
02.03.06.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	25505.16	0.05	1275.26	0.07	1683.34	-408.08	0.03	0.00	1275.26
02.03.06.04	CURADO CON AGUA	m2	1935.66	0.09	174.21	0.09	174.21	0.00	0.09	0.01	174.20
02.03.07	<b>VIGAS</b>										
02.03.07.01	CONCRETO PREMEZCLADO VIGAS fc=210 kg/cm2 - TIPO I	m3	178.00	1.60	284.80	0.57	101.46	183.34	0.33	0.19	284.61
02.03.07.02	ENCOFRADO VIGAS	m2	974.14	1.26	1227.42	0.73	711.12	516.29	0.65	0.47	1226.94
02.03.07.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	23408.93	0.05	1170.45	0.07	1544.99	-374.54	0.03	0.00	1170.44
02.03.07.04	CURADO CON AGUA	m2	974.14	0.09	87.67	0.09	87.67	0.00	0.09	0.01	87.66
02.03.08	<b>ESCALERAS</b>										
02.03.08.01	CONCRETO PREMEZCLADO ESCALERA fc=210 kg/cm2 - TIPO I	m3	16.00	2.00	33.28	0.57	9.12	24.16	0.33	0.19	33.09
02.03.08.02	ENCOFRADO NORMAL EN ESCALERA	m2	80.00	1.76	140.80	0.73	58.40	82.40	0.65	0.47	140.33
02.03.08.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	700.00	0.05	85.00	0.07	112.00	-27.20	0.03	0.00	85.00
02.03.08.04	CURADO CON AGUA	m2	80.00	0.09	7.20	0.09	7.20	0.00	0.09	0.01	7.19
02.03.09	<b>CISTERNA Y CUARTO DE BOMBAS</b>										
02.03.09.01	<b>LOSA DE FONDO CISTERNA</b>										
02.03.09.01.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1123.30	0.05	56.17	0.05	56.17	0.00	0.05	0.00	56.16
02.03.09.01.04	CURADO CON AGUA	m2	87.23	0.09	7.85	0.09	7.85	0.00	0.09	0.01	7.84
02.03.09.02	<b>MURO DE CISTERNA</b>										
02.03.09.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN MUROS DE CISTERNA fc=280 kg/cm2	m3	51.55	2.40	123.72	0.57	29.38	94.34	0.33	0.19	123.53
02.03.09.02.03	ENCOFRADO MURO DOS CARAS h=1.80 m	m2	326.25	0.05	16.31	0.73	238.16	-221.85	0.65	0.47	15.84
02.03.09.02.04	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	3322.12	0.09	298.99	0.07	219.26	79.73	0.03	0.00	298.99
02.03.09.02.05	CURADO CON AGUA	m2	326.25	0.05	16.31	0.05	16.31	0.00	0.05	0.00	16.31
02.03.09.03	<b>LOSA DE TECHO DE CISTERNA</b>										
02.03.09.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO LOSA ALIGERADA O MACIZA fc=200 kg/cm2	m3	17.43	2.00	34.86	0.57	9.94	24.92	0.33	0.19	34.67
02.03.09.03.02	ENCOFRADO LOSA MACIZA CON PANELES DE MADERA	m2	87.15	1.26	109.81	0.73	63.62	46.19	0.65	0.47	109.33
02.03.09.03.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	895.78	0.06	53.75	0.07	59.12	-5.37	0.03	0.00	53.74
02.03.09.03.04	CURADO CON AGUA	m2	87.15	0.09	7.84	0.09	7.84	0.00	0.09	0.01	7.84
02.03.10	<b>MUROS DE CONTENCIÓN</b>										
02.03.10.01	<b>CIMENTACION</b>										
02.03.10.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO CIMENTACION MURO DE CONTENCIÓN fc=280 kg/cm2 (TIPO V)	m3	106.82	1.82	194.41	1.82	194.41	0.00	1.82	3.31	191.10
02.03.10.01.02	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	5351.63	0.05	267.58	0.05	267.58	0.00	0.05	0.00	267.58
02.03.10.02	<b>MUROS</b>										
02.03.10.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO MURO DE CONTENCIÓN fc=280 kg/cm2 (TIPO V)	m3	229.80	2.00	459.60	0.57	130.99	328.61	0.33	0.19	459.41
02.03.10.02.02	ENCOFRADO MURO DE CONTENCIÓN 1 CARA h=3.10 m	m2	1551.40	1.26	1954.77	0.73	1132.52	822.24	0.65	0.47	1954.29
02.03.10.02.04	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	10969.87	0.05	548.49	0.07	724.01	-175.52	0.03	0.00	548.49
02.03.12	<b>COLUMNETAS</b>										
02.03.12.01	CONCRETO PARA COLUMNETAS fc=175 kg/cm2	m3	19.80	6.64	131.47	0.57	11.29	120.19	0.33	0.19	131.28
02.03.12.02	ENCOFRADO PARA COLUMNETAS	m2	244.85	2.10	514.19	0.73	178.74	335.44	0.65	0.47	513.71
02.03.12.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	5670.76	0.06	3175.63	0.07	374.27	2801.36	0.03	0.00	3175.62
02.03.12.04	CURADO	m2	244.85	0.11	26.93	0.11	26.93	0.00	0.11	0.01	26.92
02.03.13	<b>VIGUETAS</b>										
02.03.13.01	CONCRETO PARA VIGUETAS fc=175 kg/cm2	m3	12.50	6.64	83.00	0.57	7.13	75.88	0.33	0.19	82.81
02.03.13.02	ENCOFRADO PARA VIGUETAS	m2	140.50	1.68	236.04	0.73	102.57	133.48	0.65	0.47	235.57
02.03.13.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	947.04	0.06	56.82	0.07	62.60	-5.68	0.03	0.00	56.82
02.03.13.04	CURADO	m2	140.50	0.11	15.46	0.11	15.46	0.00	0.11	0.01	15.44
2.04	<b>PARTIDAS COMPLEMENTARIAS</b>										

