

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
(Creada por ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL HUANCVELICA



TESIS

COMPARACIÓN CON LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION Y EL
MÉTODO TRADICIONAL EN LA OBRA: “MEJORAMIENTO DE LA
EAP DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA–HUANCVELICA”

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CONSTRUCCIONES Y TECNOLOGÍA DE LOS MATERIALES

PRESENTADO POR:

Bach. MONTES VIDALON, Wiliam Cesar

Bach. PEREZ MUÑOZ, Gaymo Luis

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCVELICA, PERÚ

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA



ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

En la ciudad de Huancavelica, a los doce días (12) del mes de octubre del año 2021, siendo las dieciocho horas (18:00), se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los docentes: Ing. Carlos Gaspar Paco (Presidente), M.Sc. Marco Antonio López Barrantes (Secretario), Arq. Abdon Dante Olivera Quintanilla (Vocal), reestructurados con Resolución de Decano N° 112-2019-FCI-UNH, de fecha 05 de julio del 2019, a fin de proceder con la sustentación y calificación virtual mediante el aplicativo MEET del informe final de tesis titulado: **“COMPARACIÓN CON LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION Y EL MÉTODO TRADICIONAL EN LA OBRA: “MEJORAMIENTO DE LA EAP DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA-HUANCAVELICA”**, presentado por **Gaymo Luis PEREZ MUÑOZ** con código de matrícula N° 2012151065, Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil-Huancavelica de la Facultad de Ciencias de Ingeniería y **William Cesar MONTES VIDALON** con código de matrícula N° 2012152049, Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil-Lircay de la Facultad de Ingeniería de Minas-Civil-Ambiental, Universidad Nacional de Huancavelica, con presencia del M.Sc. Hugo Rubén Lujan Jeri, Asesor de la presente tesis a fin de optar el **Título Profesional de Ingeniero Civil**. Finalizada la sustentación virtual a horas 19:00PM; se comunicó a los sustentantes y al público en general que los Miembros del Jurado abandonará el aula virtual para deliberar el resultado:

Gaymo Luis PEREZ MUÑOZ

APROBADO POR MAYORIA

DESAPROBADO

William Cesar MONTES VIDALON

APROBADO POR MAYORIA

DESAPROBADO

En señal de conformidad, firmamos a continuación:

 Presidente

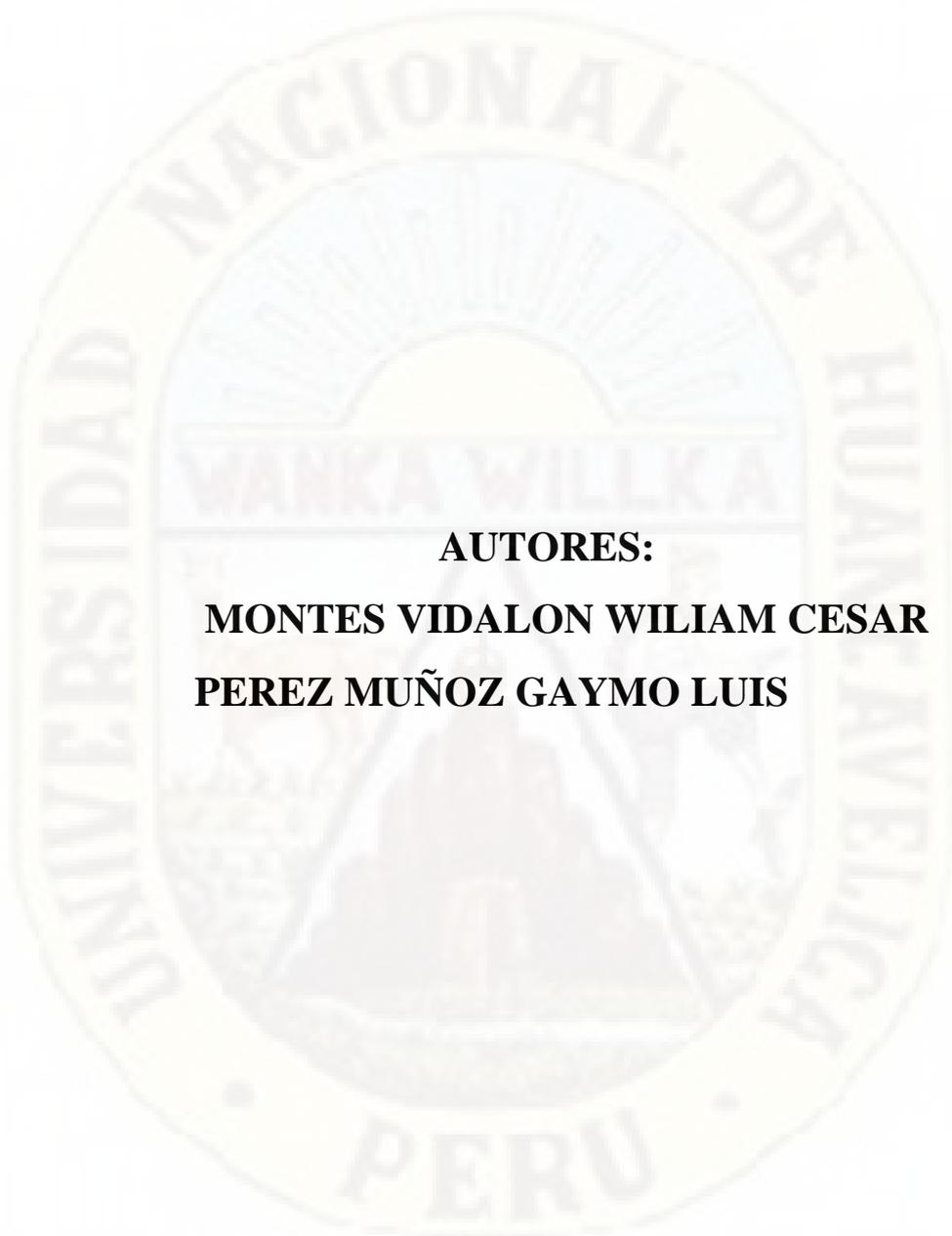
 M. Sc. Marco A. López Barrantes
 INGENIERO CIVIL
 C.P. N° 4895

 Vº Bº Decano

 Vocal



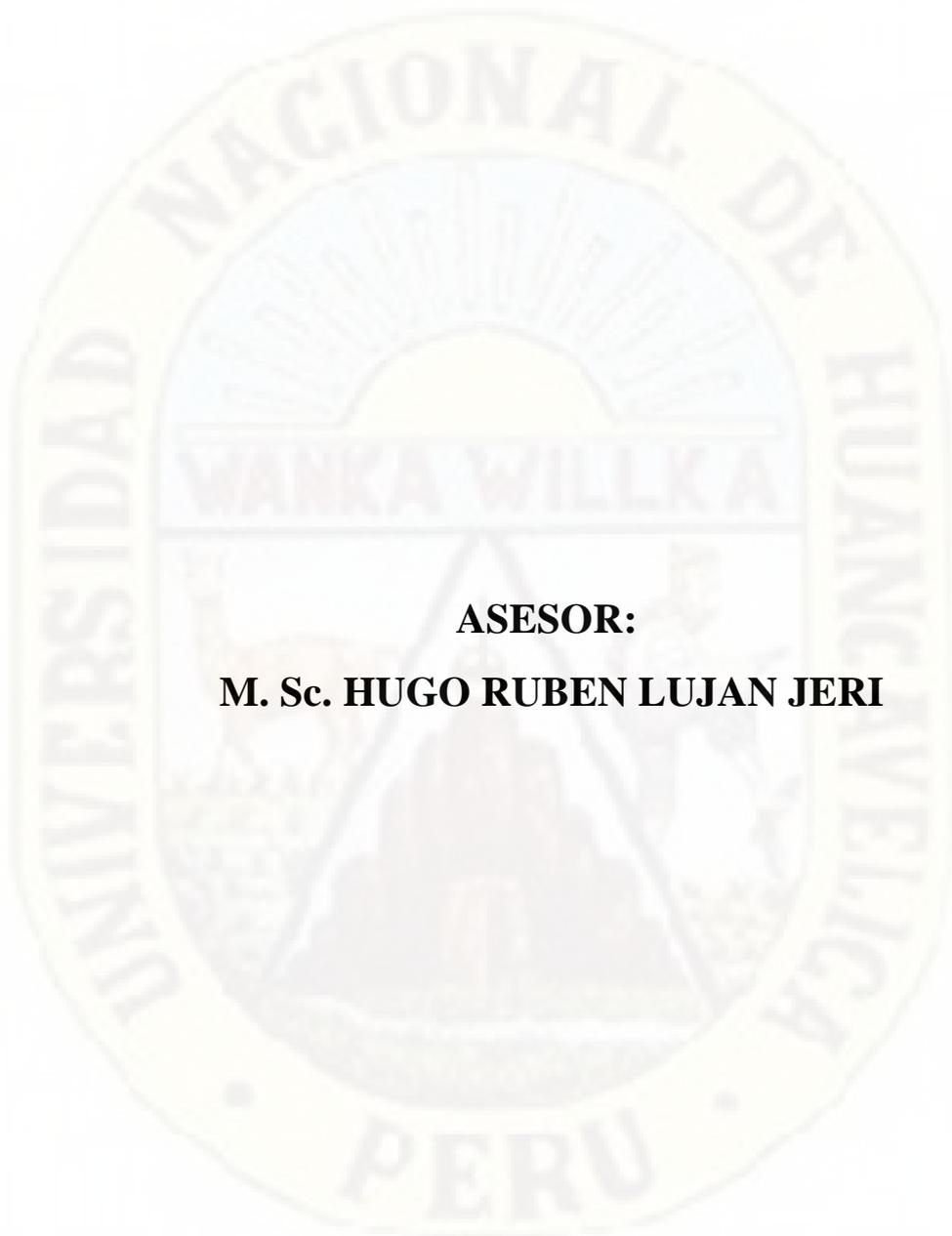
TITULO:
**COMPARACIÓN CON LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION
Y EL MÉTODO TRADICIONAL EN LA OBRA:
“MEJORAMIENTO DE LA EAP DE INGENIERÍA AMBIENTAL
Y SANITARIA –HUANCAVELICA”.**



AUTORES:

MONTES VIDALON WILIAM CESAR

PEREZ MUÑOZ GAYMO LUIS



ASESOR:

M. Sc. HUGO RUBEN LUJAN JERI

Agradecimiento

A Dios, porque creo en él, siempre cuando lo necesitamos nos da fortaleza, bendición y los conocimientos se conviertan en sabiduría.

A nuestras familias por sus palabras de aliento, por el apoyo incondicional que nos demuestran todos los días de nuestra vida, brindándonos paciencia y comprensión e impulsándonos a continuar con esta meta trazada, el de lograr nuestra meta concluida de la obtención del título Profesional.

A los docentes quienes nos enseñan, una nueva visión del mundo, compartiendo sus conocimientos y experiencias, que nos permitieron crecer personalmente y profesionalmente.

A nuestros compañeros que estudiaron juntamente con nosotros la carrera de Ingeniería Civil, por ser un grupo de apoyo, e impulso de no quedarnos atrás y seguir conjuntamente con ellos hasta lograr nuestra meta.

Gracias.

Tabla de Contenido

PORTADA.....	I
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	II
TITULO.....	III
AUTOR.....	IV
ASESOR.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
TABLA DE CONTENIDO.....	VII
TABLA DE CONTENIDO DE FIGURAS.....	XI
TABLA DE CONTENIDO DE CUADROS.....	XII
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	XV
CAPÍTULO I:	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.2.1. Problema General	18
1.2.2. Problema Específico	18
1.3. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN:.....	19
1.3.1. Objetivo General	19
1.3.2. Objetivos Específicos	19
1.4. JUSTIFICACIÓN	20
CAPÍTULO II:	23
MARCO TEÓRICO.....	23
2.1. ANTECEDENTES	23
2.1.1. A nivel internacional.	23
2.1.2. A nivel nacional.	26
2.1.3. A nivel local.	29
2.2. BASES TEÓRICAS	31
2.2.1. Filosofía lean	31
2.2.2. Lean construction.	33

2.3.	BASES CONCEPTUALES	36
2.3.1	Flujos y procesos de conversión.	36
2.3.2.	Modelo tradicional.	40
2.3.3.	Qué es un Lean Construction	40
2.3.4.	Lean Production	42
2.3.5.	Siete causas que provocan pérdidas en el proceso de construcción.	42
2.3.6.	Last planner (el último planificador)	44
2.3.7.	Integración Bim y Lean Construction.	45
2.4.	DEFINICIÓN DE TERMINOS	47
2.5.	HIPÓTESIS	50
2.6.	VARIABLES	50
2.7.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	51
	CAPÍTULO III:.....	52
	MATERIALES Y MÉTODOS	52
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	52
3.2.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	52
3.3.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	53
3.3.1.	Método general.	53
3.4.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	53
3.5.	POBLACIÓN-MUESTRA-MUESTREO	54
5.5.1	Población.	54
5.5.2	Muestra.	54
5.5.3	Muestreo.	54
3.6.	TÉCNICAS-INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	54
3.7.	TÉCNICAS Y PROCESAMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS.	55
3.7.1	El procesamiento de datos.	55
3.8.	PLAN DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS.....	56
3.7.1	Procedimiento de recolección de datos respecto al Filosofía de Lean Construction.	56
3.7.2	Procedimiento de recolección de datos respecto al método tradicional.	56
	CAPÍTULO IV:	58
	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	58

4.1.	PRESENTACION DE DATOS:.....	58
4.1.1	Condiciones de ubicación de obra.	58
4.2.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	59
4.3.	APLICACIÓN DE LA FILOSOFIA DE LEAN CONTRUCTION EN LA OBRA: “MEJORAMIENTO DE LA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA - DE HUANCATELICA”.....	60
4.3.1	Diseño del sistema de producción	67
4.3.2	Pull plannig	67
4.3.3	Planeamiento de obra.	70
4.3.4	Cronograma de obra	71
4.3.5	Cronograma de recursos	71
4.4.	APLICACIÓN DEL MÉTODO TRADICIONAL EN LA OBRA: “MEJORAMIENTO DE LA ESCUELA académico PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA - DE HUANCATELICA”.....	73
4.4.1	Análisis del proyecto.	73
4.4.2	Alcance del proyecto.	73
4.4.3	Análisis de hitos contractuales.	74
4.4.4	Análisis de Metrado.	78
4.4.5	Análisis de Adquisición de Materiales	78
4.4.6	Porcentaje de Avance Programado	79
4.4.7	Plan de Arranque empresa Consorcio Nacional	79
4.4.8	Valorización Mensual de Obra	82
4.4.9	Control de Porcentaje de Avance Programado vs Ejecutado.	83
4.5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	84
4.5.1	La eficacia y la eficiencia de la filosofía lean construction y el método tradicional en la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.	84
4.5.2	Análisis del sistema de ejecución de proyectos ajustados (lean project delivery system lpds) y el método tradicional en la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y sanitaria - de Huancavelica”.	87
4.5.3	Análisis de las ejecuciones integradas al proyecto (ipd) y el método tradicional en la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.	88

4.5.4	El último sistema de planificación (last planner system) y el método tradicional en la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.	88
4.5.5	Análisis de la medición de pérdida y el método tradicional en la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.	97
Conclusiones.....		99
Recomendaciones		102
Referencias Bibliográficas		103

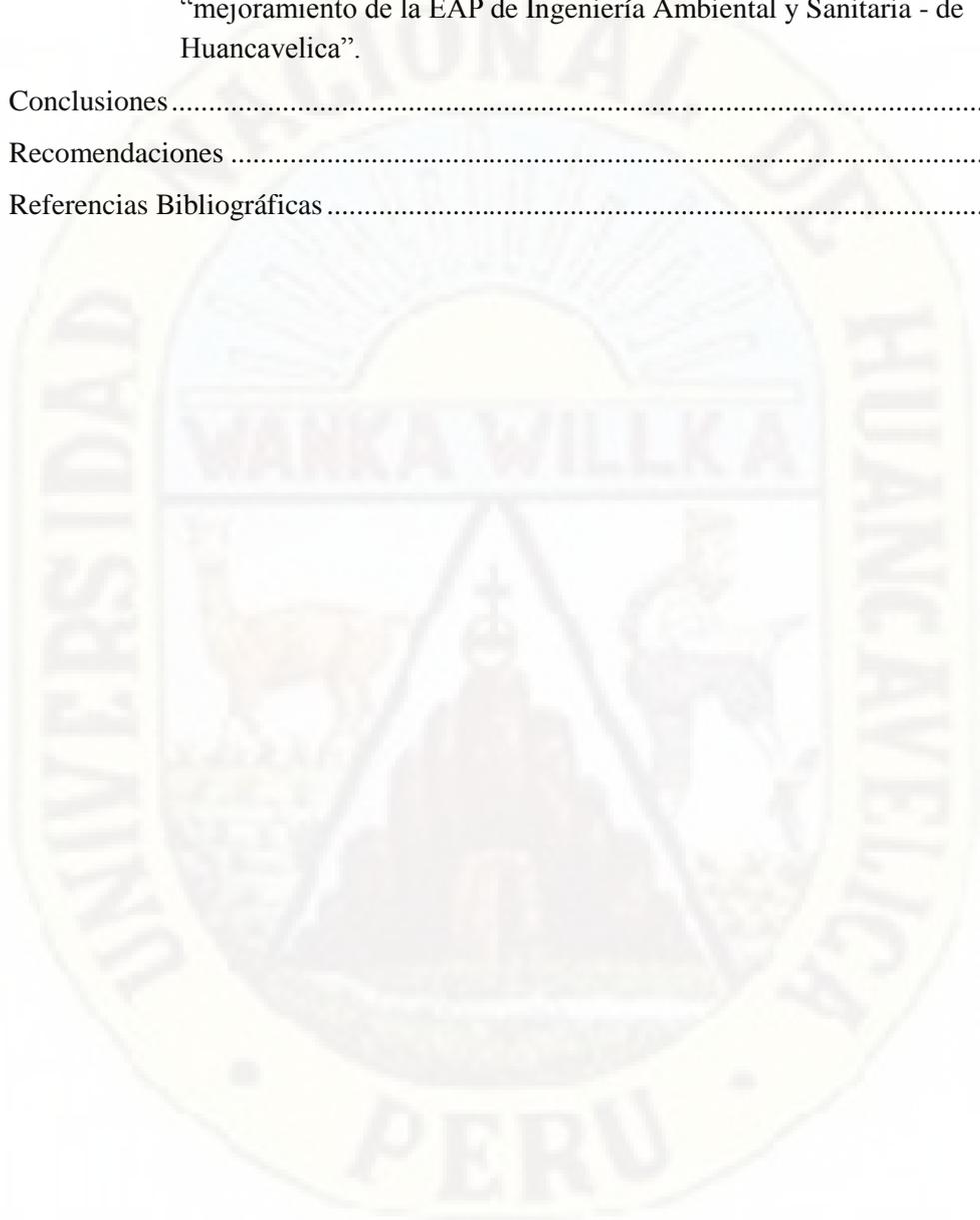


Tabla de Contenido de Figuras

Figura 1 Incorporación de herramienta BIM a la filosofía Lean Construction.....	47
Figura 2 Ubicación de la Obra.	58
Figura 3 Estructura de descomposición del trabajo (EDT).	60
Figura 4 Sectorización.....	62
Figura 5 Curva de Personal Real.....	67
Figura 6 Hitos del Proyecto Actual.	75
Figura 7 Hito del módulo A.	76
Figura 8 Hito del módulo Administrativo.	77
Figura 9 Hito Bloque académico y Administrativo.	77
Figura 10 Planilla de metrados.....	78
Figura 11 Cronograma de Adquisición de materiales.....	78
Figura 12 Calendario de Avance de Obra Valorizado Programado.	79
Figura 13 Asiento N° 4 con fecha 18/11/2016 (Residente de obra)	81
Figura 14 Asiento N° 7 con fecha 20/11/2016 (Supervisor de obra).....	81
Figura 15 Valorización Mensual de Obra.	82
Figura 16 Control de Porcentaje de Avance Programado vs Ejecutado.	83
Figura 17 Cuadro de Valorización de Obra.	83
Figura 18 lookahead.....	84
Figura 19 (grupos de causas de incumplimiento).	86
Figura 20 (Diagrama de Flujo).....	87
Figura 21 (fuente Tesis Castillo).....	89
Figura 22 (fuente Tesis Castillo).....	89
Figura 23 (clasificación de actividades).....	90
Figura 24 (clasificación de actividades).....	91
Figura 25 (rendimiento)	92
Figura 26 (Porcentaje del Plan Completado)	94
Figura 27 (PPC Acumulado).....	95
Figura 28 (Proporción de pérdidas).....	97

Tabla de Contenido de Cuadros

Cuadro 1 Principios de Lean Construction.	36
Cuadro 2 Esquema del modelo tradicional de producción.	37
Cuadro 3 Esquema del modelo tradicional de producción.	37
Cuadro 4 Cuadro comparativo entre la filosofía de producción tradicional.	38
Cuadro 5 Operacionalización de las variables de estudio.	51
Cuadro 6 Técnicas e fundamentos utilizados en la observación.	54
Cuadro 7 Organigrama y estructura de una empresa.	61
Cuadro 8 Áreas de Sectorización.	62
Cuadro 9 Flujo productivo continuo.	63
Cuadro 10 Sectorización de Viga.	63
Cuadro 11 Tren de actividades para una planta típica según Lean Construction.	65
Cuadro 12 Análisis de hh y cantidad de personas.	65
Cuadro 13 Análisis de hh por sector considerando tren de actividades.	66
Cuadro 14 Análisis de hh por sector efectivo.	66
Cuadro 15 Comparación de hh efectivo y hh real.	66
Cuadro 16 Iteraciones.	69
Cuadro 17 Iteraciones.	70
Cuadro 18 Hitos del Bloque Académico modulo B.	74
Cuadro 19 Hitos del Bloque Académico modulo A.	75
Cuadro 20 Hitos del Bloque Modulo Administrativo.	76

RESUMEN

El objetivo de nuestra investigación fue determinar cuál es más óptimo, filosofía lean construction y el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”, El estudio de investigación es de tipo aplicada, el nivel descriptivo comparativo, donde se observó análisis comparativo y describo las variables.

La metodología de la FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION se puede concluir que la sectorización y los trenes de trabajo son herramienta más sencilla de aplicar y que a su vez son las que más aportan en cuanto a mejoras del proyecto con respecto al método tradicional. Estas herramientas replantean totalmente la manera de trabajar pasando de un sistema push a un sistema pull, acortan tiempos de ejecución de los proyectos gracias a la superposición de actividades y brindan mejoras en la productividad debido a que se designa cuadrilla específica para cada tipo de trabajo.

El uso de la sectorización y los trenes de trabajo en el proyecto hizo posible que se tenga una curva de aprendizaje en las partidas más incidentes del proyecto (Concreto, encofrado y tarrajeo) reduciendo los tiempos de ejecución de las actividades hasta en un 50% (Tarrajeo) con respecto a los rendimientos iniciales, es decir se incrementó hasta en un 50% la producción diaria de la cuadrilla debido al porcentaje de aprendizaje obtenido que para el caso de esa partida fue de 89%.

Como conclusión general se puede decir que la aplicación de las herramientas Lean en el proyecto “en la Obra EAP ingeniería ambiental y sanitaria” ha generado ahorros debido al incremento de la productividad, al cumplimiento de los plazos establecidos y a la reducción de los principales tipos de desperdicios mencionados en la parte teórica. Habría que preguntarse en este punto, a qué nivel se hubiese llegado utilizando más herramientas.

Por lo que De la disposición en la Medición de Pérdida de la filosofía lean construction es más eficaz debido a que realiza control de pérdida de tiempo del personal tomando una buena asignación en cada labor a asignarle así mismo realiza una adecuada adquisición de materiales en el momento óptimo

Palabras clave : Sectorización , Construcción ,Inclinarse , Pérdida , filosofía .

ABSTRACT

The objective of our research was to determine which is more optimal, the lean construction philosophy and the traditional method of the work: "improvement of the EAP of Environmental and Sanitary Engineering - Huancavelica". The research study is of an applied type, the descriptive level comparative, where it is executed I analyze, compare and describe the variables.

The methodology of the LEAN CONSTRUCTION PHILOSOPHY can be concluded that the sectorization and work trains are the simplest tool to apply and that in turn they are the ones that contribute the most in terms of project improvements with respect to the traditional method. These tools totally replace the way of working going from a push system to a pull system, shorten project execution times thanks to the overlapping of activities and provide improvements in productivity due to the fact that a specific crew is designated for each type of work.

The use of sectorization and work trains in the project made it possible to have a learning curve in the most incident items of the project (Concrete, formwork and tarrailing), reducing the execution times of the activities by up to 50% (Tarrajeo) with respect to the initial yields, that is, the daily production of the crew was increased by up to 50% due to the percentage of learning obtained, which in the case of that game was 89%.

As a general conclusion, it can be said that the application of Lean tools in the project "in the EAP Environmental and Sanitary Engineering Work" has generated savings due to increased productivity, compliance with the established deadlines and the reduction of the main types of waste mentioned in the theoretical part. It would be necessary to ask at this point, at what level will it be used using more tools.

Therefore, the disposition in the Loss Measurement of the lean construction philosophy is more effective because it controls the loss of staff time by taking a good assignment in each job to be assigned as well as making an adequate acquisition of materials at the time optimum.

Keywords: Sectorization , Construction , Lean , Loss,Philosophy.

INTRODUCCIÓN

La pesquisa desarrollada está orientado y determinado a la comparación con la filosofía lean construction y el método tradicional en la obra: “mejoramiento de la EAP de ingeniería ambiental y sanitaria –Huancavelica”

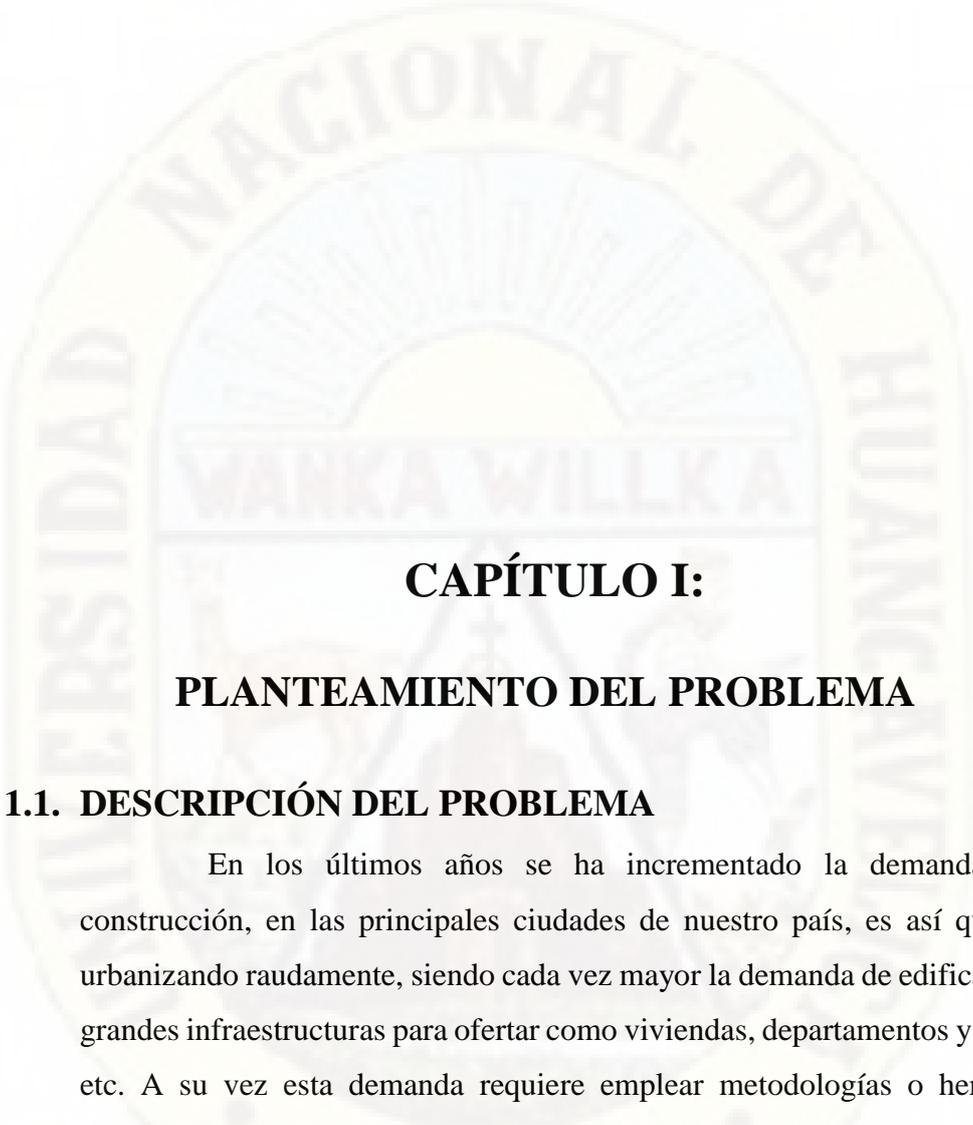
El problema de la investigación es determinar cuál de las metodologías; filosofía lean construction y el método tradicional, es más óptimo para la obra: mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria –Huancavelica; Teniendo como antecedentes a nivel internacional, nacional y local tal como describe **Ibáñez** (2018) en su tesis titulado “análisis y definición de estrategias para la implementación de las herramientas de lean construction chile” para para optar al título de ingeniero civil, donde concluye en primer lugar, se constata que las herramientas de Lean Construction están siendo implementadas en Chile, es más, existe una iniciativa de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC) que asesora a obras en la implementación de la herramienta Last Planner, las entrevistas realizadas junto con la presencia en las reuniones semanales muestran que, en general, no se logra una completa implementación de las herramientas de Lean Construction, lo anterior es debido principalmente al bajo conocimiento teórico sobre la filosofía en general, y sobre las herramientas que la componen. Existiendo conocimiento únicamente de sistema Last Planner, gracias a esto no se logra sostener la implementación dado que genera desconfianza y tampoco se visualizan los beneficios, volviendo en el tiempo a las prácticas tradicionales, de las entrevistas se constata que no existe conocimiento sobre otras herramientas del Lean Construction, siendo esta una razón principal por la cual no son utilizadas. Instancias donde se promuevan las prácticas Lean de parte tanto de privados como del Estado son una forma de expandir el uso de las herramientas del Lean Construction; Existe una oportunidad de implementar más herramientas de la filosofía como la gestión visual, los mapas de cadena de valor y las 5S's. Herramientas útiles a la hora de encontrar desperdicios en los procesos y para transparentar la información entre otros beneficios que busca Lean Construction.

Teniendo como objetivo de investigación determinar cuál es más óptimo, filosofía lean construction y el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”; así como nuestra hipótesis la aplicación de la filosofía lean construction es más óptimo que el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”

La estructura de la investigación está dado por los siguientes capítulos:

En el capítulo 1 se consideró el planteamiento del problema, la formulación del problema, los objetivos la justificación de la investigación., En el capítulo 2 coge los antecedentes y las bases teóricas que rigen la investigación, definición de términos y operacionalizacion de variables., En el capítulo 3 se consideró lo referente al marco metodológico con sus elementos como el tipo de investigación, el nivel el diseño de investigación., En el capítulo 4 se consideró la presentación, análisis y discusión de los resultados así como la referencia bibliográfica y los anexos.

Los tesisistas.



CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En los últimos años se ha incrementado la demanda de la construcción, en las principales ciudades de nuestro país, es así que se está urbanizando raudamente, siendo cada vez mayor la demanda de edificaciones de grandes infraestructuras para ofertar como viviendas, departamentos y comercio, etc. A su vez esta demanda requiere emplear metodologías o herramientas modernas que permitan reducir costos, pérdidas, atrasos, paralizaciones incumplimiento de plazos de entrega entre otros. A lo largo de la presente investigación se realizará la comparación de herramientas de la Filosofía Lean y el Método Tradicional para poder generar una base teórica sólida que respalde la aplicación de herramientas de la Filosofía de Lean Construction y el análisis de resultados en los proyectos.

Las herramientas de gestión convencionales, abordan principalmente las pérdidas productivas de la construcción, y se enfocan en problemas como la calidad del trabajo, confiabilidad de los plazos y aprovechamiento de los

recursos disponibles, pero presentan una perspectiva algo anticuada de producción a la hora de enfocarla como un flujo de procesos.

Este flujo recibe materias primas y a través de una serie de procesos de transformación se produce un producto que debe cumplir con los requisitos establecidos por el cliente. Esto se conoce como cadena de valor.

El ingeniero de Toyota Taiichi Ohno, es considerado el padre del Sistema de Producción Toyota, que busca eliminar todo aquello que no agrega valor al producto, pero que consume tiempo y recursos. Lean Construction acepta los criterios de diseño de Ohno de los sistemas de producción, y persigue ese estándar de perfección, la forma de transformar la construcción en un proceso “Lean” significa incorporar a esta el aprendizaje de décadas adquirido en la industria manufacturera moderna, y minimizar las peculiaridades propias de la construcción, para sacar el máximo provecho de las técnicas lean desarrolladas.

Tejada manifiesta, la aplicación de las herramientas Lean en la construcción, es exclusivo de edificaciones y tiene muy buenos resultados en la productividad como en el periodo, Sin embargo se deben utilizar las herramientas de manera constante para que las mejoras que estas representan se vean reflejadas en nuestro proyecto, este estudio tuvo por propósito integrar las filosofías de Construcción sustentable, Lean Construction, empleada como el complemento necesario para entregar una base de análisis centrada en la gestión de producción de la construcción.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

¿Cuál de las metodologías; filosofía lean construction y el método tradicional, es más óptimo para la obra: mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria –Huancavelica?

1.2.2. Problema Específico

1. ¿Cuál es más óptimo el sistema de ejecución de proyectos ajustados (Lean Project Delivery System LPDS), y el método tradicional de la

obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”?

2. ¿Cuál es más eficiente ejecuciones integradas al proyecto (IPD) y el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”?
3. ¿Cuál es más competente el último sistema de planificación (Last Planner System) y el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”?
4. ¿Cuál es más óptimo en la Medición de Pérdida y el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”?

1.3. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN:

1.3.1. Objetivo General

Determinar cuál es más óptimo, filosofía lean construction y el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Determinar cuál es más óptimo el sistema de ejecución de proyectos ajustados (Lean Project Delivery System LPDS), y el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.
2. Determinar la eficiencia de ejecuciones integradas al proyecto (IPD) y el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.
3. Determinar la eficacia en el último sistema de planificación (Last Planner System) y el método tradicional de la obra:

“mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.

4. Determinar cuál es más óptimo en la Medición de Pérdida y el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.

1.4. JUSTIFICACIÓN

El fundamento de la investigación mostrara las principales falencias que presentan los proyectos de construcción hoy en día en el sector público y privado, en la baja productividad y rendimiento debido al desconocimiento de metodologías y herramientas de gestión de producción, en muchas empresas constructoras e instituciones públicas se viene trabajando de manera tradicional sin ninguna eficiencia y eficacia en los proyectos.

Por esta razón que surge motivación del tema de investigación, que es analizar e implementar y evaluar las herramientas de sistema de gestión de productividad a través de la filosofía Lean Construction en busca de la eficiencia y eficacia en la gestión de proyectos de construcción en el sector público y privado.

1.4.1. Justificación Práctica.

Las herramientas de la filosofía de lean construction, nos sirve como guía para los profesionales así como las empresas privadas e instituciones públicas.

