

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

“Aplicación de la metodología Last Planner System en el mejoramiento de la productividad de la construcción de la institución educativa N° 776591

Porvenir – Trujillo”

Área de Investigación:
Gestión de Proyectos de la Construcción

Autor:
Br. Mas Yoplac Ana Rosa

Jurado Evaluador:
Presidente: Ing. Manuel Alberto Vertiz
Secretario: Ing. Carmen Geldres Sánchez
Vocal: Ing. Marcelo Merino Martínez

ASESOR:
Ing. Medina Carbajal Lucio Sigifredo
Codigo Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4733-4959>

TRUJILLO – PERÚ
2022

Fecha de sustentación: 23/12/2022

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

“Aplicación de la metodología Last Planner System en el mejoramiento de la productividad de la construcción de la institución educativa N° 776591

Porvenir – Trujillo”

Área de Investigación:
Gestión de Proyectos de la Construcción

Autor:
Br. Mas Yoplac Ana Rosa

Jurado Evaluador:
Presidente: Ing. Manuel Alberto Vertiz
Secretario: Ing. Carmen Geldres Sánchez
Vocal: Ing. Marcelo Merino Martínez

ASESOR:
Ing. Medina Carbajal Lucio Sigifredo
Codigo Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4733-4959>

TRUJILLO – PERÚ
2022

Fecha de sustentación: 23/12/2022

DEDICATORIA

A mis padres Rosario Yoplac y Roger Mas, por haberme formado y quienes son el soporte de cada uno de mis logros. ¡Todo esto valió la pena y juntos podemos decir, lo logramos!

Br. Mas Yoplac Ana Rosa

AGRADECIMIENTO

A:

En primer lugar, a Dios por darme la fuerza y guiar mi camino, para poder lograr culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres, Roger y Rosario, por ser los pilares de mi vida, y brindarme su apoyo incondicional durante todos estos años, lo gramos. A Mateo y Roxana, por ser sus compañeros incondicionales, y por quererme como una hija, gracias por cada uno de sus consejos.

A todos los que fueron parte y aportaron en mi crecimiento personal y profesional.

A mi grupo de Danzas Folkloricas UPAO, porque hicieron que mis días universitarios sean menos tediosos y siempre me sacaban una sonrisa.

A mi asesor de tesis, por la paciencia y el apoyo brindado, y también al Ing. Antero López, por guiarme e impulsarme, nada de esto sería posible sin su ayuda.

Y, por último, a toda mi familia, amigos que han contribuido con un granito de arena durante todos estos años, por su paciencia, comprensión y amor incondicional. Solo me queda decir, lo logramos.

RESUMEN

Ante el sistema de gestión convencional que se desarrolla en la ejecución de obras, se denotó diversos tipos de inconvenientes lo cual impide el óptimo desarrollo de la construcción de obras, es por ello que este análisis se enfoca en el mejoramiento de la productividad a través de la metodología Last Planner System en la Institución Educativa escolarizada en AA, HH. Alto Trujillo Barrio 6a con código Local N° 776591 en el distrito de El Porvenir. Se inició definiendo los procesos constructivos de las partidas de estructuras y al mismo tiempo clasificando los trabajos por trabajo productivo, trabajo contributivo y trabajo no contributivo, ya que con ello descubriremos y analizaremos las dificultades presentadas para desarrollar un buen trabajo en obra.

Posteriormente, a través de los principios de sistema Last Planner se sectorizó el proyecto a analizar, se organizó el tren de actividades, plan maestro, LookAhead Planning y Weekly Planning para obtener un planeamiento de forma general que nos permita visualizar todas las partidas en lo largo de 10 meses con la finalidad principal de controlar la unidad de producción para la mejora continua obteniendo así, un incremento en la productividad de la ejecución de obra; el proyecto está incluido dentro de los planes intermedios y planes semanales que nos permitió controlar las unidades de producción

Todo lo analizado tiene el propósito de la mejorar del desarrollo de las actividades de la Institución Educativa escolarizada en AA, HH. Alto Trujillo Barrio 6a con código Local N° 776591 en el distrito de El Porvenir por lo cual se obtuvo que el Tiempo Productivo (TP) 42%, Tiempo Contributivo (TC) 47% Y Tiempo No Contributivo (TNC) 11% el cual indica que en promedio 15 días se tomó para realizar la construcción de la institución de manera convencional, mientras tanto, con la propuesta planteada inicialmente se lograría en 11 días la mejora de productividad tomando la construcción del mismo. Concluyendo así, que la metodología aplicada que el sistema propuesto benefició en el aspecto de tiempo

y costo, logrando de esta forma un mayor rendimiento de productividad en la construcción de la Institución Educativa.

ABSTRACT

Given the conventional management system that is developed in the execution of works, various types of inconveniences were denoted which impede the optimal development of the construction of works, which is why this analysis focuses on improving productivity through the Last Planner System methodology in the Educational Institution enrolled in AA, HH. Alto Trujillo Barrio 6a with Local code No. 776591 in the district of El Porvenir. It began by defining the construction processes of the items of structures and at the same time classifying the works by productive work, contributory work and non-contributory work, since with this we will discover and analyze the difficulties presented to develop a good work on site.

Subsequently, through the principles of the Last Planner system, the project to be analyzed was sectorized, the train of activities, master plan, LookAhead Planning and Weekly Planning were organized to obtain a general planning that allows us to visualize all the items throughout of 10 months with the main purpose of controlling the production unit for continuous improvement, thus obtaining an increase in the productivity of the execution of work; the project is included in the intermediate plans and weekly plans that allowed us to control the production units

Everything analyzed has the purpose of improving the development of the activities of the Educational Institution enrolled in AA, HH. Alto Trujillo Barrio 6a with Local code No. 776591 in the district of El Porvenir, for which it was obtained that the Productive Time (TP) 42%, Contributory Time (TC) 47% and Non-Contributory Time (TNC) 11% which indicates that on average 15 days it took to carry out the construction of the institution in a conventional manner, meanwhile, with the proposal initially raised, the improvement of productivity would be achieved in 11 days by taking the construction of the same. Concluding in this way, that the applied methodology that the proposed system benefited in the aspect of time and cost, thus achieving a higher productivity performance in the construction of the Educational Institution.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Dando fiel cumplimiento a los requerimientos y normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos proporcionados por la Facultad de Ingeniería de nuestra casa de estudios “Universidad Privada Antenor Orrego”, en mira a la obtención del Título profesional de Ingeniero Civil, ponemos a disposición la presente tesis titulada:

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LAST PLANNER SYSTEM EN EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 776591 PORVENIR – TRUJILLO.

El contenido de la presente tesis fue desarrollado en base a los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra formación académica, apoyándonos en libros, revistas y otras investigaciones de características similares, así como el asesoramiento del Ing. Lucio Sigifredo Medina Carbajal.

Atentamente,

Br. Mas Yoplac Ana Rosa

Trujillo, 09 de diciembre del 2022

INDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
PRESENTACIÓN	viii
INDICE	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xiv
ÍNDICE DE GRAFICOS	xv
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xvi
ANEXOS	xvii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema de Investigación.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Justificación del estudio	2
II. MARCO DE REFERENCIA	3
2.1. Antecedentes del Estudio	3
2.2. Marco teórico	4
2.3. Marco Conceptual.....	19
2.4. Sistema de Hipótesis	22
III. METODOLOGÍA EMPLEADA	24
3.1. Tipo y nivel de investigación	24
3.2. Población y muestra de estudio.....	24

3.3. Diseño de investigación	24
3.4. Técnicas e Instrumentos de Investigación	24
3.5. Procesamiento y Análisis de Datos	25
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	26
4.1. Propuesta de investigación	26
4.2. Análisis e interpretación de resultados	26
4.3. Docimasia de hipótesis	100
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	101
CONCLUSIONES.....	102
RECOMENDACIONES	103
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104
ANEXOS	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	6
Tabla 2	22
Tabla 3	23
Tabla 4	30
Tabla 5	38
Tabla 6	38
Tabla 7	39
Tabla 8	39
Tabla 9	39
Tabla 10	40
Tabla 11	41
Tabla 12	41
Tabla 13	42
Tabla 14	42
Tabla 15	43
Tabla 16	43
Tabla 17	44
Tabla 18	44
Tabla 19	45
Tabla 20	46
Tabla 21	47
Tabla 22	47
Tabla 23	48
Tabla 24	48
Tabla 25	49
Tabla 26	49
Tabla 27	50
Tabla 28	50
Tabla 29	51

Tabla 30	52
Tabla 31	52
Tabla 32	53
Tabla 33	53
Tabla 34	54
Tabla 35	54
Tabla 36	55
Tabla 37	56
Tabla 38	59
Tabla 39	60
Tabla 40	62
Tabla 41	63
Tabla 42	66
Tabla 43	67
Tabla 44	67
Tabla 45	68
Tabla 46	68
Tabla 47	69
Tabla 48	69
Tabla 49	70
Tabla 50	71
Tabla 51	71
Tabla 52	73
Tabla 53	74
Tabla 54	75
Tabla 55	76
Tabla 56	76
Tabla 57	77
Tabla 58	78
Tabla 59	78
Tabla 60	79
Tabla 61	80
Tabla 62	80
Tabla 63	81

Tabla 64	82
Tabla 65	82
Tabla 66	83
Tabla 67	84
Tabla 68	84
Tabla 69	85
Tabla 70	94
Tabla 71	97
Tabla 72	97
Tabla 73	98
Tabla 74	99
Tabla 75	100

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.....	18
Ecuación 2.....	65

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfica 1.....	64
Gráfica 2.....	66
Gráfica 3.....	86
Gráfica 4.....	86
Gráfica 5.....	87
Gráfica 6.....	87
Gráfica 7.....	88
Gráfica 8.....	88
Gráfica 9.....	89
Gráfica 10.....	89
Gráfica 11.....	90
Gráfica 12.....	90
Gráfica 13.....	91
Gráfica 14.....	91
Gráfica 15.....	92
Gráfica 16.....	92
Gráfica 17.....	93
Gráfica 18.....	93
Gráfica 19.....	95
Gráfica 20.....	95
Gráfica 21.....	96
Gráfica 22.....	96

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	6
Ilustración 2	8
Ilustración 3	10
Ilustración 4	11
Ilustración 5	11
Ilustración 6	13
Ilustración 7	14
Ilustración 8	15
Ilustración 9	16
Ilustración 10	17
Ilustración 11	27
Ilustración 12	28
Ilustración 13	46
Ilustración 14	57
Ilustración 15	58
Ilustración 16	65

ANEXOS

Anexo 1	106
Anexo 2	107
Anexo 3	108
Anexo 4	109
Anexo 5	110
Anexo 6	111
Anexo 7	112
Anexo 8	113
Anexo 9	114
Anexo 10	115
Anexo 11	115
Anexo 12	116
Anexo 13	116
Anexo 14	117
Anexo 15	118
Anexo 16	119
Anexo 17	120

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de Investigación

Como es de conocimiento en la ingeniería civil se tienen diversas ramas o especialidades, siendo la rama de la gestión de proyectos de construcción que viene actualizándose de manera exponencial con diferentes software y procesos con los cuales se busca optimizar y aumentar la productividad en la construcción en de diferentes proyectos.

Se sabe que una ciudad emérgete lleva consigo un gran dinamismo económico por lo que las municipalidades invierten en obras publicas ya sean en edificación son las principales en las zonas urbanas y en las zonas emergentes ya sean colegios, viviendas multifamiliares, hospitales, etc.

Debido a este motivo, el crecimiento vertical y la manufactura que bridan estos proyectos a generado una búsqueda en la optimización de recursos y tiempo puesto que la logística y las restricciones que se tiene son altas, por lo cual la productividad de la obra se ve afectada y por ende su programación. En la actualidad existen distintos métodos para realizar una optimización de recursos y tiempo, con ello aumentar su productividad.

En el Perú la línea de gestión viene sufriendo cambios favorables, ello se pude evidenciar en los sistemas de gestión que viene empleando en la ciudad de lima la cual viene integrando la metodología last planner para la disminución de restricciones y el aumento de productividad en las partidas ejecutadas dentro de los proyectos.

Los datos obtenidos de las experiencias de la ciudad de lima nos dan como resultado un aumento de productividad de casi el 10%, ello nos permite contar con un cierto grado de confiabilidad para l aplicación de este método en la ciudad de Trujillo.

Por lo antes mencionado se busca implementar el método last planner como herramienta para la disminución de costos y tiempos en la construcción del colegio N°776591 y así poder optimizar la ejecución de la misma, pero sin perder la calidad del proceso constructivo.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General:

Determinar el mejoramiento de la productividad de la construcción del colegio N°776591 mediante la aplicación de la metodología Last Planner System.

1.2.2. Objetivos Específicos:

- Realizar la implementación de la metodología Last Planner System.
- Determinar la sectorización de la obra.
- Determinar el aumento en el porcentaje de la productividad de la obra.
- Determinar e identificar los problemas que se generen al aplicar las herramientas Last Planner System.
- Elaborar un cuadro comparativo entre los gastos realizados en actividades con y sin la metodología Last Planner System.

1.3. Justificación del estudio

La motivación para realizar el proyecto de tesis es lograr encontrar la metodología que mejor se adapte a las necesidades de la obra a ejecutar, por ello se optó por aplicar el método de Last Planner System para aumentar la productividad en la ejecución.

El proyecto permitirá ahondar en la importancia que tiene el utilizar metodologías que aumenten la productividad y con ello disminuyan la pérdida en recursos y tiempos así mismo el identifica que método se acopla mejor al tipo de obra que se realizara tanto sea en edificaciones, carreteras saneamiento etc.

Por lo mencionado la elaboración del proyecto es justificado debido a que podrá contribuir con el ahorro de gastos en la caja fiscal de las municipalidades al evitar adicionales de obra, así mismo se podrá evitar el retraso en obras de importancia y con ello perjudicar a la población usuaria.

Los resultados contribuirán a la realización de una guía para la adecuada programación de las actividades que se realizarán en obras que se encuentren alejadas de las capitales.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del Estudio

2.1.1. Internacionales

Ibáñez (2018) con la tesis e lleva por nombre “Análisis y definición de estrategia para la implementación de las herramientas del Lean Construction en Chile”. De acuerdo a los investigadores en Chile el sector de la construcción representa un 8.5% de empleabilidad, pero solo el 7% del PBI Nacional, se entiende que debido a estas cifras existe la posibilidad de aumentar la productividad en este sector. El objetivo es analizar el nivel de conocimiento que tienen los altos directivos y trabajadores del sector construcción sobre la filosofía Lean Construction y la utilización de herramientas como el Last Planner System. Como conclusión se llegó a que la implementación de las herramientas Lean Construction no tienen el impacto deseado si es que el recurso Humano no es capacitado de manera constante, por ello se hace énfasis en las capacitaciones que las empresas deben realizar en su personal deberán ser a un equipo de trabajo a la vez para lograr un mayor entendimiento de la filosofía.

2.1.2. Nacionales

Gutiérrez (2018) su tesis de investigación denominada “Aplicación de la herramienta Last Planner System para incrementar el nivel de cumplimiento de la orden de trabajo en la empresa multiservicios CROS E.I.R.L. de la ciudad de Lima. De acuerdo a la investigación de la tesis anterior mente mencionada en la cual se tiene por objetivo el de analizar la metodología Last Planner System para que esta sirva como herramienta de control y con ello se tenga un incremento del nivel de cumplimiento de órdenes de trabajo en el área de producción. Luego de implementar la metodología Last Planner System se obtiene como conclusión el aumento de la orden de trabajo en el área de Producción de la empresa Multiservicios CROS E.I.R.L. Debido a que se redujo el plazo de tiempo de entrega de las ordenes de 117 días a 68 días y con ello también se evitaron penalidades por incumplimiento o retro.

2.1.3. Locales

Juárez y Meza (2021) En su tesis “Aplicación de Last Planner System para determinar la productividad en la construcción de la I.E. N° 80897 Caserío de Cushuro, Distrito de Huamachuco – La Libertad”. Su finalidad apunta a aplica el Last Planner System para poder determinar la productividad, a través de la utilización de los principales conceptos y herramientas de la metodología Last Planner System. Se finaliza con en análisis de todos los datos obtenidos tanto en campo como en gabinete durante la ejecución de la obra obteniendo como resultado un incremento del 7 % en la productividad de la ejecución de la obra luego de implementar la metodología Last Planner System.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Filosofía Lean

La metodología de filosofía Lean se viene desarrollando desde los 90, como es de conocimiento los distintos tipos productivos se han ido desarrollando de manera continental a lo largo del tiempo, inicialmente tuvo aparición en el sector de la automoción (Lean Manufacturing), mediante el transcurso del tiempo se ha ido desarrollando y acondicionando en otros ámbitos. La metodología Lean Construction tiene más de dos décadas existiendo, a la vez se vio reflejada su implementación de una manera evidente en el año 2007.

Para el sistema de gestión peruana, la organización y realización de proyectos de ejecución de obras, es un proceso generalmente continuo. Estos cambios van acompañados de progreso tecnológico, lamentablemente, este progreso tecnológico no es industrializado; distintos sectores vienen aumentando su producción y competitividad, uno de ellos es el sector constructivo.

Muchos cambios se están dando en nuestro país al implementar nuevos y diferentes métodos constructivos, siendo uno la más reconocida la Filosofía Lean Building, el cual se ha convertido en la principal; este método se enfoca en el aumento de producción en empresas de rubro Industrial y de adoptar un estilo de trabajo que se enfoca en reducir los excedentes gracias a las nuevas herramientas que brinda. El sistema utilizado por FORD era un modelo insuficiente y de baja productividad, debido

a que la cadena de ensamblaje de América del Norte generaba tanto desperdicio como inventario. La sobreproducción, las líneas de producción menos flexibles, entre otros cofactores se encuentran comúnmente como una oportunidad de mejora continua. Luego de dicho descubrimiento, los ingenieros que pertenecen al plan ejecutivo de Toyota, Taiichi Ohno y Shigueo Shigo, introdujeron el S.P.T (System of Production Toyota) en 1950, con el objetivo principal de adicionar valor al producto manufacturado, como también el aminorar en gran parte el desperdicio, al igual el instituir un novedoso sistema flexible entre todos los procesos y un procedimiento de producción altamente capaz de procrear diferentes modelos de automóviles al menor costo posible pero sin disminuir la calidad con la implementación de la mejora continua y con ello generar en el cliente una gran satisfacción. En el plazo de los años, el modelo de producción de Toyota ha producido resultados impresionantes, creando grandes expectativas en todo el mundo y aumentando los niveles de ventas en comparación con otros fabricantes de automóviles, razón por la cual en el año 1980, los investigadores del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) viajaron a Japón para investigar el sistema aplicada en la industria Toyota, a la que nombraron “Lean Production” o “Lean Manufacturing” para que puedan difundir la nueva metodología en todo el mundo.

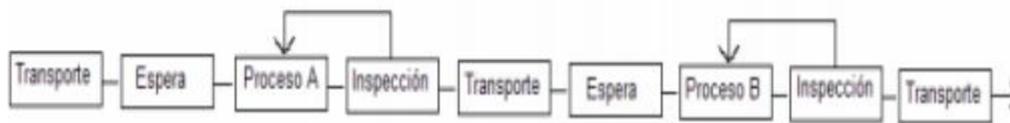
2.2.2. Lean Production

Para Koskela, L. (1992) la Metodología Lean, tiene como base la filosofía Lean Manufacturing la cual postula en que los materiales, la información y la combinación de los mismos deben ser un flujo que inicie en la materia prima termine en el producto final, dicho proceso se denomina producción.

La optimización de la transmisión debe centrarse en reducir o eliminar mientras que las desviaciones deben volverse más eficientes. En otras palabras, el enfoque tradicional apunta a aumentar la eficiencia del proceso, mientras tanto, la filosofía de manufactura esbelta busca aminorar y/o eliminar actividades que no son aptos para adicionar valor y, asimismo, aumentar la eficiencia de las actividades. La metodología es correspondida de acuerdo al modelo de flujo de procesos; teniendo como finalidad principal el excluir o eliminar el desperdicio y limitar el tiempo de actividad. Ello es expresado en el siguiente diagrama:

Ilustración 1

MODELO DE FLUJO DE PRODUCCIÓN LEAN PRODUCTION



Fuente: Koskela (1992)

Al analizar el sistema que usa la Filosofía Lean podemos notar que existen diferencias entre los diversos procesos, esto quiere decir que, existen varios tipos de desperdicios tendiendo así, dentro de ellos el transporte, sobreproducción, espera, entre otros; como un modelo de flujo de proceso que buscaba reducirlo para producir el máximo valor. Como resultado, muchos de los principios de la manufactura esbelta se han implementado para reducir lo que no produce valor.

Tabla 1

FORMATOS

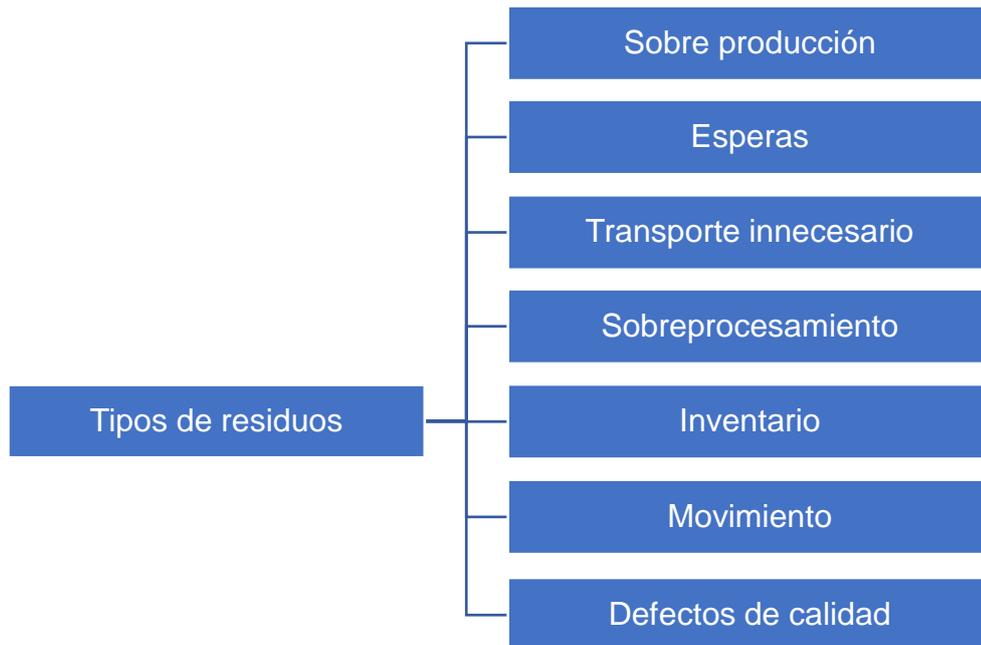
Eliminar o reducir	Incrementar u optimizar	Implementar
Actividades que no agreguen valor	El valor del producto en base a las necesidades del cliente	Un equilibrio entre flujos optimizados
La variabilidad	La versatilidad del producto final	La mejora continua
Tiempo del ciclo	Confiabilidad y transparencia entre operaciones	Benchmarking

Fuente: Propia

El modelo de flujo de proceso, generalmente se distingue en base a los tipos de residuos, siendo así:

Esquema 1

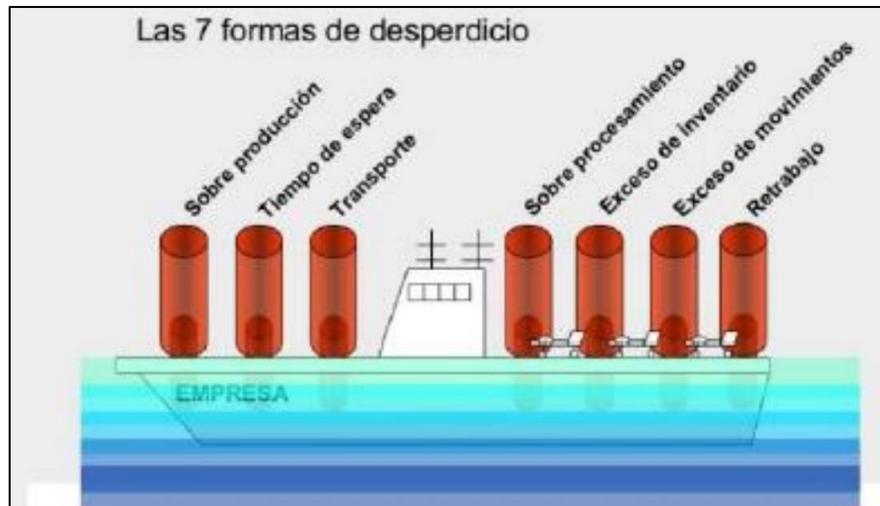
TIPO DE RESIDUOS



Nota: Esquema de ubicación de residuos. *Fuente:* Propia

Ilustración 2

LOS 7 PRINCIPALES DESPERDICIOS EN LA CONSTRUCCIÓN



Fuente: Lean Construction Institute

El método en el que se basa el sistema de esquema final es la filosofía de "Lean Production". Ejecutada por Glenn Ballard y Gregory A. Hoyle, en dicha filosofía se postula que:

- El fin del sistema es incrementar las capacidades de planificación y pujar el desempeño.
- El sistema funciona con restricciones, es decir, cada proceso ofuscado se ejecuta y cuantas más restricciones se liberan, más operaciones se ejecutan.
- El sistema brinda herramientas para la planificación y control de proyectos complejos, inciertos y/o rápidos.
- El sistema tiene como objetivo mejorar el control de la indecisión mejorando la confiabilidad de los planes.
- La confiabilidad del plan incrementa mediante operaciones en diversos niveles del sistema de planificación.
- La esencia de este sistema es trabajar directamente con el "último planificador", que podrías ser, entre otros, el maestro de obra, el jefe de obra, el supervisor, el subcontratista, el administrador.

- El último planificador es quien especifica qué se realizará y la persona que ejecutará la actividad.

2.2.3. Lean Construction

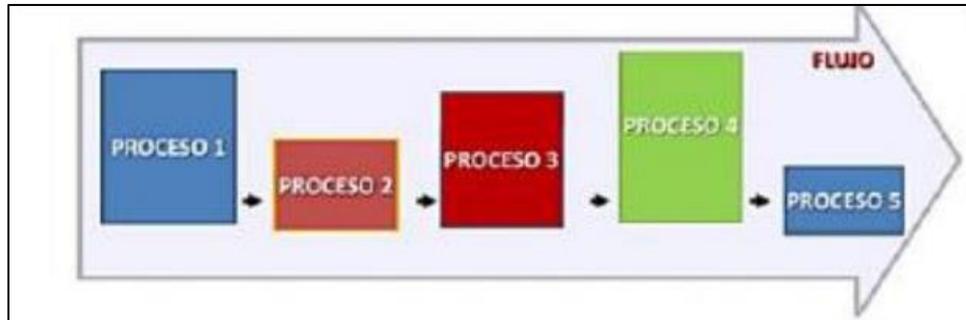
Según Pellicer (2007), su postulado menciona que la construcción tiene la particularidad de ser un proyecto basado en operaciones, producción y gestión. Debido a lo mencionado anteriormente se conoce que Lean Construction se habilita al modelo Lean Production y enfatiza en tener en cuenta las diferencias en su adaptación, dado que el enfoque de Lean Production está instruido hacia el sector o área de industrial o Impresas manufactureras. El método de construcción Lean está destinado a los distintos sectores económicos de producción por ello en el sector construcción Puede utilizarse en sus distintas ramas tales como saneamiento, edificaciones, obras viales, etc. Así también Theo nos indica (Coskella, 2000).

El enfoque "esbelto" implica tratar de administrar y mejorar los procesos de construcción al menor costo y maximice el valor del producto final, siempre buscando satisfacer las necesidades de cada cliente. El principio de Lean Construction es diseñar sistemas de producción para minimizar el desperdicio y con ello maximizar el valor. Al dar un indicador de valor, entendemos todo lo que se brinda al cliente para lograr obtener sus finalidades, en otras palabras, todos los procesos que establece el cliente pero que realiza el área constructiva; mientras que la pérdida de activos que se observen en cualquier partida y que generen un gasto económico mayor al valor del producto, a ello se denominara desperdicio. Así, para el modelo de un sistema productivo eficiente, se distinguen los diferentes tipos de actividad como, trabajo activo, trabajo contributivo y trabajo no contributivo.