Fuente: *Elaboración Propia*

**4.8.9. Porcentaje De Plan Cumplido (PPC)**

La tarea cumplida es marcada con el total programadas para ese día y la no cumplida por 0 o menos al final usualmente el PPC bordea el 90% siendo el mejor de los casos al 100%, inicialmente una cuadrilla sufrirá un proceso de aprendizaje desde un 70% de PPC.

Tabla 22 Medida de PPC semanal en la construcción del 1er piso de la obra CERTUS

Semanas	SEMANA 1							TRABAJOS PROGRAMADOS	TRABAJOS CUMPLIDOS	PPC (%)
	Descripcion	dia19 L	dia20 M	dia21 M	dia22 J	dia23 V	dia24 S			
	FEBRERO									
<b>ESTRUCTURAS</b>										
<b>1ER PISO</b>										
<b>PRIMER SECTOR</b>										
acero en columnas		A-1	A-1					2	2	100
encofrado de columnas				E-1	E-1			2	2	100
concreto en columnas						C-1		1	0	0
acero en fondos de vigas				A-1	A-1			2	1	50
encofrado de fondos de vigas										
concreto en vigas										
acero en losa de techo					A-1	A-1		2	2	100
encofrado de losa de techo										
instalaciones electricas y sanitarias										
concreto en losa de techo										
<b>SEGUNDO SECTOR</b>										
acero en columnas				A-2	A-2			2	2	100
encofrado de columnas						E-2		1	1	100
concreto en columnas										
acero en fondos de vigas										
encofrado de fondos de vigas										
concreto en vigas										
acero en escaleras										
encofrado de escaleras										
concreto en escaleras										
acero en losa de techo										
encofrado de losa de techo										
instalaciones electricas y sanitarias										
concreto en losa de techo										
<b>TERCER SECTOR</b>										
acero en columnas						A-3		1	1	100
encofrado de columnas										
concreto en columnas										
acero en fondos de vigas										
encofrado de fondos de vigas										
concreto en vigas										
acero en losa de techo										
encofrado de losa de techo										
instalaciones electricas y sanitarias										
concreto en losa de techo										
<b>CUARTO SECTOR</b>										
acero en columnas										
encofrado de columnas										
concreto en columnas										
acero en fondos de vigas										
encofrado de fondos de vigas										
concreto en vigas										
acero en escaleras										
encofrado de escaleras										
concreto en escaleras										
acero en losa de techo										
encofrado de losa de techo										
instalaciones electricas y sanitarias										
concreto en losa de techo										
								13	11	84.6154

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 24 Medida de PPC semana 3 en la construcción del 1er piso de la obra CERTUS