La investigación optimizara procesos, realizaremos la comparación en donde se plantea las mejoras con el fin de tener ventajas y eliminar perdidas y desperdicios generados durante los procesos de construcción de las obras.

Las empresas u organizaciones exigen alcanzar las metas y objetivos en el tiempo estimado, la metodología lean construction tiene como objetivo el cumplimiento de los proyectos planteados.

1.4.2. Justificación Teórica.

La razón de la Filosofía de Lean Construction, es un sistema que garantiza la calidad de la ejecución, reduciendo de los ciclos de tiempos en el proceso de ejecución, promoviendo la mejora continua de los procesos de ejecución y sobre todo reduciendo las pérdidas de la construcción.

La comparación mostrara los procesos para identificar desperdicios y perdidas dentro de las metodologías estudiadas, así mismo el planteamiento que propone las bases teóricas o técnicas que propone la filosofía de lean construction.

1.4.3. Justificación Metodológica.

Contribuir con los instrumentos y procedimientos que nos permite diagnosticar e implementar de manera sólida las técnica de lean construction, la cual tiene aplicación práctica en la procesos constructivos para mejorar la productividad en la ejecución de proyectos. La presente investigación es descriptiva comparativa, busca comparar las la eficiencia de las metodologías en la implementación en la ejecución de obras tanto el sector público o privado.

1.4.4. Justificación social.

Respecto a lo social con la aplicación de las técnicas de lean construction en las empresas del sector construcción y las instituciones públicas sería más eficiente la mano de obra calificada y especializada incrementando su productividad, generando un mejor control de los procesos constructivos, siendo más ordenados sin mayor esfuerzo del personal trabajando con inteligencia y un con ritmo de trabajo planificado. Se reduciría las dificultades que afecten a los recursos humanos de la empresa y de las obras públicas.

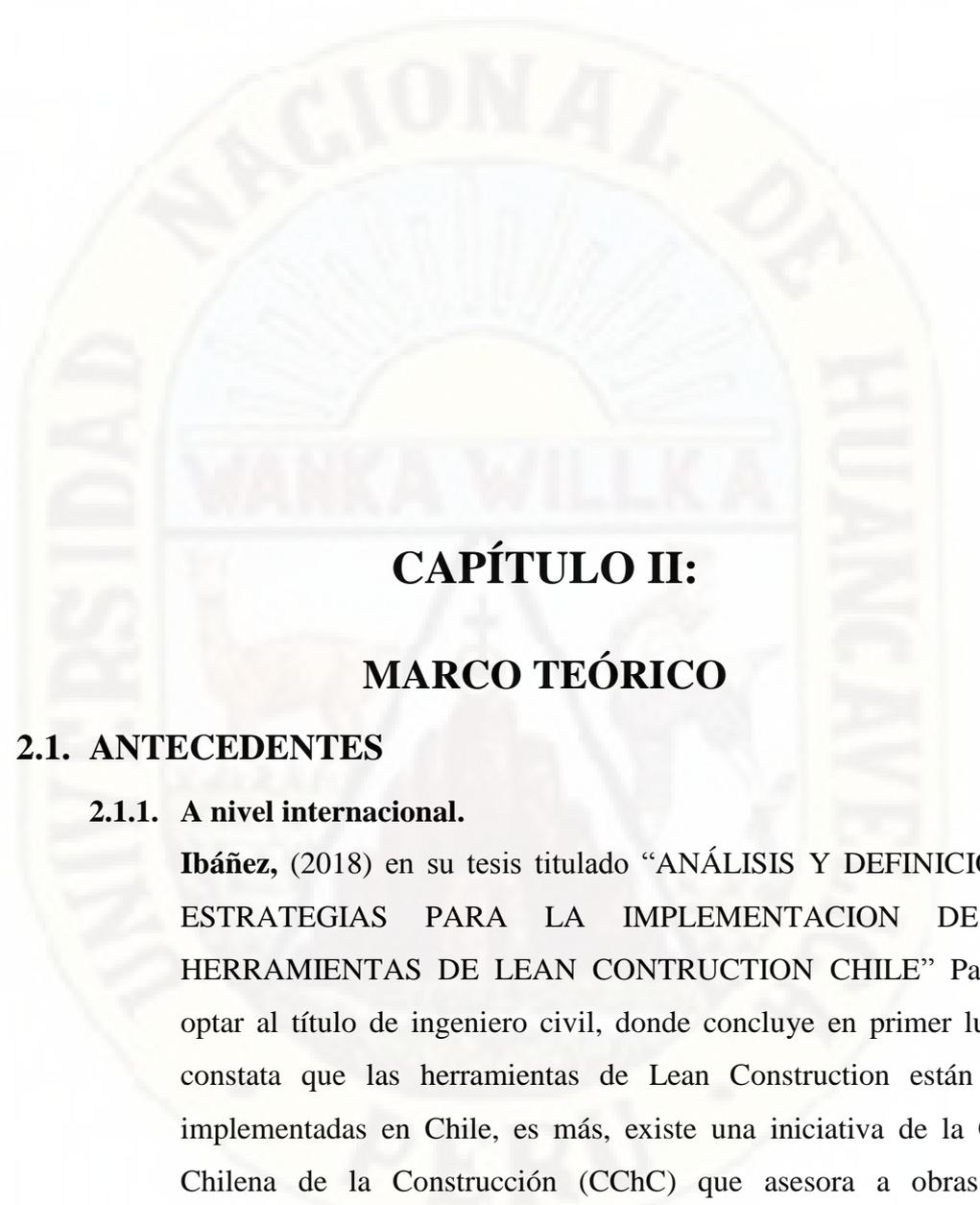
1.4.5. Justificación académica.

Respecto a lo académico, es importante para los investigadores vinculados con el tema de investigación, porque ayuda a difundir la aplicación de las técnicas de lean construction, de esta manera contribuir

al desarrollo de herramientas prácticas para el muestreo de trabajo y mejorar la productividad dentro de los proyectos.

1.4.6. Justificación económica.

El sector construcción de nuestro país, debe contar un procedimiento que le permita el control, manejo de la reducción de pérdidas y desperdicios generados en la etapa de construcción y ejecución, la aplicación de las técnicas de lean construction tiene como finalidad detectar los desperdicios, pérdidas en los procesos de ejecución y malos usos de los recursos, para no generar sobrecostos y mayor tiempo de ejecución de las obras, originando beneficios económicos y una mayor rentabilidad, cumpliendo con los plazos establecidos.



CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. A nivel internacional.

Ibáñez, (2018) en su tesis titulado “ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS PARA LA IMPLEMENTACION DE LAS HERRAMIENTAS DE LEAN CONTRUCTION CHILE” Para para optar al título de ingeniero civil, donde concluye en primer lugar, se constata que las herramientas de Lean Construction están siendo implementadas en Chile, es más, existe una iniciativa de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC) que asesora a obras en la implementación de la herramienta Last Planner, las entrevistas realizadas junto con la presencia en las reuniones semanales muestran que, en general, no se logra una completa implementación de las herramientas de Lean Construction, lo anterior es debido principalmente al bajo conocimiento teórico sobre la filosofía en general, y sobre las herramientas que la componen. Existiendo conocimiento únicamente de

sistema Last Planner, gracias a esto no se logra sostener la implementación dado que genera desconfianza y tampoco se visualizan los beneficios, volviendo en el tiempo a las prácticas tradicionales, de las entrevistas se constata que no existe conocimiento sobre otras herramientas del Lean Construction, siendo esta una razón principal por la cual no son utilizadas. Instancias donde se promuevan las prácticas Lean de parte tanto de privados como del Estado son una forma de expandir el uso de las herramientas del Lean Construction; Existe una oportunidad de implementar más herramientas de la filosofía como la gestión visual, los mapas de cadena de valor y las 5S's. Herramientas útiles a la hora de encontrar desperdicios en los procesos y para transparentar la información entre otros beneficios que busca Lean Construction.

Lyon, (2018) en su tesis titulado “APLICACIÓN DEL ENFOQUE LEAN A LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN” remembranza para pretender ser ingeniero civil, en donde señala: Aplicabilidad de Lean en la Dirección de Proyectos; Lean en Chile presenta una baja comprensión e implementación en los proyectos Solamente utilizan tecnologías y metodologías Lean sin incorporar elementos de filosofía y cultura, problemas u obstáculos en la implementación Lean; No existe exigencia del mandante para utilizar elementos Lean Además, las empresas no ven la necesidad de cambio ya que aumentan costos, personal y riesgos, sin conocer las oportunidad de beneficios que trae, Conocimiento de Lean en Chile; Se tiene un bajo conocimiento de la filosofía Lean según la encuesta realizada Aun así, los profesionales aplican la filosofía de una manera inconsciente, En conclusión, Lean en Chile presenta una baja comprensión e implementación en los proyectos, Según la opinión de los expertos, se concluye que en Chile se tiene una aplicabilidad solamente teórica de Lean. La base está en la teoría, pero al no aplicarla de manera práctica,

se hace difícil la aplicación debido a la variabilidad que tienen los proyectos,

Además, según la identificación de desperdicios realizada en esta memoria se concluye que en todos los proyectos es posible encontrar actividades que no agregan valor, ya sea, en un proceso en particular o en la interacción de este con otro que, en caso de ser secuenciales, provocan tiempos de espera u otros desperdicios relacionados.

Costa De Los Reyes, (2016) en su tesis titulado ESTUDIO PARA DETERMINAR LA FACTIBILIDAD DE INTRODUCCIÓN DE LA FILOSOFÍA “LEAN CONSTRUCTION” EN LA ETAPA DE PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS, EN EMPRESAS PÚBLICAS Y PRIVADAS DE CIUDADES INTERMEDIAS, CASOS: CUENCA Y LOJA, Para optar el grado de Magister en Construcción, donde señala: las ventajas de la implementación de la filosofía Lean Construction en el periodo de borrador y programa de los proyectos es que se programan las actividades con antelación teniendo claras las limitaciones o restricciones que se deben resolver, de esta forma se optimiza el rendimiento de cualquier tipo de proyecto sea grande , pequeño , público o privado, con la investigación en el campo se pudieron identificar los puntos críticos de productividad de los proyectos de empresas públicas y privadas de Cuenca y Loja, siendo los principales aquellos que tienen que ver con la falta de procedimientos claros y el desconocimiento de los mismos en la planificación y diseño de proyectos y pese a diversidad de indicadores según lo investigado, se determina que las causas desembocan en la falta de coordinación de procesos y de personal involucrado en el trabajo, conociendo como se llevan a cabo alguno procedimientos de planificación y diseño de proyectos se puede decir que modificar la estructuración de los trabajos y dar secuencia y más control a las actividades es la propuesta Lean que se presenta y apoya la generación de nuevos procesos organizados y coordinados a través de los cuales se pueda mejorar el diseño y planificación de los

proyectos .Pues , la indefinición de procesos pone en evidencia la obsolescencia de las prácticas de gestión pública y privada y son las deficiencias identificadas el inicio de la elaboración de lineamientos de planificación y diseño no en base a generalidades si no en base a realidades locales , con principios fundamentados en la filosofía Lean Construction.

2.1.2. A nivel nacional.

Quiñonez, (2019) en su tesis titulado “Mejoramiento del desempeño de la construcción al implementar Lean Construction en el control de la producción en una obra de infraestructura aérea en Arequipa, Perú, en el año 2017”, en la obtención de su profesionalización de Ingeniero, donde señala: Se determina que el desempeño de la construcción sí se mejora cuando se implementa Lean Construction en el control de la producción, en base a las hipótesis específicas planteadas y a los resultados de la investigación resumidos en la tabla 11 se concluye lo siguiente: Se determina que la implementación de Lean Construction en el control de la producción sí mejora los indicadores de gestión: tiempo y costo. En la presente investigación el proyecto pasó en el cronograma de un SPI de 0.755 a un SPI de 0.997 (de retraso a cumplimiento) y en el presupuesto paso de una CPI de 0.9333 a un CPI de 1.041 (de pérdida a ganancia), Se determina que la implementación de Lean Construction en el control de la producción sí mejora los indicadores de producción. Se pasó de un TP de 25%, TC de 39% y TNC de 36% a un TP de 38%, TC de 29% y TNC de 33%. Los beneficios de la implementación de forma cuantitativa en la obra de infraestructura aérea fueron: disminución del TNC en 3%, disminución del TC en 10% y un aumento del TP en 13%, lo cual implica una mejora de la productividad. Además, se disminuyó el tiempo dedicado a transporte en 3%, las mediciones en 2%, los trabajos contributivos no categorizados en 7%, los trabajos rehechos en 2% y las esperas en 9%. Finalmente, el TP de 38% final fue mayor al TP de 32% del estudio línea base, Se determina que la implementación de Lean

Construction en el control de la producción sí produjo una mejora en los indicadores de calidad. Se pasó de 3.5 NC a 1.6 NC no conformidades; de 1.5 NCE a 1.0 NCE no conformidades externas y de 2.0 NCI a 0.6 NCI no conformidades internas. Por otro lado, la implementación también mejoró la calidad del proyecto debido al trabajo colaborativo y de mucha comunicación entre las áreas de producción y calidad al momento de implementar acciones preventivas que eviten más errores, se descarta la hipótesis de que la implementación Lean Construction en el control de la producción mejora los indicadores de seguridad. Los indicadores de seguridad dependen de muchos otros factores, en general humanos. El índice de frecuencia anual paso de 2.92 IFa a 6.04 IFa, el índice de gravedad anual pasó de 0.00 IGa a 583.60 IGa y el índice de accidentabilidad paso de 0.00 IA a 14.20 IA. Sin embargo, hubo mejoras cualitativas en la seguridad al identificarse las restricciones de dicha área con semanas de anticipación. Lo cual evito paralizaciones de obra, disminuyo observaciones y promovió una comunicación constante entre las áreas involucradas. También disminuyo la cantidad de accidentes con tiempo perdido en obra, según el grafico del índice de frecuencia.

Bracamonte, (2015) en su tesis titulada, APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION PARA OPTIMIZAR LOS COSTOS Y TIEMPOS EN LA AMPLIACIÓN DEL COLEGIO MARKHAM, Para Optar el Título Profesional de, Ingeniero Civil, donde concluye: Las herramientas de Gestión y Control enfocadas en el sistema Lean Construction, aplicadas en el Proyecto Ampliación del Colegio Markham fueron de gran utilidad para la toma de decisiones, medidas correctivas y levantamiento de restricciones; debido a que se le realizó un seguimiento adecuado al proyecto; La herramienta principal en la que se fundamenta el presente informe es la de ISP “Informe Semanal de Producción” la cual recopila información de avances semanales, Horas Hombres empleadas por partidas, de la cual podemos calcular los rendimientos semanales e identificar en que actividades se debe ejercer

un mayor seguimiento; Las Herramientas de control aplicadas con el proyecto que estuvieron enfocadas aspectos cualitativos son: El Análisis de restricciones, Los Planes diarios, etc. y las herramientas de control enfocadas de aspectos cuantitativos son: El informe semanal de Producción, Sectorización por volúmenes de trabajo, Medición de Rendimientos, etc. Manejando de manera óptima estas herramientas se podrá lograr mantener el flujo de la producción constante sin alterar el tren de trabajo; La Herramienta del ISP ayuda a cuantificar la cantidad de recursos en Horas Hombre que se vienen empleando semanalmente para cada una de las partidas controladas, lo cual nos permite tomar decisiones, conocer las brechas por partidas de control y generar retroalimentaciones con las diversas áreas del Proyecto. Una de las principales medidas de mejora es generar el análisis de los precios unitarios A.P.U, enfocados en la producción y basados en la cuantificación y determinación de los rendimientos o los índices de productividad adquiridos; Como Beneficios que aporta la implementación del sistema Lean Construction en los proyectos podemos mencionar los siguientes puntos según lo evidenciado en el Proyecto.

Gallo y Deville, (2017) en su tesis titulado “CONTRIBUCION DE LEAN CONSTRUCTION PARA ALCANZAR LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE”, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, donde concluye: El estudio analiza la contribución en generación de impactos ambientales de dos metodologías de producción estableciendo claras diferencias entre ambas. Gracias a la mejora continua, reducción de inventarios, planificación diaria, lookahead, programación de actividades por sectores, disminución de la variabilidad, control y aseguramiento de la calidad, se observa que el consumo de materiales es menor, consiguiendo una reducción de 2.3 % y 7% en concreto premezclado y acero de refuerzo, respectivamente; Los impactos ambientales de la manufactura de materiales son más incidentes que

aquellos producidos por el transporte de material, la suma total indica que Lean Construction genera menores impactos ambientales. Esto se demuestra con la reducción en 3.87% la cantidad de CO2 equivalente emitidas al medio ambiente, 3.93% en el consumo de energía primaria, 5.58% en la emisión de PM25 equivalente y emitiendo 3.39% menos de CFC-11 equivalente; La metodología tradicional de construcción emplea 7522 horas hombre más que Lean, lo cual equivalen a un 37% adicional. El efecto de la mayor necesidad de mano de obra impacta directamente en el plazo y en el costo del proyecto. Por consiguiente, el cronograma del proyecto según la metodología tradicional emplea 32 días más que el cronograma realizado con herramienta Lean, lo cual equivale a una duración 69.6% mayor; Estas variaciones se les atribuye, en primer lugar, a las herramientas del control de producción de Lean, como programaciones semanales o lookaheads. En segundo lugar, a que en el caso de Lean, se emplea mano de obra especializada que realiza trabajos similares y que tienen un flujo de trabajo constante, lo cual permite desarrollar una curva de aprendizaje positiva. Por ende, mejor productividad.

2.1.3. A nivel local.

Capote, (2018) en su tesis titulado “ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD TÉCNICA DE USO DE LOS AGREGADOS PÉTREOS DEL “OPEN PIT” MULALÓ, EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA MALLA VIAL DEL VALLE DEL CAUCA Y CAUCA”, en su obtención del grado de Magister donde concluye: La exploración geotécnica, en su obtención de muestra y procesadas en el laboratorio, permitió determinar el perfil estratigráfico, evidenciando la existencia superficial, de roca meteorizada, de color café amarillenta, con una matriz limo arcillosa, (6.0 m de espesor Aprox); continuando con una zona de transición compuesta por agregados combinados de color café grisáceo (diabasicos), hasta la profundidad de 14,0 a 15,0 m, a partir de los cuales, la roca diabasa de color gris consolida su presencia hacia los estratos inferiores. La

exploración geotécnica delimitó perfectamente los estratos y espesores de materiales existentes y con la ayuda de los ensayos de laboratorio delimitar sus características geomecánicas; permitiendo concluir que los agregados convenientemente dosificados cumplieron en su totalidad como materiales de construcción en el proyecto Malla Vial del Valle del Cauca y Cauca. La zona en estudio correspondió a 320 m. * 320 m. * 28 m. de longitud, ancho y profundidad respectivamente y arrojó un volumen de = 2'867.200 m³ de agregados pétreos viables técnicamente, para ser utilizados como materiales de construcción. Es de anotar que dado el alcance de la investigación y las cantidades de agregados planeados, solo se tienen en cuenta las reservas verdídicamente explorada. Los resultados de los ensayos de Dureza, Durabilidad, Limpieza, Geometría de las partículas, Adhesividad (Riedell-weber, Striping) y absorción cumplieron con los requisitos de calidad exigidos por las especificaciones técnicas de construcción de INV y pueden ser utilizados como agregados pétreos para la producción de materiales de construcción para el proyecto Malla Vial del Valle del Cauca y Cauca.

Ccanto, (2018) en su tesis titulado “PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES APLICANDO EL SISTEMA LAST PLANNER EN HUANCVELICA 2018”, para optar el título profesional de, ingeniero civil, donde concluye: En Huancavelica actualmente no existe ningún tipo de investigación relacionado al estudio de la utilidad, por lo cual la presente tesis servirá como antecedente a posteriores estudios a fin de poder recabar mayor información que involucre su ejecución; Con la implementación del sistema last planner ha aumentado la productividad esto se dio debido al control del personal obrero en las respectivas obras de la ciudad de Huancavelica ya que se muestra en la distribución de niveles de actividad en donde podemos mostrar en el grafico 4.11 resultando TP=77% TC=16% Y TNC=7%; Las causas que generaron pérdidas en la productividad tal es el caso que lo vimos en tarrajeo en

muros interiores y pintura en muros interiores, según la investigación es por la desmotivación por parte del trabajador y falta de supervisión al personal esto genera que el personal consuma sus horas en tiempo ocioso otra es que el personal realiza sus actividades con lentitud ya que todo esto genera retrasos en las actividades sucesoras.

Quispe, (2017) en su tesis titulado Aplicación de “lean construction” para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica, 2017, para obtener el grado Maestro en ingeniería civil con mención en dirección de empresas de la construcción, donde concluye: Se comprueba la hipótesis específica número 1, la aplicación del nivel general de actividad de obra, influye significativamente en la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la zona de Huancavelica en el período 2017, obtenido del grupo experimental con un p-valor calculado inferior ($0.044 < \alpha=0.05$) al valor del nivel de significancia 0.05 y $t = -2.301$; Se comprueba la hipótesis específica número 2, la aplicación del nivel de carta de balance de cuadrilla, influye significativamente en la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la zona de Huancavelica en el período 2017, obtenido del grupo experimental con un p-valor calculado inferior ($0.010 < \alpha=0.05$) al valor del nivel de significancia 0.05 y $t = -3.162$; Se comprueba la hipótesis específica número 3, La aplicación de la prueba de cinco minutos, influye significativamente en la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la zona de Huancavelica en el período 2017, obtenido del grupo experimental con un p-valor calculado inferior ($0.017 < \alpha=0.05$) al valor del nivel de significancia 0.05 y $t = -2.875$.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Filosofía lean

Según, **Greiving** (2017) en su proyecto de graduación final señala, Lean tiene como esencia primordial eliminación de desperdicios en todo sus

procesos, esta filosofía se esfuerza por hacer dar rentabilidad y competitividad mediante el aumento de la eficiencia y la disminución de los costos debido a la eliminación de las actividades en los procesos que no generan valor al producto o servicio que se está comercializando, produciendo un flujo continuo de materiales y productos manejados por programación fija, ordenada y nivelada. (Valencia, 2013), filosofía Lean consiste en eliminar todos aquellos procesos, actividades, requisitos, que no generan valor adicional al producto dentro de un sistema de producción; El pensamiento Lean tiene su origen en la industria automotriz de Toyota, siendo el resultado de la búsqueda de nuevas y mejores procesos industriales, que se aplicaban especialmente al desarrollo de nuevos productos, lo cual fue fundamental para perfeccionar la competitividad de esta industria. (Valencia, 2013).

2.2.1.1. Evolución histórica de la filosofía Lean:

Según, Greiving (2017) en su proyecto de graduación final señala, En los inicios del siglo XX la producción y el mercado automotriz era controlado principalmente por grandes empresas estadounidenses como la Ford y General Motors. Estas empresas se basaban la producción masiva de vehículos; Por otra parte, en Japón, en 1918 se funda Toyota Motors por Sakichi Toyoda para su hijo Hiichiro; Posteriormente alrededor de los años 50 Kiichiro Toyoda, estudia en USA los métodos de fabricación de las principales marcas de la competencia, indaga Ford encontrando algunas deficiencias en este sistema debido a que los obreros añadían poco de valor teniendo amplio desperdicio, (Pellicer, citado por Botero, 2014); Con base en estos conceptos Kiichiro Toyoda en conjunto con su director de producción, Taiichi Ohno, decretaron que las operaciones de la fábrica Toyota no deberían tener excesos de inventarios y que se tendría que trabajar de manera conjunta y coordinada con los proveedores para nivelar el inventario y la producción,

(Valencia, 2013); Continuó el desarrollo de la filosofía a través del concepto Lean Production o Lean Manufacturing, este concepto también fue implementado por Toyota, al finalizar la II guerra mundial, aunque según (Padilla, 2010) al inicio no se le llamaba formalmente Lean, sino más bien “Toyota Production System”, este concepto era visto como un proceso o sistema que produce un flujo continuo de materiales y productos manejados por programación fija, ordenada y nivelada, utilizando la flexibilidad, con un mínimo de actividades que no agregan valor, (Villaseñor & Galindo, citado por Valencia, 2013); Toyota Production System no fue una invención de genios japoneses, si no la adopción de diversos elementos del sistema Ford que se conjugan con ingeniosos sistemas e ideas originales, principalmente de Taiichi Ohno, el término “Lean” lo utilizó formalmente por primera vez en 1988 el ingeniero John Krafcik, estudiante de maestría en el Massachusetts Institute of Technology (MIT), en su tesis de Máster y en un artículo publicado en la Sloan Management Review, (Sanchis, 2013); A partir de allí surgió el término Lean, refiriéndose a la filosofía desarrollada y aplicada por los japoneses, desde este momento el término comenzó a popularizarse y las personas de todas las áreas productivas e industriales comenzaron a ver de qué forma podían aplicar estas estrategias en sus áreas, de allí surgió una aplicación diferente de la filosofía, y en la actualidad el trabajo de Koskela es considerado como la base o el inicio de Lean Construction (Botero, 2014).

2.2.2. Lean construction.

Achell, (Achell, 2014) En su libro preparación a Lean Construction Lean construction es la empecinamiento de los concepto y herramientas del sistema Lean a lo dadivoso de todo el ciclo de vida de un programa de edificación se conoce como Lean Construction o edificación sin

pérdidas; Lean Construction chancleta la insistencia de los concepto y herramientas Lean al cambio acabado de un programa desde su preñez hasta su linchamiento y reto en servicio, entendemos Lean como una aguante de obligatoriedad que indagación la magnificencia de la organismo, por lo mano, sus noción pueden cuidarse en todas las fases de un proyecto: diseño, ingeniería, pre-comercialización, marketing y ventas, linchamiento, servicio de postventa, expectación al cliente, envite en caminata y manutención del edificio, agencia de la organismo, provisión y afinidad con la argolla de provisión.

2.2.2.1. Principios de Lean Construction.

Autores como Koskela, (1992), afirma que es posible obtener beneficios ambientales por aplicar los principios de Lean Construction, ya que a través de esta filosofía de producción se obtiene reducción de desperdicios, reducción de emisiones contaminantes y maximización de la satisfacción del cliente. En la presente estudio, se utilizara los conceptos propuestos por Luri Koskela a través de los cuales, se establecieron los principios de la nueva filosofía de producción en la construcción llamada Lean Construction .Estos conceptos se integran en el diseño y control de la producción.

PRINCIPIO	DESCRIPCIÓN
Reducir actividades que no generan valor	Según los requerimientos del cliente, diferenciar las actividades que generan valor de las que no lo hacen .Reducir las últimas.
Incrementar el valor	Incrementar el valor del producto a través de considerar constantemente los requerimientos del cliente .Evaluar y considerarlas

a lo largo de todas las etapas del proyecto, Maximizar el valor del producto.

Reducir variabilidad

La variabilidad incrementa la cantidad de las actividades que no generan valor. Para reducir la variabilidad se debe realizar una planificación de actividades en un horizonte de tiempo manejable .identificar recursos necesarios, actividades previas e información requerida para poder cumplir con la programación de trabajos.

Reducir los tiempos del ciclo

Reducción de tiempos de ciclo producto de la eficiencia del flujo y de los procesos productivos.

Esto facilita la gestión y control reduce las interrupciones del proceso productivo y acelera la entrega del producto hacia el cliente.

Simplificar

Este principio induce a simplificar el proceso productivo a través de la reducción de número de pasos en los flujos de materiales e información.

Ampliar la elasticidad de la rendimiento

La elasticidad en los sistemas productivos reduce los tiempos de ciclo y simplifica los sistemas de producción.

Implementar la gestión visual de los procesos	La visualización de los procesos de producción permite que los trabajadores perciban del estado de los procesos y de las oportunidades de mejora.
Mejora continua	Este principio involucra a cada integrante de una organización , implica un constante control y evaluación de los niveles de excelencia operacional
Balancear la mejora del flujo con la mejora de procesos	Para mejorar la productividad se debe enfocar tanto en los procesos (actividades de conversión) como en los flujos de procesos.
Benchmark	Este principio indica que se debe buscar las mejores prácticas existentes en el mercado

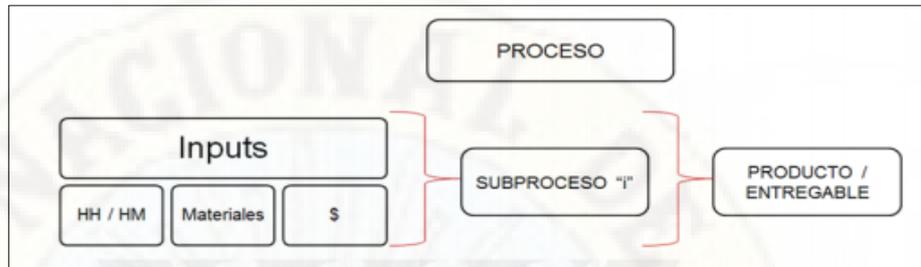
Cuadro 1 Principios de Lean Construction.

2.3. BASES CONCEPTUALES

2.3.1 Flujos y procesos de conversión.

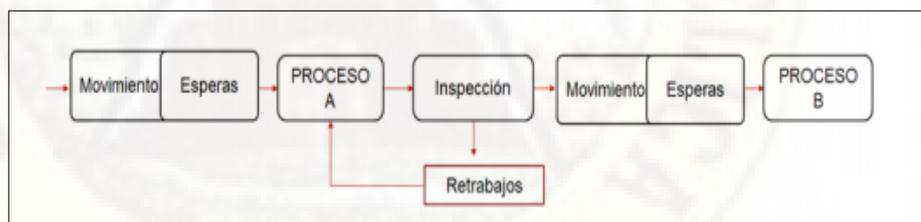
Según, Deville del Aguilar & Gallo Renteria (2017), La filosofía tradicional de producción se representa en un modelo de suma de procesos de conversión, los cuales son todos aquellos que transforman inputs en outputs. Estos últimos se valoran en función del costo de los inputs. Como se observa en la Figura 2, cada proceso de conversión es controlado uno por uno, de manera independiente, para reducir costos y mejorar la productividad a través de inserciones periódicas de nuevas tecnologías. Sin embargo, este paradigma tradicional de producción no considera los flujos ni las interacciones que se producen entre cada proceso (Koskele, 1992) Estas interacciones pueden ser esperas, traslados, inspecciones, etc. Estas actividades no generan directamente

valor añadido al producto, pero están involucradas en el proceso de elaboración, por lo que es un error no considerarlas (Deville del Aguila & Gallo Renteria, 2017).



Cuadro 2 Esquema del modelo tradicional de producción.

La nueva filosofía de producción integra los flujos con los procesos de conversión, Siendo estimada como un cordialidad de materiales y/o indagación desde su existido inicial hasta llegar el artículo concluido, Koskela, (1992) A diferencia de la filosofía tradicional, la nueva filosofía reconoce que los materiales están en proceso de conversión, inspección, en movimiento o en esperas. De esta forma, se lleva un mejor seguimiento de la eficiencia del sistema de producción. Teniendo un seguimiento más profundo es posible hacerlo más eficaz (Deville del Aguila & Gallo Renteria, 2017).



Cuadro 3 Esquema del modelo tradicional de producción.

Filosofía tradicional de producción	Lean Production
Las actividades de producción son concebidas como un conjunto de operaciones individuales	Las actividades de producción son concebidas como flujo de procesos de información y materiales.

Son controladas una por una para reducir costos.	Son controladas para tener mínima variabilidad y tiempos de ciclos.
Las mejores en la producción se establecen de manera periódica , a través de implementación de nuevas tecnología	Las mejores en la producción se produce continuamente, con respecto al valor generado y a la reducción de desperdicio; Y periódicamente con moralidad a la eficiencia a través de la ingreso de nuevas técnicas.

Cuadro 4 Cuadro comparativo entre la filosofía de producción tradicional.

2.3.1.1 Flujos y procesos de conversión.

2.3.1.1.1 Visión General.

Koskela, (1992) Varios factores hacen que sea difícil presentar una visión general Coherente de las ideas y técnicas de la nueva filosofía de producción. En el campo surgen conceptos y el contenido de los viejos concepto cambia .El mismo concepto se utilizara para referirse a un fenómeno en varios niveles de abstracción .No está claro dónde colocar los límites. En conceptos relacionados. Hemos elegido basar esta visión general en dos terminar “raíz “históricamente importantes, Just In Tiempo (JIT) y control de la calidad (TQC), que se describen brevemente a continuación. Luego, nosotros presentar conceptos más nuevos relacionados, que son principalmente producto de JIT y TQC .Estas los resultados muestran que el campo de aplicación de las ideas originales se ha extendido mucho más allá del esfera de producción.

2.3.1.1.2. Just In Time (JIT).

El punto de partida de la nueva filosofía de producción fue orientado a la ingeniería industrial. Desarrollos

iniciados por Ohno y Shingo en las fábricas de automóviles Toyota en la década de 1950. La conducción la idea en el enfoque era la reducción o eliminación de inventarios (trabajo en proceso). Está en a sus vez, condujo a otras técnicas que fueron respuestas forzadas a hacer frente a menos inventario: tamaño del lote reducción, reconfiguración del diseño, cooperación del proveedor y reducción del tiempo de configuración. El tirón tipo de método de control de producción, donde la producción se inicia por demanda real en lugar de por se introdujeron planes basados en pronósticos. El concepto de residuos es una piedra angular de JIT. Los siguientes desechos fueron reconocidos por Shingo (1984): sobreproducción, espera, transporte, demasiado mecanizado (sobre procesamiento), inventarios, mudanzas, fabricación de piezas y productos defectuosos, Pelea de restos a sesgo de la mejora continua de las operaciones, equipos y procesos es otra piedra angular de JIT2. (Koskele, 1992, pág. 6)

2.3.1.1.3. Control de calidad total (TQC).

El punto de partida del movimiento de calidad fue la inspección de materias primas y productos. Utilizando métodos estadísticos el movimiento de calidad en Japón ha evolucionado a partir de la mera inspección de productos a control de calidad total. El término total se refiere a tres extensiones (shingo 1988): (1) expandir el control de calidad desde la producción a todos los departamentos, (2) expandir el control de calidad de los trabajadores a la gerencia, y (3) expandir la nación de calidad para cubrir todas las operaciones en la compañía.

Las metodologías de calidad se han desarrollado en correspondencia con la evolución del concepto de calidad el enfoque ha cambiado de una orientación de inspección (teoría de muestreo), a través del control de procesos (control estadístico de procesos y las siete herramientas), a continuo mejora de procesos (las nuevas siete herramientas) y actualmente para diseñar la calidad en el producto y proceso (despliegue de funciones de calidad).

Siempre ha habido fricciones entre el campamento JIT y el campamento de calidad. Representantes del campamento JIT tiende a enfatizar la mejora del proceso (Harmon 1992) y la verificación de errores en la fuente (Shingo 1986) en lugar de control estadístico y programas de calidad. (Koskele, 1992, pág. 7).

2.3.2. Modelo tradicional.

Los problemas típicos del lugar habitual ancestral de la gestión global de proyectos, desde su grado auténtico de diseño hasta su apedreamiento, uso y avituallamiento, incluyen, reducida aprendizaje y experiencia en los nuevos sistemas de gestión y planificación de obras, guarda de calaña nulo basado en métodos estadísticos que están por desviado de garantizar el cien por cien de la calidad, falto sobriedad en el acatamiento de las medidas de soldadura, errores y omisiones en proyectos, carencia de atención en la adiestramiento y capacitación de los trabajadores, falta de coordinación entre los compañía intervinientes en las diferentes etapas del programa, Achell (2014).