Para Lean Construction el mayor objetivo es lograr implementar un diseño de sistema de producción lo suficientemente eficiente, de tal manera que, evite tener retrasos en las fechas de entrega del producto, mantener la calidad del producto y generar altos niveles de producción en la obra. Para Collachagua (2017) es necesario asegurarse de que ningún proceso se vea interrumpido, para obtener un flujo de trabajo continuo, para lograrlo se debe localizar las fallas de los distintos procesos que tenga el producto y con ello poder eliminarlas.

Ilustración 3

MODELO DE FLUJO



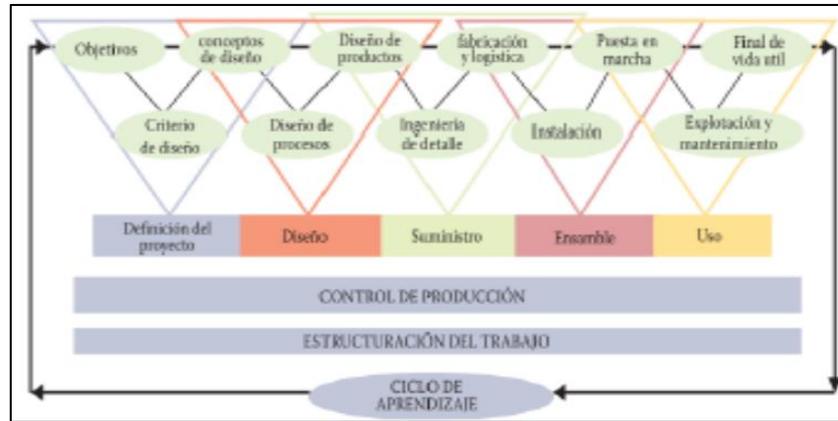
Fuente: Capítulo Peruano LCI (2011)

2.2.4. Lean Project Delivery System (LPDS)

Porras (2014) observa que, para obtener los objetivos trazados en el proyecto inicial, las comunicaciones y decisiones deben ser basadas en una estrecha colaboración entre el empresario, el diseñador y el contratista general, dicha colaboración se debe iniciar desde las primeras etapas de diseño, ejecución y hasta ver plasmado el proyecto y por consiguiente en la entrega del mismo a su usuario final. Por lo tanto, la aplicación del sistema Lean Construction al sistema IPD nos brindará un producto que será el sistema de entrega de proyectos LPDS (Lean Project Delivery System) "esbelto", en dicho sistema se selecciona las partes más eficientes de IPD y LC para involucrar a las personas, los sistemas, los procesos comerciales y las prácticas en fin de mejorar el valor para el cliente, minimizar el desperdicio y aumentar la eficiencia productiva de un sistema de procesos repetitivos.

Ilustración 4

LEAN PROJECT DELIVERY SYSTEM



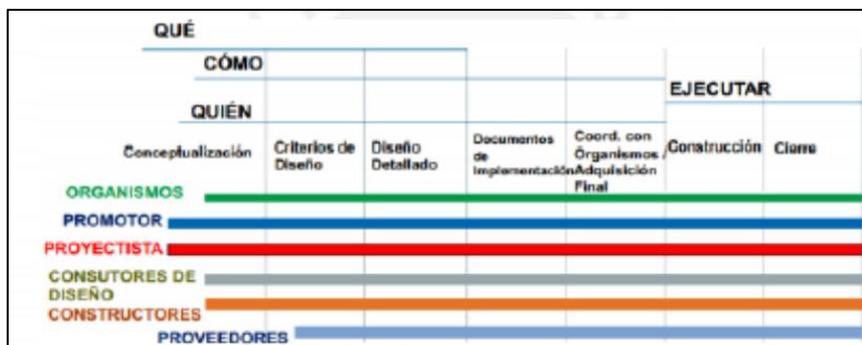
Fuente: Lean Construction Institute

2.2.5. Integrated Project Delivery (IPD)

Según Porras (2014), se busca determinar el “que, el “cómo y el “quien” para hacer uso del sistema de entrega de proyectos el cual brinda una clara identificación de la distribución de beneficios, objetivos y prácticas a través de la innovación de la organización, sistema operativo y condiciones de permuta que establecen los parámetros del proyecto. Por lo general, los que inicialmente se ven atraídos por el proyecto son los arquitectos y consultores, de igual manera los contratistas y subcontratistas.

Ilustración 5

PROPUESTA DEL IPD



Fuente: Brioso (2014)

La imagen anteriormente descrita de Integración del Proyecto Delivery (IPD), muestra las primeras ideas y conceptos de la planificación que generara un producto que cuente con valor agregado ya que beneficiara tanto a los clientes como a los participantes del proyecto. La diferencia más significativa en entre la metódica mencionada y la metódica tradicional deriva en que cada participante del proyecto solo se debe involucrar en las etapas concernientes a una responsabilidad directa en la actividad, sin la capacidad de intervenir en un cambio que agregue un valor significativo al proyecto, porque cuanto mayor sea el avance programado, una modificación será más difícil de implementar. En el presente, Perú viene investigando este método, a pesar de sus ventajas, se ve obstruida su aplicación a un rango mayor que el actual, esto debido al tipo de sistema de construcción que se viene manejando en todo el país.

2.2.6. Target Value Design (TVD)

Para Nicolini, A. (2000) era necesario realizar una referencia o informe sobre la forma de aplicación del costeo objetivo en la construcción. Lamentablemente, los intentos de utilizar dicha herramienta para el Reino Unido dieron resultados negativos debido a fallas en ciertas prácticas comerciales y estimaciones de costos, que no brindaban datos exactos. No fue hasta el año 2004 donde se registró una apropiada aplicación del Target Costing en una construcción, ello se logró gracias al amplio trabajo de Ballard y Reiser en el país de Estados Unidos. En el año 2007, Hal Macomber, Greg Howell y Jack Barbeiro utilizaron la terminología Target Value Design (TVD) para referirse a los ajustes de costos de construcción objetivo.

Ballard postula la TVD como una actividad de gestión puesto que, tiene como finalidad el crear el mayor valor posible de un producto sobre la base de costes objetivos especificados que estén por debajo del valor de mercado.

2.2.7. Sistema Ultimo Planificador

Introducción. Este es un enfoque centrado en una sola actividad y un contrato transaccional basado en un método de control de planificación de proyectos que mejorará minimizando el tiempo y los costos involucrados.

Definición. Estaba decidido a ser la última persona que pudiera garantizar un flujo de trabajo predecible. La obligación de entregar se ajusta a la realidad. El sistema “pull” es la acción del flujo de valor que impulsa la producción. Esto puede causar congestión, exceso de inventario y espera, otras pérdidas. El programa de trabajo se desarrolla en el gran salón. A medida que el flujo de trabajo se vuelve más predecible, el trabajo o el sitio de construcción está mejor organizado.

Las decisiones se toman por consenso y los miembros del equipo deben de acordar sus acciones, secuencia y cronograma.

Origen de Last Planner System. El artículo originario fue emitido por Glenn Ballard en el año 1994 como parte de su tesis doctoral del 2000. Según Ballard, en los sistemas tradicionales, el desempeño del último planificador se evalúa como si no hubiera posibles diferencias. Los supervisores asumen y dirigen el trabajo bajo presión hacia los empleados para que aumenten la productividad.

Ilustración 6

PLANIFICACIÓN DE PROCESOS LAST PLANNER



Fuente: Rybkowski S. (2009)

Es una parte integral del control de producción consideradas sistemas tradicionales de gestión de proyectos. Posible puede entenderse como un mecanismo de transformación de "lo que se debe hacer" a "lo que se puede hacer", esto da como resultado una lista de trabajos factibles, donde se puede incluir en el plan de trabajo semanal, adicionalmente, incorporar tareas en el plan de ejecución semanal es el

deber final de los planificadores (supervisores, gerentes de construcción, etc.) de “que realmente hará. ” También se puede definir como un método de gestión, planificación y la asignación de actividades o tareas al proyecto. El objetivo es demostrar un funcionamiento rápido y fiable.

Ilustración 7

PROGRAMACIÓN DE LAST PLANNER



Fuente: Rybkowsky S. (2009)

Diferencia entre Proyecto Tradicional y Proyecto Lean. Los métodos Lean no se basan en el hecho de que sólo los directores lo interiorizan y se dan cuenta del valor agregado a cada tarea, evitando generar tanto como sea posible residuos o mudas, a diferencia de los métodos tradicionales que no presta mucha atención a esos puntos. Todos los participantes del proyecto deben tener la misma postura y disposición. Gracias a estas pautas, Lean aplicado a un proyecto no resta importancia al perfil del director del proyecto, que tiene que dar soporte y gestionar todos los aspectos, sino que reúne a todas las personas involucradas para reincorporarse al proyecto, fijando el trabajo como objetivo común, o tener ideas afines.

Ilustración 8

DIFERENCIA ENTE PROYECTO TRADICIONAL Y PROYECTO LEAN

PROYECTO TRADICIONAL	PROYECTO LEAN
Sistema operativo	
Gestión del camino crítico	Last Planner System
Sistema Push	Sistema Pull
Basado en la transformación de procesos e información	Basado en la transformación, flujo de valor y generación de valor
Las actividades se llevan a cabo tan pronto como sea posible	Las actividades se llevan a cabo en el último momento responsable
Los búferes están dimensionados y localizados para la optimización local	Los búferes están dimensionados y localizados para realizar la función de absorber la variabilidad del sistema
Focalizado en las transacciones y contratos	Focalizado en el sistema de producción
Acuerdos y términos comerciales	
Transaccional. Fomenta el esfuerzo unilateral, asigna y transfiere el riesgo, no lo comparte	Anima, fomenta, promueve y apoya el intercambio abierto de información e ideas y la colaboración entre múltiples partes
Riesgo	
De gestión individual. Transferido a otros en la mayor medida posible	Gestionado de forma colectiva, compartido apropiadamente
Aprendizaje y transmisión del conocimiento	
El aprendizaje se produce de forma esporádica. Conocimientos adquiridos: "solo los necesartos"; Información acaparada y retenida, silos de conocimiento y habilidades.	El aprendizaje se incorpora al proyecto, la empresa y la cadena de suministro Aportación de conocimiento y habilidades al principio; Información abiertamente compartida; confianza mutua y respeto entre las partes interesadas
Diseño y procesos	
No todas las etapas del ciclo de vida del proyecto se tienen en cuenta en la fase de diseño	Todas las etapas del ciclo de vida del proyecto se tienen en cuenta en la fase de diseño
Una vez el proyecto está diseñado, entonces empieza el diseño de los procesos	El proyecto y los procesos se diseñan de manera conjunta

Proceso	
Líneal, Inequivoco, segregado	Concurrente y multinivel
Relación con proveedores y partes interesadas	
Organizaciones distintas se unen a través del mercado y toman lo que el mercado ofrece	Se hacen esfuerzos de manera sistemática para reducir los plazos de entrega de la cadena de suministro
Los intereses de las partes interesadas no están alineados	Los intereses de las partes interesadas están alineados
Jerarquizado / Mando y control	Colaborativo / Autoridad distribuida
Un especialista toma las decisiones y las lanza para que estas se ejecuten	Las partes interesadas aguas abajo participan de las decisiones que se toman aguas arriba
Equipos fragmentados, montado sobre la base de "justo lo necesario" o "lo mínimo necesario", fuertemente jerarquizados y controlados	Un equipo integrado compuesto por las partes interesadas claves del proyecto, montado al inicio del proceso, abierto y colaborativo
Se persigue el individualismo; el mínimo esfuerzo para el máximo beneficio; por lo general, basado primero en el coste	Éxito del equipo vinculado al éxito del proyecto, basado en la entrega de valor al cliente
Comunicación/Tecnología	
Basada en papel, 2 dimensiones, analógica	Medios digitales, virtuales, Building Information Modeling (3, 4 y 5 dimensiones)

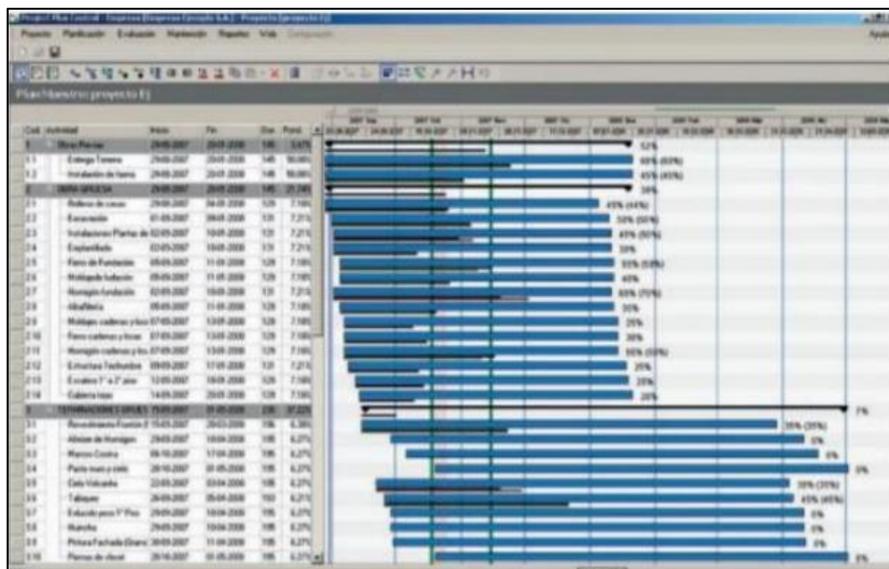
Fuente: *Introducción a Lean Construction (2014)*

2.2.8. Master Plan

Hace una definición semejante en las tareas que "deberían" realizarse en un momento y lugar específicos, en la cual integra la planificación y las actividades del proyecto, además define hitos para ser más respetuosos con el tiempo, los plazos de entrega y el alcance. Una buena preparación para un programa de maestría es esencial para determinar la finalización de cada parte del programa. Su audiencia de prueba son los datos proporcionados a través del análisis de cumplimiento del horario promedio y el horario semanal.

Ilustración 9

PROGRAMACIÓN DE MS PROJECT



Fuente: Revista de la Construcción (2011)

2.2.9. Pull Planning

El sistema Last Planner inicia por la planificación de extracción basada en hitos. Este es un trabajo que debe involucrar la gestión de equipos y proyectos. Puede proporcionar información valiosa sobre las restricciones presupuestarias, los métodos de adquisición y el alcance del trabajo. Para obtener como garantía el éxito del equipo de trabajo de planificación de extracción, se debe reunir a las personas responsables de coordinar la información necesaria para el proyecto. Por ende, el equipo puede determinar las fechas que darán inicio a cada área de trabajo según el plan.

Ilustración 10

PULL PLANNING



Fuente: IPSUM (2019)

2.2.10. LookAhead Planning

El llamado “lookahead” hace referencia a la diligencia que son planificadas a mediano plazo. Dicho periodo intermedio se determinar en base a la escasez de cada caso particular y puede ir a partir de las 4-5 semanas hasta un periodo de 15 semanas a 16 semanas. Entonces, el argumento especifica lo que se puede hacer en el período que cubre. Crea un cuadro para ejecutar la programación intermedia sobre sus datos correspondientes. Planificar las tareas del proceso que serán necesarias para impulsar el desarrollo del plan maestro tales tareas pueden ser en el área de inspección, pruebas y ensayos; y con ello evitar cambios y constantes aplazamientos. Determinar la ejecución de las actividades inicialmente previstas durante un periodo aprobado. Los factores de seguridad también se tienen en cuenta en las tareas realizadas correctamente, teniendo de esta manera las actividades asociadas con la protección del medio ambiente y la gestión de residuos en general. Al observar los diversos elementos que forman parte del software existente, se identificarán las limitaciones que deben abordarse para mejorar el desarrollo del software. El propósito de la planificación provisional es determinar cómo ejecutar lo planificado y al mismo tiempo, la gestión de limitaciones ya existentes.

2.2.11. Análisis de Restricciones

Es el análisis de todas las actividades LookAhead de 4 semanas y la identificación de cualquier obstáculo o limitación que pueda existir para la implementación de las actividades planificadas. Su propósito es identificar completamente y predecir lo que falta para que pueda realizar una tarea.

2.2.12. Weekly Planning

Es el responsable de decidir lo que se “hará” en el transcurso de la semana de acuerdo con las metas planificadas. Las actividades a realizar deben formar parte del stock de trabajo. Para implementar este programa, se recomienda organizar una reunión al comienzo de la semana o al final de la semana, en la que la primera tarea es analizar qué tan bien se respeta el cronograma terminado y la segunda es planificar la semana. Todos los involucrados en el proceso de implementación deben estar presentes, de representantes de líderes, proveedores y subcontratistas adecuados para los jefes de grupos responsables de diferentes lugares de ejecución: Es idóneo cuando su duración no es un máximo de dos horas. Para la realización de la primera tarea es necesario analizar la ejecución de los horarios de extinción, así como identificar la causa del cronograma y luego ser el equilibrio exacto de mano de obra (La gestión de la obra desde la perspectiva del último planificador – 2011).

2.2.13. Porcentaje del Plan de Cumplimiento (PPC)

Para determinar la confiabilidad del plan a implementar se deberá medir el porcentaje de finalización del plan (PPC), al término de cada semana que dure el proyecto. También se investigan semanalmente las causas de los errores de cumplimiento para prevenirlos en el futuro. La fiabilidad del plan se encuentra relacionada de manera directa con la productividad.

Ecuación 1

CÁLCULO DE PPC

$$PPC (\%) = \frac{\text{Cantidad de actividades culminadas}}{\text{Cantidad de actividades programadas}} * 100\%$$

Fuente: IPSUM (2019)

2.2.14. Índice de Productividad

Se logrará determinar el índice de productividad de una empresa, se debe calcular por la utilidad que le traerá a la empresa y la necesidad de reducir costos y/o aumentar los ingresos. Aunque la utilidad de encontrar la incidencia a que se tiene en la productividad complica por la variedad de factores y valores, esta nos brindara valiosa información. Con esto lograremos saber si el trabajo está en línea con la rentabilidad de la empresa y detectar defectos para lograr tener una mayor eficiencia, rentabilidad y maximizar la línea productiva en un proyecto.

2.3. Marco Conceptual

Big Room. Se define 'Big Room' también reconocido en japonés como 'Obeya' a la simplificación para la aplicabilidad de la metodología del sistema de planificación final y también de la planificación colaborativa. Es de certeza que es implícito y necesario la implementación de sesiones de planificación colaborativa de Planner System.

Por definición, el sistema Last Planner es un sistema cooperacional, que, para trabajar en colaboración, el grupo de trabajo debe tener un ambiente adecuado. En los proyectos de construcción, el salón grande que alberga reuniones de LPS será el espacio designado para el trabajo, el máximo donde, el taller autorizado o el espacio autorizado en el edificio en construcción. Donde la interacción entre los planificadores finales en las reuniones de planificación es un factor clave en la aplicación exitosa de esta metodología (Consejo Técnico General de Arquitectura de España - 2019).

Tampón. Acción de separar una actividad de otra actividad para prevenir el desarrollo de la fuerza real contra lo que se pretende en el plan.

Carta Balance. El diagrama de flujo es un gráfico de columnas cronológico que muestra la actividad de los recursos (personas, máquinas, etc.) en estudio, con una barra vertical asignada a cada recurso. Dicha barra se desglosa en el transcurso del tiempo durante la sucesión de actividades en las que se encuentra involucrado el recurso en cuestión, incluyendo deficiencias e ineficiencias.

Motivo de la no conformidad (CNC). Es otra forma de reconocer actividades que no se están realizando, ya sea por razones logísticas, planificación por incompatibilidades, transporte, producción, etc. El motivo de la no conformidad se puede ejecutar todas las semanas como en un PAC. Luego de identificar los motivos

de incumplimiento de las actividades planificadas, se lleva a cabo la mejora continua y se evalúan los motivos de incumplimiento (Blog de tecnología y construcción, 2017).

Cuadro de Materiales. Según la Universidad Pedagógica y Tecnología de Colombia (2016) tiene un enfoque en el cual prioriza la cantidad y necesidad del material a ser usado en cada proceso tanto para el área industrial como el constructivo.

Cuadro de Producción. Se conoce que la fabricación es la principal área en funciones que será responsable de permitir que los productos se entreguen en el plazo programado. Se tiene como un requisito predeterminado de cantidad, calidad, costo, tiempo de entrega y nivel de servicio para lograr este objetivo de manera eficiente y eficaz.

Curva de aprendizaje. la definición de curva de aprendizaje fue mencionada por primera en el año de 1936 por el Arquitecto T.P. Wright en un estudio de tiempos requeridos para con ello, producir piezas de aviones, es por ello que a través de este estudio se observó que, al finalizar los trabajos, los trabajadores ganan más experiencia en las tareas y por ende se reduce el tiempo que dedican al trabajo.

Esperas. El tener pocas o largas esperas dará como resultado tener costos sin agregar valor.

Flujo. Identifique y elimine tantas actividades sin valor agregado como sea posible para mejorar la productividad y brindar más valor a los clientes. El tratamiento de residuos también es una forma de crear un flujo continuo a lo largo de la cadena de valor.

Just in Time. Obtener un sistema de producción y/o entrega de la cantidad exacta de insumos o productos en el instante que se requieren para realizar una correcta producción.

Last Planner System. Radica en un plan maestro, que es responsable de controlar la productividad justo en el sitio de construcción.

PDCA. Denota las siglas de su nombre, Planificar, Hacer, Verificar y Ajustar, dado como método para la mejora de manera constante.

Perdidas. Se denomina pérdida a las distintas situaciones que con lleven a resultados negativos. Se entenderá por resultado negativo al incremento de gastos y la disminución de ingresos por un producto.

Porcentaje de asignaciones completadas (PAC). Las tasas de finalización del ejercicio programado se miden semanalmente. Dado que el trabajo implicó la

creación del sistema Last Planner, se obtuvieron medidas de capacitación previa de la oficina de ingeniería.

Productividad. Denota y describe la capacidad de producción o el nivel de producción por unidad de área de tierra cultivable, equipo de construcción o equipo industrial.

Project Management. Es el método encargado de organizar, planificar y controlar los recursos con el fin de alcanzar los objetivos planteados, con los cuales se obtendrá proyectos exitosos dentro de unos límites. Por lo general, estas limitaciones son el alcance, el tiempo, la calidad y el presupuesto.

Proyecto. Según PMBOK, un proyecto es un compromiso de manera temporal hecho para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos dicta principios y finales específicos. La terminación ocurre cuando se alcanzan de forma satisfactoria, los objetivos del proyecto, además de ello, como cuando el proyecto se termina dado que sus objetivos no se lograrán o no se pueden lograr, o cuando la necesidad que dio origen al proyecto ya no está presente. La meta que tienen el presente texto es principalmente la de desarrollar un nuevo producto o servicio o construir un edificio, instalación o infraestructura.

Rendimiento. La representación de eficiencia se define en la relación constante entre los medios utilizados con el fin de lograr algo y el resultado obtenido.

Sectorización. A la división del componente la llamamos división de la actividad laboral, se les llama sectores. Cada zona tiene un medidor que tiene una proximidad similar a sus semejantes con el fin de mantener un flujo constante para las distintas zonas.

Sistema Pull. Es tener la oferta necesaria por primera vez y en el momento preciso para satisfacer una de manda (sin retrabajos) (Lean Construction Institute - 2017).

Trabajo Contributorio (TC). Trabajo el cual aportan de manera indirecta al avance físico del proyecto.

Trabajo No Contributorio (TNC). Trabajo el cual no agrega un valor al avance físico del proyecto.

Trabajo Productivo (TP). Es mencionado a aquel trabajo que agrega valor de forma directa al avance físico del proyecto.

Tren de Actividades. Inicialmente, en el ámbito de la construcción, se intuyó el concepto de grupo de trabajo, donde los grupos de trabajo avanzaron uno a uno

por los campos predefinidos en el proceso de diferenciación, se espera tener un proceso continuo y ordenado. trabajo, además de poder determinar fácilmente el progreso gracias a la ubicación de los equipos en un campo determinado.

2.4. Sistema de Hipótesis

Al aplicar la metodología Last Planner System se obtiene un aumento y mejoramiento en la productividad de la construcción del colegio N°776591

2.4.1. Variables. Operacionalización de la variable

Variable Independiente. Metodología Last Planner System

Tabla 2

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE

Variable Independiente	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida	Instrumento de Investigación
Metodología Last Planner System	Variable Independiente	Last Planner System	LookAhead	h/día	Formato
			Análisis de Restricciones	%	Formato
			Porcentaje del Plan de Cumplimiento	%	Formato
			Índice de Productividad	%	Formato

Fuente: Propia

Variable Dependiente. Mejoramiento de la productividad

Tabla 3

OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

Variable Dependiente	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida	Instrumento de Investigación
Mejoramiento de la Productividad	Variable Dependiente	Productividad	Rendimiento	m ² /MO	Formato
			MOC Y MONC	MO	Formato
			Ratio	m ³ /día	Formato

Fuente: Propia

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

De acuerdo a la orientación o finalidad. Aplicada

De acuerdo a la técnica de contrastación. Explicativa

3.2. Población y muestra de estudio

3.2.1. Población

Se conforma por la construcción de la institución educativa N° 776591 Porvenir – Trujillo – La Libertad.

3.2.2. Muestra

La mano de obra tanto calificada como no calificada, el área logística los cuales tienen una gran incidencia en la ejecución del proyecto.

3.3. Diseño de investigación

Se tendrá de dos tipos campo y gabinete, debido a que la obtención de información se realizará directamente desde la obra en ejecución para así poder determinar la sectorización de la obra y lograr una gestión del proyecto de manera colaborativa.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Investigación

Realizar vistas continuas con la intención de recolectar la mayor cantidad de datos para determinar posibles puntos críticos.

- Se implementará la herramienta BIG ROOM en conjunto al Ing. Residente, Ing. Supervisor, Gerente General, Ing. Soma.
- Aplicar las herramientas LookAhead y Plan semanal, con ello se busca mejorar la programación y organización de la ejecución de la obra.
- Organizar los datos obtenidos en un cuadro Excel de las asignaciones dadas a los operarios y penes en sus cuadrillas respectivas.

- Programa AutoCAD para lograr una visualización de los planos utilizados en la obra.