Semanas	SEMANA 3							TRABAJOS PROGRAMADOS	TRABAJOS CUMPLIDOS	PPC (%)
	dia05	dia06	dia07	dia08	dia09	dia10	dia11			
Descripcion	L	M	M	J	V	S	D			
<b>ESTRUCTURAS</b>										
<b>1ER PISO</b>										
<b>PRIMER SECTOR</b>										
acero en columnas										
encofrado de columnas										
concreto en columnas										
acero en fondos de vigas										
encofrado de fondos de vigas										
concreto en vigas										
acero en losa de techo										
encofrado de losa de techo										
instalaciones electricas y sanitarias										
concreto en losa de techo										
<b>SEGUNDO SECTOR</b>										
acero en columnas										
encofrado de columnas										
concreto en columnas										
acero en fondos de vigas										
encofrado de fondos de vigas										
concreto en vigas	C-2							1	1	100
acero en escaleras										
encofrado de escaleras										
concreto en escaleras	C-2							1	1	100
acero en losa de techo										
encofrado de losa de techo										
instalaciones electricas y sanitarias										
concreto en losa de techo	C-2							1	1	100
<b>TERCER SECTOR</b>										
acero en columnas										
encofrado de columnas										
concreto en columnas										
acero en fondos de vigas										
encofrado de fondos de vigas	E-3	E-3						2	2	100
concreto en vigas			C-3					1	1	100
acero en losa de techo										
encofrado de losa de techo	E-3	E-3						2	2	100
instalaciones electricas y sanitarias	IS-3	IS-3						2	2	100
concreto en losa de techo			C-3					1	1	100
<b>CUARTO SECTOR</b>										
acero en columnas										
encofrado de columnas										
concreto en columnas										
acero en fondos de vigas	A-4							1	1	100
encofrado de fondos de vigas		E-4	E-4	E-4				3	3	100
concreto en vigas					C-4			1	1	100
acero en escaleras	A-4							1	1	100
encofrado de escaleras		E-4						1	1	100
concreto en escaleras					C-4			1	1	100
acero en losa de techo	A-4							1	1	100
encofrado de losa de techo		E-4	E-4	E-4				3	3	100
instalaciones electricas y sanitarias			IS-4	IS-4				2	2	100
concreto en losa de techo					C-4			1	1	100
								26	26	100

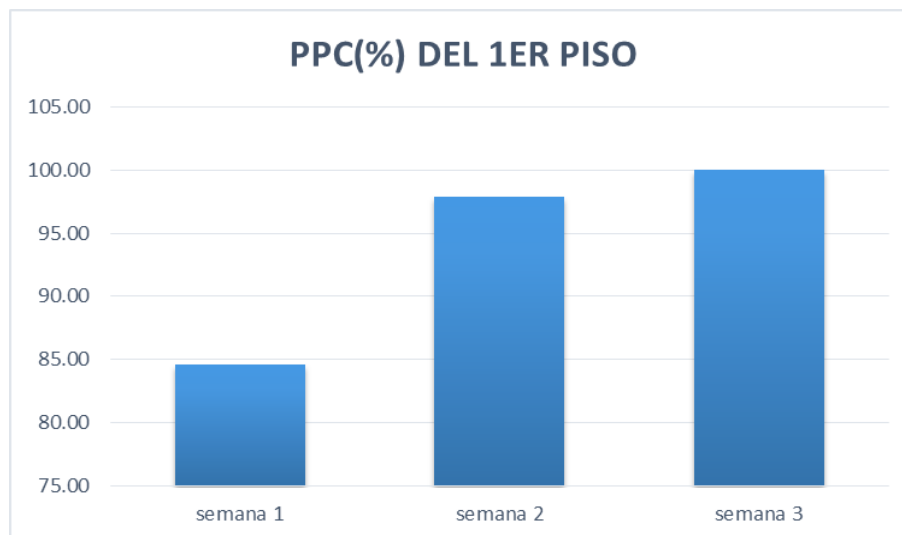
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25 *Resumen de PPC en la construcción del 1er piso de la obra CERTUS*

	<b>TRABAJOS PROGRAMADOS</b>	<b>TRABAJOS CUMPLIDOS</b>	<b>PPC (%)</b>
semana 1	13	11	84.62
semana 2	47	46	97.87
semana 3	26	26	100.00

*Fuente: Elaboración Propia*

Figura 42 *Resumen de PPC en la construcción del 1er piso de la obra*



*Fuente: Elaboración Propia*



## **CAPITULO V**

### **DISCUSION DE RESULTADOS**

Obteniendo los resultados se obtuvo lo siguiente:

El empleo de la Sectorización, Tren de Actividades y el Last Planner System, sirvieron satisfactoriamente a la etapa de planificación para el desarrollo de la construcción de la especialidad de estructuras del 1er piso.

La sectorización nos ayudó a tener 4 partes iguales (metrados similares), lo cual conllevó a realizar un trabajo limpio, ordenado y cumpliendo con la programación maestra.