2.3.3. Qué es un Lean Construction

Lean Construction (edificio sin Pérdidas) acepta los criterios de diseño de Ohno de los sistemas de obtención y persigue ese normalizado de

prestigio. El manejo de un programa de arquitectura bajo la impasibilidad Lean significa: (i) poseer un set de objetivos claros para el desarrollo del proyecto, sabiendo los requerimientos del cliente/mandante; (ii) enfocarse en maximizar el desempeño para el comprador a nivel de programa; (iii) abocetar en manera simultánea partida el artículo como el desarrollo; (iv) aplicar controles de fabricación a lo dispendioso del ciclo de vitalidad del proyecto, a pesar de inmediato surge la duda: ¿qué tipo de logro es la casa? La bloque es esencialmente el diseño y acoplamiento o montaje de objetos fijos en su sede, y por ende posee las características de la consecución en lado, de mercancías únicos (edificios o proyectos de edificio) y equipos de compromiso temporales y multidisciplinarios, en términos prácticos la forma de elaborar la edificación en un desarrollo “lean” significa en primer lugar, enganchar en la obra el entrenamiento de décadas ganado en la industria manufacturera moderna y minimizar las peculiaridades propias de la edificio para sacar provecho de las técnicas lean desarrolladas en la taller manufacturera, En periquete sede, implica plantear técnicas lean adecuadas al tenacidad de la arquitectura (ad-hoc), para aquellas peculiaridades que no pudieron abordarse o estandarizarse, todavía en entre ambos casos se debe enhilar a los instaladores especializados, quienes están en el fachada de deber, y a través de los cuales la ingeniería y la adquisición se aplican mejor. El Value Stream Mapping (VSM o mapa de argolla de audacia) es un ejemplo de la primera estrategia sugerida, es decir, avalar una técnica lean y aplicarla a la edificio, para en este fortuna mapear el proceso de adquisición y proyectar, implementar y monitorear el progreso de las mejoras sugeridas, El Sistema de plan Last Planner (Último Planificador) por otra parte, constituye un canon de la segunda organización sugerida, pues implica el cambio de un sistema de plan y guarnición de proyectos que becerrada con la versatilidad e inquietarse inherentes a los procesos constructivos y apunta a reducirlas y obtener compromisos de plan confiables (SAMAME, 2020).

2.3.4. Lean Production

El exploración del sistema de obtención con el lámpara circunscripción en el efusión de obtención en lugar de la optimización fanático de sólo algunos aspectos de éste, tiene su origen al tejadillo de la manufactura mecánico japonesa, El ingeniero de Toyota, Taiichi Ohno es querido el papá del Sistema de logro Toyota, que sería conocido en el comunidad imposible como sistema de consecución sin Pérdidas (Lean Production o Lean Manufacturing) a fines de los perduración 80, Esta verdadera aguante de obtención pesquisa eliminar las pérdidas productivas (“lubrificante”), en otras palabras, todo Aquello que no agrega osadía al producto, sin embargo que consume bienes y reunión, Ejemplos de esto son las esperas, los defectos, el almacenamiento de inventarios, o el movimiento innecesario de materiales y trabajadores por la industria (o el ocupación de construcción), La esperanza se enfoca al sistema de elaboración en su universalismo, dejando a un lado el jactancioso íntimo de logro por singularidad enfocándose en la productividad del diligente, o en la extracción masiva (realizada por máquinas) (SAMAME, 2020).

2.3.5. Siete causas que provocan pérdidas en el proceso de construcción.

En la conjunto de los casos, la opción de obligar la capital de costos de casa no se toma de forma espontánea, fortuna que suceden posteriores a descontroles de costos que enfrenta el proyecto (o pérdidas que ya sufrió), De pacto al juicio de Lean Construction, son estas las principales causas que originan pérdidas en el recurso de fabricación del bloque: (FORESIGHT, 2020).

Inconsistencias en el diseño del proyecto: Si aceptablemente a lo dispendioso de las diversas lecciones hemos dado que el avance de los proyectos puede hallarse retrasados por varios factores, uno de los principales es los problemas en los diseños. Esta entorno se da por la práctica de comenzar la cimentación con diseños infancia e incompletos (FORESIGHT, 2020).

Falta de procesos de control de la producción: En nuestra factoría no Hay procesos que permitan controlar y mejorar las diferentes instancias de extracción. La implementación de dichos procesos facultaría detectar métodos más eficientes y optimizar los diferentes recursos (FORESIGHT, 2020).

Problemas en la gestión del personal: El rubro de la arquitectura depende sobre todo del medio ambiente humano, en otras palabras, del individual que en él trabaja, aunque, las empresas no suelen centrarse en la administración de sus posibles humanos. Por eso uno de los mayores problemas que se da en la bloque es la reincorporación libranza del individual, que a su vez genera que no llegue a capacitarse por terminado en los procesos que trabajaría saber en historieta para mejorar su fruto y, en definitiva, el del proyecto (FORESIGHT, 2020).

Administración poco rigurosa: Los desarrollos inmobiliarios requieren un intolerante acoso de todo el cambio de producción. Por esto, es clave que el unipersonal a cargo del proyecto tenga no solo capacidades técnicas, suerte igualmente aptitud de gestión del unipersonal que intervenir, de este modo la agencia del programa podrá ser planificada (FORESIGHT, 2020).

Deficiencias en la seguridad industrial: En la lista del edificio está arriesgado a un levantado amenaza de padecer diversos accidentes; lamentablemente, aún son varios los administradores de los proyectos de inmueble que no son conscientes de la consideración que tiene este tema dentro de la planeación y consideran una quebranto de parné y de vigencia emplear posibles en entereza, sin embargo, serían altamente mayores el gasto y el legislatura que se pueden ocultar si ocurre un percance en la obra (FORESIGHT, 2020).

Sistemas de control poco efectivos: El cuidado de la fabricación se centra básicamente en la medición de las desviaciones de lo proyectado inicialmente (de costo y de plazo), Aún no se propagó la actitud proactiva que permita anteceder a la capital diferencias para evitar extraviarse de

lo pautado, en lugar de remediarlo una vez anecdota el realizado (FORESIGHT, 2020).

Falta de equipos de trabajo sólidos; Cuando los equipos de misión administrativos no brindan documentación precisa a vigencia, los administradores de los proyectos carecen de los fortuna necesarios para acoger decisiones cuando corresponde, el ajuste de la presente lección no pretende hipotecar un cambio en un deducción constructivo o plantear de manera acotada modificaciones en la ilusión constructiva, por otra parte, indagación ser un marco de referencia inmaterial para conducir la reflexión del desarrollador (FORESIGHT, 2020).

2.3.6. Last planner (el último planificador)

El marco teómillonario que soporta Last Planner es verdaderamente descendiente, su comienzo básico se rudimentos en agrandar el cumplimiento de las actividades de cimentación mediante la reducción de la zozobra asociada a la planificación, Para iluminar este principio revisemos tres situaciones que suceden en los proyectos de arquitectura, La Fig. 1 indicio la situación general del proyecto; en la etapa de planificación se determinan los plazos y medios de las actividades, en otras palabras, lo que “misionía apoderarse” (recuadro azaroso), aunque, a metro que avanza el programa se hace cada vez más difícil de cumplir el plan inicial, y lo inicialmente planeado se modifica, En ese puesto el ámbito cambia alrededor de lo que “se hará” verdaderamente en el programa (recuadro cerúleo), a continuación, el plan original se ha estropeado de tal manera que solo “se puede” diligenciar la acto de una forma distinta a lo planteado inicialmente (recuadro naranja), (Anterprise, 2000).



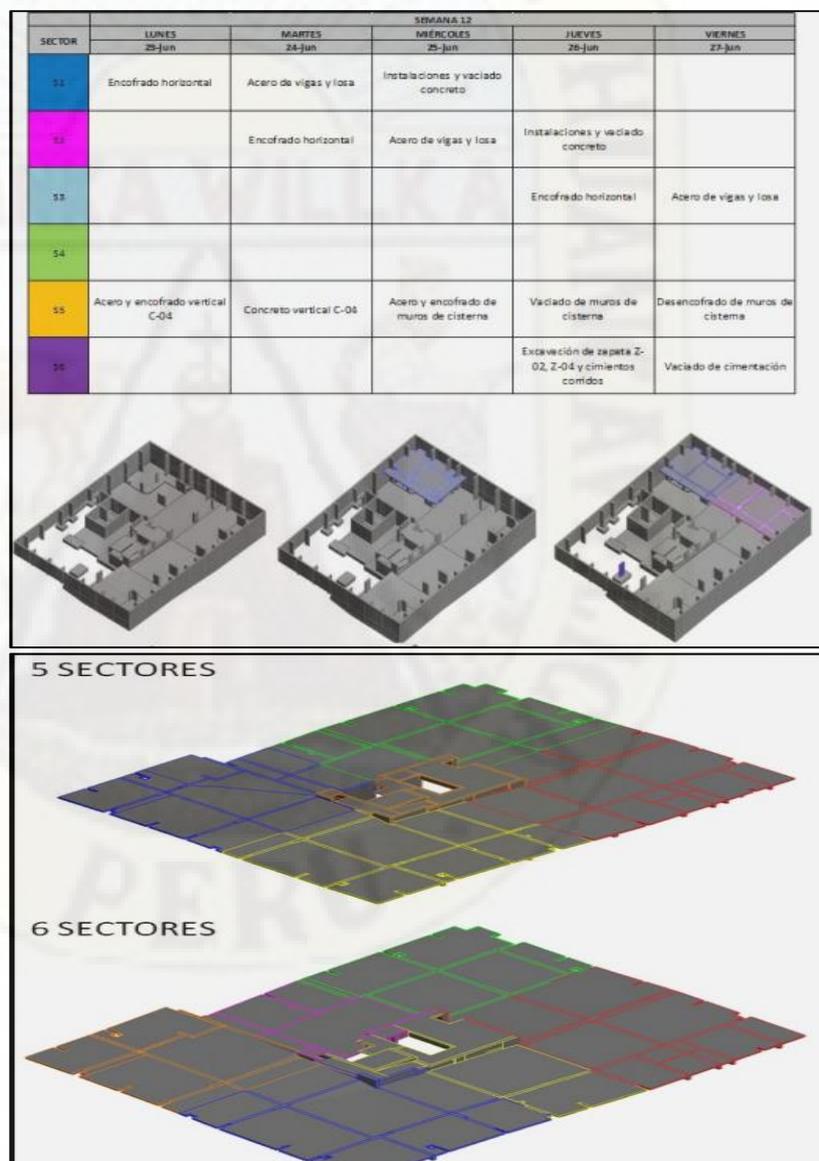
2.3.7. Integración Bim y Lean Construction.

2.3.7.1. Incorporación de herramienta BIM a la filosofía Lean Construction.

(Eyzaquire Vela, 2015), En vista de los desalentadores índices de productividad en la construcción evidenciados a lo largo de los últimos 30 años, donde, sin embargo, otras industrias han incrementado sus índices hasta en un 200%, el sector se vio en necesidad de buscar un mejor sistema de producción. Transcurridos varios años, el Perú ha adoptado nuevas filosofías de construcción, donde las principales empresas vienen aplicando e implementando nuevos modelos con la finalidad de lograr competitividad tanto a nivel nacional como internacional, y no perderle el ritmo a la industria mundial de la construcción. El sistema “Lean Construction”, el cual fue introducido por el LCI “Lean Construction Institute” a través de un benchmarking al sistema de producción de Toyota, busca implementar una filosofía donde la ejecución de proyectos de construcción se asemeje más a un sistema de producción, enfocando sus esfuerzos en generar valor para el cliente, eliminando desperdicios en los procesos y optimizando los flujos de trabajo en la actividad de la construcción. Debido a sus grandes beneficios, ha logrado impactar positivamente en la industria peruana de construcción; permitiendo aumentar los niveles de calidad, reduciendo costos y plazos.

Frente a los antecedentes explicados y lo mencionado a lo largo del documento de tesis, el sistema BIM ha logrado también captar el gran interés de parte de las empresas proactivas e innovadoras de la construcción. Basándonos en la considerable aceptación de la filosofía Lean, cabe preguntarnos si este nuevo sistema de información BIM será tomado en consideración a corto o mediano plazo con el fin de su implementación y ejecución. Una justificación positiva, descansaría en los

beneficios y alentadores resultados encontrados internacionalmente, donde hoy en día, el uso incondicional de estas herramientas ha llevado al éxito a distintos proyectos. Ya que en nuestro medio, la difusión de la filosofía Lean se ha diversificado exitosamente, donde cada grupo del sector construcción ha venido aplicándolo parcialmente según sus necesidades, cabe analizar cómo el sistema BIM se desenvolverá y desarrollará conjuntamente con esta.



ESQUEMA DE TREN DE TRABAJO EN MODELADO EN REVIT, MEDIANTE EL USO DE MODELOS VINCULADOS (LINKED MODELS)													
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	
Modelado de ESTRUCTURAS	S2	S1	SS	P1	P2	P3	P4						
Modelado de ARQUITECTURA		S2	S1	SS	P1	P2	P3	P4					
Modelado de IIMM													
Modelado de sistema de ACI				S2	S1	SS	P1	P2	P3	P4			
Modelado de sistema de Extracción de monóxido				S2	S1	SS	P1	P2	P3	P4			
Modelado de IISS													
Modelado de sistema de AF				S2	S1	SS	P1	P2	P3	P4			
Modelado de sistema de AC				S2	S1	SS	P1	P2	P3	P4			
Modelado de sistema de Desague y ventilación				S2	S1	SS	P1	P2	P3	P4			
Modelado de IIEE													
Modelado de sistema de alumbrado				S2	S1	SS	P1	P2	P3	P4			
Modelado de sistema de tc				S2	S1	SS	P1	P2	P3	P4			
Modelado de sistema de alimentadores				S2	S1	SS	P1	P2	P3	P4			
Modelado de sistema de COM				S2	S1	SS	P1	P2	P3	P4			

Figura 1 Incorporación de herramienta BIM a la filosofía Lean Construction.

2.4. DEFINICIÓN DE TERMINOS

Expediente Técnico de Obra: El conjunto de documentos que comprende: memoria descriptiva, especificaciones técnicas, planos de ejecución de obra, metrados, presupuesto de obra, fecha de determinación del presupuesto de obra, análisis de precios, calendario de avance de obra valorizado, fórmulas polinómicas y, si el caso lo requiere, estudio de suelos, estudio geológico, de impacto ambiental u otros complementarios, finanzas (2018).

Edificación: Se utiliza el término edificación para concretar y describir a todas aquellas construcciones realizadas artificialmente por el ser humano con diversos empero específicos propósitos, las edificaciones son obras que diseña, planifica y ejecuta el ser humano en distintos espacios, tamaños y formas, en la generalidad de los casos para habitarlas o usarlas como espacios de resguardo, las edificaciones más comunes y difundidas son los edificios habitacionales, sin embargo todavía entran en este atajo otras edificaciones tales como los templos, los monumentos, los comercios, las construcciones de ingeniería, etc (Bembibre, 2009).

Mejora continua: Es un enfoque para la mejora de procesos operativos que se fundamenta en la apremio de corroborar continuamente las operaciones de los problemas, la reducción de costos sitio, la racionalización, y otros factores que en clan permiten la optimización (HEFLO, 2015).

Obra Pública: Se denomina obra pública a todos los trabajos de construcción, ya sean infraestructuras o edificación, promovidos por una administración de

gobierno (en oposición a la obra privada) teniendo como objetivo el beneficio de la comunidad. (Fundación Wikimedia, 2019).

Las pérdidas: En español, la definición más apropiada para el proceso de producción es; Riesgo o degeneración que se recibe en algo, (RAE, 2010) es decir, cada recurso que no genera decisión es un proceso que genera un peligro al indiferente concluido. Por lo que se considera un desperdicio, la impasibilidad Lean clasifica esos desechos en encogido (Cerveró Romero, 2009/2010).

Sobreproducción: arar por además de la petición. Aparece inventario, si se produce sin argumentar a la apresuramiento del cliente se consumen bienes (Cerveró Romero, 2009/2010).

Lapso de espera: fiarse al delantero o al próximo cambio de fabricación (Cerveró Romero, 2009/2010).

Arrebatamiento: trasladar existencias no necesarios en ese periquete para adornar el producto final (Cerveró Romero, 2009/2010).

Redundancia de pronunciado: A parecer del diseño o del uso de herramientas de despreciable estofa el movimiento no es efectivo. Se ha de reparar el trabajo ya completado (Cerveró Romero, 2009/2010).

Stock: Todo lo que se ha producido y que aún no se ha transaccionado (Cerveró Romero, 2009/2010).

Movimiento: Personas o conspiraría moviéndose más de lo forzoso para labrar el producto final (Cerveró Romero, 2009/2010).

Defectos: tesón confirmado para sondear sobre los defectos producidos y tener que arreglarlos (Cerveró Romero, 2009/2010).

Eliminando el despilfarro, la raza rectificación y el legislatura de adquisición y el coste, se reducen (Cerveró Romero, 2009/2010).

Desafíos o retos: La alucinación a espléndido década y el vehemencia por apencar todos los retos con el audacia y la creatividad necesarios para hacer realidad esa visión (Moreno, 2010).

Trabajo en equipo: Seducir el cambio unipersonal y gremial, ofrendar oportunidades para el recurso y maximizar el beneficio unipersonal y de los equipos (Moreno, 2010).

Filosofía: Basar las decisiones de administración en una filosofía de largo plazo, aún a costo de las metas financieras de corto plazo. (Moreno, 2010)

Procesos: Crear flujos de procesos continuos para llevar los problemas a la superficie (Moreno, 2010).

Cuaderno de Obra: El documento que, debidamente foliado, se abre a la fecha de entrega del terreno y en el que el inspector o supervisor y el residente anotan las ocurrencias, órdenes, consultas y las respuestas a las consultas, (finanzas, 2018).

Metrado: Es el cálculo o la cuantificación por partidas de la cantidad de obra a ejecutar, según la unidad de medida establecida, (finanzas, 2018).

Obra: Construcción, reconstrucción, remodelación, mejoramiento, demolición, renovación, ampliación y habilitación de bienes inmuebles, tales como edificaciones, estructuras, excavaciones, perforaciones, carreteras, puentes, entre otros, que requieren dirección técnica, expediente técnico, mano de obra, materiales y/o equipos, (finanzas, 2018).

Ficha Técnica: Documento estándar mediante el cual se uniformiza la identificación y descripción de un bien o servicio común, a fin de facilitar la determinación de las necesidades de las Entidades para su contratación y verificación al momento de la entrega o prestación a la Entidad, (finanzas, 2018).

Partida: Cada una de las partes que conforman el presupuesto de una obra y precio unitario, (finanzas, 2018).

Prestación adicional de obra: Aquella no considerada en el expediente técnico de obra, ni en el contrato original, cuya realización resulta indispensable y/o necesaria para dar cumplimiento a la meta prevista de la obra principal y que da lugar a un presupuesto adicional, (finanzas, 2018).

Presupuesto adicional de obra: Es la valoración económica de la prestación adicional de una obra, (finanzas, 2018).

Presupuesto de Obra: Es el valor económico de la obra estructurado por partidas con sus respectivos metrados, análisis de precios unitarios, gastos generales, utilidad e impuestos, (finanzas, 2018).

Servicio: Actividad o labor que requiere una entidad para el desarrollo de sus actividades y el cumplimiento de sus funciones y fines. Los servicios pueden

clasificarse en servicios en general, consultoría en general y consultoría de obra. La mención a consultoría se entiende que alude a consultoría en general y consultoría de obras, (finanzas, 2018).

Valorización de una obra: Es la cuantificación económica de un avance físico en la ejecución de la obra, realizada en un período determinado, (finanzas, 2018).

2.5. HIPÓTESIS

2.6.1. Hipótesis general.

La aplicación de la filosofía lean construction es más óptimo que el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.

2.6.1. Hipótesis específicos

1. La aplicación del sistema de ejecución de proyectos ajustados (Lean Project Delivery System LPDS), tendrá mayor eficiencia ante el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.
2. La ejecución integrada al proyecto (IPD) es más eficiente que el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.
3. El último sistema de planificación (Last Planner System) será más eficaz que el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.
4. La Medición de Pérdida es más óptimo que el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.

2.6. VARIABLES

2.6.1. Variable 1:

FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION.

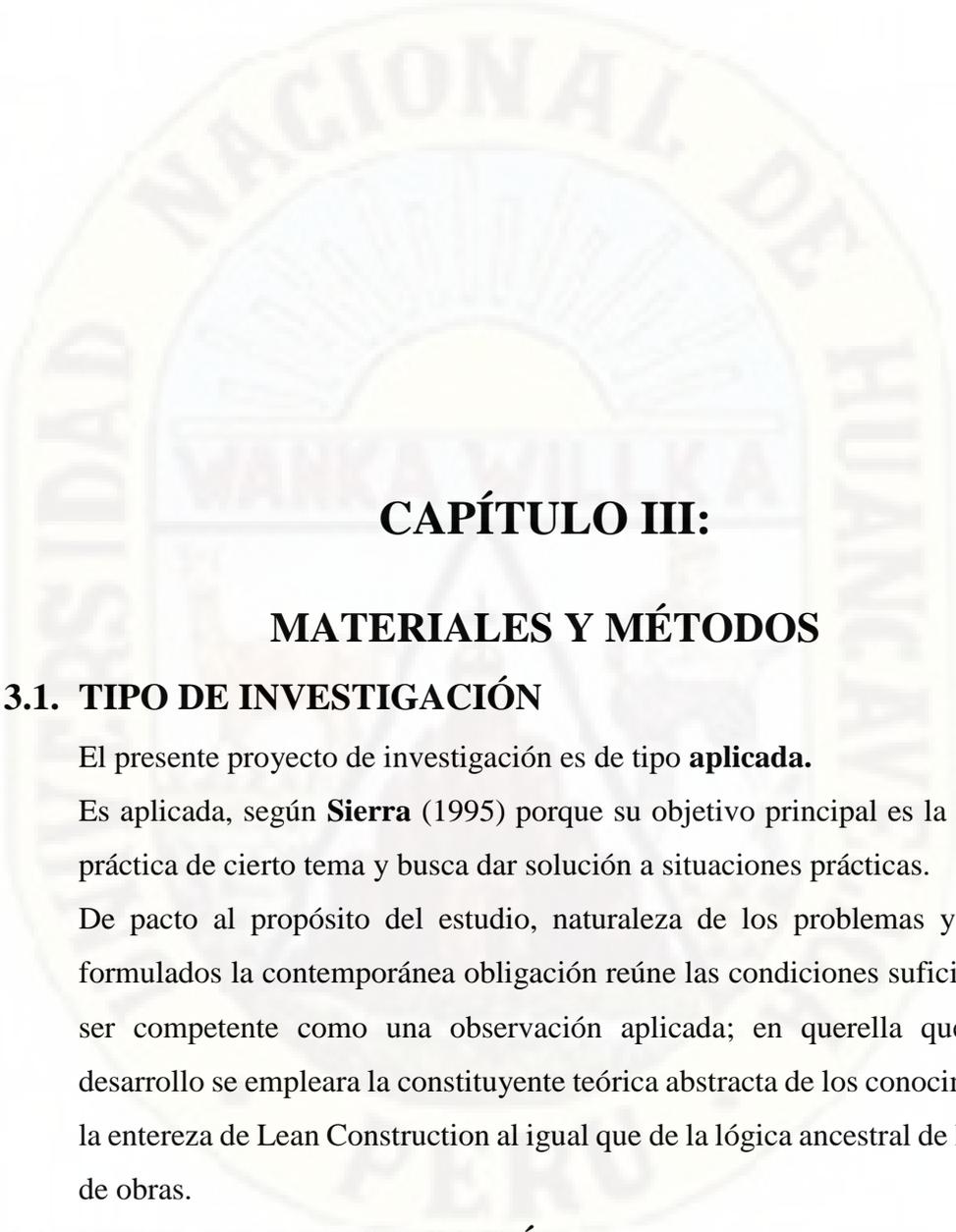
2.6.1. Variable 2:

MÉTODO TRADICIONAL.

2.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Cuadro 5 Operacionalización de las variables de estudio.

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTIVAN	sistema de ejecución de proyectos ajustados	Proceso de colaboración integral. alineación de objetivos de los diferentes agentes involucrados, recursos y restricciones en las etapas de proyecto, diseño, suministro, ejecución y mantenimiento	Ordinal y Nominal
	ejecuciones integradas al proyecto	Optimizar resultados, incrementar el valor, minimizar desperdicios e incrementar la eficiencia a lo largo del proceso.	
	el último sistema de planificación	Diseñado para entregar un flujo de trabajo fiable y un aprendizaje rápido. Las prácticas que se llevarán a cabo, y las prácticas que ya se han llevado a cabo.	
	Medición de Pérdida	Estudio cuantitativo del tiempo de permanencia en obra de los trabajadores. A través del análisis de la distribución del tiempo de las cuadrillas se estima la productividad y se detectan las actividades a optimizar.	
VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
MÉTODO TRADICIONAL	Formulación	Es la etapa del diseño del proyecto, lo que significa sistematizar, un conjunto de posibilidades técnicamente viables, para alcanzar los objetivos y solucionar el problema que motivó su inicio.	Ordinal y Nominal
	Planificación	Cronogramas tales como diagramas de Gantt para del crecimiento adentro del ámbito del proyecto.	
	Programación	Plan o programa de actividades, Forma de realizar una actividad. (SPW, 2019)	
	Ejecución de proyectos	Técnicas constructivas, relación con la dirección facultativa. (ardila, 2019)	



CAPÍTULO III:

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto de investigación es de tipo **aplicada**.

Es aplicada, según **Sierra** (1995) porque su objetivo principal es la aplicación práctica de cierto tema y busca dar solución a situaciones prácticas.

De pacto al propósito del estudio, naturaleza de los problemas y objetivos formulados la contemporánea obligación reúne las condiciones suficientes para ser competente como una observación aplicada; en querella que para su desarrollo se empleara la constituyente teórica abstracta de los conocimientos de la entereza de Lean Construction al igual que de la lógica ancestral de lapidación de obras.

3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La actual investigación es **Descriptivo comparativo**.

Según **Sánchez y Reyes**, (1996) la investigación descriptiva comparativa consiste en recolectar en dos o más muestras o variables, con el propósito de observar el comportamiento de una variable, tratando de controlar

estadísticamente otras variables que se considera, pueden afectar la variable estudiada.

3.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

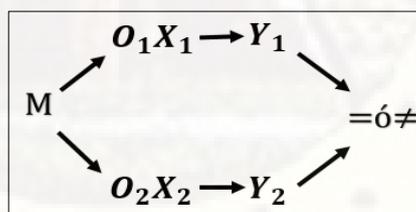
3.3.1. Método general.

Bunge (1983) El método comprobado es un apelación para versar un conjunto de problemas. Cada segmento de problemas requiere un equipo de métodos o técnicas especiales. Los problemas de la noción, a desajuste de los del lenguaje o los de la acción, requieren la ilusión o la constancia de procedimientos especiales adecuados para los varios estadios de la medicación de los problemas, desde el simple eslogan de estos hasta la vigilancia de las soluciones propuestas.

3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La investigación tiene el diseño **no experimental-transversal**.

No Experimental, porque no se manipula la variable, pues solo se describe y analiza tal como sucede en el contexto y **Transversal**, porque la recopilación de los datos se realizaron en un momento determinado y por única vez El **esquema** del presente trabajo de investigación pertenece al diseño de investigación causal comparativa



Donde:

M : Muestra de Estudio.

X₁ X₂ : Variable de Filosofía de Lean Construction y método tradicional.

Y₁ Y₂ : resultados obtenidos de la eficiencia y eficacia.

O₁ O₂ : Observaciones – mediciones, de los sistemas constructivos: de Filosofía de Lean Construction y método tradicional.

Expresando la comparación entre ambos sistemas constructivos,

Estableciendo la igual (=), semejanza (≈), o diferencia (≠).

3.5. POBLACIÓN-MUESTRA-MUESTREO

5.5.1 Población.

Kerlinger (2008), Se luminaria lugar al conjunto universal que se estudia o al trocha más gigante de individuos, objetos, cosas o situaciones que puedan ser agrupados en función de una o más características comunes obra: Mejoramiento de la EAP, Ingeniería Ambiental y Sanitaria-Huancavelica.

5.5.2 Muestra.

Sampieri (2010) Se luminaria aldea al conjunto universal que se estudia o al atajo más gigante de individuos, objetos, cosas o situaciones que puedan ser agrupados en función de una o más características comunes obra: Mejoramiento de la EAP, Ingeniería Ambiental y Sanitaria-Huancavelica.

5.5.3 Muestreo.

Meléndez (2011), El muestreo es la técnica para elegir los sujetos de la ribete, De esta manera de tratado a la cabestrillo poblacional y de la amago se eligió el muestro intencional o muestro no probabilístico, pues una d las razones para seleccionar e es lo tocante al grosor de la villa que lícitamente es enana.

3.6. TÉCNICAS-INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Bunge (1985) citado por **Mendez** (2001, pág. 111) Las técnicas dependen de la naturaleza del conocimiento disponible, de los requisitos o exigencias de observación, de igual modo de la cordura y la sagacidad del detective encargado de adscribirse la técnica.

En la siguiente tabla se asomó las técnicas utilizadas en la investigación.

Cuadro 6 Técnicas e fundamentos utilizados en la observación.

TÉCNICA	INSTRUMENTO
De investigación documental.	<ul style="list-style-type: none">• Ha sido necesario efectuar previamente una revisión bibliográfica e histórica de expedientes desarrollados sobre el tema y ámbito de estudio. La información

Apuntar	<p>revisada se ha tomado de las bibliotecas de la UNI, PUCP, Internet y archivos de la fundación laboral de la construcción sobre LEAN CONSTRUCTION.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fichas de paráfrasis, para parlotear las opiniones de los investigadores respecto a los libros de la Filosofía de Lean Construction y el método tradicional.
La observación	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocimiento y análisis representativo de la población que representara el grado de satisfacción y la calidad de investigación obteniendo un valor final del producto.

Fuente: Elaboración propia.

3.7. TÉCNICAS Y PROCESAMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS.

El procesamiento del análisis de los datos realizados a esta investigación se hará mediante la:

a) Observación:

la observación es nuestra técnica de investigación científica, es un proceso riguroso que permite conocer de forma directa, el objeto de estudio para luego describir y analizar situaciones sobre la realidad estudiada, por lo que se realizó la observación simultánea al realizar los procesamientos de los metodologías (bernal, 2010)

b) Análisis documental:

En la investigación analizaremos la información escrita sobre un determinado planteamiento, con el propósito de establecer relaciones, comparaciones diferencias, etapas, posturas o estado actual del conocimiento respecto al planteamiento objeto de estudio, En la presente investigación se hizo un análisis de documentos referentes al título estudiado. Asimismo se realizó un análisis documental comparativo entre los dos métodos constructivos (bernal, 2010)

3.7.1 El procesamiento de datos.

En nuestra investigación se hizo el uso del programa Microsoft Excel, en donde se almacenará y sistematizará los datos recopilados en campo,

así como análisis documental y la interpretación de datos se hará la comparación de los resultados descritos y obtenidos de la metodología de la Filosofía de Lean Construction y el método Tradicional.

Por lo que se realizara la descripción diaria, semanal del avance de la ejecución de la obra por partidas del proyecto viendo la eficiencia y la eficacia del cumplimiento de la obra, aplicando las metodologías de Filosofía de Lean Construction.

3.8. PLAN DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS.

3.7.1 Procedimiento de recolección de datos respecto al Filosofía de Lean Construction.

El procedimiento de recolección de datos se realizó teniendo en consideración los siguientes pasos:

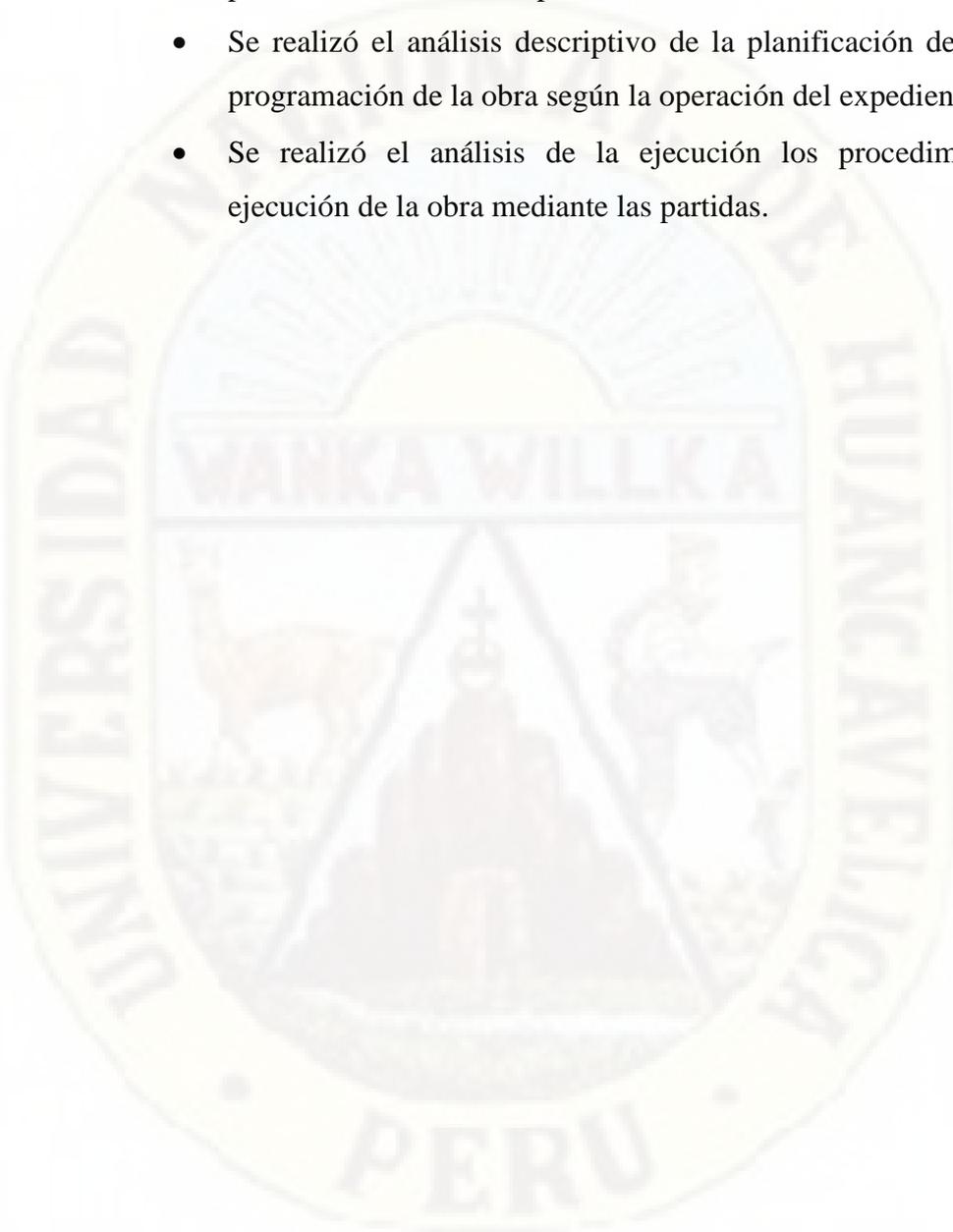
- Realización de la sectorización de la obra tanto de la parte administrativa y académica.
- Se realizó la descripción en función a la obra la optimización del sistema de ejecución de proyectos ajustados.
- Se realizó ejecuciones integradas al proyecto, donde se enfocara la carta de balance, control de avance y productividad, aplicatividad del tren de actividades así mismo el tren de trabajo en partidas de la obra.
- Se realizó el último sistema de planificación (Last Planner System), de control de trabajo.