3.5. Procesamiento y Análisis de Datos

Para realizar el procesamiento y análisis de los datos recolectados será necesario realizar un cálculo de los datos obtenidos de las distintas cuadrillas de la ejecución de obra, ello a través de los siguientes programas:

- **AutoCAD.** Visualización de los planos de la obra en 2D
- **Microsoft Excel.** Herramienta para aplicar las plantillas del Last Planner System
- **Word.** Para la redacción de la presente tesis
- **Power Point.** Para realizar proyecciones en las reuniones BIG ROOM.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Propuesta de investigación

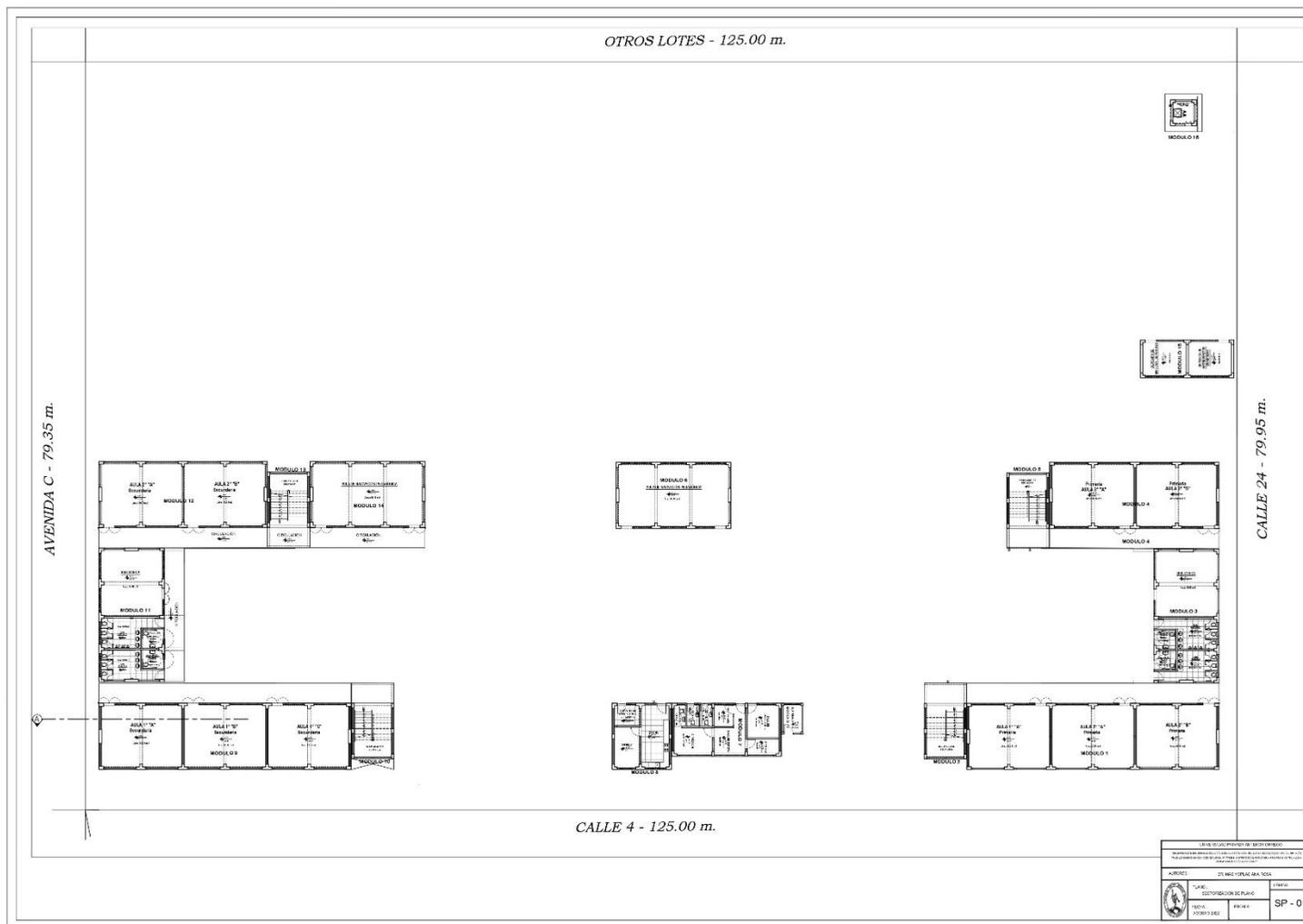
El objetivo a fin de la investigación es determinar el grado de impacto que se obtendrá a través de la aplicación del Sistema Last Planner ya que, con la ayuda de esta metodología se producirá la mejora en el adecuado rendimiento que se proporcionará en el proyecto “Recuperación del Servicio Educativo en la Institución Educativa escolarizada en AA, HH. Alto Trujillo Barrio 6a con código Local N° 776591, Distrito de El Porvenir – Provincia de Trujillo – Departamento de La Libertad”, para realizar dicha planificación, se tendrá en cuenta la recolección de datos necesarios, como también la sectorización relativa, para esto, se tendrá en cuenta las condiciones de rendimiento de las partidas principales lo cual optimizará procesos.

4.2. Análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto denominado “Recuperación del Servicio Educativo en la Institución Educativa escolarizada en AA, HH. Alto Trujillo Barrio 6a con código Local N° 776591” ejecutado por la Municipalidad Distrital del Porvenir, que cuenta con 2 pisos con un área de 5,900 m² y con una inversión de 9,984,387.29 soles. Todo el proyecto se basa en el plazo de ejecución para la implementación de las metas del proyecto, incluido el tiempo de ejecución del plan de contingencia es de un periodo de 10 meses.

Ilustración 11. Plano de distribución del 1° Nivel



Fuente: Municipalidad Distrital del Porvenir (2022)

Ubicación del proyecto. El proyecto “Recuperación del Servicio Educativo en la Institución Educativa escolarizada en AA, HH. Alto Trujillo Barrio 6a con código Local N° 776591” está ubicado en el distrito del Porvenir, en la provincia de Trujillo y departamento de La Libertad.

Ilustración 12

UBICACIÓN DEL PROYECTO



Nota: Diagrama de reubicación de módulos prefabricados, equipamiento y mobiliario para el desarrollo del plan de contingencia. *Fuente:* Google Earth (2022)

Datos generales y complementarios del proyecto.

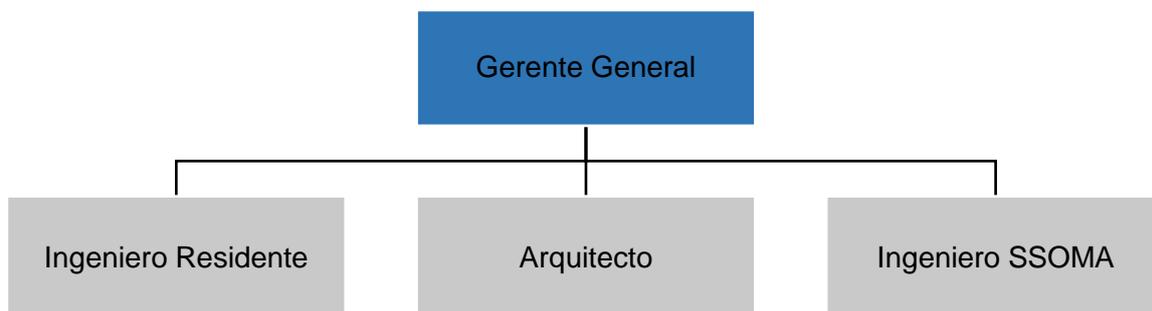
- 2 pisos
- Cantidad de aulas: 45
- Plazo total de obra: 10 meses

4.2.2. Organigrama de obra

El organigrama de obra consta en delimitar los niveles establecidos de acuerdo a la interrelación de los diversos cargos que emplea cada trabajador para alcanzar los objetivos instaurados. El proyecto “Recuperación del Servicio Educativo en la Institución Educativa escolarizada en AA, HH. Alto Trujillo Barrio 6a con código Local N° 776591” se detalla de acuerdo al siguiente organigrama:

Esquema 2

ORGANIGRAMA DEL PROYECTO



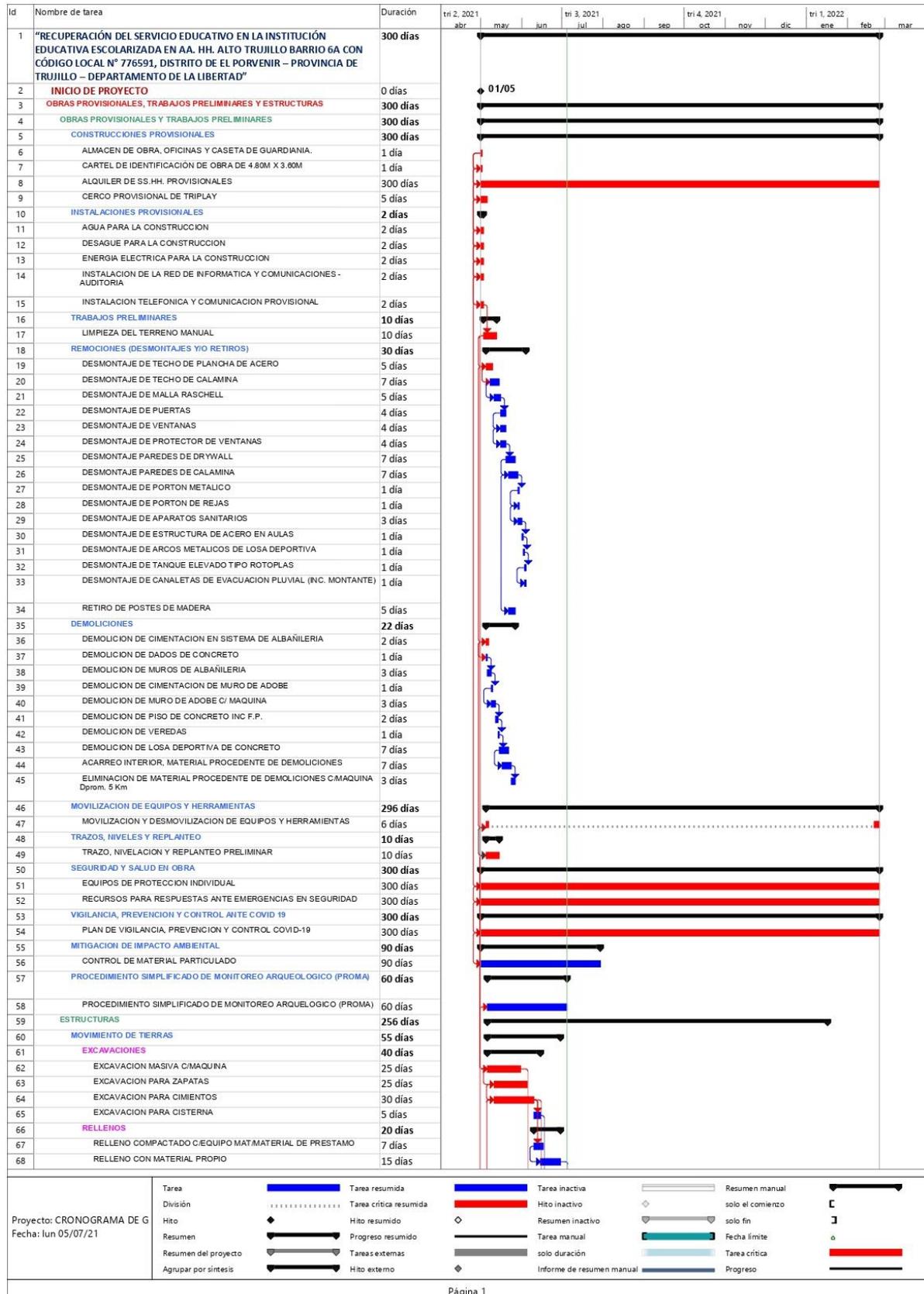
Fuente: Elaboración propia

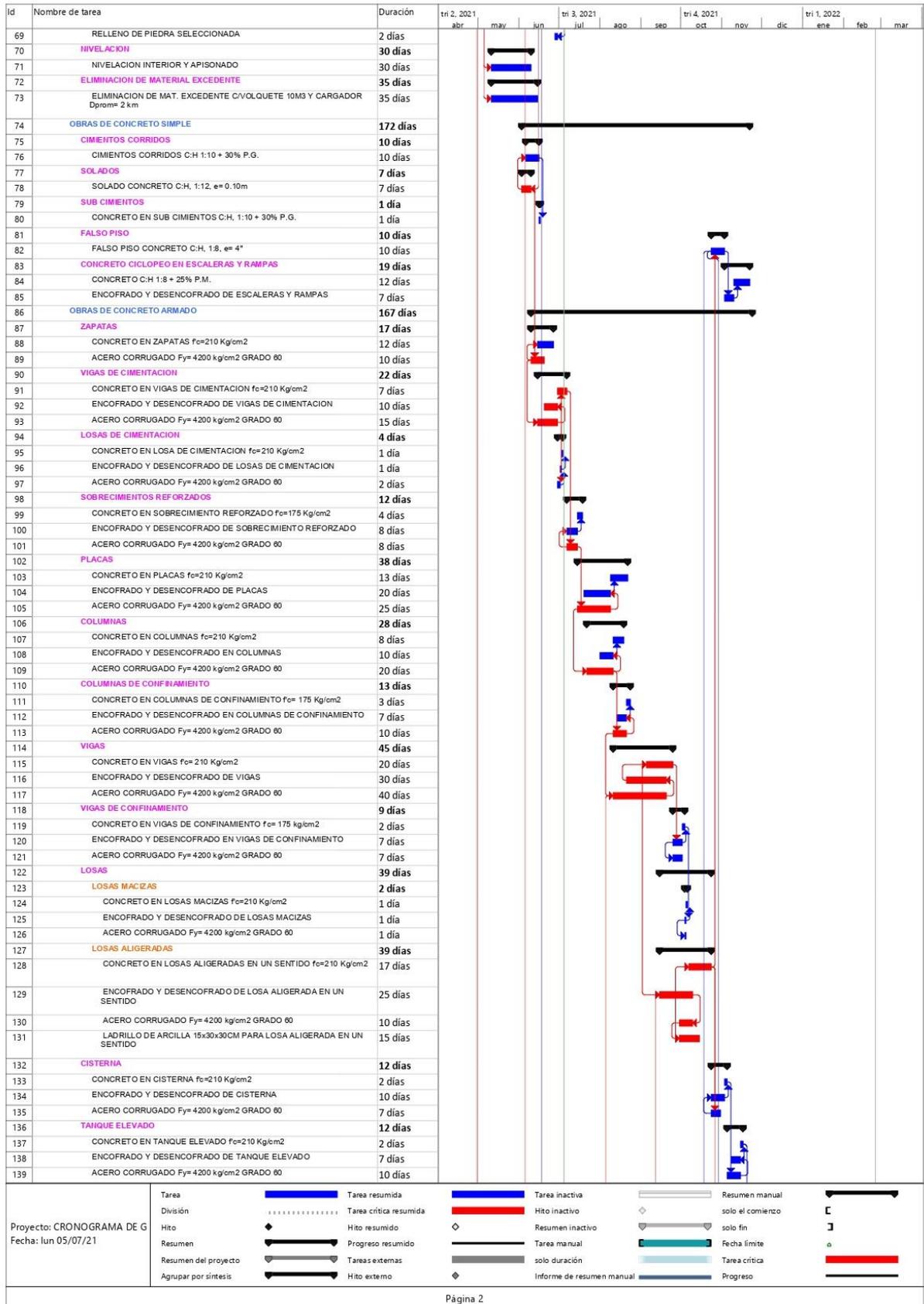
4.2.3. Planteamiento Inicial

Inicialmente, para la planificación de la gestión del proyecto se basó en la metodología tradicional “Cronograma de Gantt” el cual nos permitió visualizar los diversos componentes que abarca el proyecto conjeturando los trenes de trabajo, tareas e hitos, buscando fluctuar el proceso en materiales y mano de obra, esto no abarcó el detalle periódico de la construcción teniendo así la visualización del diagrama:

Tabla 4

CRONOGRAMA DE GANTT – MS PROJECT

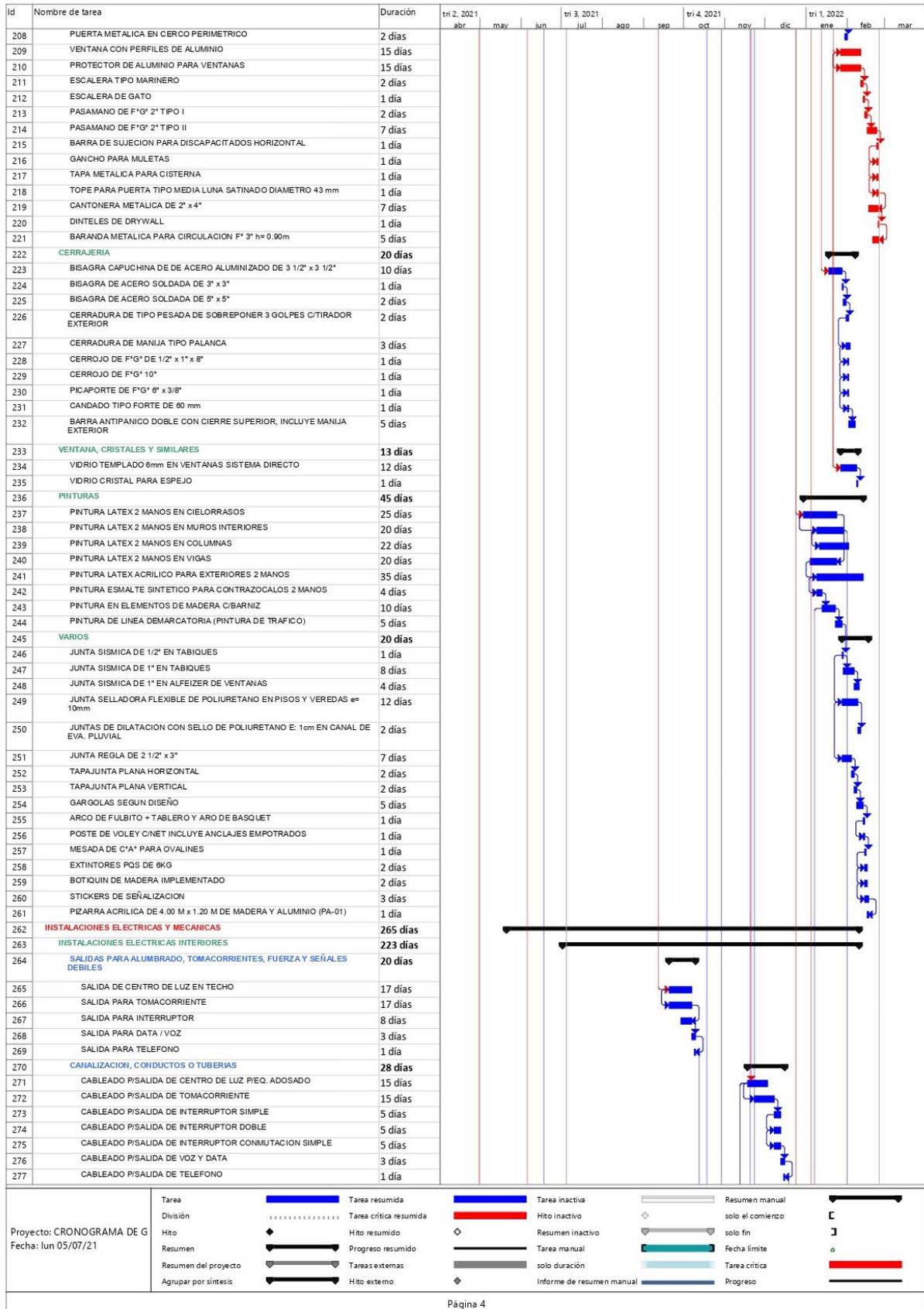


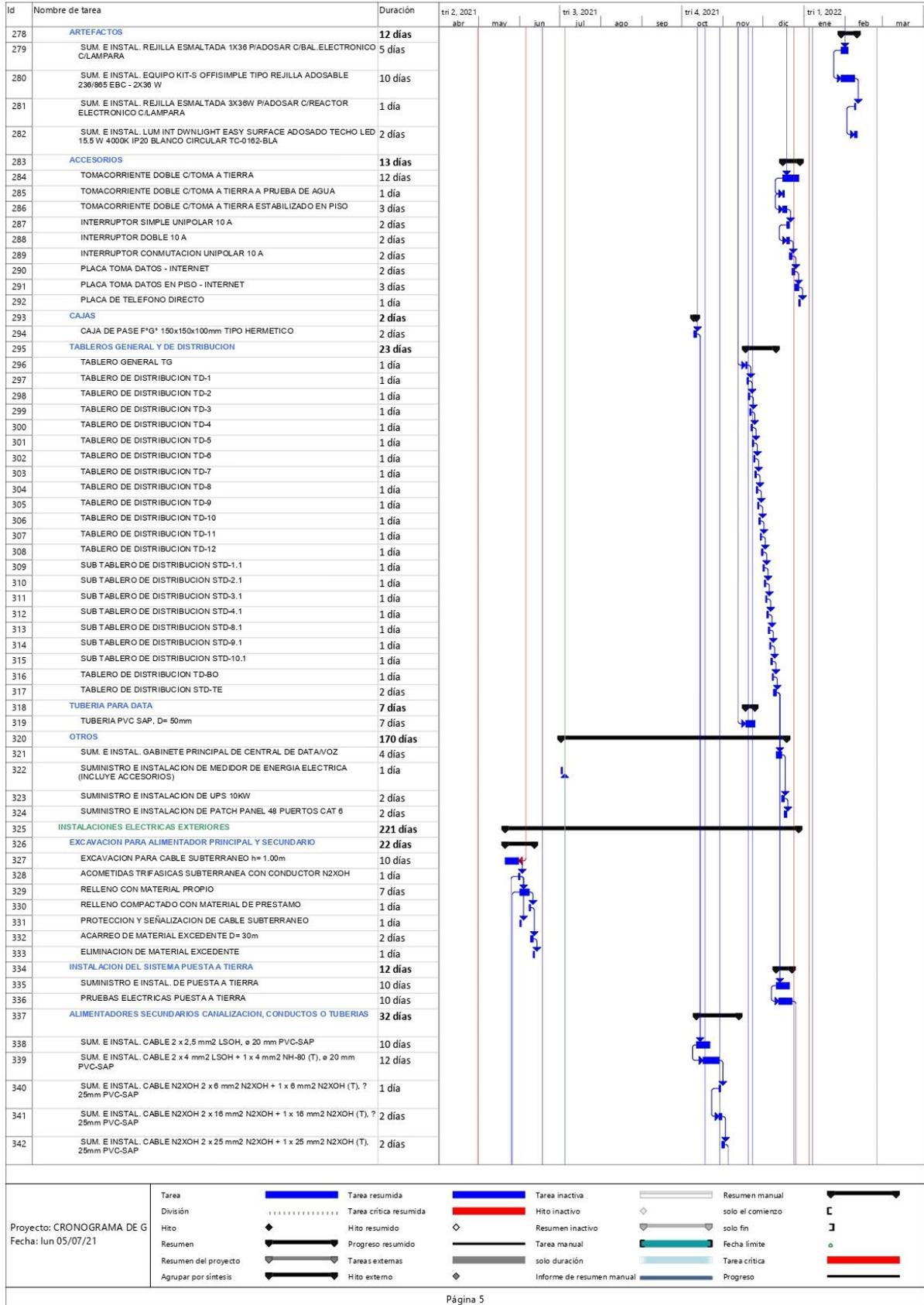


Id	Nombre de tarea	Duración	tri 2, 2021			tri 3, 2021			tri 4, 2021			tri 1, 2022		
			abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar
140	ESCALERAS	7 días												
141	CONCRETO EN ESCALERAS Fc=210 Kg/cm2	2 días												
142	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERAS	5 días												
143	ACERO CORRUGADO Fy= 4200 kg/cm2 GRADO 60	5 días												
144	MURO DE CONTENCIÓN	22 días												
145	CONCRETO EN MURO DE CONTENCIÓN Fc=210 Kg/cm2	7 días												
146	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA PARA MUROS DE CONTENCIÓN	10 días												
147	ACERO CORRUGADO Fy= 4200 kg/cm2 GRADO 60	15 días												
148	ESTRUCTURAS METÁLICAS	15 días												
149	ESTRUCTURA METÁLICA EN LOSA DEPORTIVA	15 días												
150	ARCO 01	7 días												
151	VIGUETA 01	7 días												
152	ARRIOSTRE PARA VIGUETA	10 días												
153	CRUZ DE SAN ANDRÉS PARA CUBIERTA	10 días												
154	CARTELAS EN NUDOS DE VIGA EN ARCO 1	10 días												
155	MONTAJE DE VIGA PRINCIPAL	7 días												
156	ARQUITECTURA	124 días												
157	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERÍA	30 días												
158	MURO DE LADRILLO KK TIPO IV ASENTADO DE CABEZA, CON MORTERO 1:5 x 1.5cm	5 días												
159	MURO DE LADRILLO KK TIPO III ASENTADO DE SOGA CON MORTERO 1:5 x 1.5cm	25 días												
160	REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS	48 días												
161	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES CON MORTERO C:A 1:5 e= 1.5cm	20 días												
162	TARRAJEO DE COLUMNAS CON MORTERO C:A 1:5 e= 1.5cm	20 días												
163	TARRAJEO EN VIGAS CON MORTERO C:A 1:5 e= 1.5cm	20 días												
164	TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES CON MORTERO C:A 1:5 e= 1.5cm	15 días												
165	TARRAJEO INT. FROTACHADO EN CISTERNA, e= 2.00cm, MEZCLA 1:1 C:A + ADIT. IMPERMEABILIZANTE	2 días												
166	VESTIDURA DE DERRAMES EN PUERTAS Y VENTANAS, 1:5 C:A e= 1.5cm	10 días												
167	BRUÑAS 1 x 1cm	10 días												
168	CIELORRASOS	25 días												
169	TARRAJEO EN CIELORRASOS CON MORTERO C:A 1:5 e= 1.5cm	25 días												
170	PISOS Y PAVIMENTOS	45 días												
171	PISOS	45 días												
172	CONTRAPISO C:A 1:5 e= 40mm	20 días												
173	PISO DE CERÁMICO ALTO TRANSITO ANTIDESLIZANTE 45 x 45cm DE COLOR INCLUYE FRAGUADO	3 días												
174	PISO DE PORCELANATO ALTO TRANSITO MATE, COLOR CLARO DE 80 x 80cm	25 días												
175	LOSA DEPORTIVA	10 días												
176	CONCRETO SEMIPULIDO Fc= 175 Kg/cm2, e= 4"	5 días												
177	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	5 días												
178	JUNTA DE DILATACION e= 1" CON ASFALTO - ARENA	3 días												
179	PATIO DE FORMACION	10 días												
180	CONCRETO PULIDO Fc= 175 Kg/cm2, e= 4"	3 días												
181	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	2 días												
182	JUNTA DE DILATACION e= 1" CON ASFALTO - ARENA	5 días												
183	VEREDAS	22 días												
184	VEREDAS DE CONCRETO Fc= 175 Kg/cm2, e= 4", FROTACHADO Y BRUÑADO	12 días												
185	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	15 días												
186	JUNTA DE DILATACION e= 1" CON ASFALTO - ARENA	5 días												
187	RAMPAS	9 días												
188	RAMPAS DE CONCRETO Fc= 175 Kg/cm2, e= 4", FROTACHADO Y BRUÑADO	3 días												
189	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	3 días												
190	JUNTA DE DILATACION e= 1" CON ASFALTO - ARENA	3 días												
191	ZOCALOS	5 días												
192	ZOCALO DE CERÁMICA DE COLOR 45 x 45cm	5 días												
193	CONTRAZOCALOS	11 días												
194	CONTRAZOCALO DE PORCELANATO h= 10cm	7 días												
195	CONTRAZOCALO DE CEMENTO PULIDO h= 0.20m MZ 1:2 e= 1.5cm EN INT./EXT.	7 días												
196	CONTRAZOCALO DE CEMENTO PULIDO h= 0.30m MZ 1:2 e= 1.5cm EN EXT.	1 día												
197	COBERTURAS	24 días												
198	COBERTURA DE LADRILLO PASTELERO ASENTADO CON TORTA DE BARRO	17 días												
199	COBERTURA DE PANEL TRASLUCIDO DE POLICARBONATO e= 1mm	2 días												
200	COBERTURA DE PANEL METÁLICO CURVO e= 0.50mm	5 días												
201	CARPINTERÍA DE MADERA	9 días												
202	PUERTA APANELADA DE TORNILLO 1 HOJA	5 días												
203	PUERTA APANELADA DE TORNILLO 2 HOJAS	7 días												
204	PANEL DIVISORIO PARA URINARIO	1 día												
205	CARPINTERÍA Y CUBIERTAS METÁLICAS	29 días												
206	PUERTA REJA DOBLE HOJA	3 días												
207	PUERTA METÁLICA PARA CASETA DE BOMBA	1 día												

Proyecto: CRONOGRAMA DE G
Fecha: lun 05/07/21

Tarea		Tarea resumida		Tarea inactiva		Resumen manual	
División		Tarea crítica resumida		Hito inactivo		solo el comienzo	
Hito		Hito resumido		Resumen inactivo		solo fin	
Resumen		Progreso resumido		Tarea manual		fecha límite	
Resumen del proyecto		Tareas externas		solo duración		Tarea crítica	
Agrupar por síntesis		Hito externo		Informe de resumen manual		Progreso	