Si bien esta herramienta no nos establece fechas o un cronograma bien establecido el cual nos ayude a medir tiempos, se puede decir que ayuda genéricamente al incremento de producción ya que por el instrumento de la observación se puede decir que disminuye los desperdicios de transporte y movimientos. Los cuáles serán reflejados en el control de productividad que si son medibles.

Los trabajos en la construcción de sótano, se ejecutó mediante un proceso constructivo tradicional, cabe mencionar sin un orden pre establecido para el desarrollo de las actividades.

El tren de actividades ayudó a planificar trabajos por fechas, esto fue producto del cronograma inicial del proyecto. La finalidad fue generar trabajos repetitivos en donde los trabajadores obtengan experiencia para que sus trabajos futuros sean desarrollados con mucha más facilidad, esto con el objetivo de incrementar la productividad. El tren de actividades se desarrolló en base a la sectorización anteriormente establecida y al cronograma maestro.

Cabe mencionar que el tren de actividades no mide ningún resultado, pero si es bueno resaltar que ayudo mucho a la planificación del proyecto, ya que el uso de esta herramienta ayuda a establecer fechas de entrega de trabajos y tener un ritmo de trabajo constante. El tren de ayuda que el realizar trabajos repetitivos lo cual ayuda a incrementar la productividad.

Se precede a desarrollar la planificación en el Last Planner System. Se ejecutó con la finalidad de establecer cronogramas maestros y semanales. Para tener presente durante toda la ejecución de obras. El tener la planificación maestra nos informará de las fechas generales y del plazo general que ejecutara el proyecto. La planificación semanal nos ayudara a llevar el control de partidas que se desarrollarán durante la semana. Y la planificación diaria nos ayudara a establecer tareas para el día y hacerle seguimiento para que se cumplan.

Como indica en la teoría este sistema es una forma de ver de lo que se hace, lo que se hará y lo que se debe hacer. Recordar que LPS se elaboró en obra y se desarrolló con la finalidad de que se cumpla lo que se planteó durante el día, semana y en general.

Esto para cumplir en 15 días la entrega del casco del 1er piso.

Desarrollado el LPS y una vez ejecutado en obra se mostraran diferentes tipos de restricciones para que lo programado no se cumpla como se esperaba. En la presente investigación se consideró restricciones como: información, desarrollo de la actividad

anterior, mano de obra, material y equipos. Este proceso se lleva a cabo para tener en consideración cuales son los posibles procesos que puedan impedir que se concrete el trabajo. Una vez encontrado la restricción se procede al levantamiento y al acto de mejora para futuros trabajos.

En los 15 días de ejecución del 1er piso distribuidos en 3 semanas se encontraron un total de 6 restricciones, las cuales fueron levantadas y no fueron impedimento para la culminación del techado del 1er piso para la fecha programada. Se puede decir también que no existieron más No Conformidades presentadas por supervisión, más por el contrario fueron levantadas y subsanadas. Ver Anexo N°04.

Tabla 26. Cuadro resumen de tiempo programado y tiempo ejecutado

<b>AREA</b>	<b>Tiempo programado (días)</b>	<b>Tiempo ejecutado (días)</b>	<b>Diferencia (días)</b>	
Sótano (Bajo el enfoque tradicional)	30	38	+8	(adicionales)
1er piso (Bajo el enfoque Lean Construction)	20	15	-5	tiempo record

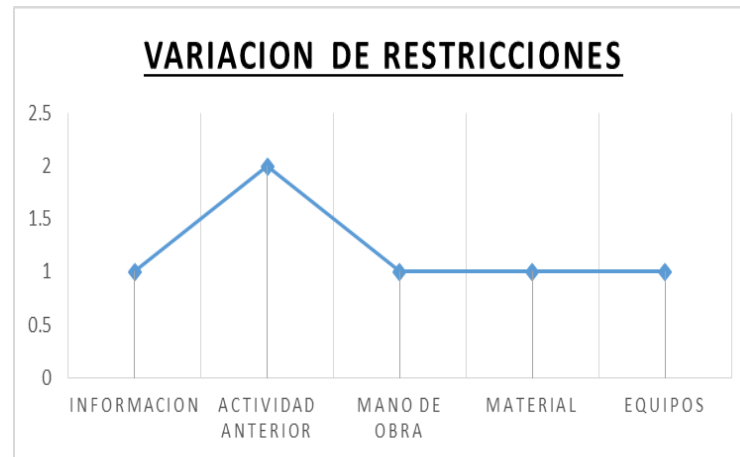
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27 Resumen De Restricciones Dentro De Las 3 Semanas (1er PISO)