3.7.2 Procedimiento de recolección de datos respecto al método tradicional.

El procedimiento de recolección de datos se realizó teniendo en consideración los siguientes pasos:

- Se realizó el análisis de la formulación del expediente técnico para la ejecución de la obra.

- Se realizó el análisis descriptivo de la planificación dentro de la planificación de la obra según la operación del expediente técnico, para tener en cuenta los procedimientos de construcción.
- Se realizó el análisis descriptivo de la planificación dentro de la programación de la obra según la operación del expediente técnico.
- Se realizó el análisis de la ejecución los procedimientos de ejecución de la obra mediante las partidas.



CAPÍTULO IV:

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. PRESENTACION DE DATOS:

4.1.1 Condiciones de ubicación de obra.

La obra de escuela académica profesional de ingeniería ambiental y sanitaria de la universidad Nacional de Huancavelica se analizará de acuerdo a las metodologías planteadas, que se menciona a continuación:

Ubicación de la obra:

DEPARTAMENTO : HUANCAVELICA

PROVINCIA : HUANCAVELICA

DISTRITO : HUANCAVELICA

LUGAR : CIUDAD UNIVERSITARIA PATURPAMPA



Figura 2 Ubicación de la Obra.

4.2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

Para la obtención de los resultados y por ende del cumplimiento de los objetivos de investigación, se realizó la sectorización de los planos a partir del expediente de la obra de edificación con un área igual a 1169 m² con cada uno de los sistemas estructurales ejecutados, seguidamente se analizara el proceso constructivo de las partidas Atraves de Filosofía de Lean Construction y el método tradicional.

Una vez finalizada la sectorización se empleara los dos métodos a la evaluación del cumplimiento de plazos y metas dentro de la eficiencia y la eficacia de la obra.

Se realizó la evaluación del sistema de ejecución de proyectos ajustados (Lean Project Delivery System LPDS), a través del método tradicional a nivel de la eficiencia y la eficacia.

También se realizó la evaluación eficiencia de ejecuciones integradas al proyecto (IPD), a través del método tradicional a nivel de la eficiencia.

También se realizó la evaluación eficacia en el último sistema de planificación (Last Planner System), a través del método tradicional a nivel de la eficiencia.

También se realizó la evaluación eficiencia en la Medición de Pérdida, a través del método tradicional a nivel de la eficiencia.

Se continuó con el análisis de los Metrados correspondiente con la ayuda de hojas de Metrado elaborado en la hoja de cálculo de Excel V-2016. Finalizado se prosiguió a realizar el análisis de costos unitarios para cada una de las partidas contempladas en la hoja de presupuesto con la ayuda del programa S10 costos y presupuestos, finalmente se realizó la evaluación el cronograma de ejecución de la obra tomando en consideración los rendimientos de mano de obra y maquinaria de la Cámara Peruana de la Construcción con la ayuda del software MS Project V-2016.

Las metodologías de la Filosofía de Lean Construction, fueron obtenidas de la revisión de manuales técnicos, monografías entre otros; los cuales mediante el análisis documental se sintetizaron. Posteriormente con la información obtenida, se ha procedido a re codificar la variable de estudio, a partir del cual se ha

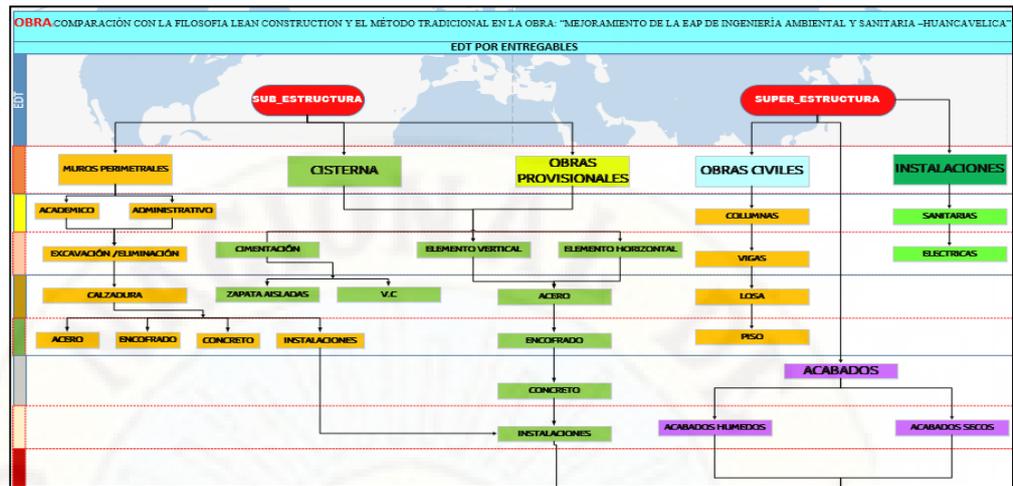
realizado el análisis de la información. Finalmente se hizo la respectiva discusión de los resultados que se ha obtenido, para lo cual se ha tenido presente la estructura de la variable de estudio, a nivel general y a nivel de sus dimensiones; para lo cual se ha tomado como referencia el marco teórico y los respectivos antecedentes del estudio; a partir del cual se han obtenido las respectivas conclusiones del trabajo de investigación.

Como herramienta de apoyo, se ha utilizado el software Microsoft Excel V-2016 como hoja de cálculo, a fin de hacer el cruce de información y la respectiva estructuración para la creación de las tablas y gráficos referentes a la recopilación de información, los cuales fueron registrados en cuadros de información comparativos con la finalidad de evaluar la Filosofía de Lean Construction y el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.

4.3. APLICACIÓN DE LA FILOSOFIA DE LEAN CONSTRUCTION EN LA OBRA: “MEJORAMIENTO DE LA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA - DE HUANCAVELICA”.

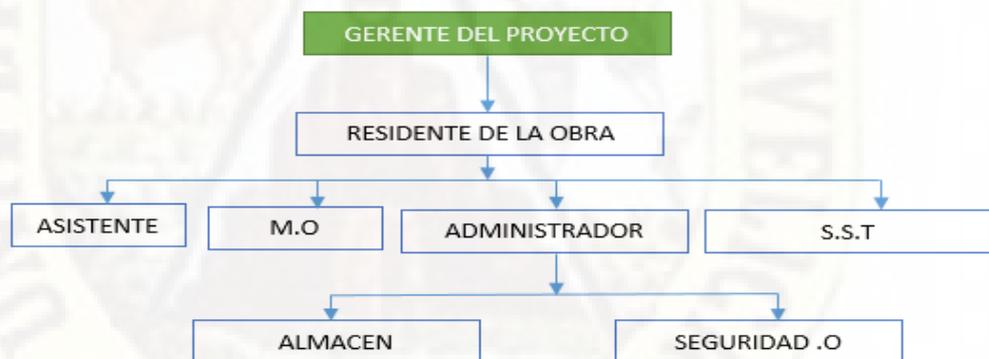
En primer lugar, se estableció la estructura de descomposición del trabajo (EDT) para definir el alcance del proyecto en relación a los entregables de este proyecto y la descomposición de estos entregables a través de paquetes de trabajo de cada fase para analizar el riesgo, el control presupuestario y los avances del cronograma, se puede observar en la Figura, que se ha dividido según los bloques académico y administrativo.

Figura 3 Estructura de descomposición del trabajo (EDT).



También se realizó un organigrama que es la representación gráfica de la estructura de una empresa o cualquier otra organización, que incluye las estructuras departamentales y en algunos casos, las personas que las dirigen, hacen un esquema sobre las relaciones jerárquicas y competenciales de vigor.

Cuadro 7 Organigrama y estructura de una empresa.



Así mismo se realizó la sectorización en base al ritmo de trabajo y duración de cada bloque. La sectorización consiste en dividir el proyecto en áreas o sectores similares, la cantidad de tarea por sector deberá ser realizada en 1 día. Se debe encontrar áreas físicas (sectores) que tengan volúmenes equivalentes de trabajo de las diferentes actividades (group, 2019)

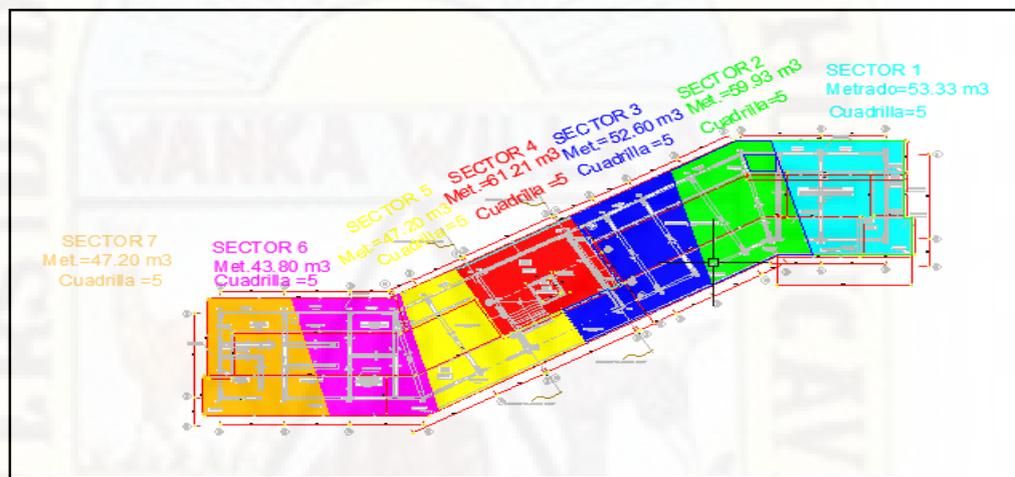
Para realizar la sectorización tener en cuenta:

- Se realiza el metrado de diferentes partidas
- Se divide los metrados totales entre la cantidad de sectores con los que se desea realizar la obra.

- Definido los metrados de los sectores, se busca balancear el metrado por cada sector.
- Para la sectorización, se deberán considerar algunas reglas constructivas y estructurales. (Edifica, 2011)

En la sectorización de cimentación se consideró 7 sectores cada sector con su respectivo metrado y la cantidad de cuadrilla.

Figura 4 Sectorización.

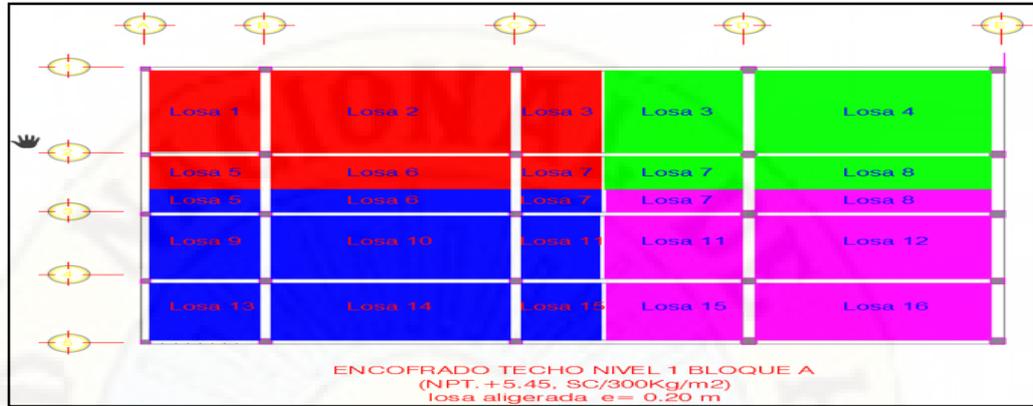


Cuadro 8 Áreas de Sectorización.

SECTORES	METRADO	CUADRILLA
S1	53.33 m ³	5
S2	59.93 m ³	5
S3	52.60 m ³	5
S4	61.21 m ³	5
S5	47.20 m ³	5
S6	43.80 m ³	5
S7	47.20 m ³	5

En la sectorización de encofrado de techo se consideró 4 sectores con su respectiva numeración de cantidad de losas con su respectivo metrado y cuadrilla para ejecutar dicha partida para lograr un flujo de trabajo productivo continuo.

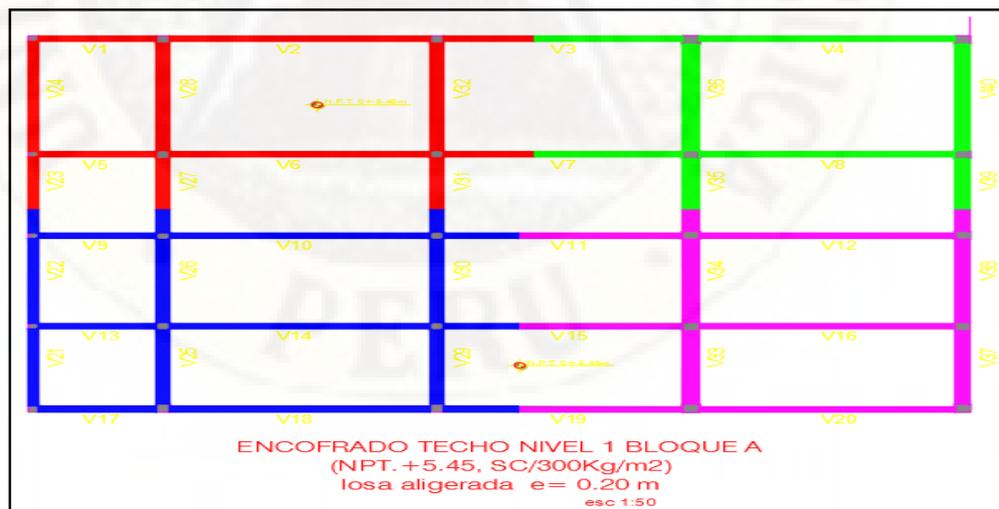
Cuadro 9 Flujo productivo continuo.



En la sectorización de vigas es de 4 sectores considerando los tercios con su respectiva numeración de cantidad de vigas con su respectivo metrado y cuadrilla para ejecutar dicha partida para lograr un flujo de trabajo productivo continuo.

Losa 1 al Losa 16: Numeración de losa en base a la sectorización para una facilidad de identificación, los colores significan un sector diferente, como se puede visualizar.

Cuadro 10 Sectorización de Viga.



También se realizó tren de actividad que es una metodología similar a las líneas de producción en las fábricas, teniendo en cuenta algunos criterios:

- Para el caso de las construcción se creó el concepto de tren de actividades

- Las cuadrillas de trabajo van avanzando unos tras otros a través de los sectores
- Se pretende tener un proceso continuo y ordenado de trabajo.
- Se procede a elegir la partida para la cual se desea dimensionar la cuadrilla.
- Se establece el número de horas diarias trabajadas se considera un total de 8 h horas debido a que solo se consideró los trabajos de lunes a viernes y sábado medio día .
- De los análisis de precios unitarios se toma el rendimiento del presupuesto para la partida seleccionada
- Como para este punto ya se tiene elaborado el tren de trabajo , para nuestro caso 1 sector al día, se procede a colocar el metrado asignado para cada día según los sectores
- Como se mantiene el personal de manera constante las horas a trabajar al día siempre serán el número de personas multiplicado por 8 horas
- Con todos estos datos se procede a elaborar una tabla donde se muestre las hh diarias y acumuladas, los metrados diarios y acumulados, los rendimientos diarios y acumulados y el rendimiento presupuestado.
- Una vez elaborado el cuadro se sabe que las hh diarias depende el número de trabajadores , entonces esta herramienta consiste en iterar con cierto número y comparar el rendimiento obtenido con el presupuestado así se podrá asegurar que no se sobredimensione una cuadrilla y las ventajas son:
 - Incrementa la productividad.
 - Mejora la curva de aprendizaje.
 - Se puede saber lo que se avanzará y gastará en el día.
 - Se puede saber el avance que se tendrá en un día determinado.
 - Disminuye la cantidad de trabajos rehechos.

Cuadro 11 Tren de actividades para una planta típica según Lean Construction.

TREN DE 4 SECTORES					
SUPERESTRUCTURA	DÍAS				
	1	2	3	4	5
ACERO DE VERTICALES	1A	1B	1C	1D	2A
ENCOFRADO DE VERTICALES		1A	1B	1C	1D
CONCRETO DE VERTICALES		1A	1B	1C	1D
ENCOFRADO DE FONDOS Y COSTADOS DE VIGAS			1A	1B	1C
ACERO DE VIGAS			1A	1B	1C
ENCOFRADO DE LOSA + LADO 2 DE VIGA				1A	1B
COLOCACIÓN DE VIGUETAS PRETENSADAS				1A	1B
COLOCACIÓN DE LADRILLO BOVEDILLA				1A	1B
COLOCACIÓN DE IISS				1A	1B
COLOCACIÓN DE IIIIE					1A
CONCRETO DE LOSA					1A

Nº	Actividad	06/07	07/07	08/07	09/07	10/07	11/07	12/07	13/07	14/07	15/07	16/07	17/07	18/07	19/07	20/07	21/07	22/07	23/07	24/07	25/07	26/07	
		L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	
1	Trazo Vertical	A-S4	B-S4	C-S4	D-S4	A-S3	B-S3		C-S3	D-S3	A-S2	B-S2	C-S2	D-S2		A-S1	B-S1	C-S1	D-S1				
2	Acero Vertical	A-S4	B-S4	C-S4	D-S4	A-S3	B-S3		C-S3	D-S3	A-S2	B-S2	C-S2	D-S2		A-S1	B-S1	C-S1	D-S1				
3	Instalaciones Vertical	A-S4	B-S4	C-S4	D-S4	A-S3	B-S3		C-S3	D-S3	A-S2	B-S2	C-S2	D-S2		A-S1	B-S1	C-S1	D-S1				
4	Encofrado Vertical		A-S4	B-S4	C-S4	D-S4	A-S3		B-S3	C-S3	D-S3	A-S2	B-S2	C-S2	D-S2	A-S1	B-S1	C-S1	D-S1				
5	Concreto Vertical		A-S4	B-S4	C-S4	D-S4	A-S3		B-S3	C-S3	D-S3	A-S2	B-S2	C-S2	D-S2	A-S1	B-S1	C-S1	D-S1				
6	Desencofrado Vertical			A-S4	B-S4	C-S4	D-S4		A-S3	B-S3	C-S3	D-S3	A-S2	B-S2	C-S2	D-S2	A-S1	B-S1	C-S1	D-S1			
7	Curado Vertical			A-S4	B-S4	C-S4	D-S4		A-S3	B-S3	C-S3	D-S3	A-S2	B-S2	C-S2	D-S2	A-S1	B-S1	C-S1	D-S1			
8	Encofrado fondos de vigas			A-S4	B-S4	C-S4	D-S4		E-S4	A-S3	B-S3	C-S3	D-S3	E-S3		A-S2	B-S2	C-S2	D-S2	E-S2	A-S1		
9	Encofrado fondos de losa			A-S4	B-S4	C-S4	D-S4		E-S4	A-S3	B-S3	C-S3	D-S3	E-S3		A-S2	B-S2	C-S2	D-S2	E-S2	A-S1		
10	Colocación de pre losas			A-S4	B-S4	C-S4	D-S4		E-S4	A-S3	B-S3	C-S3	D-S3	E-S3		A-S2	B-S2	C-S2	D-S2	E-S2	A-S1		
11	Instalaciones Horizontales			A-S4	B-S4	C-S4	D-S4		E-S4	A-S3	B-S3	C-S3	D-S3	E-S3		A-S2	B-S2	C-S2	D-S2	E-S2	A-S1		
12	Acero en Vigas			A-S4	B-S4	C-S4	D-S4		E-S4	A-S3	B-S3	C-S3	D-S3	E-S3		A-S2	B-S2	C-S2	D-S2	E-S2	A-S1		
13	Encofrado Costados Vigas y Fondo Losas			A-S4	B-S4	C-S4	D-S4		E-S4	A-S3	B-S3	C-S3	D-S3	E-S3		A-S2	B-S2	C-S2	D-S2	E-S2	A-S1		
14	Acero en Losas			A-S4	B-S4	C-S4	D-S4		E-S4	A-S3	B-S3	C-S3	D-S3	E-S3		A-S2	B-S2	C-S2	D-S2	E-S2	A-S1		
15	Concreto Horizontal			A-S4	B-S4	C-S4	D-S4		E-S4	A-S3	B-S3	C-S3	D-S3	E-S3		A-S2	B-S2	C-S2	D-S2	E-S2	A-S1		
16	Curado Horizontal			A-S4	B-S4	C-S4	D-S4		E-S4	A-S3	B-S3	C-S3	D-S3	E-S3		A-S2	B-S2	C-S2	D-S2	E-S2	A-S1		
17	Desencofrado de Vigas y Losas								A-S4	B-S4	C-S4	D-S4	E-S4	A-S3		B-S3	C-S3	D-S3	E-S3	A-S2		B-S2	

Después de realizar la sectorización y tren de trabajo se procedió a realizar el análisis de hh por cada sector considerando las partidas, losa (Acero, Encofrado, Concreto), Vigas (Acero, encofrado, Concreto) y columnas (Acero, Encofrado, Concreto).

Cuadro 12 Análisis de hh y cantidad de personas.

	TOTAL	SECTOR 1 (HH)			SECTOR 2 (HH)			SECTOR 3 (HH)			SECTOR 4 (HH)		
		ACERO	ENCOFRADO	CONCRETO									
LOSAS	718.20	49.24	115.97	11.31	49.24	115.97	14.70	49.24	115.97	14.00	49.24	115.97	17.39
VIGAS	771.07	107.88	78.34	7.18	104.16	75.62	9.85	107.88	78.34	9.68	104.16	75.62	12.36
COLUMNAS	990.44	107.80	142.45	25.20	80.85	117.04	19.65	103.95	167.97	26.55	69.30	111.98	17.70
SUBTOTAL H	2,479.71	264.92	336.75	43.69	234.25	308.62	44.20	261.07	362.27	50.23	222.70	303.56	47.44
TOTAL HH POR SECTOR		645.36			587.07			673.57			573.70		
CANTIDAD DE PERSONAS		81.00			73.00			84.00			72.00		

Cuadro 13 Análisis de hh por sector considerando tren de actividades.

HORAS HOMBRE POR SECTOR		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	Día 15	Día 16	Día 17
Acero Vertical			107.8	80.85	103.95	69.3	107.8	80.85	103.95	69.3	107.8	80.85	103.95	69.3				
Encofrado vertical			142.45	117.04	167.97	111.98	142.45	117.04	167.97	111.98	142.45	117.04	167.97	111.98				
Concreto vertical			25.2	19.65	26.55	17.7	25.2	19.65	26.55	17.7	25.2	19.65	26.55	17.7				
Encofrado fondo de vigas				26.112	25.206	26.112	25.206	26.112	25.206	26.112	25.206	26.112	25.206	26.112	25.206			
Acero en vigas				107.88	104.16	107.88	104.16	107.88	104.16	107.88	104.16	107.88	104.16	107.88	104.16			
Encofrado costado de vigas					52.224	50.412	52.224	50.412	52.224	50.412	52.224	50.412	52.224	50.412	52.224	50.412		
Encofrado losa					115.97	115.97	115.97	115.97	115.97	115.97	115.97	115.97	115.97	115.97	115.97	115.97		
Acero losa					49.238	49.238	49.238	49.238	49.238	49.238	49.238	49.238	49.238	49.238	49.238	49.238		
Concreto losa y vigas					18.489	24.551	23.681	29.743	18.489	24.551	23.681	29.743	18.489	24.551	23.681	29.743		

Cuadro 14 Análisis de hh por sector efectivo.

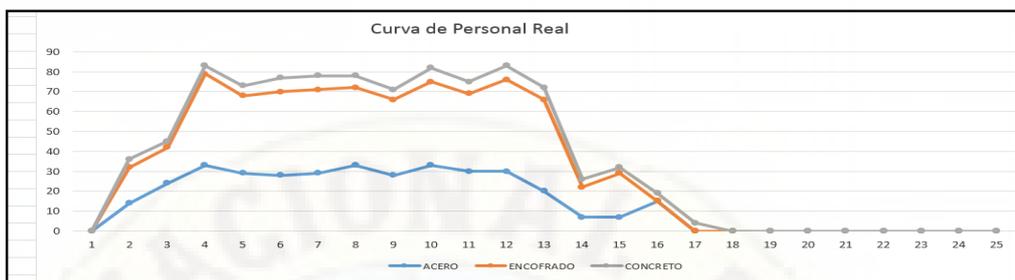
PERSONAL EFECTIVO POR SECTOR		Jornada 8 horas																	
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	Día 15	Día 16	Día 17	Día 18
Acero Vertical			13.475	10.106	12.994	8.6625	13.475	10.106	12.994	8.6625	13.475	10.106	12.994	8.6625					
Encofrado vertical			17.806	14.63	20.996	13.998	17.806	14.63	20.996	13.998	17.806	14.63	20.996	13.998					
Concreto vertical			3.15	2.4563	3.3188	2.2125	3.15	2.4563	3.3188	2.2125	3.15	2.4563	3.3188	2.2125					
Encofrado fondo de vigas				3.264	3.1507	3.264	3.1507	3.264	3.1507	3.264	3.1507	3.264	3.1507	3.264	3.1507				
Acero en vigas				13.486	13.02	13.486	13.02	13.486	13.02	13.486	13.02	13.486	13.02	13.486	13.02				
Encofrado costado de vigas					6.528	6.3015	6.528	6.3015	6.528	6.3015	6.528	6.3015	6.528	6.3015	6.528	6.3015			
Encofrado losa					14.496	14.496	14.496	14.496	14.496	14.496	14.496	14.496	14.496	14.496	14.496	14.496			
Acero losa					6.1547	6.1547	6.1547	6.1547	6.1547	6.1547	6.1547	6.1547	6.1547	6.1547	6.1547	6.1547			
Concreto losa y vigas					2.3111	3.0689	2.9601	3.7179	2.3111	3.0689	2.9601	3.7179	2.3111	3.0689	2.9601	3.7179			

Cuadro 15 Comparación de hh efectivo y hh real.

		ACERO	ENCOFRADO	CONCRETO	TOTAL PERSONAS EFECTIVAS	ACERO	ENCOFRADO	CONCRETO	TOTAL PERSONAS REALES
PERSONAL EFECTIVO	ACERO	0.00	13.48	23.59	32.17	28.30	27.84	28.30	32.17
	ENCOFRADO	0.00	17.81	17.89	45.17	38.06	41.98	41.87	38.17
	CONCRETO	0.00	3.15	2.46	3.32	4.52	6.22	6.11	5.93
	TOTAL PERSONAS EFECTIVAS	0.00	34.43	43.94	80.66	70.88	76.04	76.28	76.27
PERSONAL REAL	ACERO	0	14.00	24.00	33.00	29.00	28.00	29.00	33.00
	ENCOFRADO	0	18.00	18.00	46.00	39.00	42.00	42.00	39.00
	CONCRETO	0	4.00	3.00	4.00	5.00	7.00	7.00	6.00
	TOTAL PERSONAS REALES	0.00	36	45	83	73	77	78	78

EFICIENCIA	
HH PREVISTAS	7,439.14
HH PROGRAMADAS	7,472.00
EFICIENCIA	100%
	100%
	87.50%

Figura 5 Curva de Personal Real.



4.3.1 Diseño del sistema de producción

Debe estar orientado a lograr el flujo ininterrumpido de la producción.

Es el análisis del proyecto a través del cual se determinan:

- La estrategia de ejecución.
- Los recursos necesarios.
- Identificar las principales restricciones
- Las etapas del proyecto y las duraciones de las mismas.

En base a la revisión general de la información del proyecto, se identificarán los aspectos principales del mismo, como por el ejemplo la Ruta Crítica, propuesto en el Cronograma contractual, los recursos críticos y no críticos, el plazo de abastecimiento de los materiales y/o equipos; en general el proceso de planeamiento debe analizar y resolver los siguientes temas.

- Identificar el alcance
- Identificar los hitos (Por exigencia contractual y por decisión del proyecto)
- Identificar las principales restricciones
- Determinación de los métodos constructivos de trabajo y actividades.
- Organización, infraestructura y servicios necesarios para la ejecución.
- Ubicación de locaciones, áreas de trabajo, campamento, talleres, etc.
- Evaluación y definición.

4.3.2 Pull plannig

Un sistema de producción tipo Pull, o halar, permite, principalmente, que una empresa realice los productos para ser entregados en el momento preciso y en la cantidad requerida por los clientes. Estos sistemas tienen

como característica principal generar productos de máxima calidad a través de una producción que utilice las cantidades necesarias de su inventario, de materias primas, de producto en proceso o de producto terminado, con el fin de evitar su desperdicio y los altos costos en relación con las cantidades y los precios de los materiales necesarios para cada producto.

Para realizar la programación se debe tener en cuenta el sistema pull y definir los pasos como:

- Defina las fases del trabajo y las fechas de entrega de cada fase (hitos)
- Colaborativamente planifique en reversa las actividades necesarias para cada fase
- Agregue las duraciones a cada actividad sin considerar ninguna contingencia o buffer en sus estimación
- Revisa la lógica del plan para tratar de comprimir la duración
- Determine la mejor y más practica fecha de inicio
- Decida qué actividades necesitan contingencia o buffers ordenadas según la variabilidad.

4.3.2.1. Cimentación

Las consideraciones que se debe tener en cuenta para realizar pull plannig en la excavación, obras de concreto simple, obras de concreto armado (Zapata, Vigas de Cimentación):

- Se tiene un proyecto de excavación
- El área del terreno es de 3692.8 m² y el proyecto consiste en ejecutar un pabellón
- La fecha de Inicio del proyecto es el:26/11/2016
- La fecha de término de la excavación :01/03/2017 un plazo de 99 días equivalente a 14 semanas
- La Fecha de término de la Estructura bajo rasante es el: 20/11/2017 un plazo de 330 días equivalente a 47 semanas.

- El tiempo de ejecución de Cimentación: 22/03/2017 un plazo de 37 das equivalente a 5 semanas.
- Se Ejecutara primero el acceso peatonal, traslado de materiales, equipos y herramientas.

Para que la programación con pull planning sea eficiente se tiene que realizar en iteraciones.

Iteración 0:

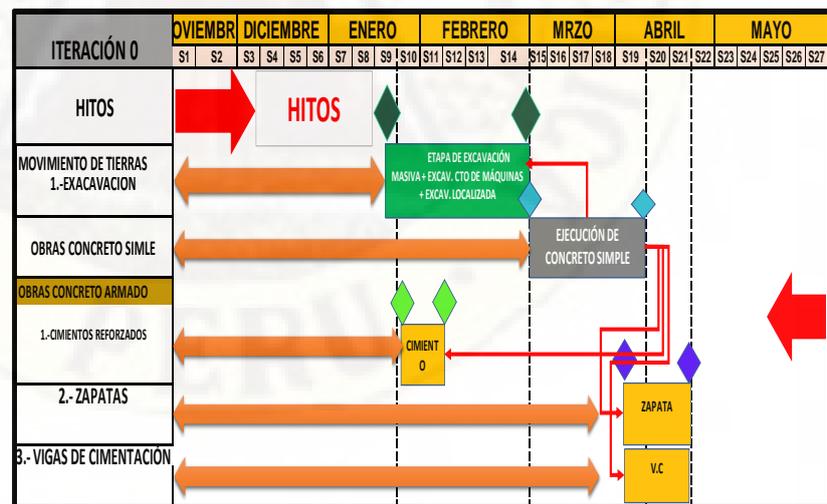
La primera etapa corresponde a la identificación de hitos y reconocimiento del flujo de producción (identificación de procesos y correlaciones lógicas de actividades).

El proyecto solo cuenta con un hito contractual: la fecha fin .Por ello, que la distribución inicial solo indica jalar de un solo punto.

La distribución de tiempo se ha realizado de forma homogénea para todas las actividades.

Fíjese que esta distribución no cumple con las condiciones de cada proceso en particular (proceso de importación, preparación de material, entre otros,), ya que a este nivel aun no es necesario.

Cuadro 16 Iteraciones.



Iteración 1:

En esta etapa se han considerado los tiempos logísticos de importación y preparación previa de los materiales necesarios

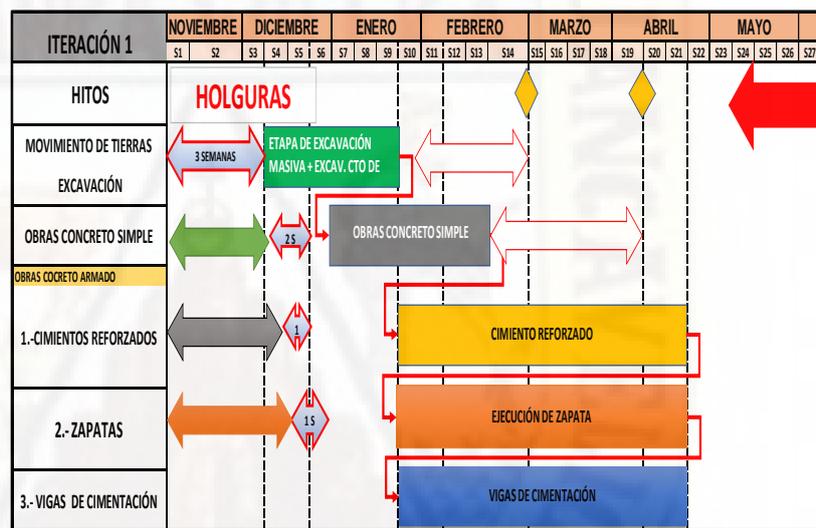
para cada proceso, con el fin de evaluar la holgura parcial de cada actividad y la holgura total del cronograma.

Se observa que la actividad 2, debido a los tiempos de preparación del material, no podrá ser ejecutada hasta la tercera semana de diciembre.

Debido a que la actividad 2(falso cielo raso de madera) no es compatible con ninguna actividad en su ejecución, es conveniente adelantar la actividad 3 a la primera semana de noviembre.

Para saber si es posible romper la correlación.

Cuadro 17 Iteraciones.



4.3.3 Planeamiento de obra.

Las definiciones obtenidas del análisis del proyecto quedan registrados en un formato denominado planeamiento, el cual presenta el siguiente esquema:

- Descripción general del proyecto
- Ubicación del proyecto
- Cliente del proyecto
- Tiempo de ejecución del proyecto
- Modalidad del presupuesto
- Condiciones particulares

Como responsable del área de producción debemos estar en condiciones de establecer estrategias de éxito en cada etapa del proceso de construcción, así:

- En excavación se debe identificar la ventaja competitiva de la faja.
- En la actividad del acero se debe analizar la posibilidad de utilizar acero dimensionado
- En la actividad del encofrado se puede proponer el uso de pre armados de fondos de viga

4.3.4 Cronograma de obra

Establecer una metodología general para la elaboración de cronogramas que permitan:

- Demostrar la Factibilidad de completar el proyecto en el plazo disponible.
- Desarrollar y mostrar las estrategias de ejecución.
- Identificar la existencia de largos plazos de abastecimiento.
- Identificar hitos importantes para el cliente y/o para el proyecto.

Un cronograma es la representación gráfica de la secuencia y duración de las actividades de un proyecto y se puede esquematizar en cuatro pasos:

- Definiciones de las actividades. En función al EDT.
- Secuencia de actividades. De acuerdo a la secuencia de la construcción
- Estimación de la duración .En función a los métodos constructivos, velocidad de ejecución, capacidad, rendimiento, etc. Know how.

4.3.5 Cronograma de recursos

Los cronogramas de recursos se elaboran durante la etapa de planeamiento del proyecto, de acuerdo a la siguiente metodología.