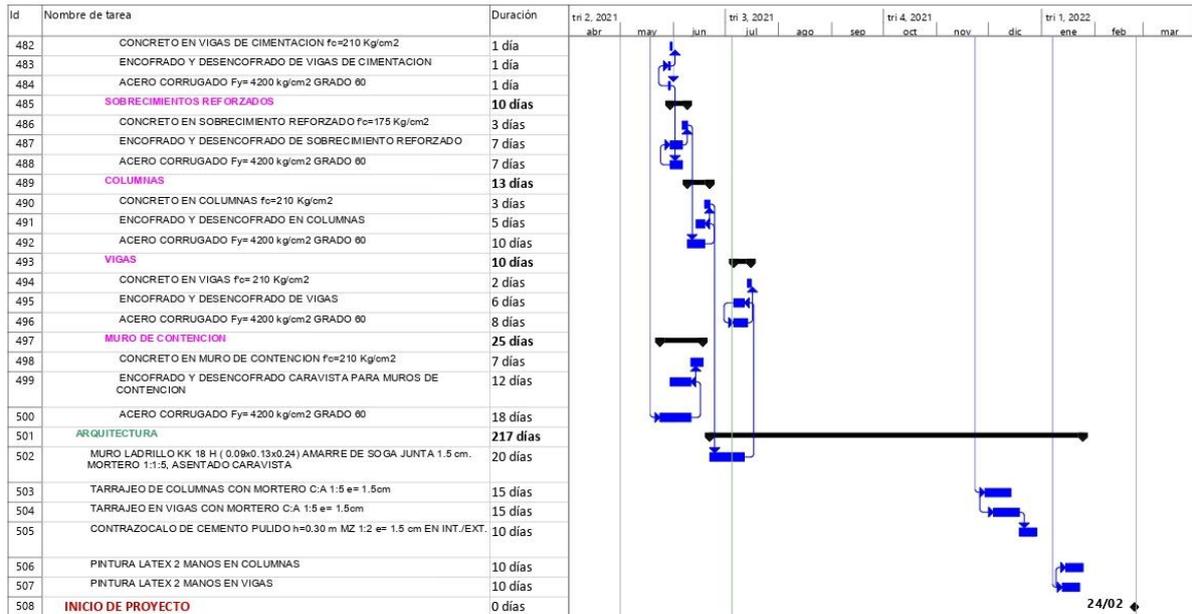
Id	Nombre de tarea	Duración	tri 2, 2021			tri 3, 2021			tri 4, 2021			tri 1, 2022		
			abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar
343	SUM. E INSTAL. CABLE N2XOH 2 x 35 mm ² N2XOH + 1 x 35 mm ² N2XOH (T). ? 35mm PVC-SAP	4 días												
344	SUM. E INSTAL. CABLE N2XOH 2 x 6mm ² + 1 x 6mm ² (T). ? 25mm PVC-SAP.	1 día												
345	SUM. E INSTAL. CABLE N2XOH 3 x 10mm ² N2XOH + 1 x 10mm ² N2XOH (N) + 1 x 10mm ² (T). ? 35mm PVC-SAP	1 día												
346	SUM. E INSTAL. CABLE N2XOH 3 x 16mm ² N2XOH + 1 x 16mm ² N2XOH (N) + 1 x 16mm ² (T). ? 40mm PVC-SAP	1 día												
347	SUM. E INSTAL. CABLE N2XOH 3 x 25mm ² N2XOH + 1 x 25mm ² N2XOH (N) + 1 x 25mm ² (T). ? 40mm PVC-SAP	4 días												
348	SUM. E INSTAL. CABLE N2XOH 3 x 35mm ² N2XOH + 1 x 35mm ² N2XOH (N) + 1 x 35mm ² (T). ? 50mm PVC-SAP	3 días												
349	SUM. E INSTAL. CABLE N2XOH 3 x 95mm ² N2XOH + 1 x 95mm ² N2XOH (N) + 1 x 95mm ² (T). ? 80mm PVC-SAP	1 día												
350	SUM. E INSTAL. CABLE 1 - 16 mm ² N2XOH , Tubo PVC SAP ? 20mm	1 día												
351	SUM. E INSTAL. CABLE 1 - 25 mm ² N2XOH , Tubo PVC SAP 25mm	1 día												
352	BUZONES	11 días												
353	EXCAVACION PARA BUZON DE CONCRETO (CAJA DE PASO)	5 días												
354	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE D= 30m	3 días												
355	BUZON DE CONCRETO (CAJA DE PASO) 0.80 x 0.80m	3 días												
356	ACOMETIDA Y PRUEBAS ELECTRICAS	211 días												
357	GESTION PARA EL SUMINISTRO ELECTRICO ANTE LA CONCRIONARIA	30 días												
358	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA ELECTRICA	30 días												
359	PRUEBAS DE AISLAMIENTO	5 días												
360	PRUEBAS DE CONTINUIDAD DE INSTALACIONES INTERIORES	5 días												
361	PRUEBAS DE OPERATIVIDAD Y PUESTA EN SERVICIO	5 días												
362	INSTALACIONES SANITARIAS	214 días												
363	SUMINISTRO E INSTALACION DE APARATOS SANITARIOS	8 días												
364	INODORO BLANCO TANQUE BAJO C/GRIFERIA DE BRONCE PARA PRIMARIA	2 días												
365	INODORO BLANCO TANQUE BAJO C/GRIFERIA DE BRONCE PARA SECUNDARIA	2 días												
366	LAVATORIO NACIONAL OVALIN BLANCO	2 días												
367	LAVATORIO NACIONAL PEDESTAL BLANCO PARA PRIMARIA	1 día												
368	LAVATORIO NACIONAL PEDESTAL BLANCO PARA SECUNDARIA	1 día												
369	LAVADERO ACERO INOXIDABLE 1 POZA C/ESCURRIDERO	1 día												
370	URINARIO DE LOSA BLANCO PARA PRIMARIA	1 día												
371	URINARIO DE LOSA BLANCO PARA SECUNDARIA	1 día												
372	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS SANITARIOS	5 días												
373	GRIFERIA PARA LAVATORIO	2 días												
374	GRIFERIA PARA URINARIO	1 día												
375	GRIFERIA PARA LAVADERO	1 día												
376	BARRA DE SUJECION PARA SS.HH. MINUSVALIDOS	2 días												
377	SISTEMA DE AGUA FRIA	31 días												
378	SALIDAS DE AGUA FRIA	7 días												
379	SALIDA DE AGUA FRIA CON TUBERIA PVC SAP ø 1/2"	7 días												
380	REDES DE DISTRIBUCION	9 días												
381	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC SAP ø 1/2"	3 días												
382	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC SAP ø 3/4"	2 días												
383	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC SAP ø 1"	2 días												
384	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC SAP ø 1 1/4"	4 días												
385	ACCESORIOS DE REDES DE AGUA	6 días												
386	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS PVC	5 días												
387	CODO PVC SAP ø 1/2"	3 días												
388	CODO PVC SAP ø 3/4"	1 día												
389	CODO PVC SAP ø 1"	1 día												
390	CODO PVC SAP ø 1 1/4"	1 día												
391	REDUCCION PVC SAP ø 1 1/4" x ø 1"	1 día												
392	REDUCCION PVC SAP ø 1" x ø 3/4"	1 día												
393	REDUCCION PVC SAP ø 3/4" x ø 1/2"	1 día												
394	TEE PVC SAP ø 1/2"	2 días												
395	TEE PVC SAP ø 3/4"	1 día												
396	TEE PVC SAP ø 1"	1 día												
397	TEE PVC SAP ø 1 1/4"	1 día												
398	VALVULAS	4 días												
399	VALVULA COMPUERTA DE BRONCE DE ø 3/4"	1 día												
400	VALVULA COMPUERTA DE BRONCE DE ø 1/2"	2 días												
401	VALVULA CHECK DE BRONCE DE ø 1"	1 día												
402	VALVULA FLOTADORA DE ø 1/2"	1 día												
403	VALVULA DE PIE DE ø 1 1/2"	1 día												
404	ALMACENAMIENTO DE AGUA	3 días												
405	TUBERIA DE SUCCION DE PVC-C10 D= 1 1/2"	1 día												
406	TUBERIA DE IMPULSION DE F1G° D= 1 1/4"	1 día												
407	TUBERIA PVC SAL D= 3" - PARA REBOSE	1 día												
408	TUBERIA PVC SAL D= 4" - PARA REBOSE	2 días												
409	UNIONES UNIVERSALES DE ø 1/2"	1 día												

Proyecto: CRONOGRAMA DE G Fecha: lun 05/07/21	Tarea		Tarea resumida		Tarea inactiva		Resumen manual	
	División		Tarea crítica resumida		Hito inactivo		solo el comienzo	
	Hito		Hito resumido		Resumen inactivo		solo fin	
	Resumen		Progreso resumido		Tarea manual		Fecha límite	
	Resumen del proyecto		Tareas externas		solo duración		Tarea crítica	
	Agrupar por síntesis		Hito externo		Informe de resumen manual		Progreso	

Id	Nombre de tarea	Duración	tri 2, 2021			tri 3, 2021			tri 4, 2021			tri 1, 2022		
			abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar
410	UNIONES UNIVERSALES DE ø 3/4"	1 día												
411	UNIONES UNIVERSALES DE ø 1 1/2"	1 día												
412	UNIONES UNIVERSALES DE ø 1 1/4"	1 día												
413	CONTROL DE NIVELES - ELECTRONIVEL	1 día												
414	ABRAZADERA DE FIJACION DE TUBERIA	1 día												
415	EQUIPOS Y OTRAS INSTALACIONES	7 días												
416	EQUIPO DE BOMBEO - ELECTROBOMBA DE 1.5 HP	1 día												
417	NICHO PARA VALVULA	3 días												
418	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION DE REDES DE AGUA FRIA	3 días												
419	SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL	212 días												
420	RED DE RECOLECCION	212 días												
421	EXCAVACIONES	2 días												
422	EXCAVACION DE ZANJAS PARA CANAL DE EVACUACION	2 días												
423	RELLENOS	3 días												
424	CAMA DE ARENA (RED DE DESAGUE PLUVIAL)	3 días												
425	CANALETAS	201 días												
426	CANALETA DE CONCRETO PARA EVACUACION PLUVIAL	8 días												
427	CANALETA DE PVC PARA EVACUACION PLUVIAL EN TECHOS	10 días												
428	REJILLAS EN CANALETAS DE AGUA PLUVIAL	5 días												
429	REJILLA PARA CANALETA DE EVACUACION PLUVIAL	5 días												
430	TUBERIAS	1 día												
431	TUBERIA DE DESCARGA DE PVC SAL DE ø 4"	1 día												
432	DESAGUE Y EXCAVACION	203 días												
433	EXCAVACIONES	2 días												
434	EXCAVACION DE ZANJAS PARA RED DE EVACUACION DE DESAGUE	2 días												
435	RELLENOS	7 días												
436	CAMA DE ARENA (RED DE DESAGUE)	7 días												
437	SALIDAS DE DESAGUE	12 días												
438	SALIDA DE DESAGUE PVC DE ø2" ø4"	10 días												
439	SALIDA DE VENTILACION PVC SAL ø 2"	2 días												
440	REDES DE DESAGUE	124 días												
441	TUBERIA DE DESAGUE PVC SAL ø 2"	2 días												
442	TUBERIA DE DESAGUE PVC SAL ø 4"	5 días												
443	TUBERIA DE DESAGUE PVC SAL ø 6"	1 día												
444	TUBERIA DE VENTILACION PVC SAL ø 2"	2 días												
445	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS PARA REDES DE DESAGUE	82 días												
446	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS PVC SAL	5 días												
447	CODO PVC SAP ø2"x45"	1 día												
448	CODO PVC SAP ø4"x45"	1 día												
449	CODO PVC SAP ø2"x90"	1 día												
450	CODO PVC SAP ø4"x90" CON VENTILACION ø 2"	1 día												
451	YEE PVC SAP DE ø 2"	1 día												
452	YEE PVC SAP DE ø 4"	1 día												
453	REDUCCION DE ø4"-ø2" PVC SAP, SP	1 día												
454	SOMBRERO DE VENTILACION PVC DE ø2"	1 día												
455	REGISTRO DE BRONCE DE ø4" PROVISION Y COLOCACION	1 día												
456	SUMIDERO DE BRONCE DE ø2" PROVISION Y COLOCACION	1 día												
457	FALSAS COLUMNAS	1 día												
458	FALSA COLUMNA DE CONCRETO ARMADO DE 15 x 15cm PARA VENTILACION	1 día												
459	CAMARAS DE INSPECCION	3 días												
460	CAJAS DE REGISTRO DE DESAGUE 10" x 20"	2 días												
461	CAJAS DE REGISTRO DE DESAGUE 12" x 24"	1 día												
462	INSTALACIONES ESPECIALES	1 día												
463	PRUEBA HIDRAULICA DE DESAGUE	1 día												
464	CERCO PERIMETRICO	262 días												
465	ESTRUCTURAS	69 días												
466	TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO	1 día												
467	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR	1 día												
468	MOVIMIENTO DE TIERRAS	35 días												
469	EXCAVACION PARA CIMENTOS	10 días												
470	EXCAVACION PARA ZAPATAS	15 días												
471	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	12 días												
472	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO	2 días												
473	ELIMINACION DE MAT. EXCEDENTE C/OLQUETE 10M3 Y CARGADOR Dprom= 2 km	5 días												
474	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	10 días												
475	CIMENTOS CORRIDOS C.H 1:10 + 30% P.G.	10 días												
476	SOLADO CONCRETO C.H. 1:12, ø= 0.10m	3 días												
477	OBRAS DE CONCRETO ARMADO	53 días												
478	ZAPATAS	3 días												
479	CONCRETO EN ZAPATAS f=210 Kg/cm2	1 día												
480	ACERO CORRUGADO Fy= 4200 kg/cm2 GRADO Ø0	2 días												
481	VIGAS DE CIMENTACION	2 días												

Proyecto: CRONOGRAMA DE G
Fecha: lun 05/07/21

Tarea		Tarea resumida		Tarea inactiva		Resumen manual	
División		Tarea crítica resumida		Hito inactivo		solo el comienzo	
Hito		Hito resumido		Resumen inactivo		solo fin	
Resumen		Progreso resumido		Tarea manual		Fecha límite	
Resumen del proyecto		Tareas externas		solo duración		Tarea crítica	
Agrupar por síntesis		Hito externo		Informe de resumen manual		Progreso	



Proyecto: CRONOGRAMA DE G Fecha: lun 05/07/21	Tarea		Tarea resumida		Tarea inactiva		Resumen manual	
	División		Tarea crítica resumida		Hito inactivo		solo el comienzo	
	Hito		Hito resumido		Resumen inactivo		solo fin	
	Resumen		Progreso resumido		Tarea manual		Fecha limite	
	Resumen del proyecto		Tareas externas		solo duración		Tarea crítica	
Agrupar por síntesis		Hito externo		Informe de resumen manual		Progreso		

Fuente: Elaboración propia en base a información adquirida de la Municipalidad Distrital del Porvenir

4.2.4. Implementación del Sistema Last Planner

Para la implementación del Sistema Last Planner se tuvo en cuenta los metrados y análisis de precios unitarios (APUS)

Metrados. Es el cálculo que se realiza por cada partida que contiene la obra en base a los planos del proyecto “Recuperación del Servicio Educativo en la Institución Educativa escolarizada en AA, HH. Alto Trujillo Barrio 6a con código Local N° 776591”, para la implementación del sistema Last Planner utilizaremos a detalle los metrados del área estructural que comprende encofrado, vaciado y colocación de acero corrugado de cada módulo del proyecto

Tabla 5

RESUMEN DE METRADO TOTAL DE COLUMNAS

NIVEL	CONCRETO EN COLUMNAS f'c=210 Kg/cm ²	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	ACERO CORRUGADO Fy= 4200 kg/cm ² GRADO 60
NIVEL 1	98.26	913.78	20,372.92
NIVEL 2	98.26	913.78	20,372.92

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6

RESUMEN DE METRADO TOTAL DE PLACAS

NIVEL	CONCRETO EN PLACAS f'c=210 Kg/cm ²	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	ACERO CORRUGADO Fy= 4200 kg/cm ² GRADO 60
NIVEL 1	156.02	1,608.11	28,981.65
NIVEL 2	156.02	1,608.11	28,981.65

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7**RESUMEN DE METRADO TOTAL DE LOSAS ALIGERADAS**

NIVEL	CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS EN UN SENTIDO f'c=210 Kg/cm2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA EN UN SENTIDO	ACERO CORRUGADO Fy= 4200 kg/cm2 GRADO 60	LADRILLO DE ARCILLA 15x30x30CM PARA LOSA ALIGERADA EN UN SENTIDO
NIVEL 1	200.44	2,290.73	8,763.74	19145.66
NIVEL 2	200.44	2,290.73	8,763.74	19,145.66

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8**RESUMEN DE METRADO TOTAL DE VIGAS**

NIVEL	CONCRETO EN VIGAS f'c=210 Kg/cm2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	ACERO CORRUGADO Fy= 4200 kg/cm2 GRADO 60
NIVEL 1	232.09	2,111.53	38,014.73
NIVEL 2	232.09	2,111.53	38,014.73

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9**RESUMEN DE METRADO TOTAL DE ZAPATAS**

NIVEL	CONCRETO EN ZAPATAS f'c=210 Kg/cm2	ACERO CORRUGADO Fy= 4200 kg/cm2 GRADO 60
NIVEL 1	232.09	6,734.31
NIVEL 2	232.09	6,734.31

Fuente: Elaboración Propia

Análisis de Precios Unitarios. Consta en desglosar el costo por unidad de medida de cada partida, determinando el rendimiento, costo y cantidad que comprende los diferentes componentes como mano de obra, materiales y equipos. Siguiendo con la implementación Last Planner, se planteará bajo las partidas de estructuras siguiendo el encofrado y vaciado ya que nos permitirá analizar y relacionar los rendimientos de mano de obra de cada trabajador; tiendo a continuación:

Tabla 10

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO DE CONCRETO EN COLUMNAS

Partida	01.02.03.06.01 CONCRETO EN COLUMNAS Fc=210 Kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m3			401.24
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	21.88	17.50	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	17.52	14.02	
0147010004	PEON	hh	9.0000	7.2000	15.79	113.69	
							145.21
Materiales							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.5300	45.00	23.85	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5200	25.00	13.00	
0221000094	CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 kg)	bol		9.7300	20.67	201.12	
0230170021	AGUA	m3		0.1500	6.00	0.90	
							238.87
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	145.21	4.36	
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3	hm	0.5000	0.4000	20.00	8.00	
0349070001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	0.5000	0.4000	12.00	4.80	
							17.16

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS

Partida	01.02.03.06.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por: m2		59.95
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	21.88	17.50
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	17.52	14.02
31.52						
Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3000	3.56	1.07
0204120004	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1700	3.56	0.61
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		4.3000	6.00	25.80
27.48						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	31.52	0.95
0.95						

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO DE CONCRETO EN PLACAS

Partida	01.02.03.05.01 CONCRETO EN PLACAS f'c=210 Kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por: m3		399.17
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	21.88	14.59
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	17.52	11.68
0147010004	PEON	hh	9.0000	6.0000	15.79	94.74
121.01						
Materiales						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8000	45.00	36.00
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.6000	25.00	15.00
0221000094	CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 kg)	bol		9.7300	20.67	201.12
0230170021	AGUA	m3		0.1800	6.00	1.08
253.20						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	121.01	3.63
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3	hm	1.0000	0.6667	20.00	13.33
0349070001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.6667	12.00	8.00
24.96						

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS

Partida	01.02.03.05.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por: m2			59.95
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	21.88	17.50	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	17.52	14.02	
							31.52
Materiales							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3000	3.56	1.07	
0204120004	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1700	3.56	0.61	
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		4.3000	6.00	25.80	
							27.48
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	31.52	0.95	
							0.95

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO DE CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS

Partida	01.02.03.03.01 CONCRETO EN LOSA DE CIMENTACION Fc=210 Kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por: m3			395.91
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	21.88	14.59	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	17.52	11.68	
0147010004	PEON	hh	10.0000	6.6667	15.79	105.27	
Materiales							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.5300	45.00	23.85	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5200	25.00	13.00	
0221000094	CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 kg)	bol		9.7300	20.67	201.12	
0230170021	AGUA	m3		0.1860	6.00	1.12	
							239.09
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	131.54	3.95	
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3	hm	1.0000	0.6667	20.00	13.33	
0349070001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.6667	12.00	8.00	
							25.28

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS ALIGERADAS

Partida	01.02.03.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS DE CIMENTACION						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por: m2			54.22
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	21.88	14.59	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.6667	15.79	10.53	
						25.12	
Materiales							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.2500	3.56	0.89	
0204120004	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1300	3.56	0.46	
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		4.5000	6.00	27.00	
						28.35	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	25.12	0.75	
						0.75	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO DE CONCRETO EN VIGAS

Partida	01.02.03.08.01 CONCRETO EN VIGAS $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por: m3			401.45
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	21.88	17.50	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	17.52	14.02	
0147010004	PEON	hh	9.0000	7.2000	15.79	113.69	
						145.21	
Materiales							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.5300	45.00	23.85	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5200	25.00	13.00	
0221000094	CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 kg)	bol		9.7300	20.67	201.12	
0230170021	AGUA	m3		0.1850	6.00	1.11	
						239.08	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	145.21	4.36	
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3	hm	0.5000	0.4000	20.00	8.00	
0349070001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	0.5000	0.4000	12.00	4.80	
						17.16	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS

Partida	01.02.03.08.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por: m2			58.03
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	21.88	17.50	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	17.52	14.02	
31.52							
Materiales							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.2000	3.56	0.71	
0204120004	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.2400	3.56	0.85	
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		4.0000	6.00	24.00	
25.56							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	31.52	0.95	
0.95							

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO DE CONCRETO EN ZAPATAS

Partida	01.02.03.01.01 CONCRETO EN ZAPATAS f'c=210 Kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por: m3			395.91
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	21.88	14.59	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	17.52	11.68	
0147010004	PEON	hh	10.0000	6.6667	15.79	105.27	
131.54							
Materiales							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.5300	45.00	23.85	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5200	25.00	13.00	
0221000094	CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 kg)	bol		9.7300	20.67	201.12	
0230170021	AGUA	m3		0.1860	6.00	1.12	
239.09							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	131.54	3.95	
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9-11p3	hm	1.0000	0.6667	20.00	13.33	
0349070001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.6667	12.00	8.00	
25.28							

Fuente: Elaboración Propia

4.2.5. Metodología Last Planner con Lean Construction

La aplicación de la metodología se dará a partir de la organización y evaluación de los sectores con el fin de alcanzar ejecutar el cálculo de tres de trabajo para 1 día.

Tabla 19

CANTIDAD TOTAL POR SECTORES

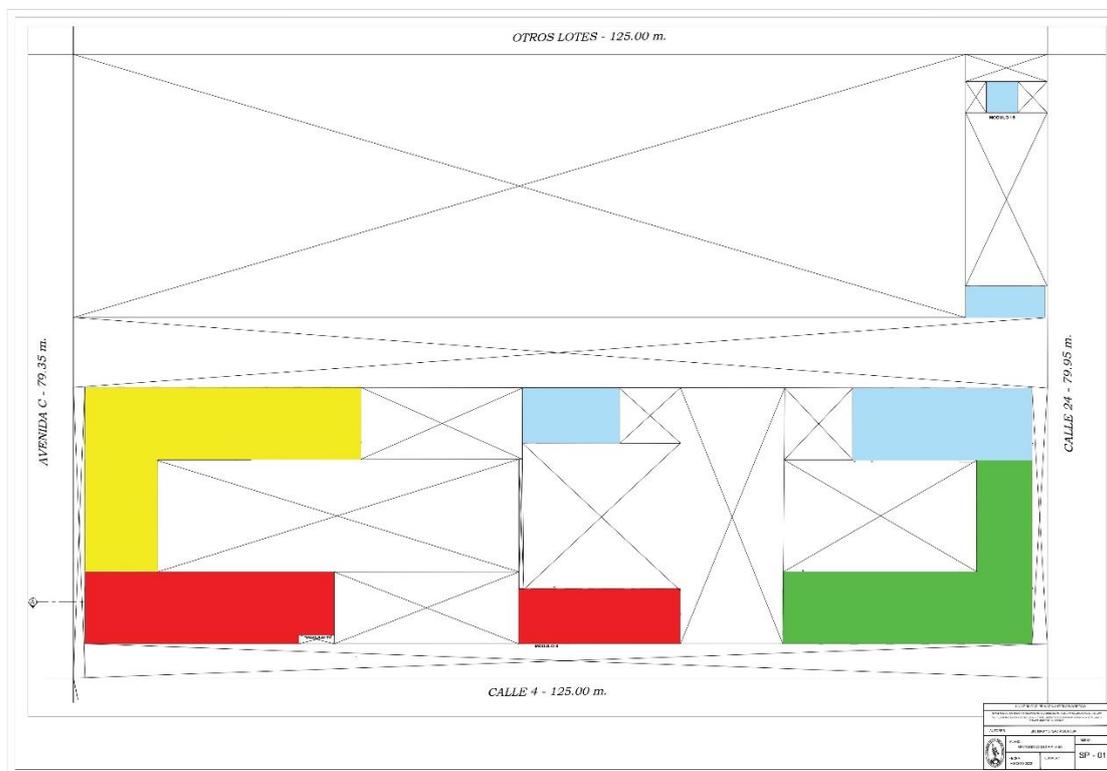
Elementos estructurales	Metrados		Metrados por sector	
	Encofrado	Vaciado	Encofrado	Vaciado
Columnas	914	98	457	25
Placas	1608	156	402	39
Losas	2291	200	573	50
Vigas	2112	232	528	58
Sectores	4	4		

Fuente: Elaboración Propia

Sectorización del proyecto. Consta en subdividir los trabajos o partidas con la finalidad de planificar los sectores de manera balanceada, dado esto, la sectorización del proyecto se enfocó en las partidas de encofrado y vaciado de los 2 niveles de la edificación.

Ilustración 13

SECTORIZACIÓN DEL PRIMER NIVEL



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20

RESUMEN DE SECTORIZACIÓN

Sector 1	S1
Sector 2	S2
Sector 3	S3
Sector 4	S4

Fuente: Elaboración Propia

- **Metrados de los sectores por elemento.** Se clasificará por cada sector, encofrado y vaciado de cada elemento como columnas, placas, losas y vigas; y dentro de ellos la sumatoria de los metrados de cada sector.

Tabla 21**SECTORES POR ELEMENTO DEL 1 NIVEL**

ENCOFRADO	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Total
Columnas	219.78	193.30	161.53	213.16	787.78
Placas	527.09	323.13	471.37	286.52	1,608.11
Losas	607.88	551.27	672.95	458.64	2,290.73
Vigas	645.71	471.65	577.10	387.68	2,082.13
VACIADO	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Total
Columnas	23.41	22.13	16.83	24.07	86.45
Placas	53.98	29.90	44.09	28.06	156.02
Losas	53.19	48.24	58.88	40.13	200.44
Vigas	67.76	64.40	57.99	39.14	229.29

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22**SECTORES POR ELEMENTO DEL 2° NIVEL**

ENCOFRADO	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Total
Columnas	219.78	193.30	161.53	213.16	787.78
Placas	527.09	323.13	471.37	286.52	1,608.11
Losas	607.88	551.27	672.95	458.64	2,290.73
Vigas	645.71	471.65	577.10	387.68	2,082.13
VACIADO	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Total
Columnas	23.41	22.13	16.83	24.07	86.45
Placas	53.98	29.90	44.09	28.06	156.02
Losas	53.19	48.24	58.88	40.13	200.44
Vigas	67.76	64.40	57.99	39.14	229.29

Fuente: Elaboración Propia

Rendimiento por elemento. Para el rendimiento por elemento se tuvo que analizar el control del rendimiento a través de cálculos de cada trabajador, se obtuvo:

Tabla 23

RENDIMIENTO POR CADA ELEMENTO

Elementos	Encofrado	Vaciado
Columnas	10	10
Placas	10	12
Losas	12	12
Vigas	12	10

Fuente: Elaboración Propia

- **Cálculo de trenes de trabajo para un día.** Prosiguiendo con la metodología, y además de ello, desarrollando cálculos y aplicando formulas, se pudo obtener las cuadrillas necesarias:

Tabla 24

TOTAL DE ENCOFRADORES DEL SECTOR 1 DEL 1° NIVEL

ENCOFRADO DE COLUMNAS SECTOR 1					
Metrado	219.78				
Rendimiento	10				
Duración en días	21.98	Operario	Oficial	Peón	
Cuadrilla	8	1	1	1	
Duración de meta	1.00	8	8	8	24

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25*TOTAL DE ENCOFRADORES DEL SECTOR 2 DEL 1° NIVEL*

ENCOFRADO DE COLUMNAS		SECTOR 2			
Metrado	193.30				
Rendimiento	10				
Duración en días	19.33	Operario	Oficial	Peón	
Cuadrilla	4	1	1	1	
Duración de meta	1.00	4	4	4	12

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26*TOTAL DE ENCOFRADORES DEL SECTOR 3 DEL 1° NIVEL*

ENCOFRADO DE COLUMNAS		SECTOR 3			
Metrado	161.53				
Rendimiento	10				
Duración en días	16.15	Operario	Oficial	Peón	
Cuadrilla	4	1	1	1	
Duración de meta	1.01	4	4	4	12

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27**TOTAL DE ENCOFRADORES DEL SECTOR 4 DEL 1° NIVEL**

ENCOFRADO DE COLUMNAS		SECTOR 4			
Metrado	213.16				
Rendimiento	10				
Duración en días	21.32	Operario	Oficial	Peón	
Cuadrilla	6	1	1	1	
Duración de meta	0.99	6	6	6	18

Fuente: Elaboración Propia

Tren de actividades. Para tener una secuencia de obra se programarán las actividades y al mismo tiempo, repartidas en los días y sectores respectivos.