	<b>INFORMACION</b>	<b>ACTIVIDAD ANTERIOR</b>	<b>MANO DE OBRA</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>EQUIPOS</b>
<b>SEMANA 1</b>	1	1	0	0	0
<b>SEMANA 2</b>	0	1	1	0	1
<b>SEMANA 3</b>	0	0	0	1	0
<b>TOTAL=</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Fuente: Elaboración Propia

Figura 43 *Variación De Restricciones Dentro De Las 3 Semanas (1er PISO)*

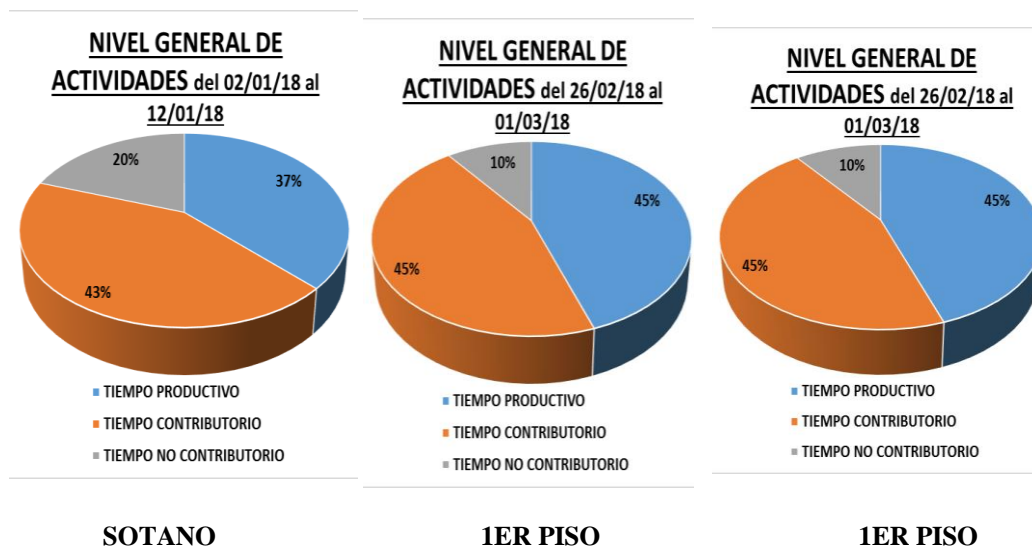


*Fuente: Elaboración Propia*

- El Grafico de restricciones nos sirve para ver cuáles son las principales causas de que el proceso no se libere de la manera programada.
- Teniendo consideración las restricciones se tomaron medidas correctivas para que estas no se repitan en los procesos posteriores y no detengan el flujo de proceso.

El nivel general de actividades y la carta balance en un principio se empleó para medir el estado actual del proyecto (desperdicios, velocidad de avance, trabajos que desempeñan, etc). Y posteriormente se empleó para nuevamente medir lo antes mencionado después de aplicar los principios de mejora.

Esta herramienta nos ayuda en el proceso de ejecución de obras. Su medición fue medir en porcentaje los trabajos productivos, contributorio y no contributorios de cada actividad que se realiza en obra. Con la finalidad de saber en qué actividad se utiliza más horas hombre ya que de esta depende el costo de horas hombre a emplear en la obra.

Figura 44 *Comparación de nivel general de actividades*

Fuente: *Elaboración Propia*

- En la construcción del sótano que se desarrolló durante el 02/01/18 al 12/01/18 se pudo observar que el tiempo productivo tuvo un aumento de 37% a 45 % en las distintas fechas tomadas para la ejecución del 1er piso.
- Los trabajos contributivos tuvieron una mínima variación de aumento del 43% al 45% que subió en ambas fechas.
- Los trabajos no contributivos o tiempos muertos, tuvieron un significativo deceso a través del tiempo, ya que se empezó con un 20% que no aportaba valor al proyecto hasta llegar a un 10%, muestra de que el empleo de la carta balance, sectorización y tren de actividades fueron parte de este resultado.