- El cronograma general del proyecto actualizado define las actividades a ejecutar , así como la secuencia , duración y recursos asignados de dichas actividades

- Se identifica el tipo de recurso a utilizar y la cantidad necesaria para cubrir los requerimientos de cada actividad programada.
- Se establece el flujo de necesidades, de modo que los recursos asignados son distribuidos en el tiempo en función de la secuencia duración de las actividades.

A partir de este análisis se obtiene la cantidad, tipo y distribución en el tiempo de los recursos que se necesitan para ejecutar el proyecto.

Se presentará atención especial a la planificación de los recursos de las actividades críticas, a fin de garantizar el plazo del proyecto.

En el análisis del cronograma de recursos se obtiene la siguiente información:

- Cronograma de mano de obra
- Cronograma de equipos
- Cronograma de Materiales Críticos.
- Listado de Stocks de Consumibles y EPPS.
- Cronograma de Sub contratos.
- Cronograma de Costos Indirectos.
- Cronograma Valorizado.

La elaboración de estos cronogramas es responsabilidad de Oficina Técnica de manera conjunta con el personal de producción y las áreas de soporte involucradas; y el resultado debe ser revisado y aprobado por la Gerencia de proyecto.

El horizonte de tiempo es la duración total del proyecto y debe ser dividida en semanas o meses de acuerdo a lo más conveniente para el proyecto.

4.4. APLICACIÓN DEL MÉTODO TRADICIONAL EN LA OBRA: “MEJORAMIENTO DE LA ESCUELA académico PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA - DE HUANCVELICA”.

4.4.1 Análisis del proyecto.

El análisis de un proyecto es un proceso iterativo y dinámico, que debe cubrir todo el alcance del proyecto y está ligado a la experiencia, el criterio y el conocimiento del equipo del proyecto en su conjunto.

4.4.2 Alcance del proyecto.

El alcance del proyecto está definido por el contrato y sus documentos relacionados, y está formado por todas las necesidades, requerimiento y obligaciones bajo las cuales fue adjudicado.

- El equipo del proyecto debe consolidar toda la información técnica y comercial recibida y revisada durante el proceso de transferencia.
- El alcance debe incluir todo los trabajos requeridos y solo los trabajos requeridos para completar satisfactoriamente el proyecto.
- Es construirá para universidad nacional de Huancavelica un edificio de 4 niveles, para tal fin la propuesta comprende la construcción de 4 pisos más azotea, el proyecto será ejecutado bajo la modalidad de suma alzada, el monto del proyecto asciende a S/. 850,779,4.34

TRABAJOS A REALIZAR:

- AST y matriz de riesgo operacional
- Trazo y replanteo
- Corte Masivo
- Obras civiles
- Obras de instalaciones sanitarias
- Obras de instalaciones Eléctricas
- Obras Mecánicas

4.4.3 Análisis de hitos contractuales.

Un hito es un punto de referencia que marca un evento importante de un proyecto y se usa para supervisar el progreso del proyecto. Todas las tareas que tengan una duración cero se muestran automáticamente como un hito. También puede marcar como hitos otras tareas de cualquier duración. (Sánchez 2016).

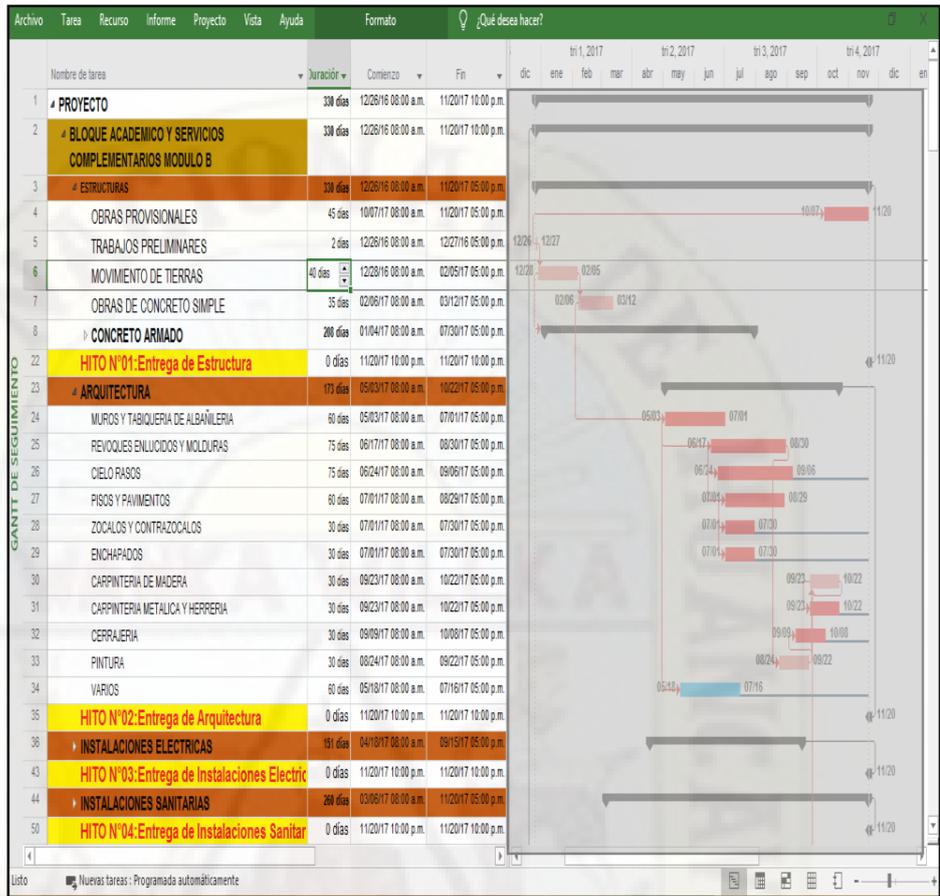
4.4.3.1. Bloque Académico Modulo B.

El proyecto se divide en el bloque académico y administrativo, cada módulo se divide en partidas: Estructuras, Arquitectura, Instalaciones, Eléctricas, Sanitarias y a la vez estas partidas tienen una duración de término que lo llamaremos hito.

Cuadro 18 Hitos del Bloque Académico modulo B.

DESCRIPCION	HITO	FECHA
ESTRUCTURAS	HITO N° 1	11.20.17
ARQUITECTURA	HITO N° 2	11.20.17
INSTLACIONES ELECTRICAS	HITO N° 3	11.20.17
INSTALACIONES SANITARIAS	HITO N° 4	11.20.17

Figura 6 Hitos del Proyecto Actual.



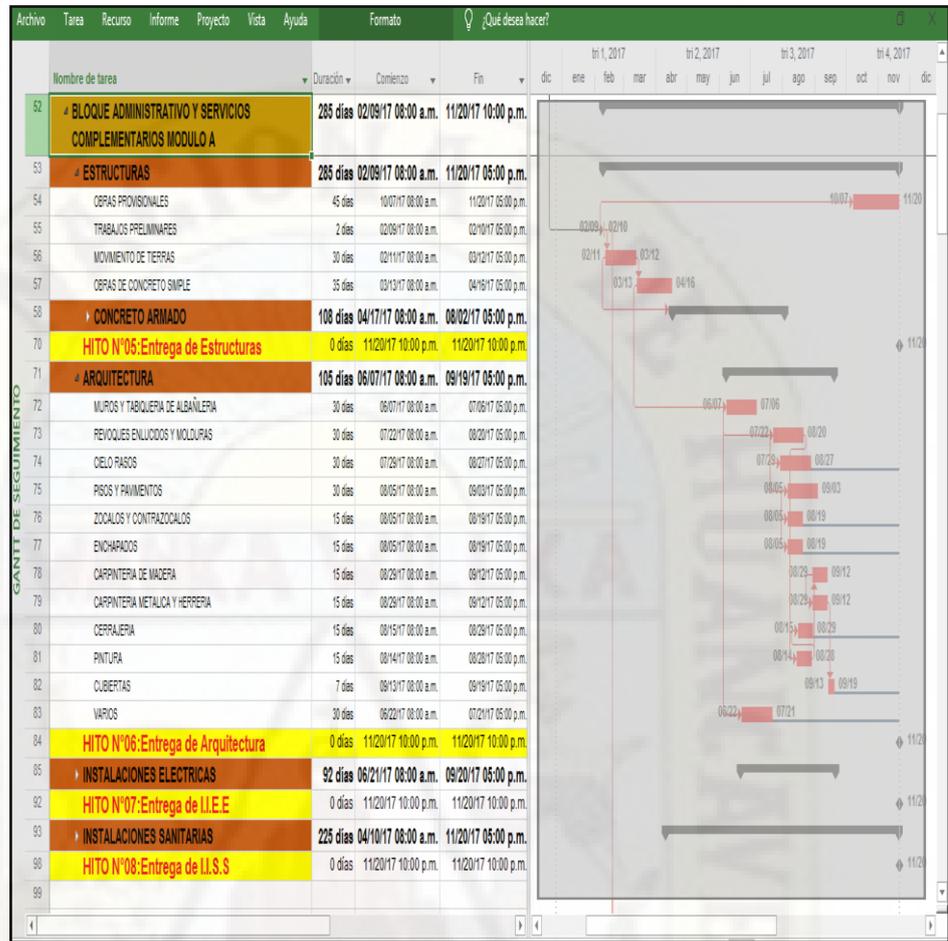
4.4.3.2. Bloque Académico Modulo A.

El modulo académico A se divide en partidas: Estructuras, Arquitectura, Instalaciones eléctricas, sanitarias y a la vez estas partidas tienen una duración de término que lo llamaremos Hito.

Cuadro 19 Hitos del Bloque Académico modulo A.

DESCRIPCION	HITO	FECHA
ESTRUCTURAS	HITO N° 5	11.20.17
ARQUITECTURA	HITO N° 6	11.20.17
INSTALACIONES ELECTRICAS	HITO N° 7	11.20.17
INSTALACIONES SANITARIAS	HITO N° 8	11.20.17

Figura 7 Hito del módulo A.



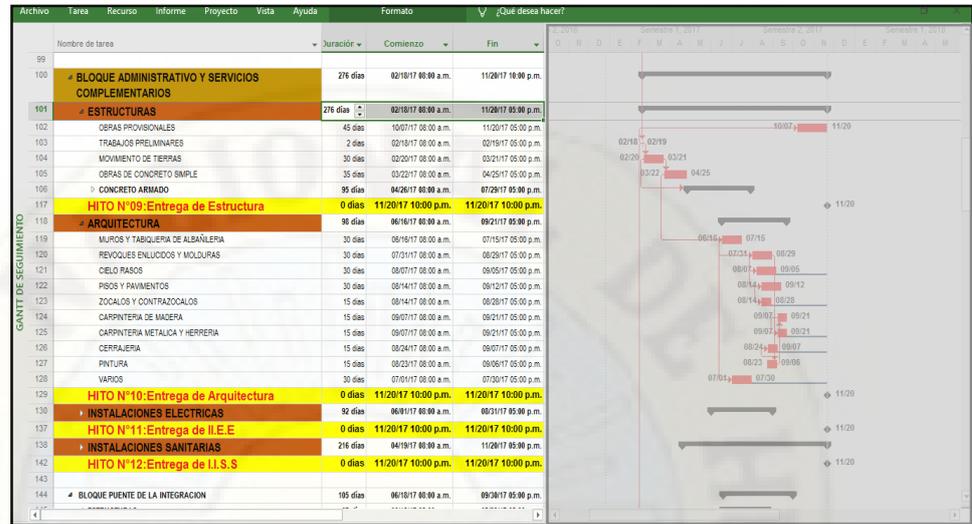
4.4.3.3. Bloque Modulo Administrativo.

El módulo Administrativo se divide en partidas: Estructura, Arquitectura, Instalaciones Eléctricas, Instalaciones Sanitarias y a la vez estas partidas tienen una duración de término que lo llamaremos hito.

Cuadro 20 Hitos del Bloque Modulo Administrativo.

DESCRIPCION	HITO	FECHA
ESTRUCTURAS	HITO N° 5	11.20.17
ARQUITECTURA	HITO N° 6	11.20.17
INSTLACIONES ELECTRICAS	HITO N° 7	11.20.17
INSTALACIONES SANITARIAS	HITO N° 8	11.20.17

Figura 8 Hito del módulo Administrativo.



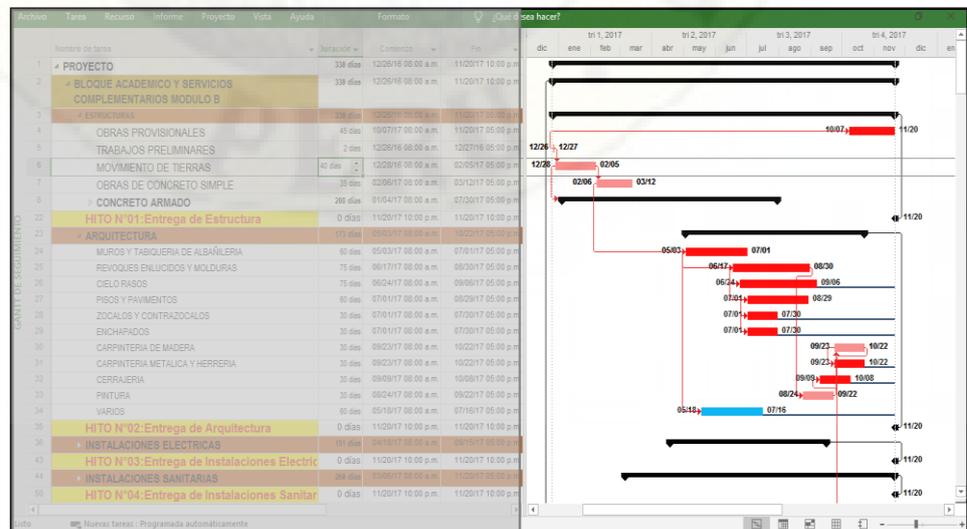
4.4.3.4. Ruta Crítica.

Una ruta crítica es la secuencia de los elementos terminales de la red de proyectos con la mayor duración entre ellos, determinando el tiempo más corto en el que es posible completar el proyecto. La duración de la ruta crítica determina la duración del proyecto entero.

4.4.3.5. Ruta Crítica bloque académico y administrativo.

El bloque Académico modulo B cuenta con ruta crítica en las partidas: Estructuras (Movimiento de tierras, pisos y pavimentos)

Figura 9 Hito Bloque académico y Administrativo.



4.4.4 Análisis de Metrado.

En conformidad con el reglamento de la ley de contrataciones del estado, es el cálculo o la cuantificación por partidas de la cantidad de obra a ejecutar (Técnica, 2019)

Figura 10 Planilla de metrados.

RESUMEN PLANILLA DE METRADOS DE ESTRUCTURAS									
Proy.	"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE EDUCACIÓN SUPERIOR UNIVERSITARIA Y ADMINISTRATIVO EN LA EAP DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAYELICA - DISTRITO DE HUANCAYELICA - REGION HUANCAYELICA"								
Fecha									
Formula	ESTRUCTURAS								
ITEM	PARTIDA	BLOQUE ACADÉMICO			BLOQUE ADMINISTRATIVO		TOTAL	UND	
		MODULO A	MODULO B1	MODULO B2	MODULO A	MODULO B			
	ESTRUCTURAS								
	OBRAS PROVISIONALES								
	SEÑALIZACIÓN CON CINTA DE SEGURIDAD	79.93	53.46	42.95	94.37	83.52	354.23	ML	
	CARTEL DE OBRA 1.2m x2.4m							1 UND	
	GUARDIANA							1 MES	
	ALMACEN DE OBRA							1 GLB	
	TRABAJOS PRELIMINARES								
	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	601.89	877.76	124.18	436.42	571.72	2,612.81	M2	
	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR	368.83	333.13	124.18	320.93	310.77	1,497.84	M2	
	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	368.83	333.13	124.18	320.93	310.77	1,497.84	M2	
	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
	EXCAVACIONES								
	EXCAVACIONES DE ZANJAS	488.06	442.54	149.93		266.71	1,392.90	M3	
	RELLENOS								
	RESUMEN PARTIDAS								
	MOD ACAD. A								
	MOD ACAD. B1								
	MOD ACAD. B2								
	MOD. ADMIN A								
	MOD. ADMIN B								
	CIMENTO								
	ZAPATA								
	VIG- CIM								
	SOBRECIM								

4.4.5 Análisis de Adquisición de Materiales

Se realizó el cronograma de adquisición de materiales para poder abastecer según la programación.

Figura 11 Cronograma de Adquisición de materiales.

CRONOGRAMA DE ADQUISICIÓN DE MATERIALES															
Proyecto :	"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE EDUCACIÓN SUPERIOR UNIVERSITARIA Y ADMINISTRATIVO EN LA EAP DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAYELICA - DISTRITO DE HUANCAYELICA - REGION HUANCAYELICA"														
Ubicación :	Dist.: HUANCAYELICA ; Prov.: HUANCAYELICA ; Departamento: HUANCAYELICA														
Responsable :	UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAYELICA														
Plazo de Ejecución:	360 Dias Calendarios 12 MESES														
INSUMO	UND	CANTIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	TOTAL
MAÑO DE OBRA															
OPERARIO	hh	65,551.18	665.41	637.14	518.79	812.50	2,970.42	4,277.37	8,571.23	11,066.53	14,341.07	10,046.07	9,090.18	2,554.47	65,551.18
OFICIAL	hh	30,201.93	306.59	293.56	239.03	374.35	1,368.59	1,970.75	3,949.09	5,098.77	6,607.48	4,628.61	4,188.19	1,176.94	30,201.93
PEON	hh	65,379.95	663.67	635.40	517.43	810.38	2,962.66	4,266.20	8,548.84	11,037.62	14,303.61	10,019.83	9,066.43	2,547.79	65,379.95
MATERIALES															
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	15,391.85	7,695.92	7,695.92											15,391.85
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg	3,007.06	1,503.53	1,503.53											3,007.06
ALAMBRE GALVANIZADO # 14	ml	1,054.01	527.01	527.01											1,054.01
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 1"	kg	53.90	26.95	26.95											53.90
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg	402.06	201.03	201.03											402.06
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg	118.79	59.39	59.39											118.79
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	2,690.59	1,345.29	1,345.29											2,690.59
CLAVOS PARA CEMENTO DE ACERO CON CABEZA DE 1 1/2"	kg	7.55	3.78	3.78											7.55
TUBO DE ACERO SCH -40 3"	und	15.00			15.00										15.00
SOPORTE METALICO PARA MANGUERA	und	6.00			6.00										6.00
ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	266,450.47	66,612.62	66,612.62	66,612.62	66,612.62									266,450.47

4.4.6 Porcentaje de Avance Programado

El porcentaje de avance programado son los porcentajes de ejecución según el contrato.

Cuando el monto de la valorización acumulada ejecutada sea menor al ochenta por ciento (80%) del monto acumulado programado del nuevo calendario, el inspector o el supervisor anotará el hecho en el cuaderno de obra e informará a la Entidad. Dicho retraso podrá ser considerado como causal de resolución del contrato o de intervención económica de la obra, no siendo necesario apercibimiento alguno al contratista de obra (Supremo, Ley de Contrataciones del estado, 2019).

Figura 12 Calendario de Avance de Obra Valorizado Programado.

CALENDARIO DE AVANCE DE OBRA VALORIZADO PROGRAMADO															
(Actualizado a la fecha de inicio de obra)															
Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE EDUCACIÓN SUPERIOR UNIVERSITARIA Y ADMINISTRATIVO EN LA EAP DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAYELICA - DISTRITO DE HUANCAYELICA - REGION HUANCAYELICA"															
Obra: "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE EDUCACIÓN SUPERIOR UNIVERSITARIA Y ADMINISTRATIVO EN LA EAP DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAYELICA - DISTRITO DE HUANCAYELICA - REGION HUANCAYELICA"															
Propietario: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAYELICA															
Contratista: CONSORCIO NACIONAL															
Presidente Ing. RICARDO AYALA JARA Reg. CIP N° 85920															
Supervisor CONSORCIO HUANCAYELICA															
Ubicación: HUANCAYELICA															
INICIO DE OBRA: 16/11/2016															
TERMINO DE OBRA: 10/11/2017															
PLAZO DE EJEC. 360 DIAS CALENDARIO															
TOTAL PRESUP. CONTRATADO SI: 8,507,794.34															
TOTAL PRESUP. REFERENCIAL SI: 3,453,104.82															
Item	Descripción de Partida	Presupuesto Total	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	novien
			15 días	31 días	31 días	28 días	31 días	30 días	31 días	30 días	31 días	31 días	30 días	31 días	31 días
		SI.	16 al 30/11/16	1 al 31/12/16	1 al 31/01/17	1 al 28/02/17	1 al 31/03/17	1 al 30/04/17	1 al 31/05/17	1 al 30/06/17	1 al 31/07/17	1 al 31/08/17	1 al 30/09/17	1 al 31/10/17	1 al 10/11/17
	Costo Directo (SI)	6,468,573.40	25,480.85	285,323.18	617,879.50	886,821.67	1,044,219.35	800,433.21	873,526.71	637,694.88	445,472.82	410,534.45	258,417.37	447,319.80	465.45
CONSORCIO NAC	Gastos Generales	7.00%	492,240.98	1,783.89	20,294.82	41,298.55	62,084.52	77,298.35	63,000.12	61,946.87	44,632.29	31,831.08	20,741.61	18,799.22	
	Utilidades	5%	307,774.44	1,215.89	13,811.65	29,429.87	42,251.95	52,603.77	42,895.32	41,613.32	30,374.74	21,221.61	19,590.23	12,707.31	
	Sub Total		7,228,587.96	28,478.40	324,829.42	690,678.36	891,256.13	1,234,108.47	1,006,359.36	976,287.40	712,611.90	497,877.51	458,896.32	299,993.63	
	I.G.V.	18.00%	1,289,706.84	5,126.11	58,325.30	124,322.11	170,426.49	222,141.12	181,944.85	175,731.73	128,270.00	88,617.85	82,810.34	53,989.86	
	PRESUPUESTO TOTAL		8,453,104.82												
	Total Presupuesto Contratado (SI) (80.00%	8,507,794.34	30,244.16	344,118.25	710,530.42	1,052,764.44	1,276,972.64	1,048,773.44	1,035,877.25	765,732.59	528,745.32	477,747.32	308,791.17	462,597.14	458.45
	Avance Mensual (%)	100.00%	0.36%	4.04%	8.62%	12.37%	15.49%	12.56%	12.59%	8.90%	6.20%	5.72%	3.74%	4.72%	
	Avance Acumulado (%)	100.00%	0.36%	4.40%	13.02%	25.40%	40.89%	53.36%	65.95%	74.44%	80.68%	86.39%	90.13%	94.06%	10

4.4.7 Plan de Arranque empresa Consorcio Nacional

Se realizó la anotación en el cuaderno de obra la cantidad de personal para realizar el comienzo de la obra con las partidas de trabajos preliminares, obra provisional, etc.

Cuaderno de Obra.

En la fecha de entrega del terreno, se abrirá el cuaderno de obra, el mismo que será firmado en todas sus páginas por el inspector o supervisor, según corresponda, y por el residente, a fin de evitar su adulteración; dichos

profesionales son los únicos autorizados para hacer anotaciones en el cuaderno de obra. El cuaderno de obra debe constar de una hoja original con tres (3) copias desglosables, correspondiendo una de éstas a la Entidad, otra al contratista y la tercera al inspector o supervisor. El original de dicho cuaderno debe permanecer en la obra, bajo custodia del residente, no pudiendo impedirse el acceso al mismo. Si el contratista no permite el acceso al cuaderno de obra al inspector o supervisor, impidiéndole anotar las ocurrencias, será causal de aplicación de multa del cinco por mil (5/1000) del monto de la valorización por cada día de dicho impedimento; concluida la ejecución de la obra el original quedará en poder de la Entidad, (Supremo, Ley de Contrataciones del Estado, 2019).

Anotaciones de ocurrencias:

En el cuaderno de obra se anotarán los hechos relevantes que ocurran durante la ejecución de esta, firmando al pie de cada anotación el inspector o supervisor o el residente, según sea el que efectuó la anotación. Las solicitudes que se realicen como consecuencia de las ocurrencias anotadas en el cuaderno de obra, se harán directamente a la Entidad por el contratista o su representante, por medio de comunicación escrita. El cuaderno de obra será cerrado por el inspector o supervisor cuando la obra haya sido recibida definitivamente por la Entidad (Supremo, 2019).

Asiento N° 4 con fecha 18/11/2016 (Residente de obra)

Hoy día se realizan los trabajos de la partida de limpieza de terreno manual, trazo nivelación y replanteo preliminar, en referencia a los trabajos de obras provisionales se está instalando la cinta de seguridad y enmallado en el perímetro del área del trabajo.

Plan de arranque:

Personal en obra:

- 1 capataz
- 03 peones

- 1 topógrafo + 2 peones

Figura 13 Asiento N° 4 con fecha 18/11/2016 (Residente de obra)

ASIENTO N° 04	18/11/2016
Del Residente de Obra	
Hoy día se realizan los trabajos de la partida: limpieza de terreno manual, trazo nivelación y replanteo preliminar.	
En referencia a los trabajos de Obras Provisionales se está instalando la cinta de seguridad y enmullado en el perímetro del área de trabajo.	
Personal en Obra: Copetaz, 03 peones.	
En cuanto al trabajo de replanteo se está utilizando equipo topográfico: Estación total + bruma.	
Personal: 01 topógrafo + 02 peones.	
	
ING. INSPECTOR	ING. RESIDENTE
	

Asiento N° 7 con fecha 20/11/2016 (Supervisor de obra)

Se nota la presencia de escaso personal en obra sin equipo adecuado, se recomienda incremento del mismo a fin de no afectar a la programación. Se recomienda al residente de obra realizar la planificación adecuada y la presentación de un plan de seguridad para el desarrollo de la partida a fin de no afectar la eficiencia de la ejecución y al personal mismo.

Figura 14 Asiento N° 7 con fecha 20/11/2016 (Supervisor de obra)

Asiento N° 7	20/11/2016
Supervision.	
- Se nota la presencia de escaso personal en obra y sin el equipo adecuado, se recomienda incremento del mismo a fin de no afectar al CAO.	
- Se recomienda a la Residencia pedir la planificación adecuada y la presentación de un plan de seguridad para el desarrollo de la partida de conto. a fin de no afectar la edificación, el andamiaje y al personal mismo.	
- la Residencia debería de tomar las medidas del caso para el acceso de la maquinaria.	

4.4.8 Valorización Mensual de Obra

En el caso de las obras contratadas bajo el sistema a suma alzada, durante la ejecución de la obra, las valorizaciones se formularán en función de los metrados ejecutados contratados con los precios unitarios del valor referencial, agregando separadamente los montos proporcionales de gastos generales y utilidad del valor referencial. El subtotal así obtenido se multiplicará por el factor de relación, calculado hasta la quinta cifra decimal; a este monto se agregará, de ser el caso, el porcentaje correspondiente al Impuesto General a las Ventas (Supremo, Ley de Contrataciones del Estado , 2019).

Figura 15 Valorización Mensual de Obra.

VALORIZACION CORRESPONDIENTE AL MES DE MARZO														
MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE EDUCACIÓN SUPERIOR UNIVERSITARIA Y ADMINISTRATIVO EN LA EAP DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA DE UNH														
Propietario: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAYELICA		Valor Referencial: 1.9.053,000.00		DEPART.: HUANCAYELICA		PROVINCIA: HUANCAYELICA								
CODIGO	DESCRIPCION	INC	PRESUPUESTO		ACUMULADO ANTERIOR		VALORIZACION DEL MES		ACUMULADO ACTUAL		SALDO POR EJECUTAR			
			Metrado	P. U. \$/	Parcial	Metrado	Anterior \$/	Incidenci	Metrado	P. Valor. \$/	Incidenci	Metrado	P. Saldo \$/	Incidenci
04.01.01	ESTRUCTURAS	04	1.00	3.402.000,00	3.402.000,00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.402.000,00	0.00	0.00	0.00	0.00
04.01.02	ARMAZONES	04	1.00	1.000.000,00	1.000.000,00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.000.000,00	0.00	0.00	0.00	0.00
04.01.03	INSTALACIONES ELECTRICAS	04	1.00	700.000,00	700.000,00	0.00	0.00	0.00	0.00	700.000,00	0.00	0.00	0.00	0.00
04.01.04	INSTALACIONES SANITARIAS	04	1.00	600.000,00	600.000,00	0.00	0.00	0.00	0.00	600.000,00	0.00	0.00	0.00	0.00
COMPONENTE														
	COSTO DIRECTO			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GASTOS GENERALES		2%	68.040,00	68.040,00	0.00	0.00	68.040,00	68.040,00	136.080,00	0.00	0.00	136.080,00	0.00
	UTILIDAD		5%	170.100,00	170.100,00	0.00	0.00	170.100,00	170.100,00	340.200,00	0.00	0.00	340.200,00	0.00
	SUBTOTAL			838.140,00	838.140,00	0.00	0.00	838.140,00	838.140,00	1.676.280,00	0.00	0.00	1.676.280,00	0.00
	IMPUESTO IGV 18%		18%	150.865,20	150.865,20	0.00	0.00	150.865,20	150.865,20	281.539,20	0.00	0.00	281.539,20	0.00
	TOTAL PRESUPUESTO COMPONENTE III			989.005,20	989.005,20	0.00	0.00	989.005,20	989.005,20	1.957.819,20	0.00	0.00	1.957.819,20	0.00
COMPONE	EQUIPOS Y MOBILIARIOS			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
COMPONE	MATERIAL BIENGRAFICO Y SOFTWARE			61.060,00	61.060,00	0.00	0.00	61.060,00	61.060,00	122.120,00	0.00	0.00	122.120,00	0.00
COMPONE	TALLERES DE FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES			7.600,00	7.600,00	0.00	0.00	7.600,00	7.600,00	15.200,00	0.00	0.00	15.200,00	0.00
TOTAL PRESUPUESTO														
FACTOR DE RELACION				0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30

4.4.9 Control de Porcentaje de Avance Programado vs Ejecutado.

Permite comparar el avance real vs el avance planificado, con el propósito de establecer las desviaciones del proyecto y tomar acciones correctivas. Es el punto de partida de la técnica de valor ganado. La primera versión de la Curva S se crea a partir del cronograma vigente y el presupuesto inicial (Ernest, 2018).

Figura 16 Control de Porcentaje de Avance Programado vs Ejecutado.



Figura 17 Cuadro de Valorización de Obra.

CUADRO DE VALORIZACIONES DE OBRA									
MES	CONTRACTUAL (INC. IGV)			INTERNO (INC. IGV)			REAL (INC. IGV)		
	PARCIAL	PARCIAL	ACUMUL.	PARCIAL	PARCIAL	ACUMUL.	PARCIAL	PARCIAL	ACUMUL.
	S/.	%	%	S/.	%	%	S/.	%	%
nov-16	28,618.11	0.34%	0.34%	28,618.11	0.34%	0.34%	28,618.10	0.34%	0.34%
dic-16	373,035.93	4.38%	4.72%	373,035.93	4.38%	4.72%	373,035.93	4.38%	4.72%
ene-17	467,780.80	5.50%	10.22%	467,780.80	5.50%	10.22%	468,266.70	5.50%	10.22%
feb-17	829,985.55	9.76%	19.97%	829,985.55	9.76%	19.97%	829,985.55	9.76%	19.98%
mar-17	1,314,156.71	15.45%	35.42%	1,016,555.41	11.95%	31.92%	1,016,555.41	11.95%	31.93%
abr-17	1,075,346.77	12.64%	48.06%						
may-17	1,048,785.72	12.33%	60.39%						
jun-17	899,757.69	10.58%	70.96%						
jul-17	705,369.80	8.29%	79.25%						
ago-17	583,219.86	6.86%	86.11%						
sep-17	342,207.50	4.02%	90.13%						
oct-17	402,587.10	4.73%	94.86%						
nov-17	436,942.80	5.14%	100.00%						
	8,507,794.34								
		100.00%			31.92%			31.929%	

4.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Respecto a los resultados obtenidos del análisis comparativo de la filosofía lean construction y el método tradicional.

Se arribó a los siguientes resultados de la investigación, se pone en certeza la importancia de la incorporación de la Filosofía de Lean Construction en el Método Tradicional en la obra: “mejoramiento de la EAP de ingeniería ambiental y sanitaria –Huancavelica”.

4.5.1 La eficacia y la eficiencia de la filosofía lean construction y el método tradicional en la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.

Podemos afirmar que ambas metodologías se centran en la construcción de procesos el cual dentro de los resultados obtenidos del análisis comparativo resulta que la implementación de la Filosofía de Lean construction presenta una mejor eficiencia así mismo presenta una eficiencia en cumplimiento de metas de plazos y cumplimiento del objetivo del proyecto, debido a su metodología implementada en donde minimiza los desperdicios, optimiza todos los procesos constructivos y ve y la mejora continua durante toda la ejecución, generando valor de trabajo y sobre todo tomando como eje el respeto por las personas.

Programación de lookahead:

Se puede observar que la programación de lookahead se inicia por partidas de obras provisionales, estructuras, arquitectura, se realizó una programación de tres semanas teniendo en cuenta los sectores.

Figura 18 lookahead.

ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	CUADRILLA	METRA EN TOTAL	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3						
				30-ene	01-dic	02-dic	03-dic	04-dic	05-dic	06-dic	07-dic	08-dic	09-dic	10-dic	11-dic	12-dic	13-dic	14-dic	15-dic	16-dic	17-dic	18-dic	19-dic	20-dic
				L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
ESTRUCTURAS																								
TORRE - THEN DE ACTIVIDADES																								
Verticales																								
Acero de Verticales	Acero	Manual		P1-S1	P1-S2	P1-S3	P1-S4	P1-S5																
Encostrado de Verticales	Encostrado	Manual		P1-S1	P1-S2	P1-S3	P1-S4	P1-S5																
Concreto de Verticales	Concreto	Manual		P1-S1	P1-S2	P1-S3	P1-S4	P1-S5																
Horizontales																								
Fondo de Viga	Encostrado	Manual		P1-S1	P1-S2	P1-S3	P1-S4		P1-S8	P1-S1	P1-S2	P1-S3	P1-S4		P2-S8	P2-S1	P2-S2	P2-S3	P2-S4					
Acero de Viga	Acero	Manual		P1-S1	P1-S2	P1-S3	P1-S4		P1-S8	P1-S1	P1-S2	P1-S3	P1-S4		P2-S8	P2-S1	P2-S2	P2-S3	P2-S4					
Fondo de Losa	Encostrado	Manual		P1-S1	P1-S2	P1-S3	P1-S4		P1-S8	P1-S1	P1-S2	P1-S3	P1-S4		P2-S8	P2-S1	P2-S2	P2-S3	P2-S4					
Costado de Viga	Encostrado	Manual		P1-S1	P1-S2	P1-S3			P1-S4	P1-S8	P1-S1	P1-S2	P1-S3		P2-S4	P2-S8	P2-S1	P2-S2	P2-S3					
Acero de Losa Inferior	Acero	Manual		P1-S1	P1-S2	P1-S3			P1-S4	P1-S8	P1-S1	P1-S2	P1-S3		P2-S4	P2-S8	P2-S1	P2-S2	P2-S3					
Acero de Losa Superior	Acero	Manual			P1-S1	P1-S2			P1-S3	P1-S4	P1-S8	P1-S1	P1-S2		P2-S1	P2-S4	P2-S8							
Instalaciones SS/EE	Instalaciones	Manual			P1-S1	P1-S2			P1-S3	P1-S4	P1-S8	P1-S1	P1-S2		P2-S1	P2-S4	P2-S8							
Concreto de losa	Concreto	Manual				P1-S1			P1-S2	P1-S3	P1-S4	P1-S8	P1-S1		P2-S1	P2-S2	P2-S3	P2-S4						
Clas de Encostrado									P1-S1	P1-S2	P1-S3	P1-S4	P1-S8		P2-S1	P2-S2	P2-S3	P2-S4						

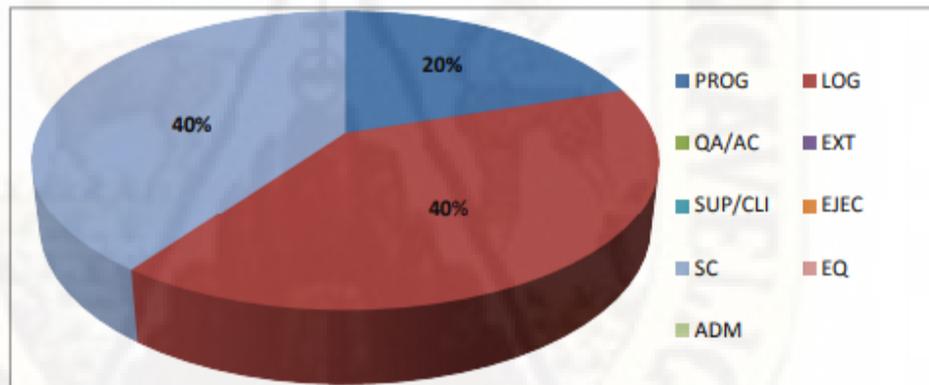
Así mismo se realizó el análisis de incumplimiento en base a las restricciones, donde se identificó las incompatibilidades de las diferentes partidas y factores climáticos como la lluvia.