Tabla 28**TREN DE ACTIVIDADES DEL PRIMER NIVEL**

Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encofrado de columnas	S1	S2	S3	S4							
Vaciado de columnas		S1	S2	S3	S4						
Encofrado de placas			S1	S2	S3	S4					
Vaciado de placas				S1	S2	S3	S4				
Encofrado de vigas					S1	S2	S3	S4			
Vaciado de vigas						S1	S2	S3	S4		
Encofrado de losas							S1	S2	S3	S4	
Vaciado de losa								S1	S2	S3	S4

Donde:

Sector 1	S1
Sector 2	S2
Sector 3	S3
Sector 4	S4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29**CUADRO DE RECURSOS**

DESCRIPCIÓN DE RECURSOS		
MANO DE OBRA	UND	PRECIO
Capataz	HH	24.15
Operario	HH	21.88
Oficial	HH	17.52
Peón	HH	15.79
MATERIALES	UND	PRECIO
OBRA GRUESA		
Almacén de obra, oficinas y caseta de guardianía	M2	91.91
Cartel de identificación de obra de 4.80m x 3.60m	UND	1,069.72
Alquiler de SS.HH. Provisionales	MES	330.00
Cerco provisional de triplay	M	52.22
Equipos de protección individual	UND	700.00
Acero Corrugado $F_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$ GRADO 60	KG	4.97
Alambre negro recocido N° 08	KG	3.56
Relleno de piedra seleccionada	M3	60.41
Arena Gruesa	M3	25.00
Agua para la construcción	GLB	550.00
Piedra mediana de 8"	M3	40.00
Hormigón	M3	24.60
Piedra mediana de 3"	M3	38.00
Concreto Premezclado $f'c=210$	M3	291,307.06
Ladrillo de arcilla	UND	3.08
OBRA GRIS		
Arena Gruesa	M3	25.00
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	BOLSA	22.05
Cemento Portland Tipo MS (42.5 kg)	BOLSA	20.67
Ladrillo de arcilla para techo 15x30x30cm	UND	1.90
Alambre negro recocido N° 08	KG	3.56
Alambre negro recocido N° 16	KG	3.56
Acero Corrugado $F_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$ GRADO 60	KG	4.97

Clavos para madera con cabeza de 3"	KG	3.56
Piedra chancada de 1/2"	M3	45.00

EQUIPOS

Mezcladora de concreto de 9– 11 p3	HM	20.00
Vibradora de concreto 4HP	HM	12.00

Fuente: Elaboración Propia

- **LookAhead de partidas**

Tabla 30

LOOKAHEAD DE PARTIDAS DEL PRIMER NIVEL

Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encofrado de columnas	S1P1	S2P1	S3P1	S4P1							
Vaciado de columnas		S1P1	S2P1	S3P1	S4P1						
Encofrado de placas			S1P1	S2P1	S3P1	S4P1					
Vaciado de placas				S1P1	S2P1	S3P1	S4P1				
Encofrado de vigas					S1P1	S2P1	S3P1	S4P1			
Vaciado de vigas						S1P1	S2P1	S3P1	S4P1		
Encofrado de losas							S1P1	S2P1	S3P1	S4P1	
Vaciado de losa								S1P1	S2P1	S3P1	S4P1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31

LOOKAHEAD DE OPERARIOS

Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encofrado de columnas	8	4	4	3							
Vaciado de columnas		1	1	2	2						
Encofrado de placas			2	2	3	8					
Vaciado de placas				2	2	1	7				
Encofrado de vigas					8	9	8	1			
Vaciado de vigas						1	2	2	2		
Encofrado de losas							7	12	7	2	
Vaciado de losa								3	4	2	1
Total	8	5	7	9	15	19	24	18	13	4	1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32*LOOKAHEAD DE OFICIALES*

Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encofrado de columnas	8	4	4	3							
Vaciado de columnas		1	0	1	0						
Encofrado de placas			2	2	5	8					
Vaciado de placas				0	1	0	1				
Encofrado de vigas					7	9	8	2			
Vaciado de vigas						1	2	2	2		
Encofrado de losas							8	10	6	1	
Vaciado de losa								2	2	1	1
Total	8	5	6	6	14	18	19	16	10	2	1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 33*LOOKAHEAD DE PEONES*

Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Encofrado de columnas	8	4	4	3							
Vaciado de columnas		4	2	1	1						
Encofrado de placas			1	3	5	10					
Vaciado de placas				2	4	5	12				
Encofrado de vigas					9	10	8	1			
Vaciado de vigas						4	3	3	2		
Encofrado de losas							6	9	6	2	
Vaciado de losa								3	5	2	2
Total	8	8	7	9	19	29	29	16	13	4	2

Fuente: Elaboración Propia

- **Cuadro de asignaciones de personal (CAP).** Para el desarrollo de este punto, se realizará la sumatoria de todo el personal encargado que tendrá la función de asistir a la obra en el transcurso de los días y se demuestra en el tren de actividades.

Tabla 34*CUADRO DE ASIGNACIONES DE PERSONAL (CAP)*

Días	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Operarios	8	5	7	9	15	19	24	18	13	4	1
Oficiales	8	5	6	6	14	18	19	16	10	2	1
Peones	8	8	7	9	19	29	29	16	13	4	2
Total	24	18	20	24	48	66	72	50	36	10	4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35*LOOKAHEAD DE PRODUCCIÓN*

PARTIDA DE CONTROL	UNDMETRADO	TOTAL		SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4								
		hh/dia	Dias	HH	REND	METRADO	HH	REND	METRADO	HH	REND	METRADO	HH	REND				
ACERO VERTICALES																		
Acero de Columnas	Kg	2037.29	34.3	8	274.40	254.66	2276.24	90	1087.31	2140.76	88.00	1087.32	2140.77	88	1087.319	2140.77	88	1087.24
Acero de Placas	Kg	2898.16	70.42	14	985.88	207.01	2858.71	232.01	797.22	2788.08	232.015	797.22	2757.15	232.025		2757.15	232.02	797.20
Acero de Muros	Kg	1764.33	60.6	10	606.00	176.43	406.91	359.04	33.91	0.00	359.04	33.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Acero de losa	kg.	876.37	5.34	4	21.36	41.03	70.08	65	36.06	93.6	62.2266	36.06	62.4	62.2266	36.06	62.4	62.2266	36.06
Acero de viga	kg	179.62	30.54	3	91.62	1.96	283.97	167.2	70.749	276.952	167.2	70.749	285.532	167.2	70.749	285.532	167.2	70.749
ENCOFRADO VERTICALES																		
Encofrado de Columnas	m2	288.48	30.35	8	242.80	36.06	22.7185	243.95	31.81693	22.7185	243.95	31.81693	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Encofrado de placas	m2	160.81	40.5	16	648.00	10.05	9.792	8	6.65975	11.0305	7.11	6.65975	9.568	7.11	6.65975	9.568	7.11	6.65975
Encofrado de Muros	m2	70.64	35.92	14	502.88	5.05	33.48	10.965	22.13875	33.1175	10.965	22.13875	33.1175	10.965	22.13875	33.1175	10.965	22.13875
Encofrado de losas	m2	229.07	50.41	3	151.23	1.51	24.7545	16.08	8.2515	24.7545	16.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Encofrado de vigas	m2	592.83	48.2	4	192.80	3.07	143.7425	50	148.2088	151.0845	47.68	148.2088	149.004	47.12	148.2088	149.004	47.12	148.2088
VACIADO VERTICALES																		
Vaciado de Columnas	m3	39.95	5.89	4	23.56	1.70	3641.007	35.84	2630.44	2293.585	33.84	2630.44	2293.5846	31.36	2630.44	2293.5846	31.36	2630.44
Vaciado de placas	m3	15.60	7.33	4	29.32	0.53	372.8263	41.58	405.9373	289.9505	36.24	405.9373	277.5175	35.81	405.9373	277.5175	35.81	405.9373

Vaciado de Muros	m3	19.10	6.31	3	18.93	1.01	1942	5.6	2762.333	2179	2.2	2762.333	2083	2.16	2762.333	2083	2.16	2762.333
Ladrillo de losa	und.	1914.7	4.00	3	12.00	159.56	2601.86464	7.465	3099.11	2231.82167	5.47	3099.11	2231.82167	3.84	3099.11	2231.82167	3.84	3099.11

Fuente: Elaboración Propia

4.2.6. Metodología de la Implementación del Proyecto

Pull Planning. El Pull Planning determina los plazos de manera ajustada para facilitar y dar prioridad la entrega del proyecto, asimismo, se debe seguir el método para garantizar la entrega a tiempo del proyecto. Esta metodología se trabaja con el Ing. SSOMA, Ing. Supervisión e Ing. Residente para determinar los hitos en la reunión donde se presentará y detallará las actividades que se realizarán en la obra, la reunión dura un aproximado de dos horas:

Tabla 36

ACTIVIDADES DE LAS INTALACIONES SANITARIAS Y ELÉCTRICAS

INSTALACIONES SANITARIAS	INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y EQUIPOS
Colocación de tubo de agua	Caja eléctrica - PCV
Cuadro de verticales	Uso de mezcladora
Instalaciones sanitarias en losa aligerada	Instalaciones eléctricas de rampa
Instalaciones sanitarias en losa maciza	Instalaciones eléctricas de escalera
II.SS. Tabiquería	Instalaciones eléctricas de losa aligerada
	Instalaciones eléctricas de losa maciza
	II.EE. Tabiquería

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 37**ACTIVIDADES DE ESTRUCTURA Y ARQUITECTURA**

ESTRUCTURA	ARQUITECTURA
Trazo, nivelación y replanteo preliminar	Uso de arnés
Encofrado y desencofrado de rampas	Uso de andamios
Concreto en losa de cimentación $f'c=210$ Kg/cm ²	Limpieza y seguridad
Encofrado y desencofrado de losa de cimentación	Solaqueo en cielorraso
Acero corrugado $F_y= 4200$ kg/cm ² GRADO 60	Solaqueo en muros
Concreto en placas $f'c=210$ Kg/cm ²	Limpieza y trazo para tabiquería
Encofrado y desencofrado de placas	Nivelación de pisos
Acero corrugado $f_y= 4200$ kg/cm ² GRADO 60	Empaste en cielorraso
Concreto en columnas $f'c=210$ Kg/cm ²	Empaste en muros
Encofrado y desencofrado en columnas	Empaste
Acero corrugado $F_y= 4200$ kg/cm ² GRADO 60	Derrames
Concreto en vigas $f'c= 210$ Kg/cm ²	Barandas metálicas
Encofrado y desencofrado de vigas	Enchape de baños
Acero corrugado $F_y= 4200$ kg/cm ² GRADO 60	Enchape de pisos
Concreto en losas macizas $f'c=210$ Kg/cm ²	Enchape de zócalos
Encofrado y desencofrado de losas macizas	Dinteles
Acero corrugado $F_y= 4200$ kg/cm ² GRADO 60	Fragua y protección de pisos
Concreto en losas aligeradas en un sentido $f'c=210$ Kg/cm ²	Empaste en derrames
Encofrado y desencofrado de losa aligerada en un sentido	Instalación marcos de puertas
Acero corrugado $f_y= 4200$ kg/cm ² GRADO 60	Instalación de ventanas
Ladrillo de arcilla 15x30x30cm para losa aligerada en un sentido	Implementos para patio de recreo
Concreto en escaleras $f'c=210$ Kg/cm ²	Limpieza fina
Acero corrugado $F_y= 4200$ kg/cm ² GRADO 60	Limpieza FINAL
Concreto en muro de contención $f'c=210$ Kg/cm ²	

Fuente: Elaboración Propia

La finalidad de estos cuadros de actividades es para definir la planificación en la que mantendremos el proyecto ya que nos permite visualizar cada una de las actividades de partidas y restricciones. Con la información obtenida se reunirá al personal encargado para delimitar las principales restricciones en las partidas como estructural, arquitectura, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas alcanzando así, un mejor control y calidad para la ejecución del proyecto y, de manera simultánea evitar el cuello de botella.

Master Plan. Este punto está dirigida a definir procesos de cada entregable con la finalidad de alcanzar los objetivos propuestos inicialmente es por ello que se trabaje en base a la jerarquización del trabajo a desarrollar. Para seguir con el punto planteado, es necesario precisar las fechas de las actividades de manera individual considerando los hitos contractuales los cuales deben contar con un vínculo a las secuencias constructivas ya que nos da accesibilidad, de manera óptima, tener un seguimiento a lo largo de toda la obra. Para ejecutar el Master Plan en el proyecto, se ejecutó con los contratistas a partir del 1º Nivel en el área estructural como en el área arquitectónica realizándose todas esas partes dentro de la tercera semana del mes de septiembre, pero será planificada y descrita una semana antes para evitar inciertos.

Ilustración 14

USO DE MASTER PLAN EN OBRA



Fuente: Elaboración Propia

LookAhead Planning. Siguiendo con el desarrollo de la metodología LookAhead Planning, se inició con la partida de actividad de trazo y replanteo del 1º nivel en un tiempo determinado de 4 semanas, teniendo como fecha de inicio el día 18 de septiembre de 2020 y al mismo tiempo, tendrá un complemento de LookAhead de materiales, materiales que, actualmente se encuentran en el inventario del proyecto. Para la poder encontrar e identificar la localización y fechas de trabajos se optó por clasificar el uso del código y colores.

Ilustración 15

USO DE LOOKAHEAD PLANNING EN OBRA



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 38

LOOKAHEAD DE MATERIALES

PARTIDA DE CONTROL	UND	TOTAL	CONSUMO DE	CONSUMO DE	CONSUMO DE	CONSUMO DE
		CANTIDAD	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
ACERO DE COLUMNAS						
Alambre Negro N°16	kg	122.24	30.56	30.56	30.56	30.56
Acero Corrugado Fy=4200 kg/cm2 Grado 60	kg	2,037.29	509.32	509.32	509.32	509.32
ENCOFRADO DE COLUMNAS						
Alambre Negro recocido N° 08	kg	297.56	74.40	74.40	74.40	74.40
Clavos para madera con cabeza de 3"	kg	168.62	42.15	42.15	42.15	42.15
Madera Tornillo	kg	4,265.08	1,066.27	1,066.27	1,066.27	1,066.27
VACIADO DE COLUMNAS f'c=210 kg/cm2						
Cemento portland Tipo MS	bls	9,650.90	2,412.75	2,412.75	2,412.75	2,412.75
Arena Gruesa	m3	515.78	128.94	128.94	128.94	128.94
Agua	m3	148.78	37.20	37.20	37.20	37.20
Piedra chancada de 1/2"	m3	525.70	131.42	131.42	131.42	131.42
ACERO DE PLACAS						
Alambre Negro N°16	kg	57.64	14.41	14.41	14.41	14.41
Acero Corrugado Fy=4200 kg/cm2 Grado 60	kg	1,018.26	254.56	254.56	254.56	254.56
ENCOFRADO DE PLACAS						
Alambre Negro N°08	kg	288.19	72.05	72.05	72.05	72.05
Clavos de 3"	kg	163.31	40.83	40.83	40.83	40.83
Madera Tornillo	kg	4,130.67	1,032.67	1,032.67	1,032.67	1,032.67
VACIADO DE PLACAS f'c=210 kg/cm2						
Cemento portland Tipo MS	bls	9,346.83	2,336.71	2,336.71	2,336.71	2,336.71
Arena Gruesa	m3	576.37	144.09	144.09	144.09	144.09
Agua	m3	172.91	43.23	43.23	43.23	43.23
Piedra chancada de 1/2"	m3	768.50	192.12	192.12	192.12	192.12
ENCOFRADO DE VIGAS						
Madera tornillo	p2	4,008.20	1,002.05	1,002.05	1,002.05	1,002.05
Alambre Negro Recocido N° 8	kg	200.41	50.10	50.10	50.10	50.10
Clavos de 3"	kg	240.49	60.12	60.12	60.12	60.12
VACIADO DE VIGAS f'c=210 kg/cm2						
Cemento portland Tipo MS	bls	9,749.95	2,437.49	2,437.49	2,437.49	2,437.49
Arena Gruesa	m3	521.07	130.27	130.27	130.27	130.27
Agua	m3	185.38	46.34	46.34	46.34	46.34
Piedra chancada de 1/2"	m3	531.09	132.77	132.77	132.77	132.77
ACERO DE VIGAS						
Alambre Negro N°16	kg	60.12	15.03	15.03	15.03	15.03
Acero Corrugado Fy=4200 kg/cm2 Grado 60	kg	1,062.17	265.54	265.54	265.54	265.54
ENCOFRADO DE LOSA MACIZA						
Alambre negro recocido N° 16	kg	282.19	70.55	70.55	70.55	70.55
Clavos para madera de 3"	kg	141.09	35.27	35.27	35.27	35.27
Madera tornillo	p2	4,044.71	1,011.18	1,011.18	1,011.18	1,011.18
VACIADO DE LOSA MACISA						
Piedra chancada de 1/2"	m3	498.53	124.63	124.63	124.63	124.63
Arena gruesa	m3	507.94	126.99	126.99	126.99	126.99
Cemento portland Tipo MS	bol	9,171.14	2,292.79	2,292.79	2,292.79	2,292.79
Agua	m3	174.07	43.50	43.50	43.50	43.50
ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2						
Alambre Negro N°16	kg	56.44	14.11	14.11	14.11	14.11
Acero Corrugado Fy=4200 kg/cm2 Grado 60	kg	997.07	249.27	249.27	249.27	249.27

Fuente: Elaboración Propia

Análisis de restricciones. El análisis de restricciones se fundamenta bajo los inconvenientes o impedimentos que aparecen en lo largo del proceso de ejecución de actividades de la obra teniendo así, pérdidas y retrasos del flujo de la obra. Por lo general, una de las restricciones que impide el procesamiento de la ejecución de obra, es en relación a los materiales, equipos y la mano de obra. Es por ello, que se realizó un cuadro comparativo para obtener seguimiento a cada tipo de restricciones y al mismo tiempo, agilizar la identificación de restricciones. Si bien es cierto, este análisis no garantiza el cumplimiento, pero es de gran ayuda ya que con este identificará los factores involucrados.

Tabla 39

CUADRO DE RESTRICCIONES

Descripción de la Actividad	Fecha inicio Planeada	Materiales	Mano de obra	Equipos	Subcontratos	Otros	Restricciones		
							Descripción	Responsable	Comentario
ESTRUCTURAS									
ENCOFRADO									
Alambre negro recocido N° 8 y clavo de 3"	18/08/2022	X					El proveedor no cuenta con suficiente stock para el encofrado	Logística	Encofrado propio
Madera tornillo	22/08/2022	X					No se programó el pedido del material para el encofrado	Producción	
VACIADO									
Cemento Portland Tipo MS	18/09/2022					X	El material entregado no cumple con la normativa	Producción y Seguridad	Ing. Residente
Vibrador de concreto 4 HP 2.40"	25/09/2022			X			Maquinaria presenta fallas e impide el procesamiento	Producción y Logística	
Peones	26/09/2022		X				Las cuadrillas tuvieron retraso por eso están ejecutando otras partidas	Producción	
ACERO									
Pedido de Alambre negro recocido N° 16	28/08/2022	X					Que el proveedor no tenga stock la cantidad necesaria de acero	Producción	
Armado de verticales	05/09/2022		X				Incongruencia de plano topográfico con los ejes indicados.		Ing. Residente
EQUIPOS									
Mezcladora de concreto de 9 11p3	07/09/2022			X			Mezcladora en mal estado	Producción y Logística	Equipo propio

Fuente: Elaboración Propia

Weekly Planning. Es un plan de trabajo basado en dos variables, gráfica y métricas el cual será detallado en las actividades de ejecución de las partidas y metrados ya que nos permitirá definir los avances diarios de las metas planteadas y al mismo tiempo, facilitará la manufactura de las valorizaciones que se generan de manera semanal en la obra. Para desarrollar el seguimiento del PPC cada fin de semana, se generarán celdas para ubicar el estado de cada partida ya sea en causa de incumplimiento y en medida correctiva. Para el desarrollo de nuestro plan de trabajo semanal inicia en la partida de encofrado de solado de manera vertical del 1° nivel

Tabla 28

WEEKLY PLANNING EN LA SEMANA 01

DESCRIPCION DE LA ITEM ACTIVIDAD DE 15/09/2022 AL 21/09/2022	UND	METRADO PROGRAMADA	METRADO CULMINADA	SEMANA 01							ANALISIS DE CUMPLIMIENTO				
				J	V	S	D	L	M	M	SI	NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA
				15/09	16/09	17/09	18/09	19/09	20/09	21/09					
1.00 Encofrado de solado - verticales	M2	92.45	92.45	S1P1	S2P1							X		N	N
2.00 Vaciado de solado - verticales	M3	1.02	1.02	S1P1	S2P1							X		N	N
3.00 Armado de columnas (50%)	KG	630.80	590.40	S1P1	S2P1								X	IN	IN
4.00 Encofrado de columnas	M2	87.40	87.40	S1P1	S2P1							X		N	N
5.00 Armado de placas (40%)	KG	108.35	108.35		S1P1							X		N	N
6.00 Encofrado de placas	M2	78.15	78.15		S1P1							X		N	N
ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD (%)											86%	14%			

Donde:

IN: Incompleto

NE: NO EJECUTADO

N: NINGUNA

LM: LOGISTICA DE MATERIALES

LH: LOGISTICA DE HERRAMIENTAS

PP: PARTIDA PREDECESORA

R: REPROGRAMACION

Fuente: Elaboración Propia

Reuniones diarias. Las reuniones diarias tienen el propósito de optimizar actividades como por ejemplo dar pautas importantes, breves, asimismo, solucionar inconvenientes o descoordinación para evitar prolongar dichas problemáticas. Las reuniones de manera periódica se darán el primer y tercer día del transcurso de la semana el cual durará de 5 a 10 minutos donde los obreros formarán una ronda para escuchar la charla, todo esto se da junto al liderazgo del Ing. SSOMA, ya que él tendrá el control de las asistencias de los obreros.

Tabla 40

CUADRO DE ASISTENCIA

APELLIDOS	NOMBRE	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES
ACOSTO FERRERO	MIGUEL	X					
AGUIRRE SOSA	RAMÓN	X					
ALVAREZ VALENCIA	HORACIO	X					
BACILIO RODRIGUEZ	SERGIO	X					
BARCELÓ DUEÑAS	MACARIO	X					
CALVO GALIANO	PAULINO	X					
CAMPOS PIZARRO	ROGELIO	X					
COROMINAS ACERO	ALEJANDRO	X					
DIAZ SUAREZ	CESAR	X					
ECHIVARRÍA GRANDE	MARCELO	X					
ESCALONA HURTADO	JULIO CÉSAR	X					
FERRI CUETO	HUGO	X					
FLORES MARTINEZ	JAIME	X					
GOMEZ ARANDA	JOSE						
GUEDES ARAMBURU	VICENTE	O					
GUTIERREZ FERNANDEZ	OSCAR	O					
HERRERA GARCIA	NICOLÁS	X					
IRIGOYEN BERNABE	MARTIN	O					
JUAREZ ARROYO	RICARDO	X					
LEAL JURADO	SEBASTIAN	X					
LOPEZ ALVARADO	CLAUDIO	O					
MALLO CAPILLA	OMAR	O					
PAYA HERRANZ	SALVADOR	X					
PEREZ VILLALOBOS	JUAN DAVID	X					
PONCE CALVET	ADOLFO	O					
RAMIREZ ZAVALETA	HECTOR	O					
RUIZ MEDINA	MARIO	X					
TEJERA MENDOZA	LUÍS ILDEFONSO	O					

Fuente: Elaboración Propia

Mediante el cuadro de planificación se logró ver que algunos días de la semana no hay un rendimiento óptimo y continuo por lo cual, se optó por realizar plantillas para el seguimiento de proyecto con la finalidad de evitar retrasos.

- **Carta balance.** La carta balance es ejecutada para generar un diagnóstico para la distribución de tiempos del personal y así, obtener de manera más conveniente un análisis para las cuadrillas de trabajos en el aspecto productivo, contributorio y no contributorio. Es por ello, que se evaluó las partidas determinadas que en este caso fue el de encofrado y armado de 25 placas evaluado en un tiempo de 60 minutos, tiempo que será analizado tanto en el turno de la mañana como en el turno de la tarde para obtener un resultado a interpretar y seguir con lo propuesto inicialmente.

Tabla 41

CUADRO DE PORCENTAJE EN EL ENCOFRADO DE VIGAS

	ACOSTO FERRERO	AGUIRRE SOSA	ALVAREZ VALENCIA	BACILIO RODRIGUEZ	Total
TP	52%	37%	54%	27%	42%
TC	46%	51%	36%	55%	47%
TNC	4%	12%	10%	18%	11%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

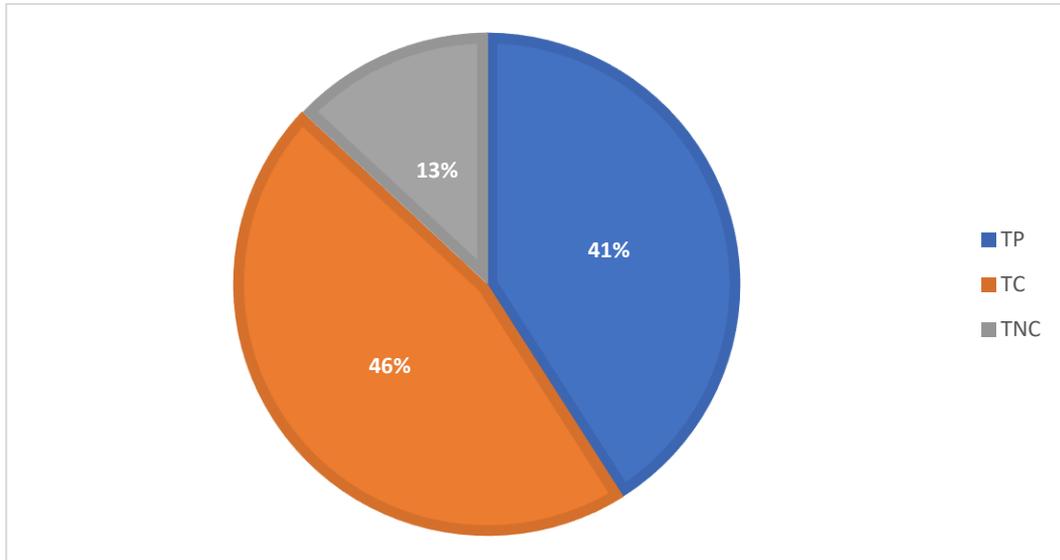
TP: Trabajo Productivo

TC: Trabajo Contributorio

TNC: Trabajo No Contributorio

Gráfica 1

GRÁFICO DE POCENTAJE EN EL ENCOFRADO DE VIGAS



Fuente: Elaboración Propia

Reuniones semanales de coordinación. Son reuniones creadas con la finalidad de coordinar de manera continua para la ejecución de la obra, es por ello que se planificaron las reuniones semanales los días viernes al culminar la jornada laboral donde se reunirán las ultimas planificaciones para evaluar el desempeño del periodo que se generó anteriormente, de la misma manera se analizará el plan y dará pase a validar lo ejecutado para la siguiente semana. Las reuniones semanales de coordinación se darán a cabo en un lugar amplio para difundir bien la información y creatividad en el transcurso del proyecto a ejecutar.