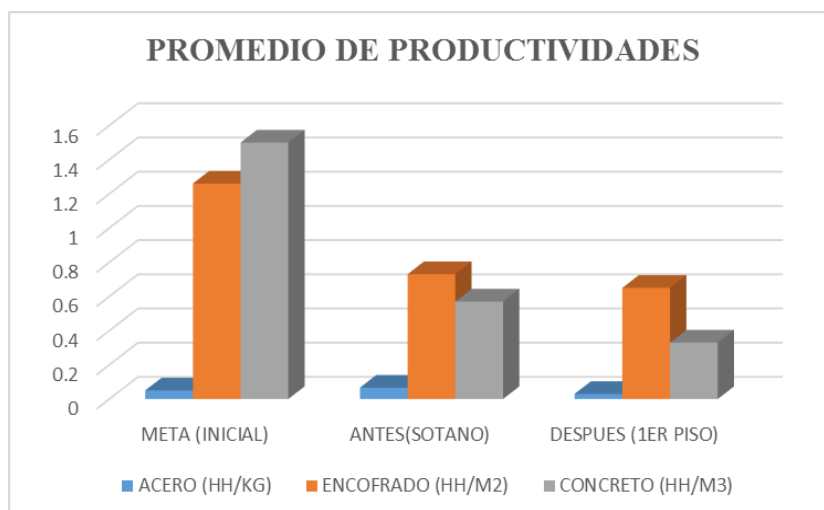
El empleo de esta herramienta de la Productividad, fue para medir los rendimientos y la productividad de las actividades, su medición final es en horas hombre (H.H.) el cual influyen significativamente en los costos.

Tabla 28 *Promedio de productividad en sótano y 1er piso*

PROMEDIO DE PRODUCTIVIDADES			
DESCRIPCION	META (INICIAL)	ANTES(SOTANO)	DESPUES (1ER PISO)
ACERO (HH/KG)	0.05	0.07	0.03
ENCOFRADO (HH/M2)	1.26	0.73	0.65
CONCRETO (HH/M3)	1.5	0.57	0.33

*Fuente: Elaboración Propia*

Figura 45 : *Medida de Promedios de Productividad*



*Fuente: Elaboración Propia*

- De los anteriores gráficos se puede deducir que hubo mejora en la productividad de acero, encofrado y concreto. Esto indica mejora en los costos finales del proyecto.

- Según los graficos muestra una reduccion de productividad lo que indicaria una disminucion directa de horas hombre (mano de obra), tal como muestra la Tabla 31. Por lo tanto si existe disminucion de H.H. el presupuesto disminuira en gran cantidad, a continuacion un claro ejemplo de demostracion del reduccion de presupuesto.

Tabla 29. Tabla de diferencia de horas hombre empleadas

ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO	PRODUCTIVIDAD META (HH/MS)	HORAS HOMBRE (HH)	PRODUCTIVIDAD REAL EN SOTANO (HH/MS)	HORAS HOMBRE REAL EN SOTANO (HH)	DIFERENCIA DE HH	PRODUCTIVIDAD REAL EN 1ER PISO (HH/MS)	HORAS HOMBRE REAL EN 1ER PISO (HH)	DIFERENCIA DE HH
2	ESTRUCTURAS										
02.03.03	COLUMNAS										
02.03.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO COLUMNAS fc=280 kg/cm <sup>2</sup> - TIPO I	m3	130.00	1.76	228.80	0.57	74.10	154.70	0.33	42.90	185.90
02.03.03.02	CONCRETO PREMEZCLADO COLUMNAS fc=280 kg/cm <sup>2</sup> - TIPO V	m3	1.42	2.08	2.95	0.57	0.81	2.14	0.33	0.47	2.49
02.03.03.03	ENCOFRADO METALICO EN COLUMNAS 0.60x0.60x3.00 m.	m2	386.42	0.86	332.32	0.73	282.09	50.23	0.65	251.17	81.15
02.03.03.04	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	68981.34	0.05	3449.07	0.07	4552.77	-1103.70	0.03	2069.44	1379.63
02.03.03.05	CURADO CON AGUA	m2	386.42	0.09	34.78	0.09	34.78	0.00	0.09	0.01	34.77
02.03.04	PLACAS										
02.03.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO PLACAS fc=350 kg/cm <sup>2</sup>	m3	127.02	1.94	246.42	0.57	72.40	174.02	0.33	0.19	246.23
02.03.04.02	CONCRETO PREMEZCLADO PLACAS fc=280 kg/cm <sup>2</sup> - TIPO V	m3	7.55	1.94	14.65	0.57	4.30	10.34	0.57	0.32	14.32
02.03.04.03	CONCRETO PREMEZCLADO PLACAS fc=280 kg/cm <sup>2</sup>	m3	747.32	1.94	1449.80	0.57	425.97	1023.83	0.33	0.19	1449.61
02.03.04.04	ENCOFRADO METALICO PLACAS	m2	1300.00	1.26	1638.00	0.73	949.00	689.00	0.65	0.47	1637.53
02.03.04.05	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	25311.63	0.05	1265.58	0.07	1670.57	-404.99	0.03	0.00	1265.58
02.03.04.06	CURADO CON AGUA	m2	1300.00	0.09	117.00	0.09	117.00	0.00	0.09	0.01	116.99
02.03.04	LOSAS MACIZAS (H=20 CM)										
02.03.06.01	CONCRETO PREMEZCLADO LOSA ALIGERADA O MADIZA fc=210 kg/cm <sup>2</sup> - TIPO I	m3	491.40	2.00	982.80	0.57	280.10	702.70	0.33	0.19	982.61
02.03.06.02	ENCOFRADO LOSAS MACIZAS	m2	1935.34	1.26	2438.53	0.73	1412.80	1025.73	0.65	0.47	2438.05
02.03.06.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	25505.16	0.05	1275.26	0.07	1653.34	-408.08	0.03	0.00	1275.26
02.03.06.04	CURADO CON AGUA	m2	1935.66	0.09	174.21	0.09	174.21	0.00	0.09	0.01	174.20
02.03.07	VIGAS										
02.03.07.01	CONCRETO PREMEZCLADO VIGAS fc=210 kg/cm <sup>2</sup> - TIPO I	m3	178.00	1.60	284.80	0.57	101.46	183.34	0.33	0.19	284.61
02.03.07.02	ENCOFRADO VIGAS	m2	974.14	1.26	1227.42	0.73	711.12	516.29	0.65	0.47	1226.94
02.03.07.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	22408.93	0.05	1170.45	0.07	1544.99	-374.54	0.03	0.00	1170.44
02.03.07.04	CURADO CON AGUA	m2	974.14	0.09	87.67	0.09	87.67	0.00	0.09	0.01	87.66