La construcción es una industria que posee niveles muy altos de variabilidad que hacen que no siempre se puedan ejecutar las tareas planeadas, para reducir las incidencias de la variabilidad se ha implementado nuevas metodologías de planeamiento como el Last Planner System logrando muy buenos resultados en los proyectos que lo usaron, pero a pesar de que este sistema mejora la confiabilidad de las programaciones no puede reducir completamente las incidencias de la variabilidad en la construcción.

Las causas de incumplimiento buscan minimizar aún más los efectos negativos de la variabilidad remitiéndose a la forma en que esta actúa contra nuestras programaciones o en otras palabras al motivo de porque una actividad no fue completada con éxito cuando fue programada. Tener conocimiento de las causas de incumplimiento de cada actividad servirá para elaborar un cuadro estadístico en el cual se pueda revelar los principales problemas de la obra que causaron que las actividades no se realicen con éxito en su momento. Una vez obtenida la información estadística de las causas de incumplimiento se usa en el proceso de mejora continua o lecciones aprendidas, según el cual nos centramos en evitar o solucionar los indicadores de variabilidad que causaban incumplimiento de nuestras actividades, para esto cabe mencionar que en la mayoría de los casos un gran porcentaje de incumplimientos es causado por un pequeño grupo de problemas, los cuales se tratara de solucionar para mejorar el PPC según se vaya avanzando el proyecto o para proyectos futuros. Para poder crear una base estadística de las principales causas de incumplimiento se empieza por crear un catálogo de causas de incumplimiento juntando las causas en grupos que representan el área en que se originó el problema y por consiguiente el responsable de minimizarlas o de ser posible eliminarlas. Los grupos en los que se distribuyen las causas de incumplimiento son:

Figura 19 (grupos de causas de incumplimiento).

EXTERNOS (EXT)	EQUIPOS (EQ)	ADMINISTRATIVOS (ADM)	RETRASO DE ACTIVIDADES PREVIAS (ACT PRE)	CLIENTE (CLI)
Todas las causas que originan retrasos por razones climáticas extraordinarias o por eventos extraordinarios como marchas sindicales sin previo aviso, huelgas, accidentes, etc. También se considera en este punto todas las causas que implican el incumplimiento	Todas las causas que implican averías o fallas en los equipos que no permitieron el cumplimiento de las actividades.	Todas las causas que implican la no llegada del personal especializado (incluido subcontratos) solicitado a Administración tales como soldadores, operadores de equipos, solución de tramites de permisos y/o cursos de seguridad (Stop), los cuales son monito	Esta causa indica el no cumplimiento de las actividades por retrasos en actividades previas, las cuales incumplen la fecha por motivos como programación, logística, etc.	Estas causa esta referida a los cambios repentinos del cliente debido a sus prioridades en el proyecto. Estos cambios suelen no ser avisados con la anticipación adecuada, lo cual no permite reprogramamos.
	En este rubro hay que diferenciar las averías por falta de mantenimiento y las eventuales. Ya que las de mantenimiento debieron ser programadas. Así como, se debe diferenciar el incumplimiento debido a la disponibilidad de equipos o errores en programación		Esta causa implica la revisión de las causas de las actividades previas.	
En este rubro tenemos: Lluvias, exceso de calor, granizadas, marchas sindicales, paros en obra por sindicato, falta de Licencia de Trabajo en los diferentes distritos, falta de permisos de trabajo especiales, etc.	En este rubro tenemos: Mala operación de los equipos, averías eventuales de los equipos. Como ejemplo adicional podría ser, si un ingeniero de campo no hace caso a la programación de mantenimiento y el equipo falla, entonces es plena			Estamos trabajando con una excavadora en el frente de Locaciones y requieren de este equipo en el frente del PAC de manera urgente. Se paraliza los trabajos de la locación generando un atraso en las partidas correspondientes, la falta de

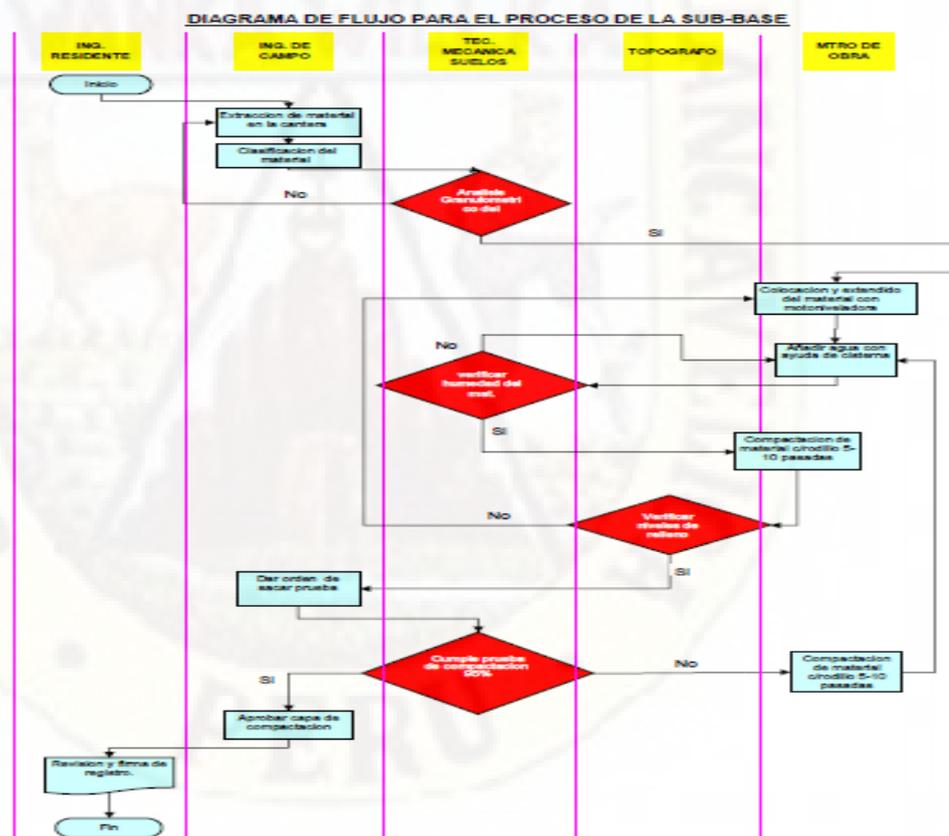


Así mismo nos ceñimos a la investigación de **IBÁÑEZ**, (2018) en su tesis donde concluye las entrevistas realizadas junto con la presencia en las reuniones semanales muestran que, en general, no se logra una completa implementación de las herramientas de Lean Construction, lo anterior es debido principalmente al bajo conocimiento teórico sobre la filosofía en general, y sobre las herramientas que la componen. Existiendo conocimiento únicamente de sistema Last Planner, gracias a esto no se logra sostener la implementación dado que genera desconfianza y tampoco se visualizan los beneficios, volviendo en el tiempo a las prácticas tradicionales.

4.5.2 Análisis del sistema de ejecución de proyectos ajustados (lean project delivery system lpds) y el método tradicional en la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y sanitaria - de Huancavelica”.

Respecto a los resultados del análisis comparativo presenta un mejor entorno colaborativo durante el procesos de construcción en donde facilita Atravez de ellos flujo de procesos la alineación y de los objetivos, así mismo la generación de valor de las etapas de construcción tomando en cuenta la concepción del inicio de cada partida a ejecutar durante la obra.

Figura 20 (Diagrama de Flujo)



En donde GALLO y DEVILLE, (2017) en su tesis concluye El estudio analiza la contribución en generación de impactos ambientales de dos metodologías de producción estableciendo claras diferencias entre ambas. Gracias a la mejora continua, reducción de inventarios, planificación diaria, lookahead, programación de actividades por

sectores, disminución de la variabilidad, control y aseguramiento de la calidad, se observa que el consumo de materiales es menor, consiguiendo una reducción de 2.3 % y 7% en concreto premezclado y acero de refuerzo respectivamente.

4.5.3 Análisis de las ejecuciones integradas al proyecto (ipd) y el método tradicional en la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.

Respecto a los resultados del análisis comparativo dentro de la ejecución de la obra se tiene en cuenta el aprovechamiento del talento identificando antes de inicio de cada proceso constructivo así optimizamos recursos, incrementando el valor, para minimizar desperdicios en tiempo e incrementar la eficiencia durante toda la fase constructiva.

Donde QUIÑOÑEZ, (2019) en su tesis concluye Se determina que la implementación de Lean Construction en el control de la producción sí mejora los indicadores de gestión: tiempo y costo. En la presente investigación el proyecto pasó en el cronograma de un SPI de 0.755 a un SPI de 0.997 (de retraso a cumplimiento) y en el presupuesto paso de una CPI de 0.9333 a un CPI de 1.041 (de pérdida a ganancia), se determina que la implementación de Lean Construction en el control de la producción sí mejora los indicadores de producción.

4.5.4 El último sistema de planificación (last planner system) y el método tradicional en la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.

Según la evaluación realizada en el presente investigación del análisis comparativo dentro de la metodología se encuentra el ultimo sistema de planificación en donde a la aplicación a la obra se puede ver que se tuvo mayor control de producción del personal mediante flujo de trabajos así mismo corroborado por las investigaciones realizadas en la región de Huancavelica a la utilidad de implementación en la mano de obra.

Niveles de productividad.

En nivel general de actividad nos brinda una estadística del estado general de la obra en lo que respecta a la distribución del trabajo según la división que se hizo en el trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC). De la realización del nivel general de actividad en el proyecto Mejoramiento y ampliación de los servicios deportivos del estadio IDP Huancavelica Distrito – Provincia y Departamento de Huancavelica, donde se analizó en la partida de encofrado y desencofrado: Para esta actividad de encofrado se tomó 1 cuadrilla (3 operarios y 3 ayudantes) en las actividades de encofrado de graderías, placas y columnas.

Figura 21 (fuente Tesis Castillo)

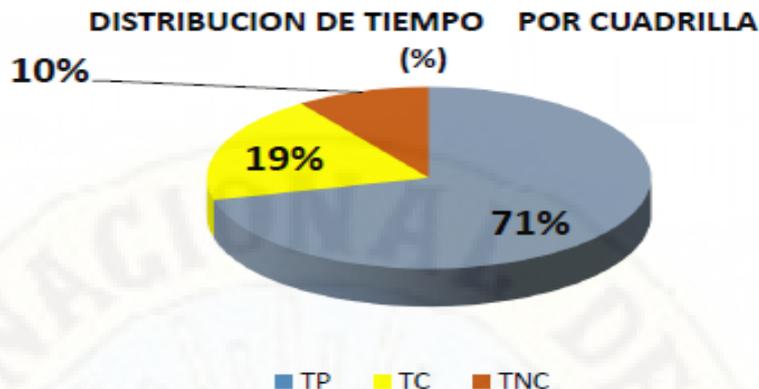


CAPATAZ		VICTOR SORIANO RAMOS		Encargado de:
3	OPERARIOS	OPE 1	Munarriz Hilario, Simeón	Encofrado en Graderías
		OPE 2	Otañe Curasma, Antonio	Encofrado en Graderías
		OPE 3	Meza Condori, Aniceto	Encofrado en Graderías
		OPE 4		
3	PEONES	PE1	Joya Flores, Juan	Encofrado en Graderías
		PE2	Carhuapoma Sánchez, Robert	Encofrado en Graderías
		PE3	Lizana Carhuapoma, Humberto	Encofrado en Graderías
		PE4		

Donde los resultados se puede observar en los resultados de muestreo, hay un mayor porcentaje de TP, el cual llega a superar el 70%, en este porcentaje

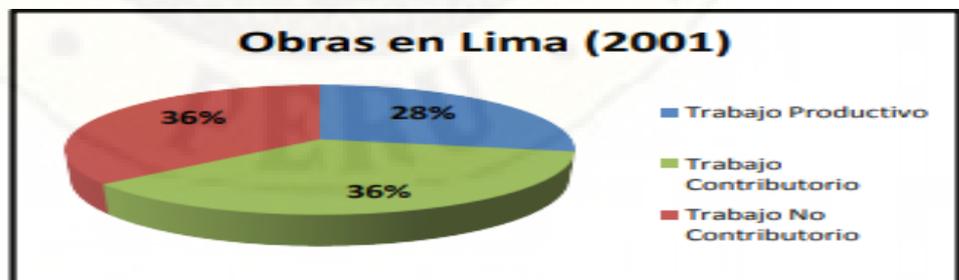
Consideramos en el respectivo aseguramiento del panel, es decir, mediante tablonos y listones de madera en las caras extremas.

Figura 22 (fuente Tesis Castillo)



Como se menciona en los objetivos de esta investigación, es realizar el comparativo y demostrar cuál de las 2 metodologías es más óptimo. Una de las maneras de realizar la comparación es remitiéndonos a la publicación del ing. Virgilio Ghio (Productividad en obras de construcción .Diagnostico, Critica y Propuesta. 2001) en la cual se hizo un estudio del estado de la construcción en Lima analizando 50 obras de la capital. Además nos compararemos con estándares internacionales como es el caso de Chile y con otras mediciones más actuales que se realizaron como tesis de pre-grado en Lima (Morales y Galeas, 2006), cabe resaltar que los resultados pueden variar según la clasificación de actividades realizada, por lo que se debe tratar de clasificar de la misma manera (o muy similar) a la clasificación realizada para obtener los resultados con los cuales nos queremos comparar.

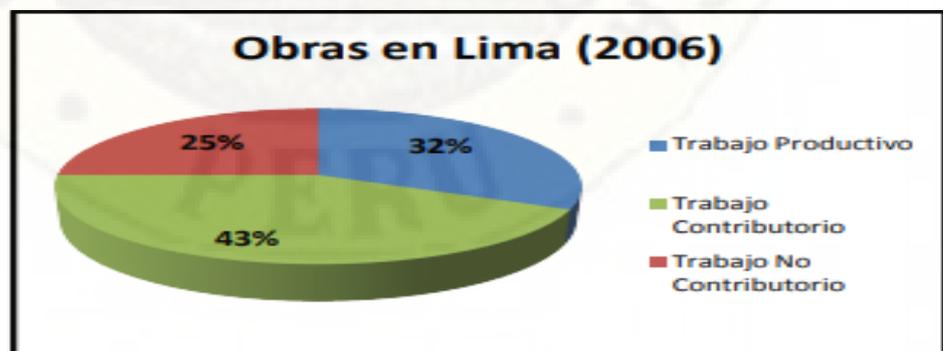
Figura 23 (clasificación de actividades)



En las primeras estadísticas de ocupación del tiempo o nivel general de actividad que se publicaron para las obras de Lima se obtuvieron los valores mostrados en el grafico (TP = 28%, TC = 36% y TNC = 36%), lo cual demostraba el pobre estado de la construcción en nuestro país.

Tener como nivel promedio de trabajos productivos 28% nos ponía una alerta de que no se estaba siguiendo una metodología adecuada para todo el proceso de construcción, ya que por ejemplo en Chile se registraron niveles de productividad del orden del 38% para 1991, 10 años antes de las mediciones realizadas en Perú. En esos momentos recién se empezaba a conocer un poco de la filosofía Lean Construction y se empezó a difundir en el Perú por medio de la empresa CVG Ingenieros con la finalidad de mejorar el estado de la construcción en todo el país y tratar de emular el crecimiento que se estaba obteniendo en el sector construcción de otros países gracias a la implementación de los conceptos y herramientas que proponía esta nueva filosofía. Después de unos años el término “Lean Construction” se fue haciendo más conocido en el Perú. Sin embargo, su correcto entendimiento y aplicación es aun limitado hasta en estos días, siendo las empresas del sector inmobiliario las que más se han interesado en adoptar esta filosofía de trabajo. Con estos avances en el año 2006 se realizaron otras mediciones de ocupación del tiempo para un total de 26 obras en la capital, los resultados obtenidos dan una muestra de mejoría en el sector. Sin embargo seguimos muy distantes de los niveles deseados o niveles internacionales de productividad.

Figura 24 (clasificación de actividades)



En la evaluación de la productividad, rendimiento y velocidad de los obreros en el encofrado de las graderías.

IV. Evaluación de Productividad, Rendimiento y Velocidad

Actividad		Encofrado en columnas				
Fecha	Tiempo	M.O	Producción	Productividad	Rendimiento	Velocidad
	Horas		m ²	m ² / HH	HH / m ²	m ² / día
Miércoles 25 de Julio 2018	3.00	6	5.400	0.30	3.33	14.4

Figura 25 (rendimiento)

		Und	Metrado	Ratio HH	HH totales	Plazo (días)	rendimiento o velocidad diario	Cantidad de personal	Cantidad de personal escogido	
		a	b		a x b	c = cronog.	d = c/a	b/dx8	redondeo	
01	ESTRUCTURAS									
01.01	OBRAS DE CONCRETO ARMADO									
1.01	COLUMNAS									
01.01.01	COLUMNAS - CONCRETO Fc=210 kg/cm ² INC. PLAS	m ³	180.40		1.640	295.86	20.00	9.0	1.85	2.00
01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO COLUMNAS H >	m ²	760.00		1.120	851.19	20.00	38.0	5.32	6.00
01.01.03	ACERO DE REFUERZO	kg	9,450.00		0.056	529.29	20.00	472.5	3.31	4.00
01.02	VIGAS									
01.02.01	VIGAS - CONCRETO Fc=210 kg/cm ² INC. PLASTIFIC	m ³	258.00		0.960	247.68	20.00	12.9	1.55	2.00
01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGAS H < 3.00 N	m ²	950.00		1.200	1,140.00	20.00	47.5	7.13	8.00
01.02.03	ACERO DE REFUERZO	kg	22,718.99		0.056	1,272.49	20.00	1135.9	7.95	8.00
01.03	LOSA MACIZA									
01.03.01	CONCRETO Fc=210 kg/cm ² - LOSA MACIZA INC. PL	m ³	24.16		0.935	22.59	20.00	1.2	0.14	1.00
01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSA MACIZA <	m ²	98.33		0.840	82.60	20.00	4.9	0.52	1.00
01.03.03	ACERO DE REFUERZO	kg	1,506.85		0.056	84.40	20.00	75.3	0.53	1.00
01.04	LOSA ALIGERADA									
01.04.01	CONCRETO Fc=210 kg/cm ² - LOSA ALIGERADA INC	m ³	159.97		0.935	149.57	20.00	8.0	0.93	1.00
01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSA ALIGERADA	m ²	1,558.32		0.840	1,308.99	20.00	77.9	8.18	9.00
01.04.03	ACERO DE REFUERZO	kg	9,044.09		0.056	506.56	20.00	452.2	3.17	4.00
01.04.04	LADRILLO HUECO 15 x 30 x 30 cm.	pza	3,311.00		0.029	96.42	20.00	165.6	0.60	1.00
02.	ARQUITECTURA									
02.01	ALBAÑILERÍA									
02.01.01	MURO DE LADRILLO K.K. DE SOGA C:A, 15 Y 1cm DE	m ²	663.10		1.431	948.96	15.00	44.2	7.91	8.00
02.01.02	MURO DE LADRILLO K.K. DE CABEZA C:A, 15 Y 1cm	m ²	120.50		2.167	261.08	15.00	8.0	2.18	3.00
02.02	REYOQUES Y ENLUCIDOS									
02.02.01	TAPRAJE FROTACHADO EN MUROS INTERIORE	m ²	1,600.85		0.859	1,374.49	15.00	106.7	11.45	12.00
02.02.02	TAPRAJE FROTACHADO EN MUROS EXTERIOR	m ²	1,083.95		0.920	997.13	15.00	72.3	8.31	9.00
02.02.04	VESTIDURA DE DERRAMES	m	1,240.00		0.729	904.21	15.00	82.7	7.54	8.00
02.02.05	BRUÑAS	m	382.50		0.457	174.86	15.00	25.5	1.46	2.00
02.03	CIELOS RASOS									
02.03.01	TAPRAJE FROTACHADO EN CIELO RASO C:A, 1	m ²	1,658.00		0.937	1,553.88	15.00	110.5	12.95	13.00
02.04	PISOS									
02.04.01	CONTRAPISO E=4.00 cm	m ²	10.80		1.110	11.99	15.00	0.7	0.10	1.00
02.04.03	PISO DE CERAMICO COLOCR BLANCO 33x33	m ²	1,250.00		1.024	1,280.00	15.00	83.3	10.67	11.00

Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)

El sistema del último planificador (LPS) tiene la necesidad de medir el desempeño de cada plan de trabajo semanal para poder estimar la confiabilidad de todo el proceso de planificación y programación en el proyecto. Los indicadores son una buena forma de ver que tanto ha influido la implementación del sistema en la obra. Esta medición, que es el primer paso para aprender de las fallas e implementar mejoras, se realiza a través del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC). El PPC evalúa entonces hasta qué punto el sistema del último planificador fue capaz de anticiparse al trabajo que se hará en la semana siguiente. Es decir, compara lo que se desea hacer según el plan de trabajo semanal con lo que realmente se hizo, reflejando así la fiabilidad del sistema de planificación para nuestra obra en particular, ya que los resultados del PPC dependen exclusivamente de las condiciones de implementación de cada obra y de la capacidad de anticiparse a los hechos a través de las programaciones. En la práctica para muchos resulta sorprendente descubrir que la mayoría de veces solo una fracción menor de lo planificado se cumple. Según estudios realizados en Chile en algunos proyectos el cumplimiento promedio ha sido ligeramente superior al 50% de lo programado y en ocasiones en ciertos periodos no ha sobrepasado el 30%. El problema de la planificación tradicional es que, a pesar de que se sabe que muchas actividades no se cumplen, se proyecta como si todas las tareas se fueran a desarrollar, por lo que la productividad colapsa en cadena cuando alguna actividad clave no se logra²² La experiencia recogida hasta la fecha ha demostrado, que si se incrementa sistemáticamente el nivel de cumplimiento de la planificación, es posible lograr un significativo aumento en la productividad y desempeño general del proyecto. La explicación de estos mejoramientos, es que por medio de un mejor cumplimiento de la planificación, se logra estabilizar el ambiente de trabajo del proyecto, lo que genera un ciclo virtuoso que permite que la producción se realice en forma continua, sin interrupciones y en forma eficiente. Para obtener el PPC se necesita obtener el número de actividades completadas y el número de actividades

programadas en la semana, es por esto que el PPC se realiza para cada programación semanal del proyecto teniendo un resultado por semana a lo largo del proyecto, lo cual genera un resultado acumulado del PPC al final de la obra. Para elaborar el PPC de la semana se empieza por insertar la programación semanal que será con la que nos compararemos al finalizar la semana para ver el porcentaje de cumplimiento. Una vez finalizada la semana se revisa si se realizó exactamente lo que se programó, esta programación no debe ser por metros sino por sectores, o grupos de actividades. A cada actividad programada en la semana se le debe asignar una calificación si es que se cumplió en su totalidad o no siendo 100% y 0% los puntajes respectivos. En algunos casos se usa porcentajes de cumplimiento diario por lo que en la semana se podría obtener porcentajes entre 0 y 100% para una actividad. Sin embargo, el análisis debe hacerse con la semana completa para poder tener resultados comparables con los de otros países donde se mide siguiendo dicho criterio (Chile, Colombia, Brasil, etc.). Las actividades que no se hayan cumplido en su totalidad tienen una razón por la cual no se realizó, estas son las causas de incumplimiento que se analiza para todas estas actividades buscando que al pasar las semanas se tenga resultados claros de los puntos en los que se está fallando para entrar al proceso de mejora continua. Finalmente se hace un conteo de las actividades realizadas en su totalidad y se divide en el total de programadas teniendo como resultado el PPC semanal. Para poder entender mejor lo que se explicó en el párrafo anterior a continuación se colocara una vista del formato utilizado para obtener el PPC y otras medidas de referencia para la obra como el porcentaje de avance.

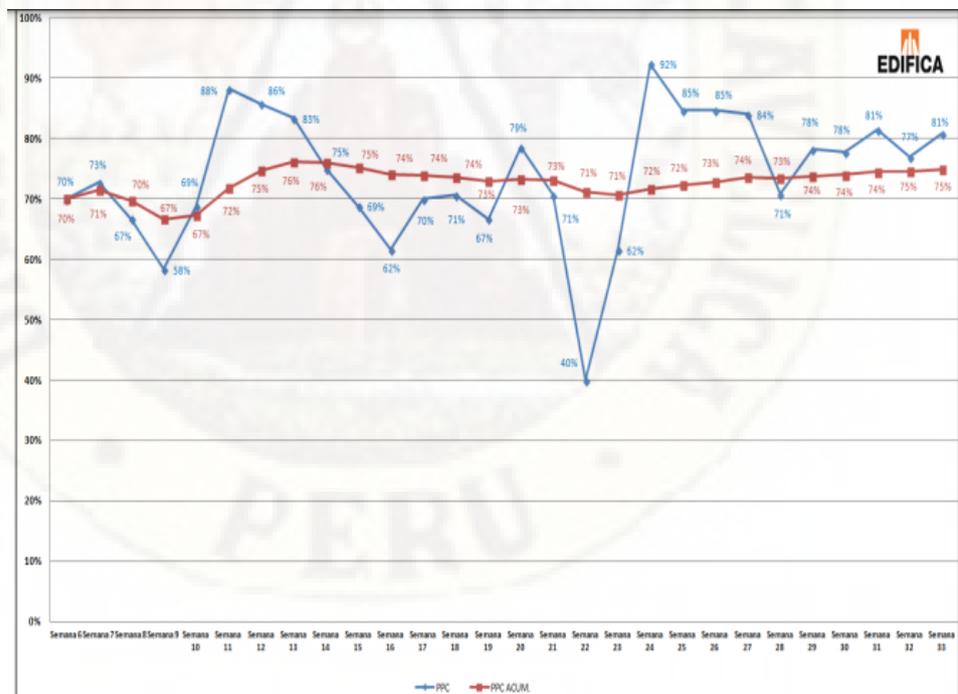
Figura 26 (Porcentaje del Plan Completado)

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO											EDIFICA																													
NOMBRE DE PROYECTO			ÁREA / OPCIÓN						FECHA																															
BARRIACO 300			EDIFICACIONES						sábado 12 de mayo de 2012																															
CODIGO DE PROYECTO			PROPIETARIO						UBICACION																															
B			EDIFICA CONSTRUCTORES SAC						AV. SAN MARTIN 625																															
Descripción de la Actividad	Unid.	Metros Programado	Metros Realizado	SEMANA 23							ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO																													
				Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	SI	NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA																										
ESTRUCTURA TORRE																																								
ACERO DE VERTICALES	sektor	5.00	4.00	2C	2D	3A	3B	3C			X	LOG	EL ACERO DIMENSIONADO NO LLEGA A OBRAS DE ACEROS DIMENSIONADOS	SE HUBO ACEROS EN OBRA, UTILIZANDO EL ACERO DIMENSIONADO EN OBRAS																										
ENCOPADO DE VERTICALES	m ²	500.00	400.00	2B	2C	2D	3A	3B			X	LOG	EL ACERO DIMENSIONADO LLEGA A OBRA	EL ACERO DIMENSIONADO DEBE DE CUMPLIR CON LOS REQUISITOS DEBIDOS																										
CONCRETO EN VERTICALES	m ³	52.00	42.00	2B	2C	2D	3A	3B			X	LOG	LA GUARDILLA DE ENCOPADO NO LLEGA A OBRAS DE ACEROS DIMENSIONADOS	EL ACERO DIMENSIONADO DEBE DE CUMPLIR CON LOS REQUISITOS DEBIDOS																										
ENCOPADO DE FONDOS Y COSTADOS DE VIGAS	m ²	200.00	90.00	2A	2B	2C	2D	3A			X		LA GUARDILLA DE ENCOPADO DE VIGAS DE LOS COSTADOS Y FONDOS NO LLEGA A OBRAS	SE DEBE EL NECESSARIO MANTENIMIENTO DE LA GUARDILLA DE VIGAS																										
ACERO DE VIGAS	sektor	5.00	4.00	2A	2B	2C	2D	3A			X	PROD	EL ACERO DIMENSIONADO NO LLEGA A OBRAS	SE DEBE UNA LISTA DE REQUISITOS DEBIDOS																										
ENCOPADO DE LOSA	m ²	575.00	400.00	2A	2B	2C	2D	3A			X	PROD	LA GUARDILLA DE ENCOPADO DE LOSA NO LLEGA A OBRAS	BALANCEAR GUARDILLA																										
COLOCACION DE VIGUETAS PRETENDIDAS Y LADRILLO BOMBILLA	m ²	575.00	575.00	1D	2A	2B	2C	2D			X																													
COLOCACION DE BBS Y REE	sektor	5.00	5.00	1D	2A	2B	2C	2D			X																													
CONCRETO DE LOSA / ACABADO DE LOSA	m ³	18.00	18.00	1C	1D	2A	2B	2C			X																													
TARRAJEO - REVOQUES Y EMBOCO																																								
INSTALACION DE ANDAMIOS - TARRAJEO DE LOSO	sektor	5.00	5.00	51A	51E	1A	1B	1C			X																													
TARRAJEO DE CLOPADO	m ²	575.00	575.00	51E	51D	51E	1A	1B			X																													
SOLAJEO DE COSTADO DE VIGAS	m ²	10.00	10.00	51D	51C	51D	51E	1A			X																													
SOLAJEO DE PLACAS Y COLUMNAS	m ²	320.00	320.00	51C	51D	51C	51D	51E			X																													
ANALISIS DE CUMPLIMIENTO SEMANAL (EN %)											SI	NO	% AVANCE	30%																										
											80%	20%																												
<table border="1"> <tr><td>PROG</td><td>PROGRAMACION</td><td>2</td></tr> <tr><td>LOG</td><td>LOGISTICA</td><td>3</td></tr> <tr><td>QMAC</td><td>CONTROL DE CALIDAD</td><td></td></tr> <tr><td>EXT</td><td>CLIENTES</td><td></td></tr> <tr><td>SUPVICI</td><td>SUPERVISION (CLIENTES)</td><td></td></tr> <tr><td>FAEC</td><td>OPIONES DE EJECUCION</td><td></td></tr> <tr><td>SC</td><td>SUBCONTRACTOS</td><td></td></tr> <tr><td>EQ</td><td>EQUIPOS</td><td></td></tr> <tr><td>ADM</td><td>ADMINISTRATIVOS</td><td></td></tr> </table>											PROG	PROGRAMACION	2	LOG	LOGISTICA	3	QMAC	CONTROL DE CALIDAD		EXT	CLIENTES		SUPVICI	SUPERVISION (CLIENTES)		FAEC	OPIONES DE EJECUCION		SC	SUBCONTRACTOS		EQ	EQUIPOS		ADM	ADMINISTRATIVOS				
PROG	PROGRAMACION	2																																						
LOG	LOGISTICA	3																																						
QMAC	CONTROL DE CALIDAD																																							
EXT	CLIENTES																																							
SUPVICI	SUPERVISION (CLIENTES)																																							
FAEC	OPIONES DE EJECUCION																																							
SC	SUBCONTRACTOS																																							
EQ	EQUIPOS																																							
ADM	ADMINISTRATIVOS																																							
ELABORADO POR: Ing. Anzo Presa			APROBADO POR: Ing. Roberto Ochoa						FIRMA:																															

Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) (fuente edifica)

Figura 27 (PPC Acumulado)

PPC ACUMULADO				
Semanas	Actividades Realizadas	Actividades No Cumplidas	PPC	PPC ACUM.
Semana 6	7	3	70%	70%
Semana 7	8	3	73%	71%
Semana 8	8	4	67%	70%
Semana 9	7	5	58%	67%
Semana 10	11	5	69%	67%
Semana 11	15	2	88%	72%
Semana 12	18	3	86%	75%
Semana 13	15	3	83%	76%
Semana 14	15	5	75%	76%
Semana 15	11	5	69%	75%
Semana 16	8	5	62%	74%
Semana 17	7	3	70%	74%
Semana 18	12	5	71%	74%
Semana 19	14	7	67%	73%
Semana 20	11	3	79%	73%
Semana 21	12	5	71%	73%
Semana 22	6	9	40%	71%
Semana 23	8	5	62%	71%
Semana 24	12	1	92%	72%
Semana 25	11	2	85%	72%
Semana 26	11	2	85%	73%
Semana 27	21	4	84%	74%
Semana 28	17	7	71%	73%
Semana 29	18	5	78%	74%
Semana 30	21	6	78%	74%
Semana 31	22	5	81%	74%
Semana 32	20	6	77%	75%
Semana 33	21	5	81%	75%



4.5.5 Análisis de la medición de pérdida y el método tradicional en la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.

Respecto a los resultados del análisis comparativo la medición de pérdida se centra en velar por el control de los materiales adquiridos en su momento deseado así como la evaluación del rendimiento de los trabajadores valorando su productividad, evitando desperdicio de aglomeración de personal así como de material aun no requerido dentro del entorno de trabajo por lo que la medición de pérdida optimiza las actividades del personal así como dentro de la adquisición de los materiales.

Los resultados indican que las pérdidas de materiales en estas cinco obras fueron considerablemente superiores a las asumidas por las empresas constructoras en sus presupuestos. Por ejemplo, en el caso del mortero, la pérdida promedio fue seis veces mayor que la pérdida usual. Una de las conclusiones más importantes de este estudio está relacionada con la gran variabilidad en los índices de pérdida para cada material en diferentes obras. Por ejemplo, las pérdidas en bloques en la obra A fueron aproximadamente cinco veces más que en la obra B. Considerando que las empresas implicadas en los estudios eran relativamente similares, se puede inferir que una gran proporción de las pérdidas de materiales es evitable, ya que algunas obras consiguieron alcanzar porcentajes relativamente pequeños de pérdidas para algunos materiales en el mismo contexto.