- **Big Room.** El ambiente Big Room fomenta la formación de ideas, planificaciones y aplicabilidad a través del Sistema Last Planner, como se denotó anteriormente, dicho sistema se basa en Master Plan, Pull Planning, LookAhead Planning, Weekly Planning y conceptos que implican el Sistema Lean, de la misma manera, se basa en hechos totalmente reales.

Ilustración 16

APLICACIÓN DEL BIG ROOM EN LA OFICINA



Fuente: Elaboración Propia

4.2.7. Herramientas de gestión

Porcentaje de Plan Cumplido (PPC). Para el desarrollo del porcentaje de plan cumplido, es necesario conocer la cantidad de actividades que fueron programadas y de manera simultánea, la cantidad de actividades que se encuentran culminadas es por ello realizar reuniones de manera esporádica para ver el avance de manera progresiva, con todo lo antes mencionado se medirá la efectividad de la planificación dada en un porcentaje puntual. En la siguiente tabla se denota los resultados respectivos de cada semana:

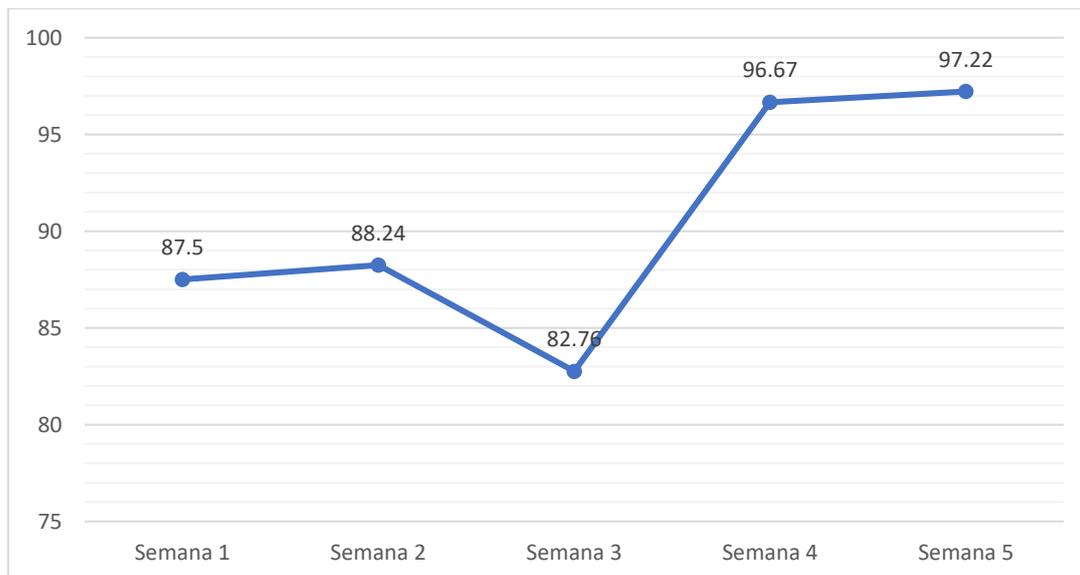
Ecuación 2

$$PPC(\%) = \frac{\text{Cantidad de actividades culminadas}}{\text{Cantidad de actividades programadas}} * 100\%$$

Tabla 42**CUADRO DE ACTIVIDADES POR SEMANA EN LA OBRA (PPC)**

ITEM	ACTIVIDAD CULMINADA	ACTIVIDAD COMPLETADA	ACTIVIDADES PROGRAMADAS	PPC
SEM. 1	7	1	8	87.5%
SEM. 2	15	2	17	88.24%
SEM. 3	24	5	29	82.76%
SEM. 4	29	1	30	96.67%
SEM. 5	35	1	36	97.22%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 2**GRÁFICO DE PORCENTAJE POR SEMANA EN LA OBRA**

Fuente: Elaboración Propia

Causas de No Cumplimiento (CNC). Representa el porcentaje al 100% de no haber culminado con el 100% de lo establecido para esta partida, dentro de ellas se encuentran diversos tipos de inconvenientes que nos impide proseguir con las actividades establecidas, como por ejemplo las fallas del despacho de materiales, entre otras condiciones. El proyecto propuso hacer un seguimiento que nos permite

Tabla 43**CAUSA DE INCUMPLIMIENTO EN LA OBRA**

CAUSA DE INCUMPLIMIENTO		DESCRIPCIÓN
CLI	CLIENTE/SUPERVICION	No llegó el factor de concreto adecuado en el vaciado de las placas.
EJEC	ERRORES DE EJECUCIÓN	Generado por el factor de concreto por domicilio de placa.
SC	SUBCONTRTAS	Retraso en el proyecto dado que el factor de concreto no es el adecuado, todo ello proveniente de la empresa "DINO".
EQ	EQUIPOS	Intervenciones al momento del vaciado de la obra por falla en el generador eléctrico.

Fuente: Elaboración Propia

4.2.8. Índice de productividad

Su fundamento principal es la adecuada organización de los diversos elementos seleccionados y el progreso óptimo de recursos. A continuación, se visualizará la realización del índice de productividad del proyecto "Recuperación del Servicio Educativo en la Institución Educativa escolarizada en AA, HH. Alto Trujillo Barrio 6a con código Local N° 776591".

Metrados. Metrados, tanto verticales como horizontales, dados por los datos alcanzados del proyecto inicialmente mencionado.

Tabla 44**METRADOS DE COLUMNAS DEL 1° NIVEL**

C 1	Concreto	15.45	m3
	Encofrado	188.01	m2
C 2	Concreto	41.12	m3
	Encofrado	232.36	m2
C 3	Concreto	2.21	m3
	Encofrado	26.48	m2
C 4	Concreto	11.96	m3

	Encofrado	52.96	m2
	Concreto	1.24	m3
C 5	Encofrado	16.55	m2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 45

METRADOS DE COLUMNAS DEL 2° NIVEL

	Concreto	3.64	m3
C 1	Encofrado	30.95	m2
	Concreto	5.80	m3
C 2	Encofrado	172.78	m2
	Concreto	6.96	m3
C 4	Encofrado	26.48	m2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 46

METRADOS DE PLACAS DEL 1° NIVEL

	Concreto	188.79	m3
PL 1	Encofrado	677.35	m2
	Concreto	64.97	m3
PL 2	Encofrado	255.17	m2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47**METRADOS DE PLACAS DEL 2° NIVEL**

PL 1	Concreto	34.67	m3
	Encofrado	378.66	m2
PL 2	Concreto	17.41	m3
	Encofrado	119.16	m2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 48**METRADOS DE LOSAS ALIGERADAS DEL 1° NIVEL**

PAÑO 1	14.71	m3
	197.07	m3
PAÑO 2	11.06	m3
	155.40	m3
PAÑO 3	9.13	m3
	133.35	m3
PAÑO 4	9.25	m3
	134.65	m3
PAÑO 5	6.52	m3
	103.46	m3
PAÑO 6	6.52	m3
	103.50	m3
PAÑO 7	5.01	m3
	66.87	m3
PAÑO 8	5.05	m3
	67.27	m3
PAÑO 9	0.77	m3
	18.40	m3
PAÑO 10	0.77	m3
	18.40	m3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 49

METRADOS DE LOSAS ALIGERADAS DEL 2° NIVEL

PAÑO 1	20.71	m3
	236.69	m3
PAÑO 2	21.31	m3
	243.53	m3
PAÑO 3	17.70	m3
	202.24	m3
PAÑO 4	12.31	m3
	140.66	m3
PAÑO 5	9.49	m3
	108.50	m3
PAÑO 6	9.58	m3
	109.53	m3
PAÑO 7	5.78	m3
	66.10	m3
PAÑO 8	5.82	m3
	66.50	m3
PAÑO 9	1.54	m3
	17.63	m3
PAÑO 10	1.54	m3
	17.63	m3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 50**METRADOS TOTALES DE VIGAS DEL 1° NIVEL.**

V 101 / 0.25x 40	16.92	m3
	190.00	m3
V 102 / 0.25x 40	12.37	m3
	163.16	m3
V 103/ 0.25x0.40	10.74	m3
	133.61	m3
V 104/ 0.30x0.65	9.72	m3
	106.98	m3
VOLADIZO 0.25x0.65	5.25	m3
	58.58	m3
VOLADIZO 0.30x0.65	12.64	m3
	225.71	m3
VA/0.15x0.65	28.07	m3
	129.98	m3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 51**METRADOS DE VIGAS DEL 2° NIVEL**

V 201 / 0.25x 40	5.84	m3
	135.41	m3
V 202 / 0.25x 40	9.62	m3
	152.40	m3
V 203/ 0.25x0.40	8.37	m3
	110.84	m3
V 204/0.30x0.65	12.60	m3
	100.13	m3
V A / 0.15x0.65	4.92	m3
	98.87	m3
VCH/0.25x0.20	10.91	m3
	100.35	m3
VOLADIZO 0.30x0.65	95.88	m3
	138.50	m3

VOLADIZO 0.25x0.65	95.68	m3
	150.88	m3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 52

METRADOS DE ZAPATAS DEL 1° NIVEL

Z 1	Concreto	84.67	m3
	Encofrado	248.61	m2
Z 2	Concreto	32.54	m3
	Encofrado	132.84	m2
Z3	Concreto	98.55	m3
	Encofrado	397.21	m2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 53

METRADOS DE ZAPATAS DEL 1° NIVEL

Z 1	Concreto	69.74	m3
	Encofrado	384.32	m2
Z 2	Concreto	51.20	m3
	Encofrado	201.00	m2
Z3	Concreto	75.23	m3
	Encofrado	351.02	m2

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro de productividad. Con los datos conseguidos de las tablas de metrados por elemento, se hallará la ratio de concreto y encofrado para obtener el análisis de la cantidad que se igualará al concreto elemento y encofrado elemento para cada sector.

Tabla 54

CUADRO DE PRODUCTIVIDAD DEL 1º NIVEL

ELEMENTOS	CANTIDAD	RATIO DE CONCRETO	CONCRETO ELEMENTO	RATIO DE ENCOFRADO	ENCOFRADO ELEMENTO	CANTIDAD CONCRETO 1	SECTOR CONCRETO 1	CANTIDAD ENCOFRADO 1	SECTOR ENCOFRADO 1	CANTIDAD CONCRETO 2	SECTOR CONCRETO 2	CANTIDAD ENCOFRADO 2	SECTOR ENCOFRADO 2	CANTIDAD CONCRETO 3	SECTOR CONCRETO 3	CANTIDAD ENCOFRADO 3	SECTOR ENCOFRADO 3	CANTIDAD CONCRETO 4	SECTOR CONCRETO 4	CANTIDAD ENCOFRADO 4	SECTOR ENCOFRADO 4
C1	11	15.45	169.95	102.01	1122.11	2	30.90	2	376.02	5	77.25	5	510.05					4	61.80	4	408.04
C2	11	41.12	452.32	232.36	2555.96	6	328.96	6	1858.88					5	205.60	5	1161.8				
C3	7	2.21	15.47	26.48	185.36													7	15.47	7	185.36
C4	9	11.96	107.64	52.96	476.64	5	59.8	5	264.8	4	47.84	4	211.84								
C5	10	1.24	12.4	16.55	165.5					4	4.96	4	66.2	6	7.44	6	99.3				
PL 1	11	198.79	2186.69	377.35	4150.85	6	1192.74	6	4064.10	1	198.79	1	377.35					4	795.16	4	1509.40
PL 2	10	64.97	649.7	255.17	2551.7	8	649.7	8	2551.70					2	129.94	2	510.34				
PAÑO 1	11	14.71	161.81	197.07	2167.77									6	88.26	6	1182.42	5	73.55	5	985.35
PAÑO 2	1	11.06	11.06	155.4	155.4													1	11.06	1	155.4
PAÑO 3	2	9.13	18.26	133.35	266.7	2	18.26	2	266.70												
PAÑO 4	1	9.25	9.25	134.65	134.65	1	9.25	1	134.65												
PAÑO 5	1	6.52	6.52	103.46	103.46					1	6.52	1	103.46								
PAÑO 6	1	6.52	6.52	103.5	103.5													1	6.52	1	103.50
PAÑO 7	1	5.01	5.01	66.87	66.87									1	5.01	1	66.87				
PAÑO 8	2	5.05	10.1	67.27	134.54	1	5.05	1	67.27					1	5.05	1	67.27				
PAÑO 9	1	0.77	0.77	18.4	18.4													1	0.77	1	18.40
PAÑO 10	1	0.77	0.77	18.4	18.4					1	0.77	1	18.4								
Z 1	12	11.85	142.2	20.84	250.08					7	82.95	7	145.88					5	59.25	5	104.2
Z 2	14	13.54	189.56	18.4	257.6	6	81.24	6	110.4					4	54.16	4	73.60	4	54.16	4	73.6
Z 3	12	10.09	121.08	18.4	220.8	6	60.54	6	110.4	6	60.54	6	110.4								
V 101 / 0.25x 60	3	16.92	50.76	190	570									3	50.76	3	570				
V 101 / 0.30x 60	9	12.37	111.33	163.16	1468.44	6	98.96	6	1305.44					3	37.11	3	489.48				
V 102 / 0.25x 40	4	10.74	42.96	93.61	374.44					4	42.96	4	374.44								
V 104/ 0.30x0.65	1	9.72	9.72	106.98	106.98													1	9.72	1	106.98
VA/0.15x0.65	1	28.07	28.07	129.98	129.98									1	28.07	1	129.98				
V CH / 0.25x0.20	1	30.44	30.44	150.74	150.74	1	30.44	1	150.74												
1ER NIVEL			4550.36		17906.87		2565.84		11260.94		522.58		1918.02		611.40		4351.06		1087.46		3650.23

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 55

CUADRO DE PRODUCTIVIDAD DEL 2° NIVEL

ELEMENTOS	CANTIDAD	RATIO DE CONCRETO	CONCRETO ELEMENTO	RATIO DE ENCOFRADO	ENCOFRADO ELEMENTO	CANTIDAD CONCRETO 1	SECTOR 1 CONCRETO	CANTIDAD ENCOFRADO 1	SECTOR 1 ENCOFRADO	CANTIDAD CONCRETO 2	SECTOR 2 CONCRETO	CANTIDAD ENCOFRADO 2	SECTOR 2 ENCOFRADO	CANTIDAD CONCRETO 3	SECTOR 3 CONCRETO	CANTIDAD ENCOFRADO 3	SECTOR 3 ENCOFRADO	CANTIDAD CONCRETO 4	SECTOR 4 CONCRETO	CANTIDAD ENCOFRADO 4	SECTOR 4 ENCOFRADO
C1	1	3.64	3.64	30.95	30.95													1	3.64	1	30.95
C2	1	30.95	30.95	5.8	5.8					1	30.95	1	5.8								
C4	5	6.96	34.8	26.48	132.4	1	6.96	1	26.48	3	20.88	3	79.44	1	6.96	1	26.48				
PL 1	2	34.67	69.34	378.66	757.32	2	69.34	2	757.32												
PL 2	1	17.41	17.41	119.16	119.16													1	17.41	1	119.16
PAÑO 1	2	20.71	41.42	236.69	473.38					1	20.71	1	236.69	1	20.71	1	236.69				
PAÑO 2	1	21.31	21.31	243.53	243.53					1	21.31	1	243.53								
PAÑO 3	1	17.7	17.7	202.24	202.24	1	17.7	1	202.24												
PAÑO 4	1	12.31	12.31	140.66	140.66	1	12.31	1	140.66												
PAÑO 5	1	9.49	9.49	108.5	108.5									1	9.49	1	108.5				
PAÑO 6	1	9.58	9.58	108.53	108.53													1	9.58	1	108.53
PAÑO 7	1	5.78	5.78	66.1	66.1					1	5.78	1	66.1								
PAÑO 8	2	5.82	11.64	66.5	133	1	5.82	1	66.5	1	5.82	1	66.5								
PAÑO 9	1	1.54	1.54	17.63	17.63	1	1.54	1	17.63												
PAÑO 10	1	1.54	1.54	17.63	17.63									1	1.54	1	17.63				
Z 1	7	10.5	73.5	18.55	129.85	5	52.5	5	92.75					2	21.00	2	37.10				
Z 2	8	11.24	89.92	14.04	112.32	4	44.96	4	56.16	1	11.24	1	14.04					3	33.72	3	42.12
Z 3	5	9.88	49.4	20.17	100.85					2	19.76	2	40.34								
V 101 / 0.25x 60	1	5.84	5.84	135.41	135.41									1	5.84	1	135.41				
V 101 / 0.30x 60	1	9.62	9.62	152.4	152.4									1	9.62	1	152.4				
V 102 / 0.25x 40	3	8.37	25.11	110.84	332.52	1	8.37	1	110.84					1	8.37	1	110.84	1	8.37	1	110.84
V 104 / 0.30x0.65	2	12.6	25.2	100.13	200.26					1	12.6	1	100.13					1	12.6	1	100.13
VA/0.15x0.65	3	4.92	14.76	95.87	287.61	1	4.92	1	95.87	1	4.92	1	95.87					1	4.92	1	95.87
V CH / 0.25x0.20	1	10.91	10.91	100.35	100.35					1	10.91	1	100.35								
			592.71		4108.4		317.27		1583.85		164.88		1048.79		113.17		885.56		90.24		607.60

Fuente: Elaboración Propia

Sectores de los Cuadros de Productividad. Servirá para dividir los metrados en los sectores por cada elemento para así, lograr ver la cantidad que se va a realizar de manera proyectada tanto en la partida de concreto como en la partida de encofrado.

- **Concreto**

Tabla 56

SECTOR 01 DE CONCRETO - 1° NIVEL

SECTOR 01			
Elementos	Cantidad	Ratio de Concreto	Concreto Elemento
C1	2	15.45	30.9
C2	6	41.12	246.72
C4	5	11.96	59.8
PL 1	6	198.79	1192.74
PL 2	8	64.97	519.76
PAÑO 3	2	9.13	18.26
PAÑO 4	1	9.25	9.25
PAÑO 8	1	5.05	5.05
Z 2	6	13.54	81.24
Z 3	6	10.09	60.54
V 101 / 0.30x 60	6	12.37	74.22
V CH / 0.25x0.20	1	30.44	30.44
			2328.92

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 57**SECTOR 02 DE CONCRETO - 1° NIVEL**

SECTOR 02			
Elementos	Cantidad	Ratio de Concreto	Concreto Elemento
C1	5	15.45	77.25
C4	4	11.96	47.84
C5	4	1.24	4.96
PL 1	1	198.79	198.79
PAÑO 5	1	6.52	6.52
PAÑO 10	1	0.77	0.77
Z 1	7	11.85	82.95
Z 3	6	10.09	60.54
V 102 / 0.25x 40	4	10.74	42.96
			522.58

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 58**SECTOR 03 DE CONCRETO - 1° NIVEL**

SECTOR 03			
Elementos	Cantidad	Ratio de Concreto	Concreto Elemento
C2	5	41.12	205.6
C5	6	1.24	7.44
PL 2	2	64.97	129.94
PAÑO 1	6	14.71	88.26
PAÑO 7	1	5.01	5.01
PAÑO 8	1	5.05	5.05

Z 2	4	13.54	54.16
V 101 / 0.25x 60	3	16.92	50.76
V 101 / 0.30x 60	3	12.37	37.11
VA/0.15x0.65	1	28.07	28.07
			611.40

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 59

SECTOR 04 DE CONCRETO - 1° NIVEL

SECTOR 04			
Elementos	Cantidad	Ratio de Concreto	Concreto Elemento
C1	4	15.45	61.8
C3	7	2.21	15.47
PL 1	4	198.79	795.16
PAÑO 1	5	14.71	73.55
PAÑO 2	1	11.06	11.06
PAÑO 6	1	6.52	6.52
PAÑO 9	1	0.77	0.77
Z 1	5	11.85	59.25
Z 2	4	13.54	54.16
V 104/ 0.30x0.65	1	9.72	9.72
			1087.46

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 60**SECTOR 01 DE CONCRETO - 2° NIVEL**

SECTOR 01			
Elementos	Cantidad	Ratio de Concreto	Concreto Elemento
C2	3	30.95	92.85
C4	1	6.96	6.96
PL 1	2	34.67	69.34
PAÑO 3	1	17.7	17.7
PAÑO 4	1	12.31	12.31
PAÑO 8	1	5.82	5.82
PAÑO 9	1	1.54	1.54
Z 1	5	10.50	52.5
Z 2	4	11.24	44.96
V 102 / 0.25x 40	1	8.37	8.37
VA/0.15x0.65	1	4.92	4.92
			317.27

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 61**SECTOR 02 DE CONCRETO - 2° NIVEL**

SECTOR 02			
Elementos	Cantidad	Ratio de Concreto	Concreto Elemento
C2	1	30.95	30.95
C4	3	6.96	20.88
PAÑO 1	1	20.71	20.71
PAÑO 2	1	21.31	21.31
PAÑO 7	1	5.78	5.78
PAÑO 8	1	5.82	5.82

Z 2	1	11.24	11.24
Z 3	2	9.88	19.76
V 104/ 0.30x0.65	1	12.6	12.6
VA/0.15x0.65	1	4.92	4.92
V CH / 0.25x0.20	1	10.91	10.91
			164.88

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 62

SECTOR 03 DE CONCRETO - 2° NIVEL

SECTOR 03			
Elementos	Cantidad	Ratio de Concreto	Concreto Elemento
C4	1	6.96	6.96
PAÑO 1	1	20.71	20.71
PAÑO 5	1	9.49	9.49
PAÑO 10	1	1.54	1.54
Z 1	2	10.50	21
Z 3	3	9.88	29.64
V 101 / 0.25x 60	1	5.84	5.84
V 101 / 0.30x 60	1	9.62	9.62
V 102 / 0.25x 40	1	8.37	8.37
			113.17

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 63**SECTOR 04 DE CONCRETO - 2° NIVEL**

SECTOR 04			
Elementos	Cantidad	Ratio de Concreto	Concreto Elemento
C1	1	3.64	3.64
PL 2	1	17.41	17.41
PAÑO 6	1	9.58	9.58
Z 2	3	11.24	33.72
V 102 / 0.25x 40	1	8.37	8.37
V 104/ 0.30x0.65	1	12.6	12.6
VA/0.15x0.65	1	4.92	4.92
			90.24

Fuente: Elaboración Propia

- **Encofrado**

Tabla 64**SECTOR 01 DE ENCOFRADO – 1° NIVEL**

SECTOR 01			
Elementos	Cantidad	Ratio de Encofrado	Concreto Elemento
C1	2	102.01	204.02
C2	6	232.36	1394.16
C4	5	52.96	264.8
PL 1	6	677.35	4064.1
PL 2	8	255.17	2041.36
PAÑO 3	2	133.35	266.7
PAÑO 4	1	134.65	134.65
PAÑO 8	1	67.27	67.27
Z 2	6	18.4	110.4

Z 3	6	18.4	110.4
V 101 / 0.30x 60	6	163.16	978.96
V CH / 0.25x0.20	1	150.74	150.74
			9787.56

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 65

SECTOR 02 DE ENCOFRADO – 1º NIVEL

SECTOR 02			
Elementos	Cantidad	Ratio de Encofrado	Concreto Elemento
C1	5	102.01	510.05
C4	4	52.96	211.84
C5	4	16.55	66.2
PL 1	1	377.35	377.35
PAÑO 5	1	103.46	103.46
PAÑO 10	1	18.4	18.4
Z 1	7	20.84	145.88
Z 3	6	18.4	110.4
V 102 / 0.25x 40	4	98.61	394.44
			1938.02

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 66**SECTOR 03 DE ENCOFRADO – 1° NIVEL**

SECTOR 03			
Elementos	Cantidad	Ratio de Encofrado	Concreto Elemento
C2	5	232.36	1161.8
C5	6	16.55	99.3
PL 2	2	255.17	510.34
PAÑO 1	6	197.07	1182.42
PAÑO 7	1	66.87	66.87
PAÑO 8	1	67.27	67.27
Z 2	4	18.40	73.6
V 101 / 0.25x 60	3	190	570
V 101 / 0.30x 60	3	163.16	489.48
VA/0.15x0.65	1	129.98	129.98
			4351.06

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 67**SECTOR 04 DE ENCOFRADO – 1° NIVEL**

SECTOR 04			
Elementos	Cantidad	Ratio de Encofrado	Concreto Elemento
C1	4	102.01	408.04
C3	7	26.48	185.36
PL 1	4	377.35	1509.4
PAÑO 1	5	197.07	985.35
PAÑO 2	1	155.4	155.4
PAÑO 6	1	103.5	103.5

PAÑO 9	1	18.4	18.4
Z 1	5	20.84	104.2
Z 2	4	18.40	73.6
V 104/ 0.30x0.65	1	106.98	106.98
			3650.23

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 68

SECTOR 01 DE ENCOFRADO – 2° NIVEL

SECTOR 01			
Elementos	Cantidad	Ratio de Encofrado	Concreto Elemento
C2	3	5.8	17.4
C4	1	26.48	26.48
PL 1	2	378.66	757.32
PAÑO 3	1	202.24	202.24
PAÑO 4	1	140.66	140.66
PAÑO 8	1	66.5	66.5
PAÑO 9	1	17.63	17.63
Z 1	5	18.55	92.75
Z 2	4	14.04	56.16
V 102 / 0.25x 40	1	110.84	110.84
VA/0.15x0.65	1	95.87	95.87
			1583.85

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 69**SECTOR 02 DE ENCOFRADO - 2° NIVEL**

SECTOR 02			
Elementos	Cantidad	Ratio de Encofrado	Concreto Elemento
C2	1	5.8	5.8
C4	3	26.48	79.44
PAÑO 1	1	236.69	236.69
PAÑO 2	1	243.53	243.53
PAÑO 7	1	66.1	66.1
PAÑO 8	1	66.5	66.5
Z 2	1	14.04	14.04
Z 3	2	20.17	40.34
V 104/ 0.30x0.65	1	100.13	100.13
VA/0.15x0.65	1	95.87	95.87
V CH / 0.25x0.20	1	100.35	100.35
			1048.79

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 70**SECTOR 03 DE ENCOFRADO - 2° NIVEL**

SECTOR 03			
Elementos	Cantidad	Ratio de Encofrado	Concreto Elemento
C4	1	26.48	26.48
PAÑO 1	1	236.69	236.69
PAÑO 5	1	108.5	108.5
PAÑO 10	1	17.63	17.63
Z 1	2	18.55	37.1

Z 3	3	20.17	60.51
V 101 / 0.25x 60	1	135.41	135.41
V 101 / 0.30x 60	1	152.4	152.4
V 102 / 0.25x 40	1	110.84	110.84
			885.56

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 71

SECTOR 04 DE ENCOFRADO - 2° NIVEL

SECTOR 04			
Elementos	Cantidad	Ratio de Encofrado	Concreto Elemento
C1	1	30.95	30.95
PL 2	1	119.16	119.16
PAÑO 6	1	108.53	108.53
Z 2	3	14.04	42.12
V 102 / 0.25x 40	1	110.84	110.84
V 104/ 0.30x0.65	1	100.13	100.13
VA/0.15x0.65	1	95.87	95.87
			607.6

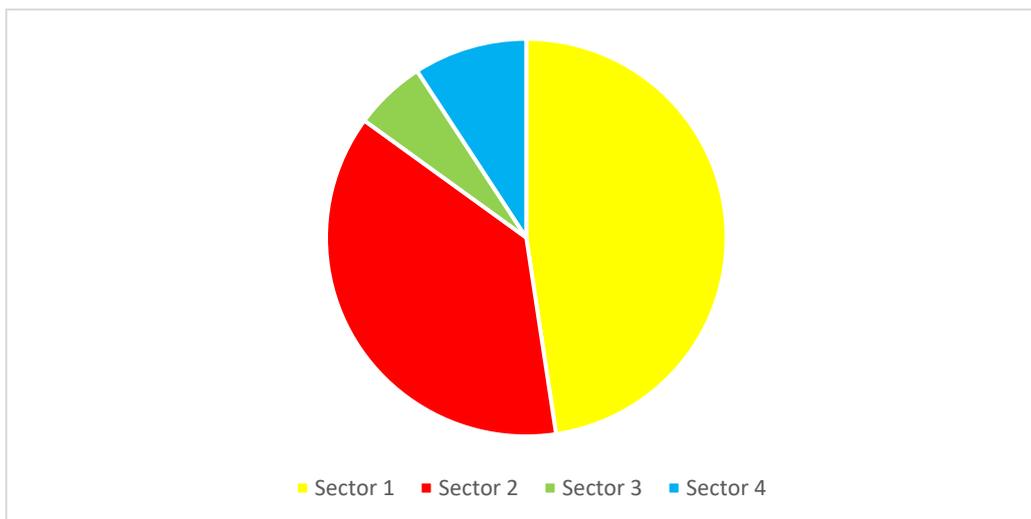
Fuente: Elaboración Propia

Total de cada actividad. Con los cálculos obtenidos se realizó un gráfico de concreto así se demostrará las estadísticas de la productividad trabajada.