Fuente: Elaboración Propia

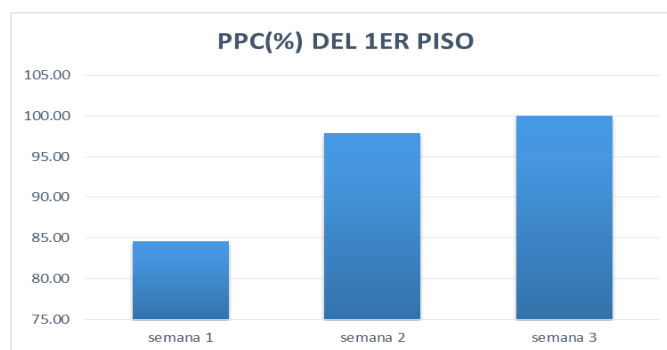
Tabla 30. Influencia en costos de la aplicación del Lean Construction

PARTIDA	UND	PRODUCTIVIDAD DE CAMPO DEL 1ER PISO (HH/UND)	PRODUCTIVIDAD DEL PROYECTO (HH/UND)	P.U DE MO (S./)	PRESUPUESTO 1ER PISO	PRESUPUESTO META	DIFERENCIA (S./)	% DE DIFERENCIA
ACERO	KG	0.03	0.05	70.653	2.12	3.53	1.41	60.00
ENCOFRADO	M2	0.65	1.26	70.653	45.92	89.02	43.10	51.59
CONCRETO	M3	0.33	1.5	70.653	23.32	105.98	82.66	22.00

Fuente: Elaboración Propia

Por último se midió el Porcentaje de Plan cumplido (PPC), se puede deducir que se incrementó el PPC a través de las semanas, llegando a un 100% concretando el vaciado del 1er piso. En las fechas programadas según el LPS y con ayuda de las distintas herramientas del Lean Construction.

Figura 46 *Crecimiento del porcentaje de plan cumplido a través de las Semanas (1ER PISO)*



*Fuente: Elaboración Propia*



## CONCLUSIONES

1. Utilizar el Lean Construction mejoró la gestión de proyectos en la etapa de planificación, ejecución y seguimiento de obras en la especialidad de estructuras de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C, influyendo en costos, afectando el tiempo de programación y contribuyendo en la gestión de calidad de sus diferentes proyectos de construcción.
2. Los trabajos no contributivos (TNC) son pérdidas y/o desperdicios generados en obra. El incremento de porcentaje en estas indica que se está empleado mayor horas hombre (hh) que no agrega valor a proyecto final. Puedo decir que el empleo de las herramientas Lean Construction ayudaron a disminuir las horas hombre destinadas a estos tipos de trabajo, esto indico una influencia en 20%,50% y 60% en mejoras de costos en comparación entre el costo meta y el costo real en la construcción de la edificación de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C.
3. Los procesos de planificación, ejecución y control en obra. Tiene un efecto considerable, ya que para la construcción del 1er piso se tuvo un tiempo programado de 20 días calendarios, el cual fue ejecutado en 15 días calendarios. Puedo decir que mejorar procesos afecta directamente al tiempo de programación que tendrá la especialidad de estructuras para la construcción de edificaciones de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C.
4. El uso de las herramientas de sectorización, tren de actividades y Análisis de Restricciones contribuyen a ejecutar trabajos más limpios y ordenados, indicando que el procedimiento mejora y mostrando una calidad diferente, eso se vio reflejado en las no conformidades NO presentadas durante la construcción de edificaciones de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C.