Figura 28 (Proporción de pérdidas)

Material	Obra A (%)	Obra B (%)	Obra C (%)	Obra D (%)	Obra E (%)	Promedio (%)	Presupuestos (%)
Acero	18.8	27.3	23.0	7.9	18.3	19.1	20.0
Cemento	76.6	45.2	34.3	151.9	112.7	84.1	15.0
Concreto Permeclado	10.8	11.8	17.4	0.8	25.2	13.2	5.0
Arena	27.1	29.7	21.0	109.8	42.2	45.8	15.0
Mortero	103.5	87.5	40.4	152.1	73.2	91.2	15.0
Bloques	39.9	8.2	36.0	26.5	- ²	27.7	10.0
Ladrillos	45.2	15.2	20.0	27.3	- ²	29.9	10.0

(2) Los datos de los bloques y ladrillos en las obra E no fueron considerados por la dificultad de recolectar datos.

Los resultados confirmaron que el nivel de pérdidas de materiales fue considerablemente alto en los dos estudios realizados y que muchas de esas pérdidas son previsibles y evitables. La mayoría de las empresas desconocía la magnitud de sus pérdidas, pues sólo una pequeña parte de las obras estudiadas tenía registros organizados de entregas, de stocks y de consumo de materiales. El control en esas empresas era basado principalmente en medidas financieras globales, las cuales tienden a ser enfocadas en el pasado y normalmente no rastrean adecuadamente los costos operacionales. El análisis de las causas de las pérdidas indicó que una gran parte de las mismas está relacionada a las actividades de organización de las obras, tales como entrega de materiales, stock, manipulación y transporte interno, las cuales son normalmente obviadas por los sistemas de control.

Conclusiones

Desarrollada la investigación se arribaron a las siguientes conclusiones que a continuación presentamos:

1. Los beneficios observados de cada herramienta, la FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION se puede concluir que la sectorización y los trenes de trabajo son herramienta más sencilla de aplicar y que a su vez son las que más aportan en cuanto a mejoras del proyecto con respecto al método tradicional. Estas herramientas replantean totalmente la manera de trabajar pasando de un sistema push a un sistema pull, acortan tiempos de ejecución de los proyectos gracias a la superposición de actividades y brindan mejoras en la productividad debido a que se designa cuadrilla específica para cada tipo de trabajo.
El uso de la sectorización y los trenes de trabajo en el proyecto hizo posible que se tenga una curva de aprendizaje en las partidas más incidentes del proyecto (Concreto, encofrado y tarrajeo) reduciendo los tiempos de ejecución de las actividades hasta en un 50% (Tarrajeo) con respecto a los rendimientos iniciales, es decir se incrementó hasta en un 50% la producción diaria de la cuadrilla debido al porcentaje de aprendizaje obtenido que para el caso de esa partida fue de 89%.
2. El sistema de ejecución de proyectos ajustados (LPDS) nos propone un total de 42 herramientas en sus 5 fases. Sin embargo, el método tradicional está desarrollando principalmente en 3 fases (programación, planificación y ejecución de obras), ya que son las empresas constructoras las que la están aplicando dentro de su campo de acción que es precisamente la ejecución de obras. En el presente proyecto se utilizaron 9 de las 17 herramientas disponibles para las 3 fases mencionadas, siendo de estas las de más importancia e impacto en el desarrollo del proyecto el last planner system (5 herramientas) en el control de producción y los first run studies en la ejecución lean por lo que la metodología de la filosofía lean construction es más óptimo y eficaz que el método tradicional ya que el proceso constructivo se centra en un proceso colaborativo, teniendo en cuenta los objetivos del proyecto y de todos los agentes involucrados para cumplir con el plazo establecido de la obra.
3. La ejecución integrada de un proyecto (IPD), se concluyó que la aplicación de las

herramientas Lean en un proyecto de construcción, en especial de edificaciones, tiene muy buenos resultados en el desarrollo del proyecto, tanto en la productividad como en el plazo y costo. Sin embargo, se deben utilizar las herramientas de manera constante para que las mejoras que estas representan se vean reflejadas en nuestro proyecto, siendo más eficiente ya que cumple con los trabajos programados ya sea de manera diaria semanal y mensual teniendo un control mediante un flujo de procesos para alcanzar el propósito de las partidas a ejecutar en plazo correspondiente.

4. El uso del (Last Planner System) nos permite reducir considerablemente los efectos de la variabilidad sobre nuestros proyectos, en nuestro caso aplicando todos los niveles de planificación y programación que contiene el Last planner system , debido a que se cumplían en gran medida las programaciones semanales que eran desprendidas del lookahead de obra llegando a obtener un nivel de cumplimiento de la programación del 75% lo cual está por encima de lo estándar en los proyectos de edificaciones; Los resultados obtenidos en las mediciones de productividad de las obras de la capital en los años 2001 (TP = 28%, TC = 36% y TNC = 36%) y 2006 (TP = 32%, TC = 43% y TNC = 25%); esto nos da un punto de referencia respecto a la importancia de la aplicación de la filosofía Lean para mejorar la productividad en las obras de construcción y en especial las de edificaciones, ya que es en este tipo de proyectos en los cuales la mano de obra tiene mayor incidencia en cuanto al costo del proyecto; de los tipos de metodologías el último sistema de planificación es más competente que el método tradicional por lo que entrega un flujo de trabajo ordenado fiable para conseguir y obtener metas del proyecto.

En las mediciones de cartas de balance realizadas para las actividades de vaciado de concreto y encofrado de elementos horizontales (vigas) se pudo apreciar que se tenían *cuadrillas sobredimensionadas* en ambos casos y que el mismo trabajo podía ser realizado con una cantidad menor de personas incrementando de esa manera los rendimientos de dichas partidas y generando un ahorro para la obra.

Es necesario realizar las mediciones de cartas de balance debido a que a pesar de realizar un dimensionamiento de cuadrillas previo al inicio de los trabajos, este cálculo es teórico y está en base a los rendimientos presupuestados o proyectados

para el proyecto, pero no sabemos con certeza si son los rendimientos óptimos, además las condiciones en campo siempre son distintas y por lo tanto también se debería hacer un análisis en campo para replantear la cuadrilla en una etapa temprana del proyecto.

Se optimizaron los procesos analizados mediante las cartas de balance reduciendo la cuadrilla de 7 a 6 personas para el caso de vaciado de concreto, ya que se observó que la cantidad de TNC era muy elevada en los ayudantes de la cuadrilla. Para la cuadrilla de encofrado de vigas se pudo reducir la cuadrilla de 8 a 7 personas, esto debido a que se tenía una pareja que se estaba dedicando íntegramente a desencofrar y transportar material y se observó que el trabajo de desencofrado podía ser realizado por una persona dedicada a dicha labor y los ayudante podían apoyar el transporte en sus tiempos muertos. Estos ajustes de cuadrillas representan un ahorro económico del 13% en el costo de mano de obra de las cuadrillas en mención, si eso se realizara para todas las partidas del proyecto podría obtenerse un ahorro de aproximadamente 10% del costo total de la mano de obra.

5. De la disposición en la Medición de Pérdida de la filosofía lean construction es más eficaz debido a que realiza control de pérdida de tiempo del personal tomando una buena asignación en cada labor a asignarle así mismo realiza una adecuada adquisición de materiales en el momento óptimo.
6. Como conclusión general se puede decir que la aplicación de las herramientas Lean en el proyecto “en la Obra EAP ingeniería ambiental y sanitaria” ha generado ahorros debido al incremento de la productividad, al cumplimiento de los plazos establecidos y a la reducción de los principales tipos de desperdicios mencionados en la parte teórica. Habría que preguntarse en este punto, a qué nivel se hubiese llegado utilizando más herramientas.

Recomendaciones

1. Específicamente recomendamos a la jurisdicción de la Universidad Nacional de Huancavelica, para una mejor la calidad, cumplimiento con el plazo de ejecución, la reducción de pérdidas y la seguridad de ejecución de obras deberán de implementar y considerar LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION para todos los proyectos a ejecutarse.
2. Recomendar a la oficina de Infraestructura de la Universidad Nacional de Huancavelica, implementar para todos los proyectos de ejecución de obras, considerar la metodología de la Filosofía de Lean Construction.
3. Habiéndose demostrado que existe una eficiencia la Filosofía de Lean Construction, recomendamos establecer políticas de mejora en la ejecución de los proyectos a nivel de obras, mejorando la calidad de la ejecución de obras, cumpliendo en los cronogramas establecidos, evitando retrasos, demoras y tardanza en la entrega de las obras.
4. Recomendar al consejo universitario y a la asamblea universitaria la implementación y la reglamentación que para la ejecución de obras se debería de ejecutarse con la metodología de la Filosofía de Lean Construction y así mejorar la calidad de servicios de las infraestructuras en bien la comuna universitaria convirtiéndose así en una institución de alto nivel competitivo.

Referencias Bibliográficas

- Achell, J. F. (2014). *Introducción a Lean Construction*. MADRID: Fundación Laboral de la Construcción C/ Rivas, 25 - 28052 Madrid.
- Anterprise, L. C. (2000). *Lean Construcción Anterprise*. Obtenido de Lean Construcción Anterprise: [http://www.leanconstructionenterprise.com/documentacion/last-planner#:~:text=Last%20Planner%20%C2%AE%20\(%C3%BAltimo%20planificador,planea%20seg%C3%BAn%20el%20Last%20Planner\)](http://www.leanconstructionenterprise.com/documentacion/last-planner#:~:text=Last%20Planner%20%C2%AE%20(%C3%BAltimo%20planificador,planea%20seg%C3%BAn%20el%20Last%20Planner))
- ardila. (28 de agosto de 2019). *ardila*. Obtenido de ardila: <https://procedimientoconstructivoardila.com/ejecucion-de-proyectos/>
- Bembibre, C. (18 de Septiembre de 2009). *Definición ABC*. Obtenido de Definición ABC: <https://www.definicionabc.com/tecnologia/edificacion.php>
- bernal, c. A. (2010). *metodología de la Investigación*. colombia: Pearson.
- BRACAMONTE, C. L. (2015). *APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION PARA OPTIMIZAR LOS COSTOS Y TIEMPOS EN LA AMPLIACIÓN DEL COLEGIO MARKHAM*. Lima-Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.
- Bunge, M. (1983). *La Investigación Científica*. Mexico: ARIEL S.A.
- BUNGE, M. L. (1985). *LA CIENCIA, SU MÉTODO Y SU FILOSOFÍA*. EDITORIAL LUMBRERAS.
- CAPOTE GONZÁLEZ, N. (2018). *ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD TÉCNICA DE USO DE LOS AGREGADOS PÉTREOS DEL "OPEN PIT" MULALÓ, EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA MALLA VIAL DEL VALLE DEL CAUCA Y CAUCA*. HUANCVELICA - PERÚ: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA.
- CCANTO, P. C. (2018). *"PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES APLICANDO EL SISTEMA LAST PLANNER EN HUANCVELICA 2018"*. HUANCVELICA – PERÚ: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA.
- Cerveró Romero, F. (2009/2010). *LEAN CONSTRUCTION NUEVA FILOSOFIA DE GESTION EN LA CONSTRUCCION ESPAÑOLA*. VALENCIA: UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA.
- COSTA DE LO REYES, C. (2016). *ESTUDIO PARA DETERMINAR LA FACTIBILIDAD DE INTRODUCCIÓN DE LA FILOSOFÍA "LEAN CONSTRUCTION" EN LA ETAPA DE PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS, EN EMPRESAS PÚBLICAS Y PRIVADAS DE CIUDADES INTERMEDIAS, CASOS: CUENCA Y LOJA*. ECUADOR , CUENCA: UNIVERSIDAD DE CUENCA.

DEVILLE DEL ÁGUILA , ALEJANDRO ; GALLO RENTERIA , GIAN PEDRO . (2017). *CONTRIBUCION DE LEAN CONSTRUCTION PARA ALCANZAR LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE*. LIMA: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.

Deville del Aguila, A., & Gallo Renteria, G. P. (2017). *CONTRIBUCIÓN DE LEAN CONSTRUCTION PARA ALCANZAR LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE* . LIMA: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.

Edifica, G. (25 de Agosto de 2011). *Procedimiento de sectorización* . Obtenido de Procedimiento de sectorización : <https://es.slideshare.net/GrupoEdifica/2-procedimiento-para-la-sectorizacin-25082011>

Ernest, W. (25 de MAYO de 2018). *Planficación de avance , tiempo y costo*. Obtenido de Planficación de avance, tiempo y costo.: http://www.ucipfg.com/Repositorio/MAP/MAPD-05/BLOQUE-ACADEMICO/UNIDAD4/Curva_S.pdf

Eyzaquire Vela, R. R. (2015). *POTENCIANDO LA CAPACIDAD DE ANÁLISIS Y COMUNICACIÓN DE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN, MEDIANTE HERRAMIENTAS VIRTUALES BIM 4D DURANTE LA ETAPA DE PLANIFICACIÓN*. ILIMA: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.

finanzas, m. d. (2018). reglamento de la Ley N° 30225, ley de contrataciones del estado.

FORESIGHT, R. E. (3 de ENERO de 2020). *REAL ESTATE FORESIGHT*. Obtenido de REAL ESTATE FORESIGHT: <https://4srealestate.com/7-causas-que-provocan-perdidas-en-el-proceso-de-construccion/>

Fundación Wikimedia, I. (5 de agosto de 2019). *Wikimedia*. Obtenido de Wikimedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Obra_pública

GREIVIN DE LOS ÁNGELE, S. A. (2017). *Aplicación de Lean Construction a través de la metodología Last Planner a proyectos de vivienda social de FUPROVI*. COSTA RICA: INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA.

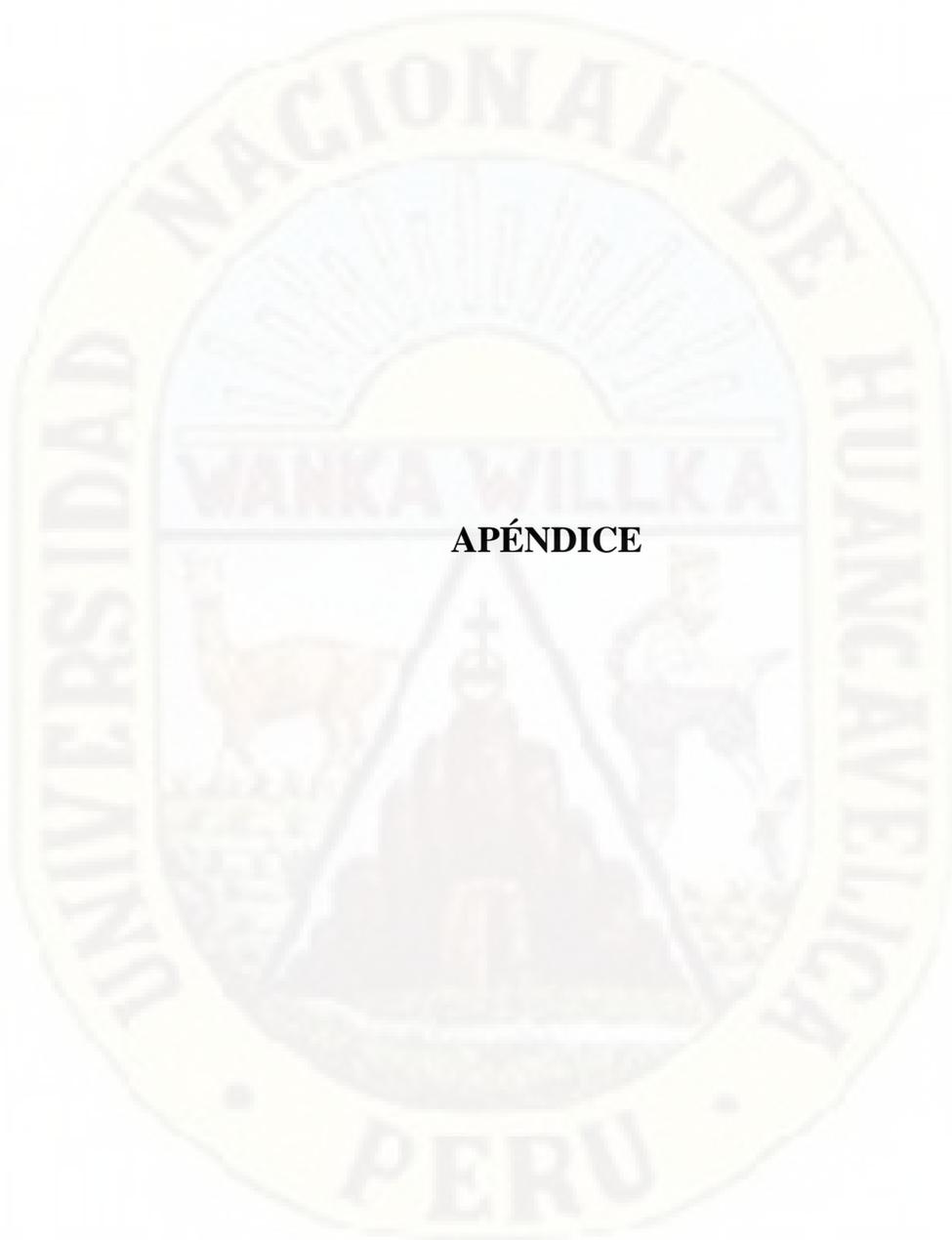
group, k. (29 de Mayo de 2019). *Tren de Actividades* . Obtenido de Tren de Actividades : <https://kykconsulting.pe/tren-de-actividades/>

HEFLO. (2015). *HEFLO*. Obtenido de HEFLO: <https://www.heflo.com/es/definiciones/mejora-continua/>

IBÁÑEZ VALENZUELA, F. I. (2018). *ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DEL LEAN CONSTRUCTION EN CHILE*. SANTIAGO DE CHILE: UNIVERSIDAD DE CHILE.

Kerlinger, F. (2008). *Investigación del comportamiento*. Mexico D.F.: McGraw Hill.

- Koskela, L. (1992). *Aplicación de la nueva filosofía de producción a la construcción*. Stanford : Stanford University .
- Koskele, L. (1992). *Aplicación de la nueva filosofía de producción a la construcción*. Stanford : Stanford University .
- LYON VIAL, A. (2018). *APLICACIÓN DEL ENFOQUE LEAN A LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN*. SANTIAGO DE CHILE: UNIVERSIDAD DE CHILE.
- Melendez, W. (2011). *Técnicas de Investigación Cuantitativa*. Lima: Crea.
- Moreno, M. M. (2010). *Filosofía Lean aplicada a la Ingeniería del Software*. SEVILLA: UNIVERSIDAD DE SEVILLA.
- Pons Achell, J. F. (2014). *INTRODUCCIÓN A LEAN CONSTRUCTION*. C/ Rivas, 25 - 28052 Madrid: Fundación Laboral de la Construcción.
- QUIÑONEZ, P. E. (2019). *Mejoramiento del desempeño de la construcción al implementar Lean Construction en el control de la producción en una obra de infraestructura aérea en Arequipa, Perú, en el año 2017*. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Quispe Mitma, R. E. (2017). *Aplicación de "lean construction" para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica, 2017*. Lima-peru: escuela de post grado universidad cesar vallejo.
- reyes, s. y. (1996). *Metodología de la Investigación*. México: Editorial Mc Graw Hill,.
- SAMAME, R. (2020). *BSG Institute*. Obtenido de BSG Institute: <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/Que-es-Lean-Construction-83>
- Sampieri, R. H. (2010). *Metodología de la Investigación*. Cuarta Edición.
- SIERRA.R. (1995). *Técnica de investigación social*. MEXICO: PARANINFO.
- SPW. (28 de AGOSTO de 2019). *SPW*. Obtenido de SPW: http://www.spw.cl/proyectos/apuntes2/cap_10.htm
- Supremo, D. (2019). *Ley de Contrataciones del Estado*. Lima: Lima.
- Supremo, D. (2019). *Ley de Contrataciones del estado* . Lima: Lima .
- Supremo, D. (2019). *Ley de Contrataciones del Estado* . Lima : Lima.
- Supremo, D. (2019). *Ley de Contrataciones del Estado* . Lima: Lima.



APÉNDICE

**Apéndice N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA
COMPARACIÓN CON LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION Y EL MÉTODO TRADICIONAL EN LA OBRA:
“MEJORAMIENTO DE LA EAP DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA –HUANCAMELICA”.**

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p>Problema General: ¿Cuál de las metodologías; filosofía lean construction y el método tradicional, es más óptimo para la obra: mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria –Huancavelica?</p> <p>Problema Específico</p> <p>1.- ¿Cuál es más óptimo el sistema de ejecución de proyectos ajustados (Lean Project Delivery System LPDS), y el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”?</p> <p>2.- ¿Cuál es más eficiente ejecuciones integradas al proyecto (IPD) y el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”?</p> <p>3.- ¿Cuál es más competente el último sistema de planificación (Last Planner System) y el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”?</p> <p>4.- ¿Cuál es más óptimo en la Medición de Pérdida y el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”?</p>	<p>Objetivo General: Determinar cuál es más óptimo, filosofía lean construction y el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>1.- Determinar cuál es más óptimo el sistema de ejecución de proyectos ajustados (Lean Project Delivery System LPDS), y el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.</p> <p>2.- Determinar la eficiencia de ejecuciones integradas al proyecto (IPD) y el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.</p> <p>3.- Determinar la eficacia en el último sistema de planificación (Last Planner System) y el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.</p> <p>4.- Determinar cuál es más óptimo en la Medición de Pérdida y el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.</p>	<p>Hipótesis General: La aplicación de la filosofía lean construction es más óptimo que el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.</p> <p>Hipótesis Específico:</p> <p>1.- la aplicación del sistema de ejecución de proyectos ajustados (Lean Project Delivery System LPDS), tendrá mayor eficiencia ante el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.</p> <p>2.- La ejecución integrada al proyecto (IPD) es más eficiente que el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.</p> <p>3.- El último sistema de planificación (Last Planner System) será más eficaz que el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.</p> <p>4.- La Medición de Pérdida es más óptimo que el método tradicional de la obra: “mejoramiento de la EAP de Ingeniería Ambiental y Sanitaria - de Huancavelica”.</p>	<p>Variable 1. LEAN CONSTRUCTION</p> <p>Dimensiones.</p> <p>D1. Sistema de ejecución de proyectos ajustados. D2. Ejecuciones integradas al proyecto. D3. El último sistema de planificación. D4. Medición de pérdida.</p> <p>Variable 2. MÉTODO TRADICIONAL</p> <p>Dimensiones.</p> <p>D1. Formulación D2. Planificación. D2. Programación. D3. Ejecución del proyecto.</p>	<p>Tipo de investigación; Aplicada nivel de investigación; Descriptivo Comparativo Diseño de investigación; no experimental transversal.</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>Donde: M : Muestra de Estudio. X1 X2 : Variable de Filosofía de Lean Construction y método tradicional. Y1 Y2 : resultados obtenidos de la eficiencia y eficacia. O1 O2 : Observaciones – mediciones, de los sistemas constructivos: de Filosofía de Lean Construction y método tradicional.</p> <p>Expresando la comparación entre ambos sistemas constructivos, Estableciendo la igual (=), semejanza (≈), o diferencia (≠).</p> <p>POBLACIÓN: Obra: Mejoramiento de la EAP, Ingeniería Ambiental y Sanitaria- Huancavelica, y personal involucrado en la inversión de la ejecución del proyecto.</p>

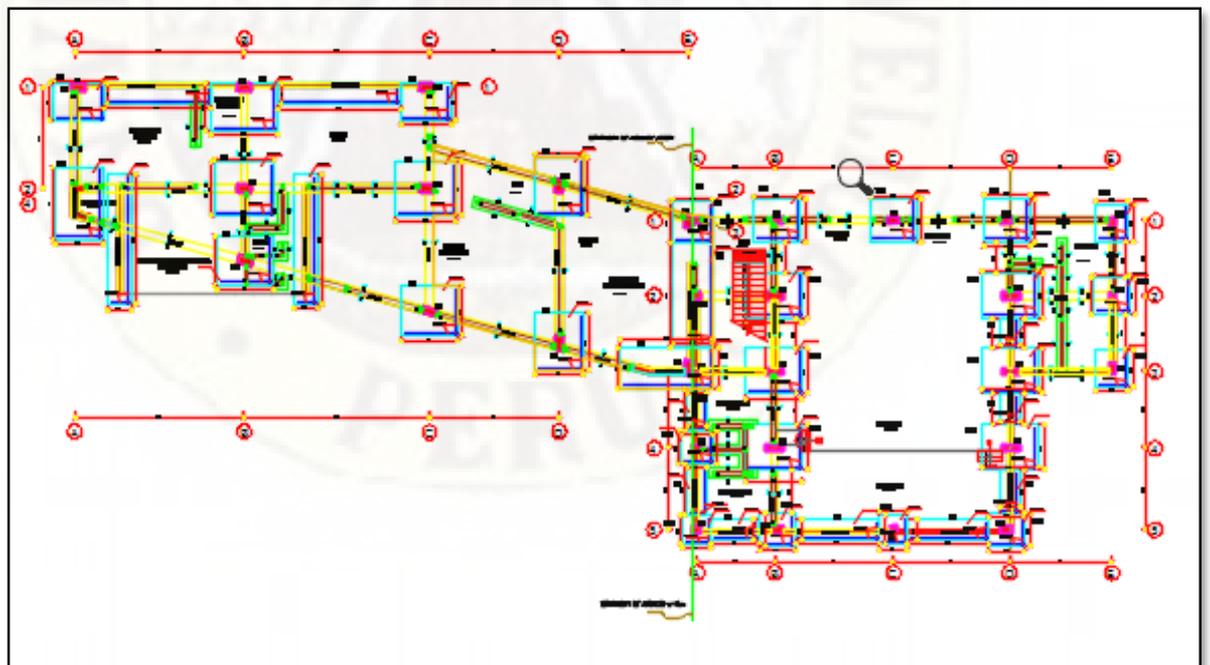
Apéndice N° 02: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES COMPARACIÓN CON LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION Y EL MÉTODO TRADICIONAL EN LA OBRA: “MEJORAMIENTO DE LA EAP DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA –HUANCAVELICA”.

VARIABLE	DIMENCIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION	sistema de ejecución de proyectos ajustados	Proceso de colaboración integral. alineación de objetivos de los diferentes agentes involucrados, recursos y restricciones en las etapas de proyecto, diseño, suministro, ejecución y mantenimiento	Ordinal y Nominal
	ejecuciones integradas al proyecto	Optimizar resultados, incrementar el valor, minimizar desperdicios e incrementar la eficiencia a lo largo del proceso.	
	el último sistema de planificación	Diseñado para entregar un flujo de trabajo fiable y un aprendizaje rápido. Las prácticas que se llevarán a cabo, y las prácticas que ya se han llevado a cabo.	
	Medición de Pérdida	Estudio cuantitativo del tiempo de permanencia en obra de los trabajadores. A través del análisis de la distribución del tiempo de las cuadrillas se estima la productividad y se detectan las actividades a optimizar.	
VARIABLE	DIMENCIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
MÉTODO TRADICIONAL	Formulación	Es la etapa del diseño del proyecto, lo que significa sistematizar, un conjunto de posibilidades técnicamente viables, para alcanzar los objetivos y solucionar el problema que motivó su inicio.	Ordinal y Nominal
	Planificación	Cronogramas tales como diagramas de Gantt para del crecimiento adentro del ámbito del proyecto.	
	Programación	Plan o programa de actividades, Forma de realizar una actividad. (SPW, 2019)	
	Ejecución de proyectos	Técnicas constructivas, relación con la dirección facultativa. (ardila, 2019)	



(Apéndice N° 03)
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE
HUANCVELICA**
(Creada por Ley N° 25265)
**FACULTAD DE CIENCIAS INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