- **Concreto**

Gráfica 3

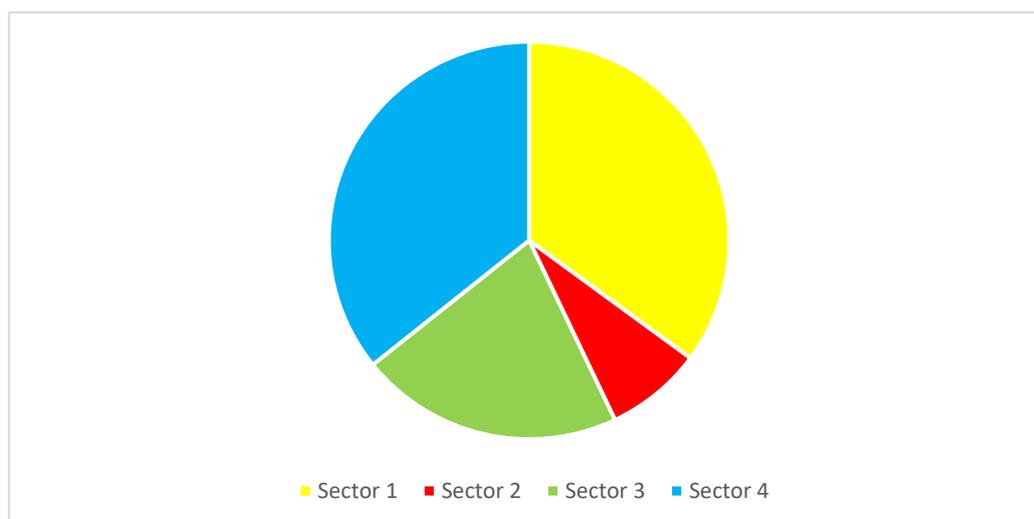
GRAFICO DE CONCRETO DE COLUMNAS – 1° NIVEL



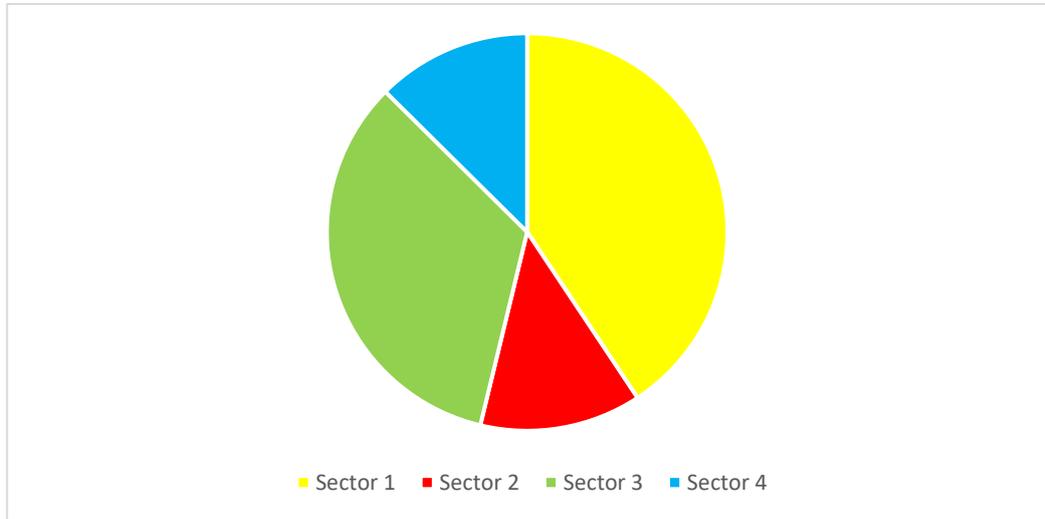
Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 4

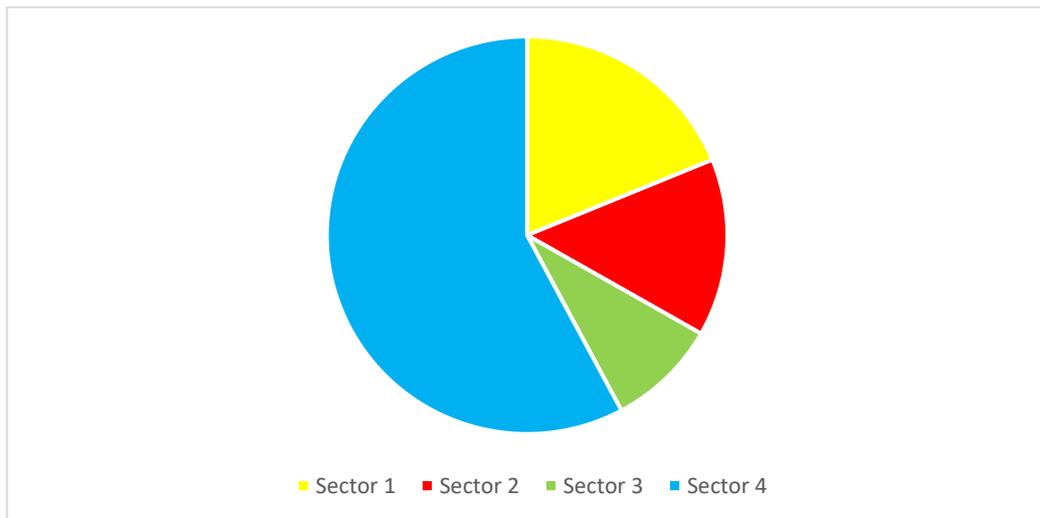
GRAFICO DE CONCRETO DE LOSAS – 1° NIVEL



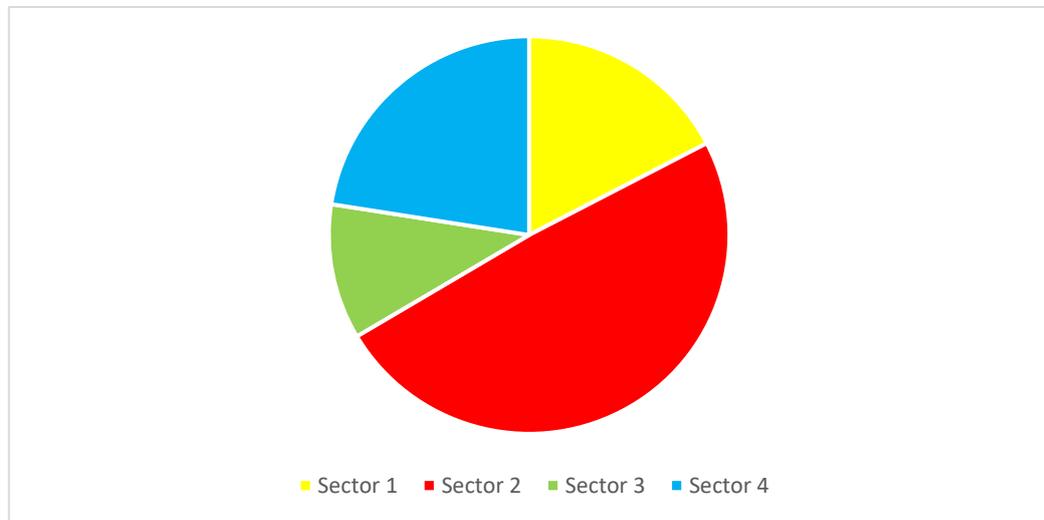
Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 5*GRAFICO DE CONCRETO DE VIGAS – 1° NIVEL*

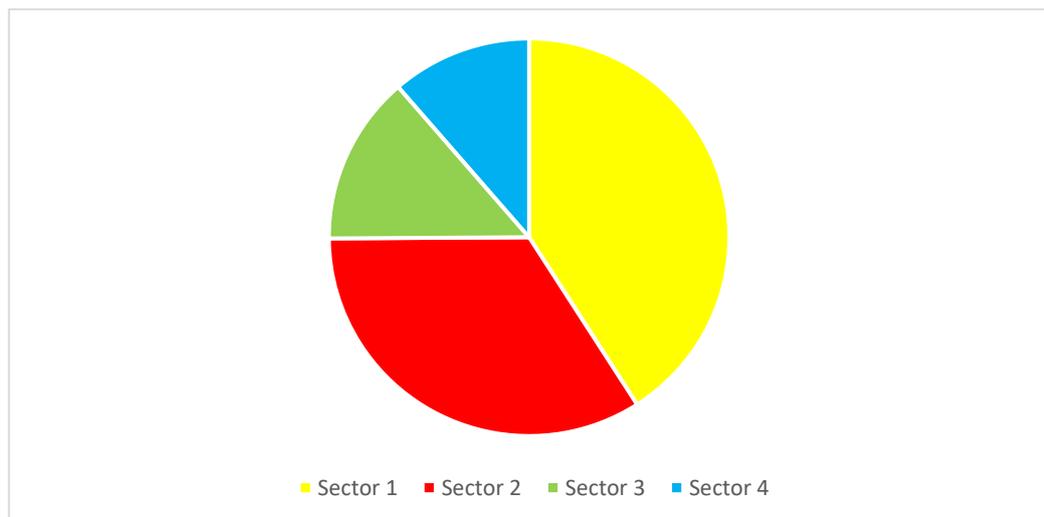
Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 6*GRÁFICO DE CONCRETO DE COLUMNAS – 2° NIVEL*

Fuente: Elaboración Propia

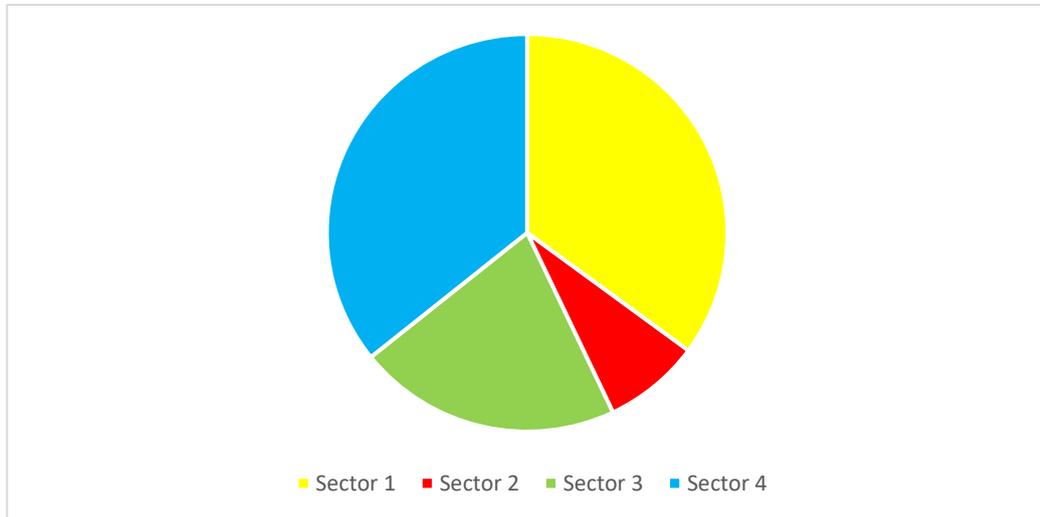
Gráfica 7**GRÁFICO DE CONCRETO DE LOSAS – 2° NIVEL**

Fuente: Elaboración Propia

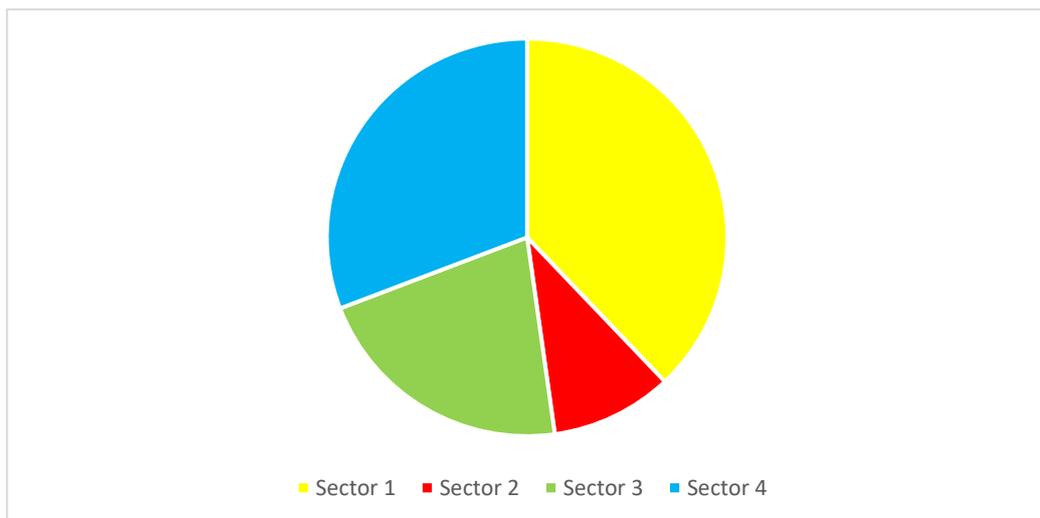
Gráfica 8**GRÁFICO DE CONCRETO DE VIGAS – 2° NIVEL**

Fuente: Elaboración Propia

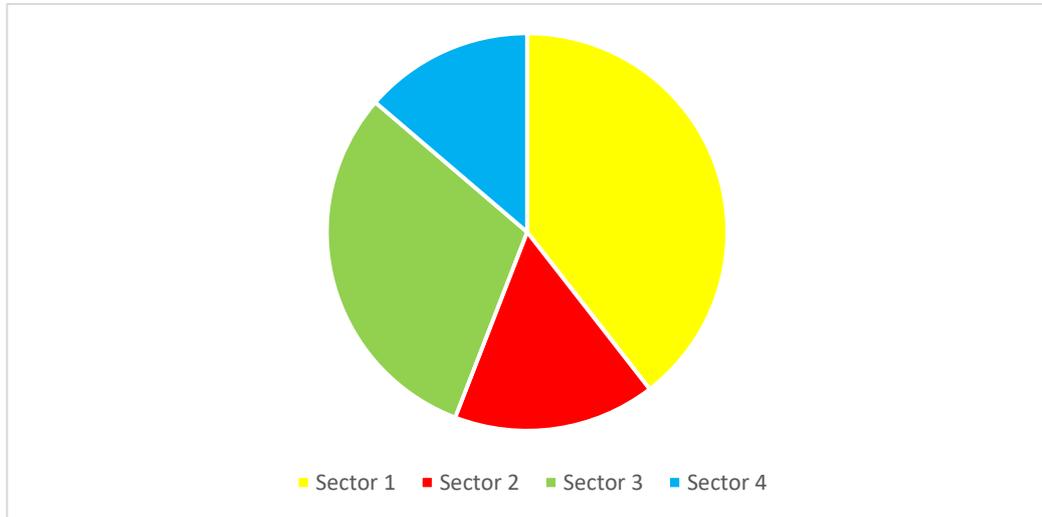
- **Encofrado**

Gráfica 9*GRÁFICO DE ENCOFRADO DE COLUMNAS – 1º NIVEL*

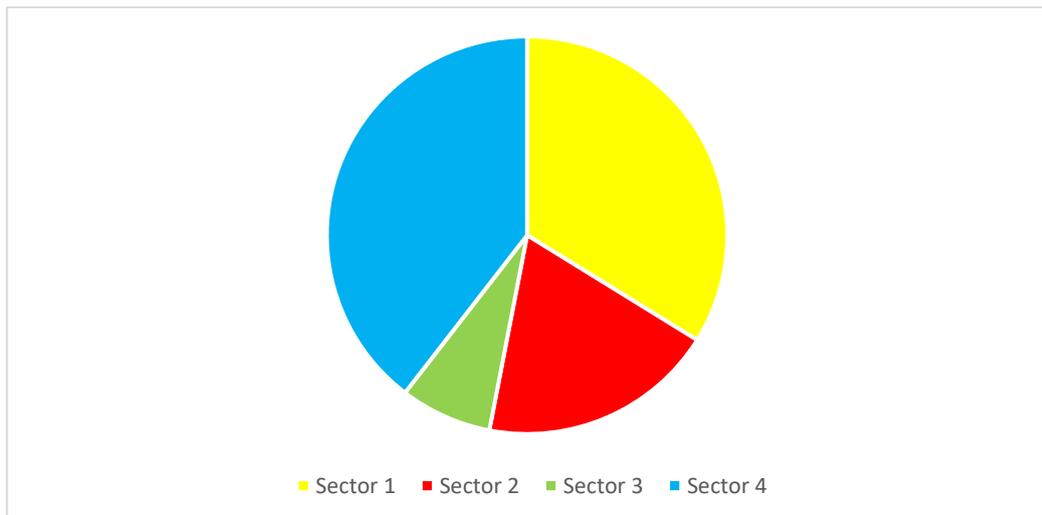
Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 10*GRÁFICO DE ENCOFRADO DE LOSAS – 1º NIVEL*

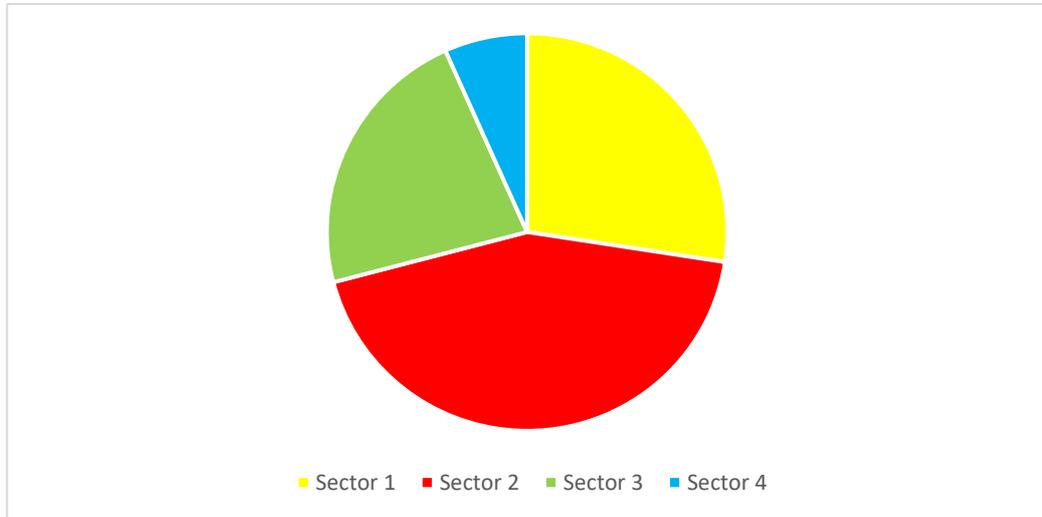
Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 11**GRÁFICO DE ENCOFRADO DE VIGAS – 1° NIVEL**

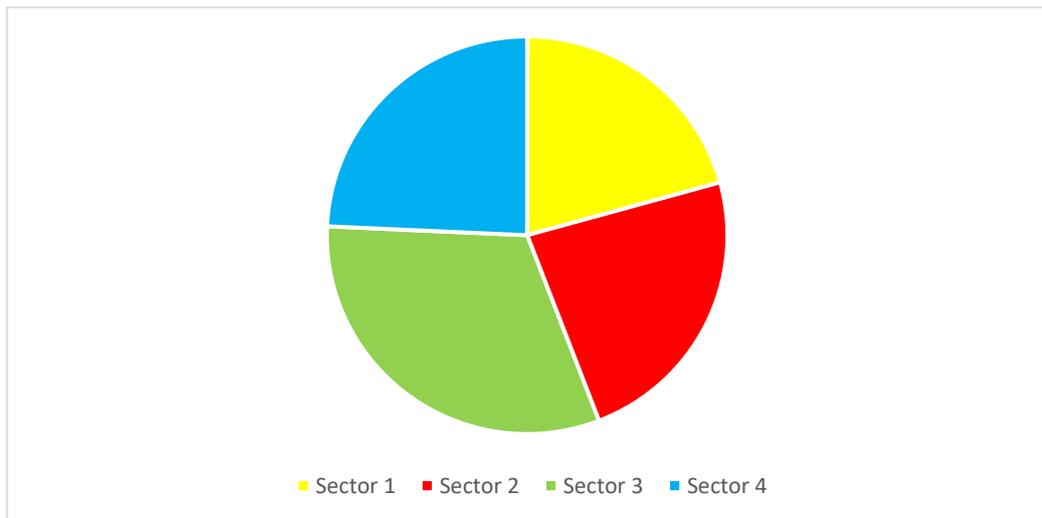
Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 12**GRÁFICO DE ENCOFRADO DE COLUMNAS – 2° NIVEL**

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 13*GRÁFICO DE ENCOFRADO DE LOSAS – 2° NIVEL*

Fuente: Elaboración Propia

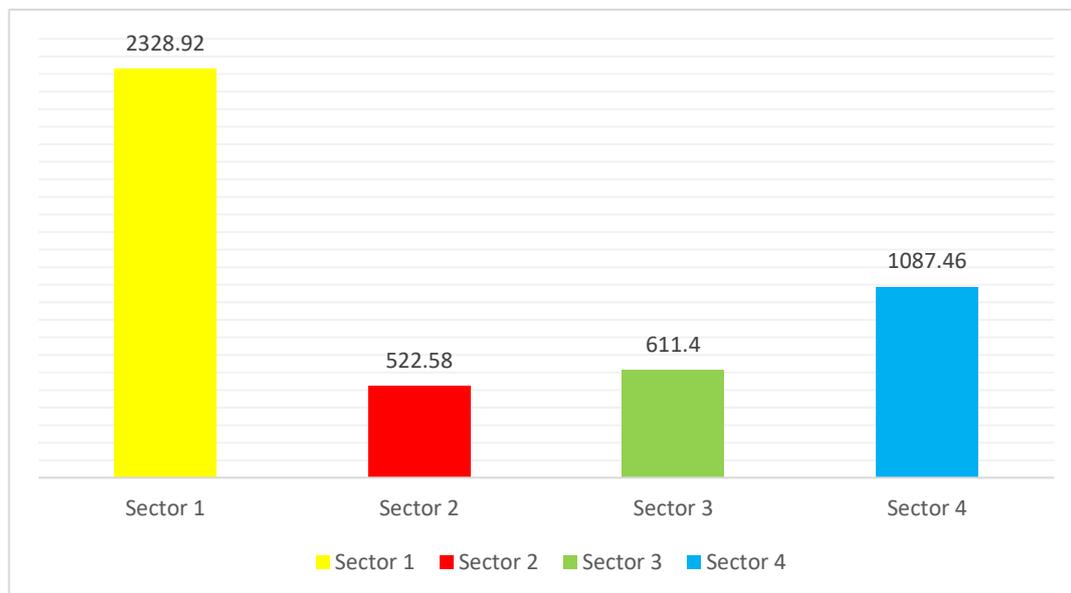
Gráfica 14*GRÁFICO DE ENCOFRADO DE VIGAS – 2° NIVEL*

Fuente: Elaboración Propia

Total de sectores. Con este punto denotaremos los cálculos que fueron analizados de todos los sectores, dado el caso de concreto y encofrado

Gráfica 15

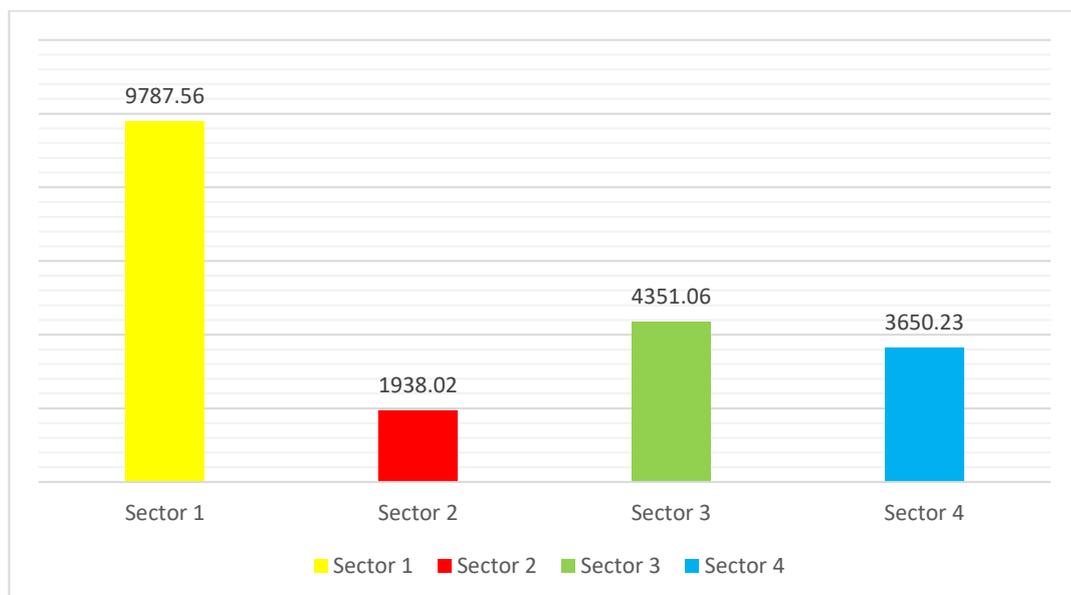
CONCRETO TOTAL DE SECTORES – 1° NIVEL



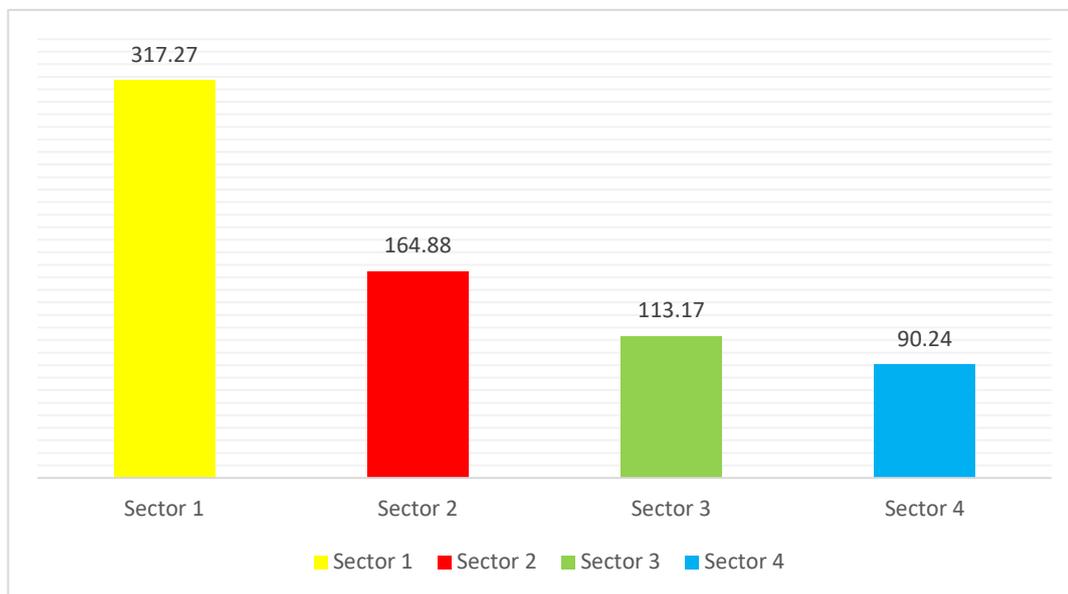
Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 16

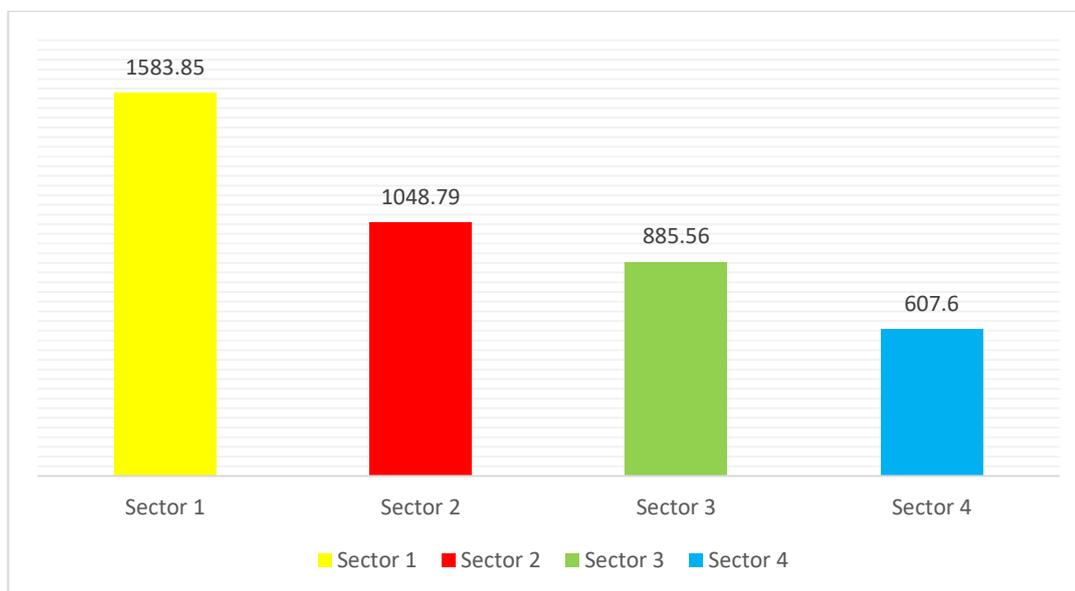
DESENCOFRADO TOTAL DE SECTORES – 1° NIVEL



Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 17**CONCRETO TOTAL DE SECTORES – 2° NIVEL**

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 18**DESENCOFRADO TOTAL DE SECTORES – 2° NIVEL**

Fuente: Elaboración Propia

Hojas de Resultados. Para dar inicio a este cuadro se empezará organizando los datos alcanzados del metrado total, pero de manera global dado que cada sector solo lo tomaremos en cuenta como una referencia de ello, pero del sector tentativo 4, dado que en esta situación se obtuvo por la división de los 4 sectores antes mencionados.