## RECOMENDACIONES

1. Para tener una mayor visualización de mejora de gestión de obra, se recomienda realizar el empleo del Lean Construction en diferentes tipos de proyectos. Y también que se recomienda utilizar en los siguientes pisos que se construirán para ver un resultado general de mejora del proyecto en conjunto.
2. Se recomienda realizar un análisis de trabajos productivos, contributorios y no contributorios en todas las especialidades, con la finalidad de ver la influencia global en costos que estas puedan generar.
3. Se recomienda realizar una sectorización por piso, ya que cada piso tiene su propia distribución, también es recomendable realizar una planificación maestra y semanal de toda la obra de inicio a fin, para tener presente las actividades que han de venirse y evitar restricciones, esto con la finalidad de mejorar tiempos de programación.
4. Se recomienda realizar el seguimiento de las restricciones, hasta que se cumplan, ya que de esto dependerá en avance continuo de la siguiente actividad y por ende de la obra.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Brioso Lescano, X. M. (2105). *Tesis doctoral "Análisis de la Construcción sin pérdidas y su relación con el Project y Construcción Management": propuesta de regulación en España y su inclusión en la ley de la ordenación de la edificación*. Madrid: España.
2. Buleje Revilla, K. E. (2012). *Productividad En La Construcción De Un Condominio Aplicando Conceptos De La Filosofía Lean Construcción*. Lima,Peru.
3. Casal Otero, L. (2006). *Gestión de Proyectos*. España: Editorial Ideas Propias.
4. Lescano, X. M. (2015). *Análisis de la Construcción sin pérdidas y su relación con el Project y Construcción Management: Propuesta de regulación en España y Su inclusión en la Ley de la Ordenación de la Edificación*. Obtenido de Tesis Doctoral (Ing.Civil) Universidad Politecnica de Madrid:<http://etsamadrid.aq.upm.es/nodel/4750>
5. Mallma Gomez, L. A. (2015). *Aplicación de la Filosofía Lean y el Concepto LEED en la construcción de una edificación sostenible*. Huancayo-Peru: Universidad Nacional del Centro del Peru.
6. Ocaña, J. A. (2012). *Gestión de Proyectos con mapas mentales*. España: Editorial Club Universitario.
7. P.Womack, J., & T.Jones, D. (2005). *Lean Thinking "Como utilizar el pensamiento Lean para eliminar los desperdicios y crear valor en la empresa"*. España: Ediciones Gestion 2000.
8. Pons Achell, J. F. (2014). *Introducción al Lean Construction*. Obtenido de Fundación Laboral de la Construcción: <http://www.juanfelipepons.com/publicaciones/>
9. Universidad de las Americas . (s.f.). *Productividad en la Construcción Capitulo 3*. Puebla: Escuela de Ingeniería,Departamento de Ingeniería Civil.

10. Valencia Vanegas, S. P. (2013). *La Filosofía LEAN aplicada en la gerencia de proyectos*. Medellín, Colombia.
11. Villafuerte Guerrero, R. E. (2016). *Lineamientos para mejorar la gestión de proyectos de construcción de los gobiernos regionales y locales en la etapa de pre inversión, bajo el enfoque del "Lean Construction"*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

## **ANEXOS**

**Anexo N° 01:** Matriz de Consistencia.

**Anexo N° 02:** Cronograma de Actividades.

**Anexo N° 03:** Presupuesto del Proyecto De Tesis.

**Anexo N° 04:** Informe Fotográfico Semanal de Obra.

**Anexo N° 05:** Registro de No Conformidades.

**Anexo N° 06:** Planos.

**Anexo N° 07:** Toma de Datos en Obra- Registro de Nivel de Actividades.

**Anexo N° 08:** Toma de Datos en Obra- Cartas Balance.

**Anexo N° 09:** Análisis de Precios Unitarios

**Anexo N° 10:** Cálculo de productividad y Rendimiento.