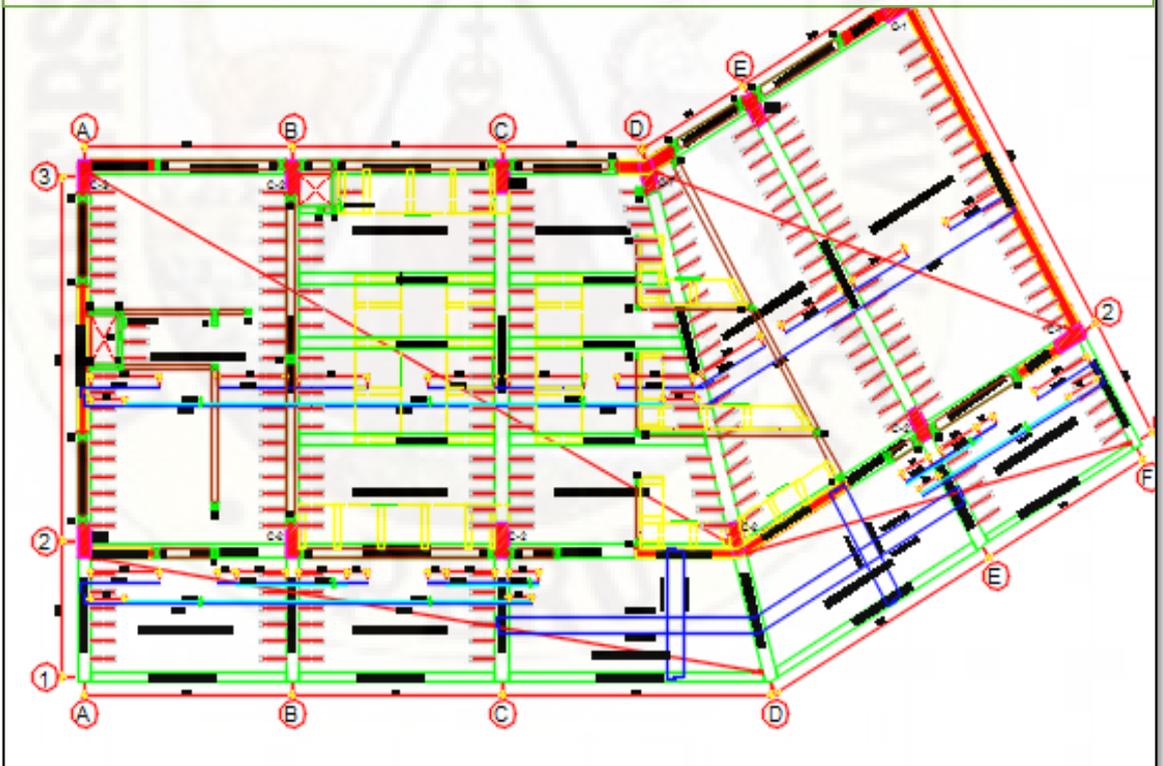
PLANOS



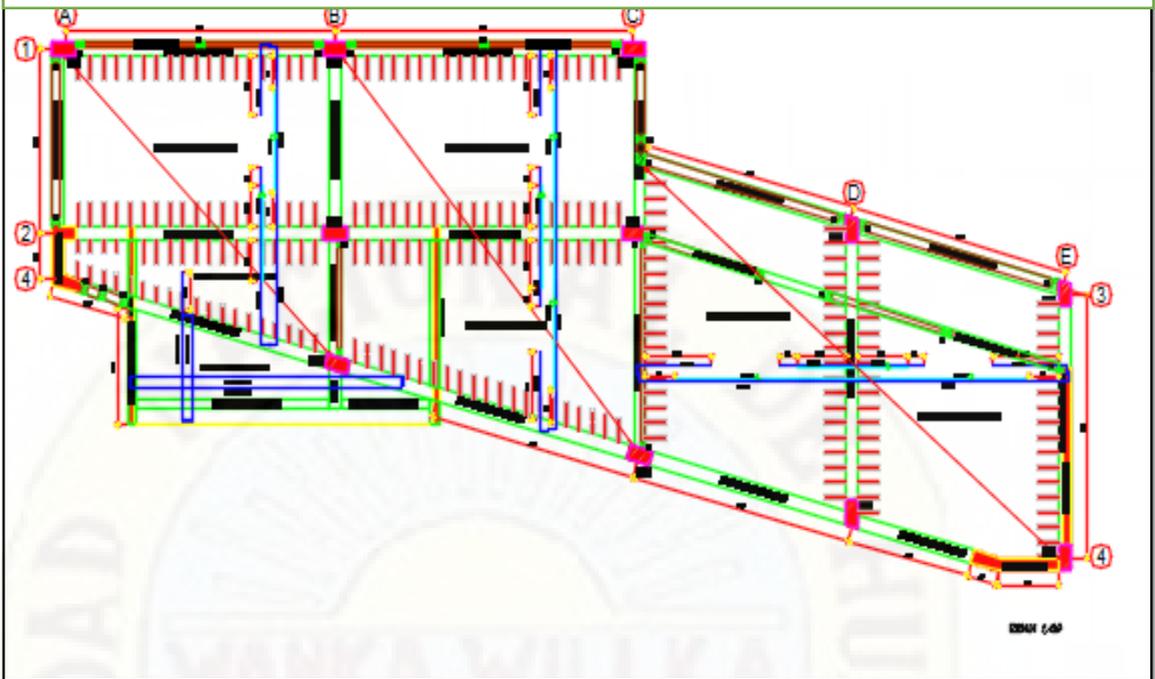
LOSA ALIGERADA ESTRUCTURAS MODULO ACADÉMICO



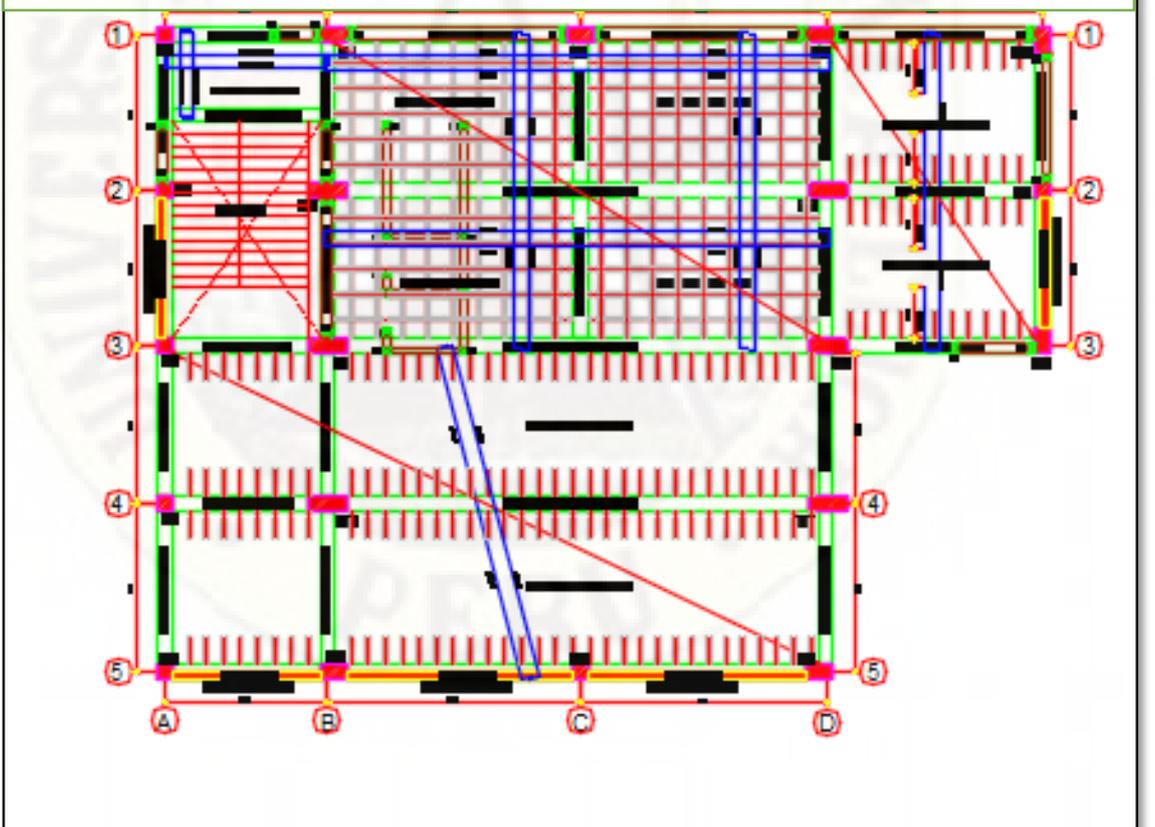
LOSA ALIGERADA ESTRUCTURAS MODULO ACADÉMICO



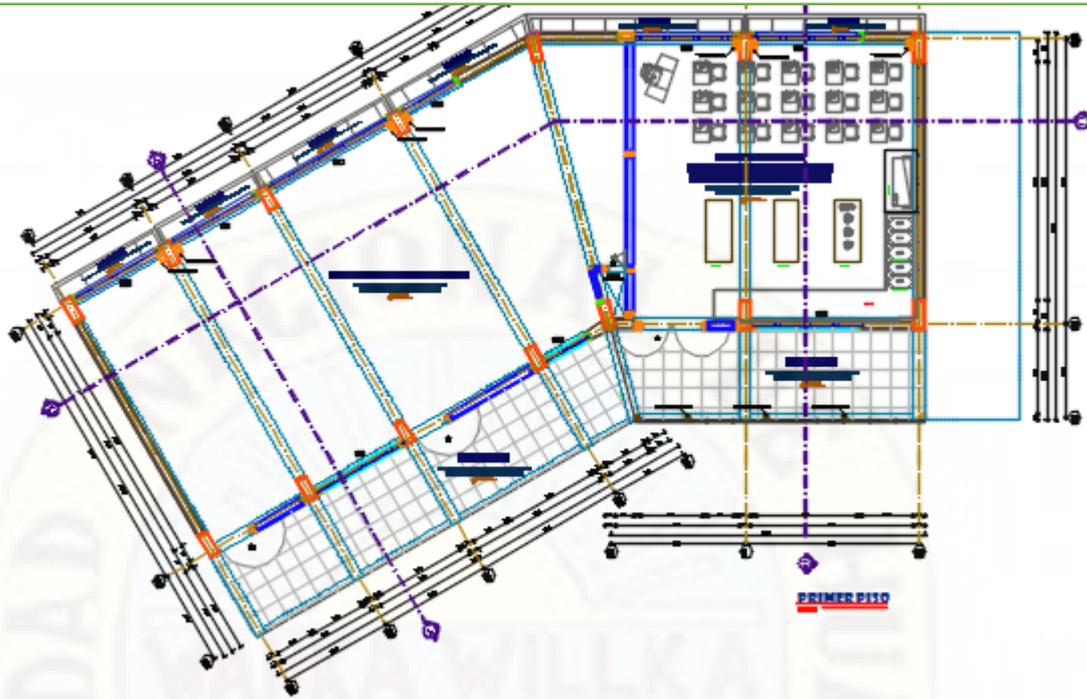
LOSA ALIGERADA ESTRUCTURAS MODULO



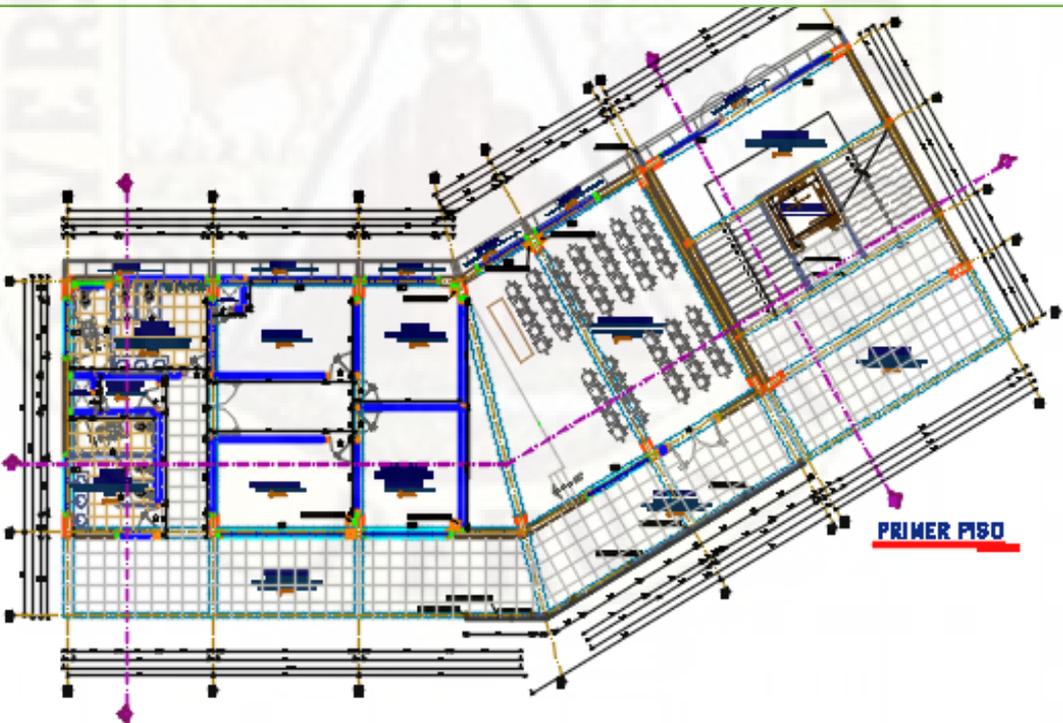
LOSA ALIGERADA ESTRUCTURAS MODULO



PLANO DE ARQUITECTURA MODULO ACADÉMICO BLOQUE A



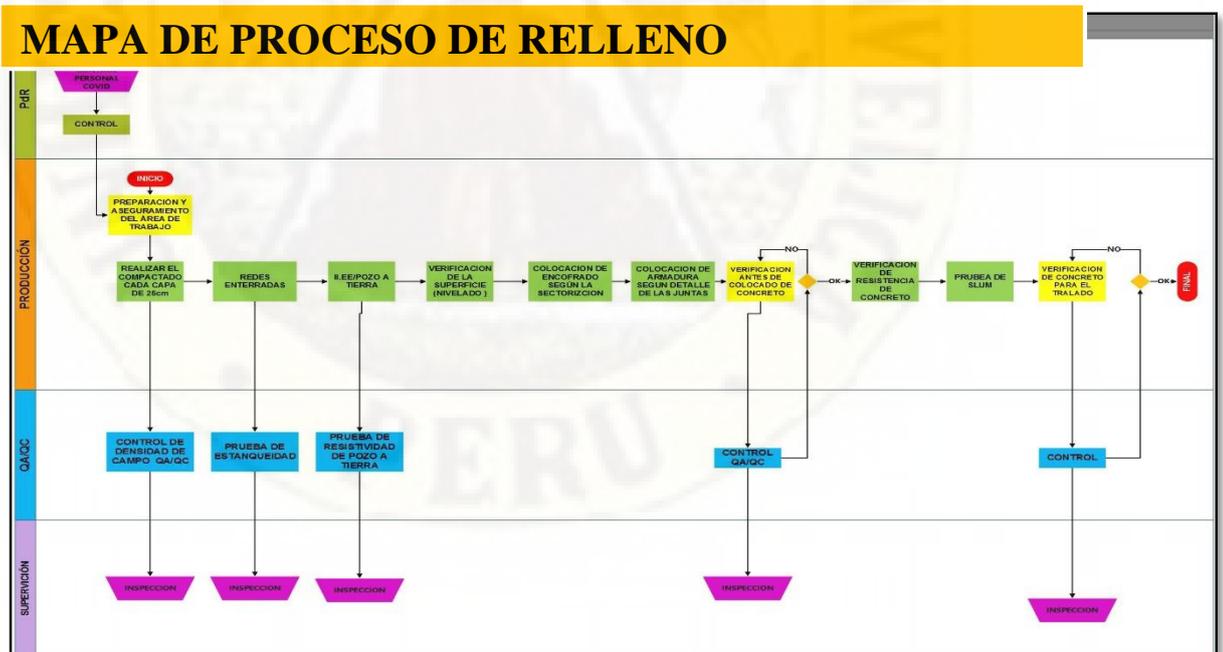
PLANO DE ARQUITECTURA MODULO ACADÉMICO BLOQUE B





(Apéndice N° 04)
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
 (Creada por Ley N° 25265)
FACULTAD DE CIENCIAS INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FLUJO DE PROCESOS

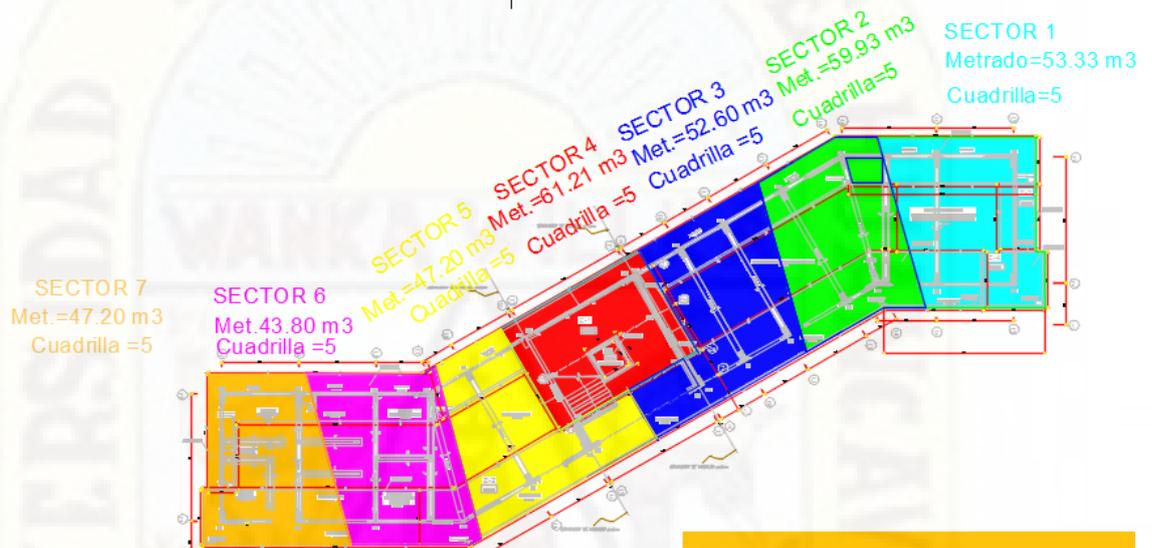




(Apéndice N° 05)
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE
HUANCAVELICA**
(Creada por Ley N° 25265)
**FACULTAD DE CIENCIAS INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

PLANOS DE SECTORIZACION

MODULO ACADÉMICO



MODULO ADMINISTRATIVO





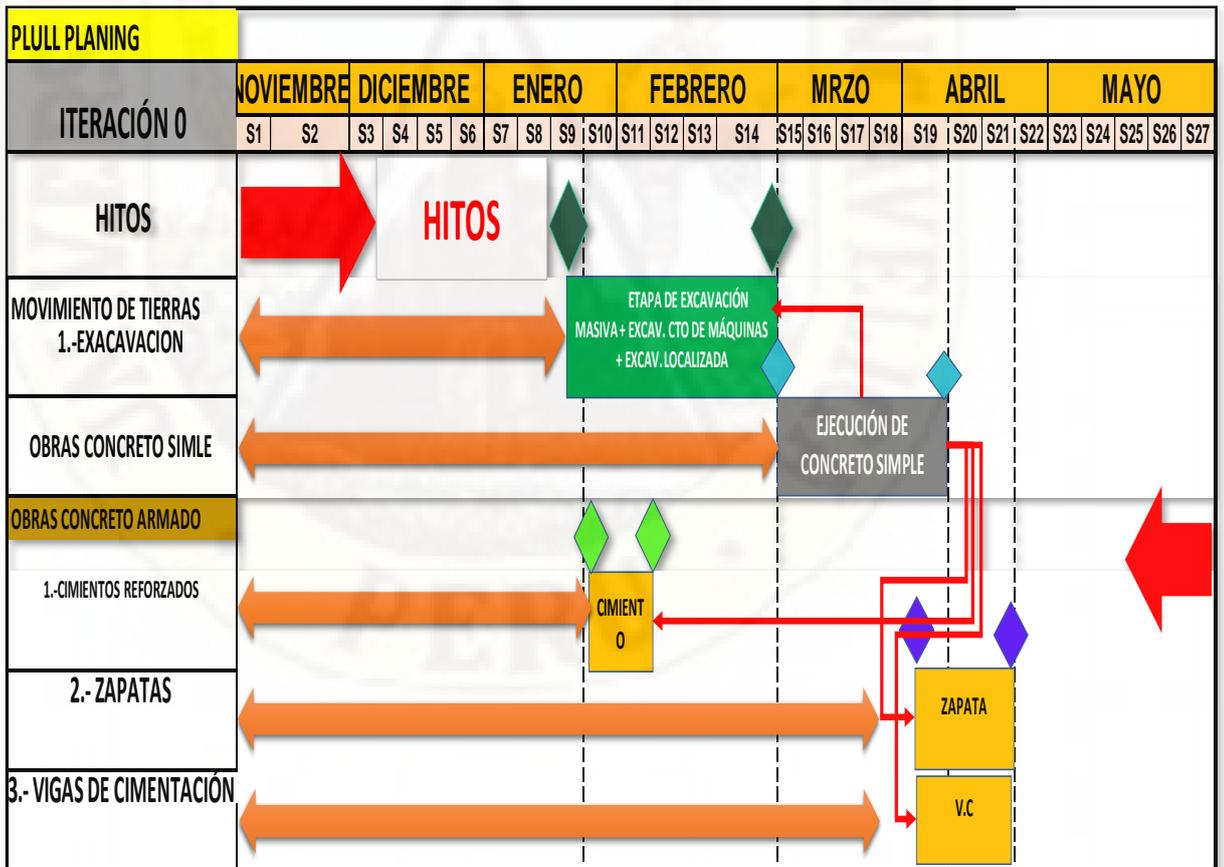
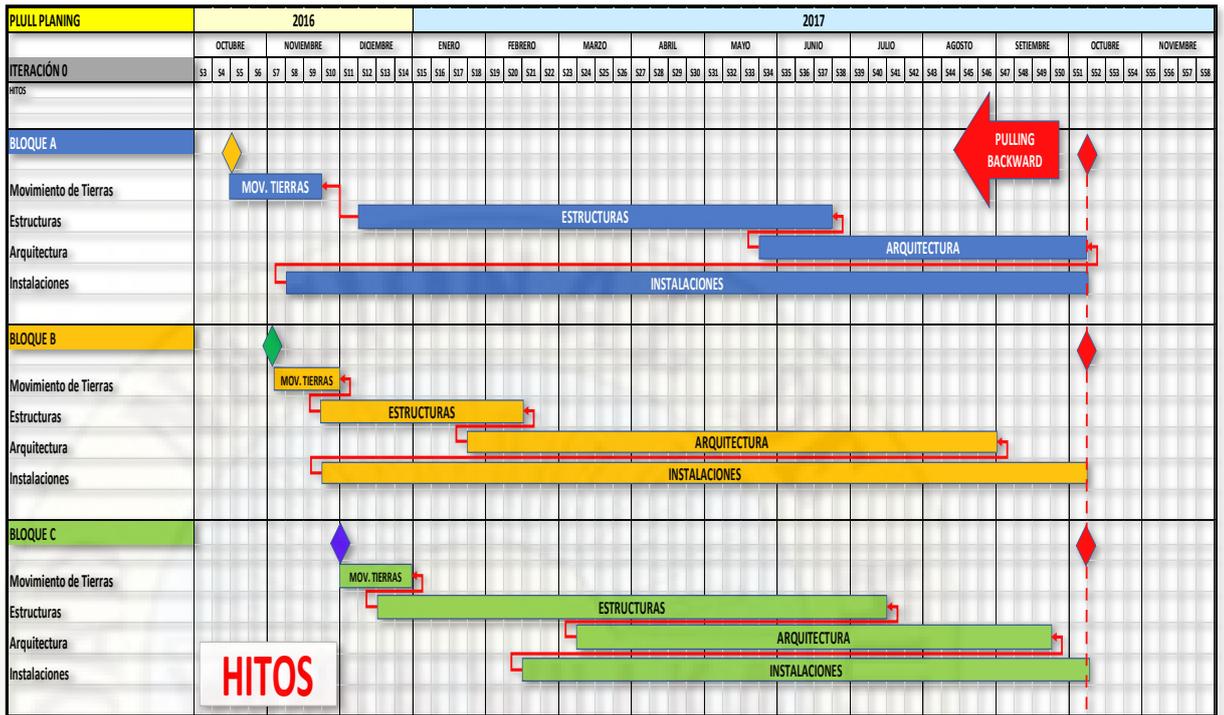
(Apéndice N° 06)
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
 (Creada por Ley N° 25265)
FACULTAD DE CIENCIAS INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

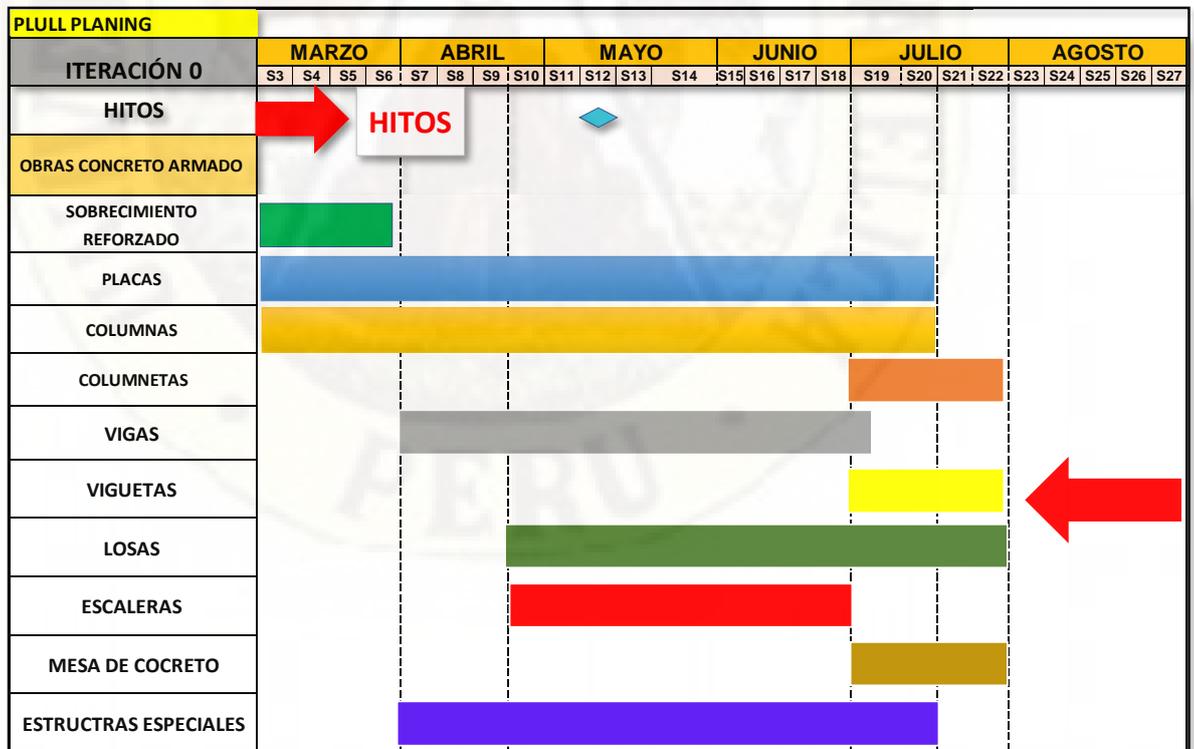
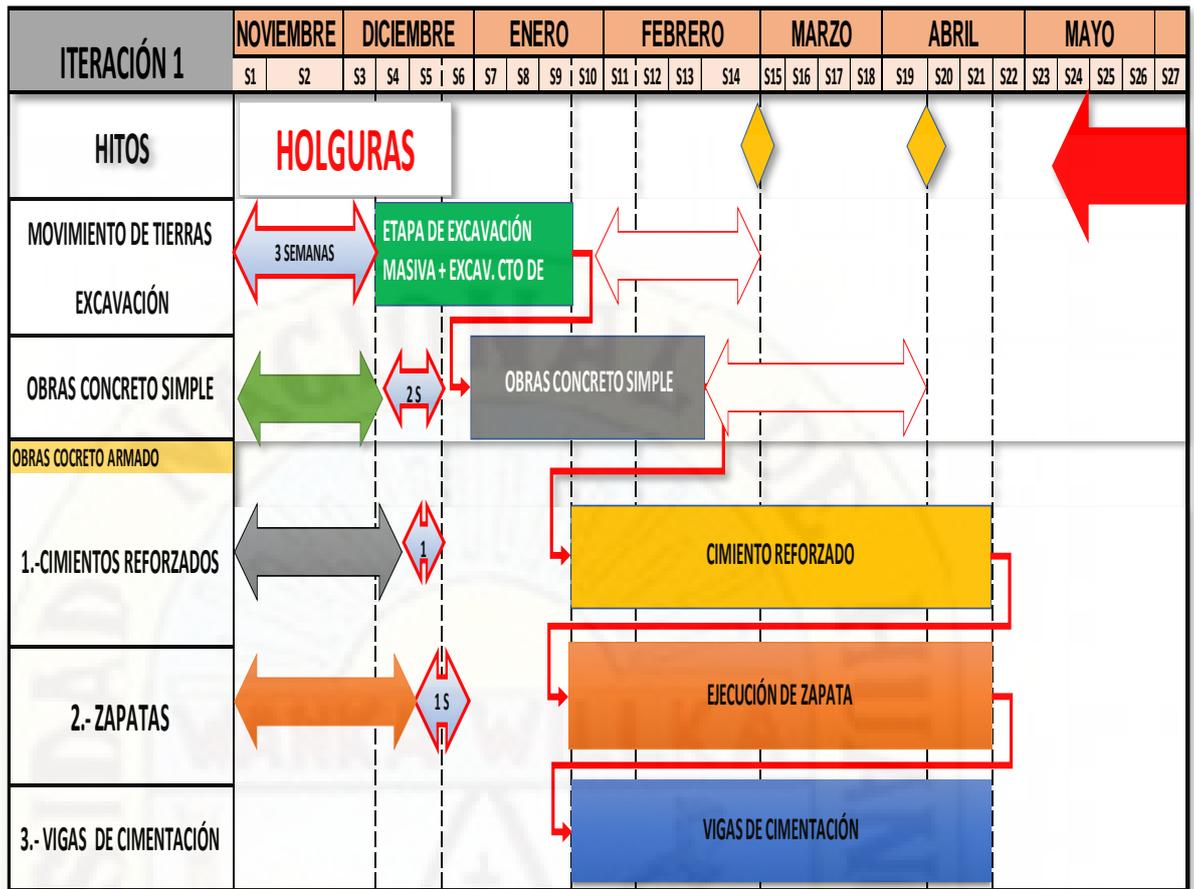
PROGRAMACION EN LEAN CONSTRUCTION

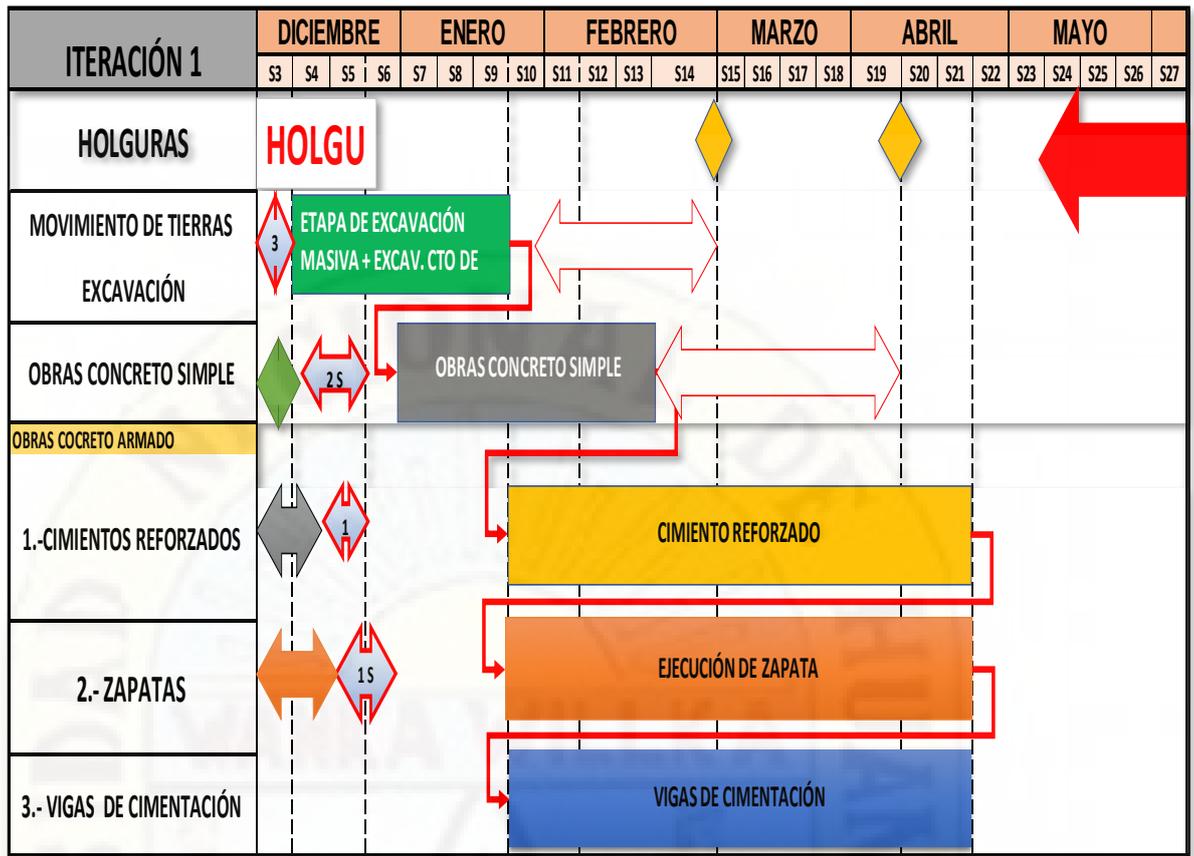
		SECUENCIA DE ACTIVIDADES							UNH-TESIS -2020	
		ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:				Versión 00		
		TESISTAS	ASESOR	ASESOR				25/03/2020		
									Página 1 de 2	
NOMBRE DE PROYECTO:		TESISTAS					SEMANA:			
"MEJORAMIENTO DE LA EAP DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA –HUANCVELICA".		GAYMO LUIS PEREZ MUÑOZ , WILIAM CESAR								
CLIENTE:		SECTOR					FECHA :			
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA		CONSTRUCCIÓN								
PARTIDA DE CONTROL	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	UND	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	RESTRICCIONES
			01	02	03	04	05	06	07	
	TRABAJO PRELIMINAR									
	Limpeza de Terreno Manual									
	Trazo, Nivelación y Replanteo Preliminar									
	Trazo, Nivelación y Replanteo Durante el proceso.									
	Excavación de zanjas									
	Perfilado de Excavacion									
	Relleno con Material Propio									
	Eliminación de Material Excedente.									
	Nivelación Interior y Apisonado									
	CIMENTACIÓN DE CONCRETO SIMPLE									
	Trazo y Replanteo									
	Colocación de poliestireno expandido.									
	Acero en Cimientos Armados									
	Acero (Inc. Acero placas y Columnas)									
	Acero en vigas de cimentación									
	Encofrado y Desencofrado de viga de cimentación									
	Encofrado y Desencofrado de Cimiento Armado									
	Concreto en Zapata f' c=210 kg/cm2									
	Concreto en vigas de cimentación									
	Concreto en Cimientos Armados f' c=210 kg/cm2									
	Curado									

ELABORADO POR:		APROBADO POR:							FIRMA:
NOMBRE:		NOMBRE:							
CARGO:		CARGO:							
FECHA:		FECHA:							

Formato de Secuencia de actividades

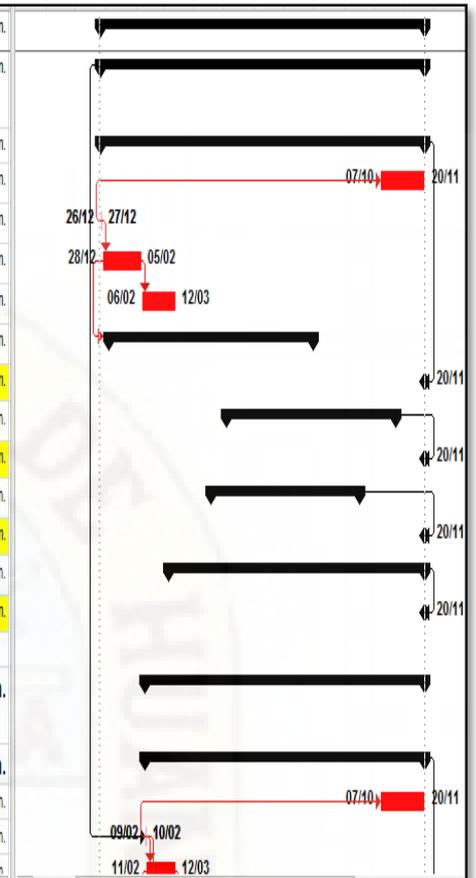






OBRA : "AMBIENTAL SANITARIA "																														
Descripción de Actividades	# DIA	D 57	D 58	D 59	D 60	D 61	D 62	D 63	D 64	D 65	D 66	D 67	D 68	D 69	D 70	D 71	D 72	D 73	D 74	D 75										
	MES	ene	feb																											
	DIA	20	21	23	24	25	26	27	28	30	31	01	02	03	04	06	07	08	09	10										
	DURACION	vie	sáb	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	lun	mar	mié	jue	vie										
1 Sub Zapata y/o Falsa Zapata	7	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7																						
2 Solado Para Zapata	7	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7																						
	0																													
CIMENTACION CONCRETO ARMADO																														
1 Trazo y Replanteo	7											S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7												
2 Acero en Cimientos Armados												S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7												
3 Acero (Inc. Acero placas y Columnas)	7											S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7												
4 Encofrado y Desencofrado de Cimiento Armado												S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7												
4 Colocación de poliestireno expandido.	7											S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7												

PROYECTO	330 días	26/12/16 08:00 a.m.	20/11/17 10:00 p.m.
BLOQUE ACADÉMICO Y SERVICIOS COMPLEMENTARIOS MÓDULO B	330 días	26/12/16 08:00 a.m.	20/11/17 10:00 p.m.
ESTRUCTURAS	330 días	26/12/16 08:00 a.m.	20/11/17 05:00 p.m.
OBRAS PROVISIONALES	45 días	07/10/17 08:00 a.m.	20/11/17 05:00 p.m.
TRABAJOS PRELIMINARES	2 días	26/12/16 08:00 a.m.	27/12/16 05:00 p.m.
MOVIMIENTO DE TIERRAS	40 días	28/12/16 08:00 a.m.	05/02/17 05:00 p.m.
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	35 días	06/02/17 08:00 a.m.	12/03/17 05:00 p.m.
CONCRETO ARMADO	208 días	04/01/17 08:00 a.m.	30/07/17 05:00 p.m.
HITO N°01:Entrega de Estructura	0 días	20/11/17 10:00 p.m.	20/11/17 10:00 p.m.
ARQUITECTURA	173 días	03/05/17 08:00 a.m.	22/10/17 05:00 p.m.
HITO N°02:Entrega de Arquitectura	0 días	20/11/17 10:00 p.m.	20/11/17 10:00 p.m.
INSTALACIONES ELECTRICAS	151 días	18/04/17 08:00 a.m.	15/09/17 05:00 p.m.
HITO N°03:Entrega de Instalaciones Electricas	0 días	20/11/17 10:00 p.m.	20/11/17 10:00 p.m.
INSTALACIONES SANITARIAS	260 días	06/03/17 08:00 a.m.	20/11/17 05:00 p.m.
HITO N°04:Entrega de Instalaciones Sanitarias	0 días	20/11/17 10:00 p.m.	20/11/17 10:00 p.m.
BLOQUE ADMINISTRATIVO Y SERVICIOS COMPLEMENTARIOS MÓDULO A	285 días	09/02/17 08:00 a.m.	20/11/17 10:00 p.m.
ESTRUCTURAS	285 días	09/02/17 08:00 a.m.	20/11/17 05:00 p.m.
OBRAS PROVISIONALES	45 días	07/10/17 08:00 a.m.	20/11/17 05:00 p.m.
TRABAJOS PRELIMINARES	2 días	09/02/17 08:00 a.m.	10/02/17 05:00 p.m.
MOVIMIENTO DE TIERRAS	30 días	11/02/17 08:00 a.m.	12/03/17 05:00 p.m.



BLOQUE ADMINISTRATIVO Y SERVICIOS COMPLEMENTARIOS MÓDULO A	285 días	09/02/17 08:00 a.m.	20/11/17 10:00 p.m.
ESTRUCTURAS	285 días	09/02/17 08:00 a.m.	20/11/17 05:00 p.m.
OBRAS PROVISIONALES	45 días	07/10/17 08:00 a.m.	20/11/17 05:00 p.m.
TRABAJOS PRELIMINARES	2 días	09/02/17 08:00 a.m.	10/02/17 05:00 p.m.
MOVIMIENTO DE TIERRAS	30 días	11/02/17 08:00 a.m.	12/03/17 05:00 p.m.
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	35 días	13/03/17 08:00 a.m.	16/04/17 05:00 p.m.
CONCRETO ARMADO	108 días	17/04/17 08:00 a.m.	02/08/17 05:00 p.m.
HITO N°05:Entrega de Estructuras	0 días	20/11/17 10:00 p.m.	20/11/17 10:00 p.m.
ARQUITECTURA	105 días	07/06/17 08:00 a.m.	19/09/17 05:00 p.m.
MUROS Y TABIQUERIA DE ALBAÑILERIA	30 días	07/06/17 08:00 a.m.	06/07/17 05:00 p.m.
REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS	30 días	22/07/17 08:00 a.m.	20/08/17 05:00 p.m.
CIELO RASOS	30 días	29/07/17 08:00 a.m.	27/08/17 05:00 p.m.
PISOS Y PAVIMENTOS	30 días	05/08/17 08:00 a.m.	03/09/17 05:00 p.m.
ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS	15 días	05/08/17 08:00 a.m.	19/08/17 05:00 p.m.
ENCHAPADOS	15 días	05/08/17 08:00 a.m.	19/08/17 05:00 p.m.
CARPINTERIA DE MADERA	15 días	29/08/17 08:00 a.m.	12/09/17 05:00 p.m.
CARPINTERIA METALICA Y HERRERIA	15 días	29/08/17 08:00 a.m.	12/09/17 05:00 p.m.
CERRAJERIA	15 días	15/08/17 08:00 a.m.	29/08/17 05:00 p.m.
PINTURA	15 días	14/08/17 08:00 a.m.	28/08/17 05:00 p.m.
CUBIERTAS	7 días	13/09/17 08:00 a.m.	19/09/17 05:00 p.m.
VARIOS	30 días	22/06/17 08:00 a.m.	21/07/17 05:00 p.m.
HITO N°06:Entrega de Arquitectura	0 días	20/11/17 10:00 p.m.	20/11/17 10:00 p.m.