- **HH promedio, mínimo y máximo de las actividades.** Posteriormente, se logrará encontrar los tres factores: el promedio, el mínimo y el máximo; y con los datos obtenidos de la productividad de las partidas se obtendrá los HH promedio, HH mínimo y HH máximo. Finalizando se calculará entre la jornada laboral que es de 8 horas y el cálculo de un promedio para el número de personas del nivel.

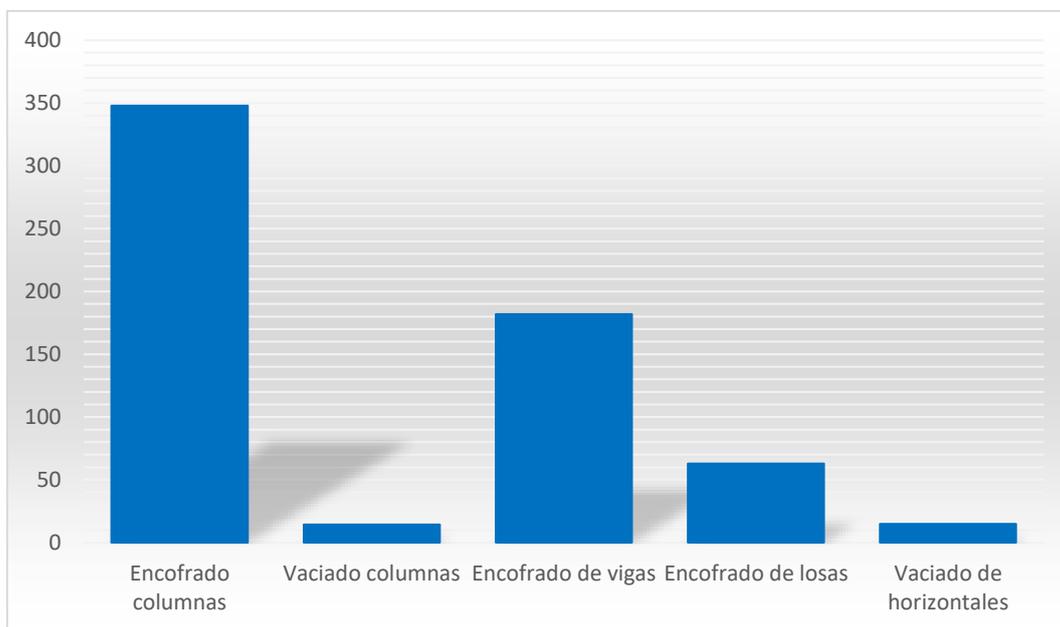
Tabla 72

PROMEDIOS EN LA PRODUCTIVIDAD

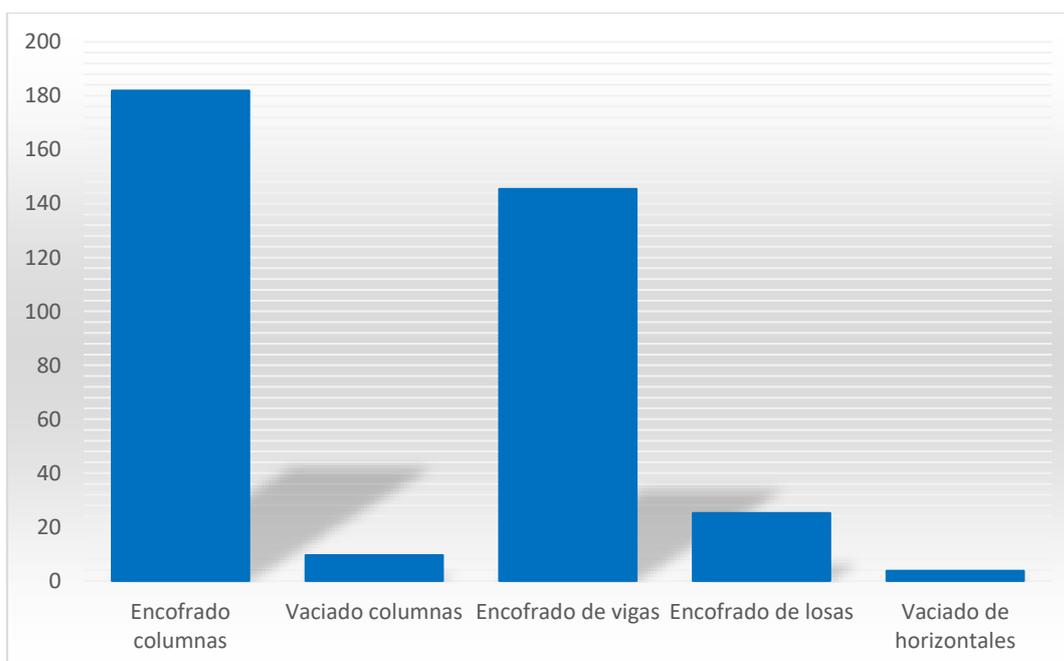
8 horas diarias

Actividad	Promedio	Mín.	Máx.	PRODUCT.	RESTRICC	Und	HH Promedio	HH Min.	HH Max.	Personas al Promedio	Personas conservador	Numero de personas
Encofrado columnas	200.54	115.32	244.55	1.53	200	m2	347.90	181.85	527.16	43.49	65.90	45.00
Vaciado columnas	22.92	20.02	30.94	0.87		m3	14.34	9.51	20.84	1.79	2.60	6.00
Encofrado de vigas	83.83	52.58	91.57	2.51	50	m2	181.85	145.40	213.64	22.73	26.70	32.00
Encofrado de losas	75.63	25.55	89.19	0.92		m2	63.06	25.23	82.63	7.88	10.33	14.00
Vaciado de horizontales	18.23	7.96	22.08	0.88	70	m3	14.87	3.76	19.28	1.86	2.41	4.00

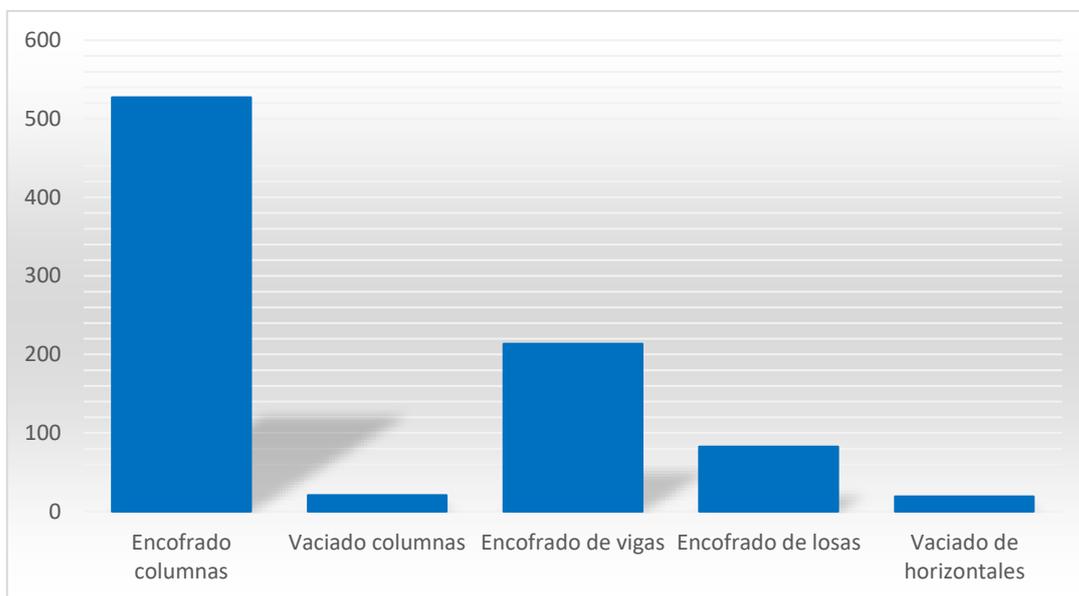
Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 19**GRÁFICO HH PROMEDIO POR ACTIVIDAD**

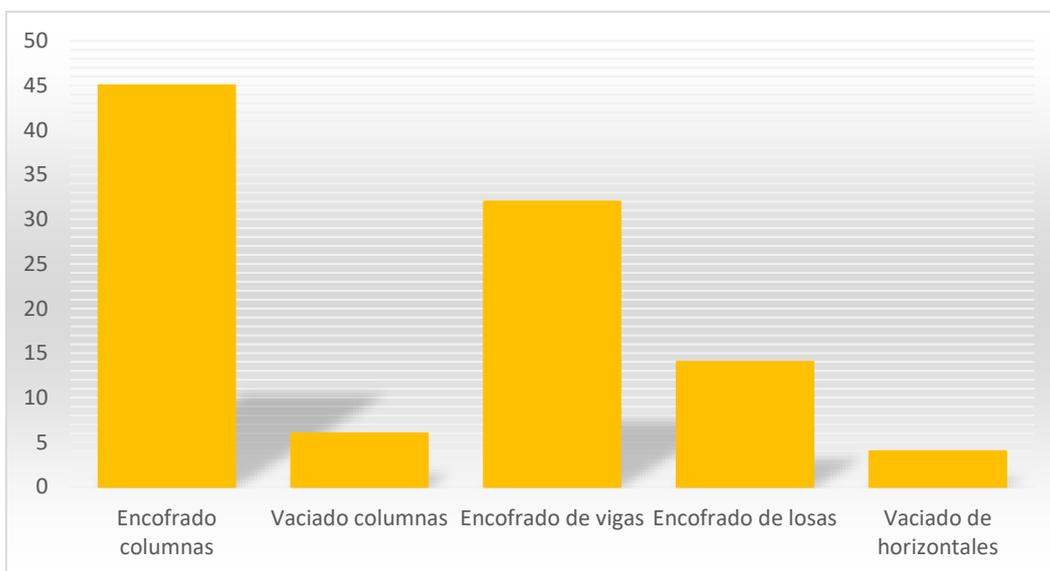
Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 20**GRÁFICO HH MÍNIMO POR ACTIVIDAD**

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 21**GRÁFICO HH MÁXIMO POR ACTIVIDAD**

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 22**GRÁFICO DE NÚMERO DE PERSONAS POR ACTIVIDAD**

Fuente: Elaboración Propia

Encofrado de losas							4.65
Concreto de losas							4.27
Total	0	28.25	10.69	9.77	12.42	6.24	26.58

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 75

RESUMEN DEL TOTAL DE CONCRETO A VACIARSE POR DÍA

ACTIVIDAD	SEMANA POR DÍA						
	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7
CONCRETO A VARIARSE POR DÍA	0	28.25	10.69	9.77	12.42	6.24	26.58

Fuente: Elaboración Propia

- **LookAhead.** Y finalizando con la metodología, a través de la siguiente tabla se permitirá visualizar el avance que se realizará de manera diaria de acuerdo a su unidad como m² y m³ del proyecto planteado.

Tabla 76

LOOKAHEAD DEL 1° Y 2° NIVEL

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND	Semana 2					Semana 3				
			M	M	J	V	S	D	L	M	M	
			13/09/2022	14/09/2022	15/09/2022	16/09/2022	17/09/2022	18/09/2022	19/09/2022	20/09/2022	21/09/2022	
VERTICAL												
Encofrado de columnas	624.00	m2	320.10		130.44	52.00	124.80	128.11				
Concreto de columnas	45.65	m3			26.87	9.64	4.37		3.67			
Encofrado de placas	285.53	m2				23.55	39.57		60.32	147.44		
Concreto de placas	34.03	m3					4.10		6.01	6.35		
HORIZONTAL												
Encofrado de Vigas	293.30	m2							50.68	81.04		
Concreto de vigas	274.66	m2								82.98		
Encofrado de losas	35.71	m3								1.95		

Fuente: Elaboración Propia

4.3. Docimasia de hipótesis

Con lo analizado se obtuvo un incremento del 35% a la cuantificación de las pérdidas adquiridas en la ejecución del proyecto ya que no cuenta con una planificación anteriormente. El desperdicio comúnmente visto en obras por la carencia de una óptima planificación se evitaría si, desde el inicio de la ejecución hasta la fecha de culminación se realiza de manera rigurosa la planificación de procesos de la obra “Recuperación del Servicio Educativo en la Institución Educativa escolarizada en AA, HH. Alto Trujillo Barrio 6a con código Local N° 776591, Distrito de El Porvenir – Provincia de Trujillo – Departamento de La Libertad”.

Tabla 77

*RESUMEN DE CUANTIFICACIÓN DE LAS PERDIDAS EN EL PROYECTO
RECUPERACIÓN DE SERVICIO EDUCATIVO*

CONCEPTO	DESPERDICIO
Costos debido a atraso	3.00%
Reparaciones y retrabajos	4.00%
Pérdidas por mala calidad	5.00%
Sobre espesores de mortero	3.50%
Restos del material	5.00%
Reparación de obras entregadas	4.50%
Proyectos no optimizados	10.00%
TOTAL	35.00%

Fuente: Elaboración Propia

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- A través de la metodología tradicional Gantt no se visualizó de manera específica la programación de actividades lo cual nos impide guiar a la cuadrilla de manera entendible y óptima, es por ello que se optó cambiar la metodología tradicional por la metodología a través de Last Planner System ya que aparte de la optimización de tiempos, también nos permite realizar un seguimiento del rendimiento de cada trabajador clasificando mediante la carta balance el trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo No Contributorio (TNC) y se obtuvo 42%, 47% y 11% respectivamente.
- A esto, se aplicó también la propuesta del Master Plan ya que dio pase al incremento de productividad e optimización precisando las fechas de entrega y culminación de cada partida que se deberán cumplir al culminar con el plan tal como se muestra en la Ilustración 16.
- Se sectorizó el plano de edificación para proponer la utilidad de la metodología LookAhead planning durante los 10 meses de la obra, LookAhead busca garantizar la planificación de las actividades de cada partida y entregando dentro de las fechas pactadas inicialmente.
- Asimismo, se aplicó también Weekly planning que nos permitió calcular cada porcentaje de avance que se genera de manera diaria a lo largo del desarrollo de la obra o control de obra.

CONCLUSIONES

- A través de la comparativa sobre el sistema de gestión convencional con el sistema Last Planner se pudo realizar variaciones de mejora como la cuantificación de las pérdidas, las restricciones, poca comunicación, esperas e inventario exagerado por encima del mínimo requerido.
- Mediante el análisis de la aplicación Sistem Last Planner, se denotó el impacto positivo que se generó en la ejecución de la obra “Recuperación del Servicio Educativo en la Institución Educativa escolarizada en AA, HH. Alto Trujillo Barrio 6a con código Local N° 776591, Distrito de El Porvenir – Provincia de Trujillo – Departamento de La Libertad” para la mejora de la productividad en la construcción de la edificación.
- Se ha propuesto también, la guía Master Plan, dado que se plantea hitos y trenes de actividades con las correspondientes fechas delimitadas y denotadas, que coincida entre las reuniones diarias y las reuniones semanales, estas propuestas fueron dadas y aceptadas por el Ing. Residente
- También se propuso la metodología LookAhead Planning el cual nos permitirá guiar los respectivos sectores dados, materiales, producción, restricciones y la mejora continua para evitar retrasos en la obra.
- Guía Weekly Planning, propuesta que nos permitió realizar un seguimiento semanal de manera rigurosa obteniendo resultados en base al número de tareas completadas, tareas pendientes por completar y número de tareas planificadores.

RECOMENDACIONES

- Es importante ser constantes con la metodología Last Planner de manera rigurosa desde un inicio, puesto que, se hará la respectiva planificación y procesos de manera óptima dado que cada uno de ellos es importante y esencial.
- Asimismo, se recomienda la cordialidad y mejora de comunicación para los especialistas encargados como Ingeniero y/o arquitectos para evitar confusiones y errores progresivamente.
- Se sugiere proseguir con la metodología para evitar futuras deficiencias desde el inicio sin omitir procesamientos
- Organizar de manera óptima las cuadrillas para evitar fallas en la construcción y llevar a cabo, la ejecución de obra de la mejor manera.
- Se recomienda realizar charlas diarias con contenido actualizado de inducción con la participación del personal técnico y peones, estas charlas permitirán ofrecer e intercambiar ideas, experiencias, opiniones o aportes hacia el trabajo colectivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, L. y Gonzales, V. (2003) *Buffers de programación: una estrategia complementaria para reducir la variabilidad en los procesos de construcción. Revista ingeniería de construcción, Vol 18, N° 2.* [Pontificia universidad católica de Chile]
- Angeli, C. A. (2017). *Implementación del sistema last planner en edificación en altura en una empresa constructora: Estructura de casos de dos edificaciones en las comunas de Las Condes y San Miguel.* [Universidad Andrés Bello. Obtenido de título]
- Ballard, G. (2000) *The Last Planner System of production control.* [The University of Birmingham]
- California. (p.120). Angeli, C. A. (2017). *Implementación del sistema last planner en edificación en altura en una empresa constructora: Estudio de casos de dos edificios en las comunas de Las Condes y San Miguel.* [Santiago-Chile: Universidad Andrés]
- Chokewanka, H. V., & Sotomayor, A. J. (2018). *Sistema Last Planner para mejorar la planificación en la obra civil del centro de salud Picota-San Martín.* [Universidad de San Martín de Porres. Obtenido de título] <http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/usmp/4235>
- D., M. (2012) *Implementación del sistema last planner en una habilitación urbana,* [Pontificia Universidad Católica del Perú]
- Glenn, H. (2000). *The Last Planer system of production control* [Tesis de grado, The University of Birmingham]
- Howell, G. (1999). *What is Lean Construction. 7th Annual Conf. International Group.* <http://www.leanconstruction.org/media/docs/Howell.pdf>
- Koskela, L. (1992) *Aplicación of the New Production Philosophy to Construction.* [Stanford University-Center for Intergrated Facility Engineering]

- LCI (2007) *The last planner production system workbook – Improving Reliability in Planning and Work Flow*. [Berkeley – Project Production System Laboratory University of California]
- Lean Construction Institute (2007). *The Last Planner Production System Workbook*
<https://www.leanconstruction.org/wpcontent/uploads/2016/06/Last-Planner-Workbook-rev5.pdf>
- Pons, J. (2014) *Introducción a Lean Construction* [Fundación Laboral de la construcción]
- Project Management Institute, I. (2013) *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK, 5ª Edición)*. [Project Management Institute, Inc]
- Toledo, A. (2017). *Mejoramiento de la planificación operacional mediante la implementación de la filosofía Lean Construction en el proyecto ampliación y mejoramiento del hospital de Moquegua nivel II-2 ubicado en el departamento de Moquegua* [Tesis de grado, Universidad José Carlos Mariátegui]
- Womack, J., Jones, D., y Ross D. (1990). *The Machine that Changed the World*. [http://web.mit.edu/esd.83/www/notebook/machine.pdf]

ANEXOS

Anexo 1

LOOKAHEAD DE PRODUCCIÓN

PARTIDA DE CONTROL	UND	TOTAL			SEMANA 1			SEMANA 2			SEMANA 3			SEMANA 4		
		METRADO	hh/día	Dias	HH	REND	METRADO	HH	REND	METRADO	HH	REND	METRADO	HH	REND	
ACERO VERTICALES																
Acero de Columnas	Kg															
Acero de Placas	Kg															
Acero de Muros	Kg															
Acero de losa	kg.															
Acero de viga	kg															
ENCOFRADO VERTICALES																
Encofrado de Columnas	m2															
Encofrado de placas	m2															
Encofrado de Muros	m2															
Encofrado de losas	m2															
Encofrado de vigas	m2															
VACIADO VERTICALES																
Vaciado de Columnas	m3															
Vaciado de placas	m3															
Vaciado de Muros	m3															
Ladrillo de losa	und.															

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2

LOOKAHEAD DE MATERIALES

PARTIDA DE CONTROL	UND	TOTAL	CONSUMO DE	CONSUMO DE	CONSUMO DE	CONSUMO DE
		CANTIDAD	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
ACERO DE COLUMNAS						
Alambre Negro N°16	kg					
Acero Corrugado Fy=4200 kg/cm2 Grado 60	kg					
ENCOFRADO DE COLUMNAS						
Alambre Negro recocido N° 08	kg					
Clavos para madera con cabeza de 3"	kg					
Madera Tornillo	kg					
VACIADO DE COLUMNAS f'c=210 kg/cm2						
Cemento portland Tipo MS	bls					
Arena Gruesa	m3					
Agua	m3					
Piedra chancada de 1/2"	m3					
ACERO DE PLACAS						
Alambre Negro N°16	kg					
Acero Corrugado Fy=4200 kg/cm2 Grado 60	kg					
ENCOFRADO DE PLACAS						
Alambre Negro N°08	kg					
Clavos de 3"	kg					
Madera Tornillo	kg					
VACIADO DE PLACAS f'c=210 kg/cm2						
Cemento portland Tipo MS	bls					
Arena Gruesa	m3					
Agua	m3					
Piedra chancada de 1/2"	m3					
ENCOFRADO DE VIGAS						
Madera tornillo	p2					
Alambre Negro Recocido N° 8	kg					
Clavos de 3"	kg					
VACIADO DE VIGAS f'c=210 kg/cm2						
Cemento portland Tipo MS	bls					
Arena Gruesa	m3					
Agua	m3					
Piedra chancada de 1/2"	m3					
ACERO DE VIGAS						
Alambre Negro N°16	kg					
Acero Corrugado Fy=4200 kg/cm2 Grado 60	kg					
ENCOFRADO DE LOSA MACISA						
Alambre negro recocido N° 16	kg					
Clavos para madera de 3"	kg					
Madera tornillo	p2					
VACIADO DE LOSA MACISA						
Piedra chancada de 1/2"	m3					
Arena gruesa	m3					
Cemento portland Tipo MS	bol					
Agua	m3					
ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2						
Alambre Negro N°16	kg					
Acero Corrugado Fy=4200 kg/cm2 Grado 60	kg					

Fuente: Elaboración Propia

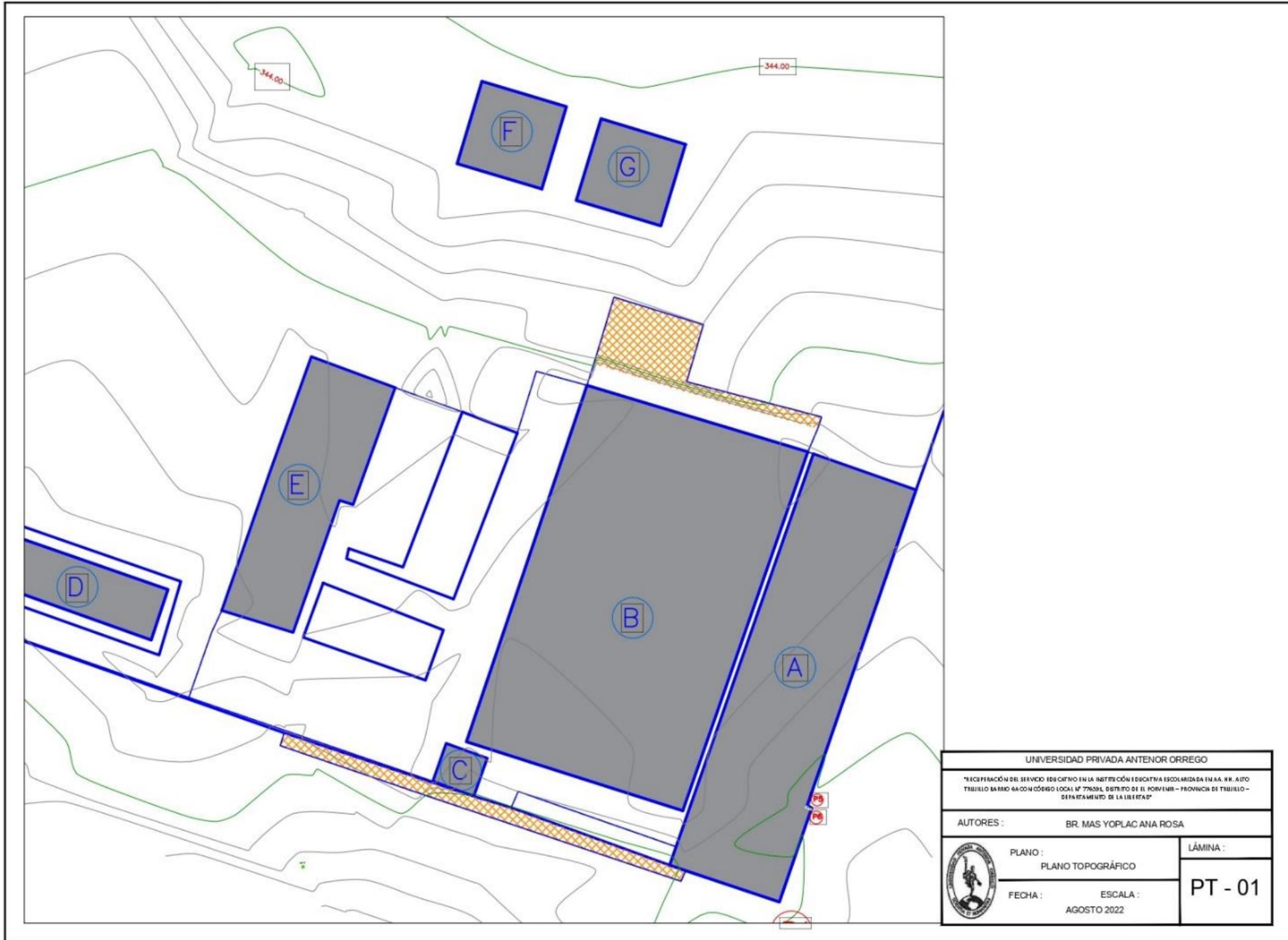
Anexo 3

CUADRO DE RESTRICCIONES

Descripción de la Actividad	Fecha inicio Planeada	Materiales	Mano de obra	Equipos	Subcontratos	Otros	Restricciones		
							Descripción	Responsable	Comentario
ESTRUCTURAS									

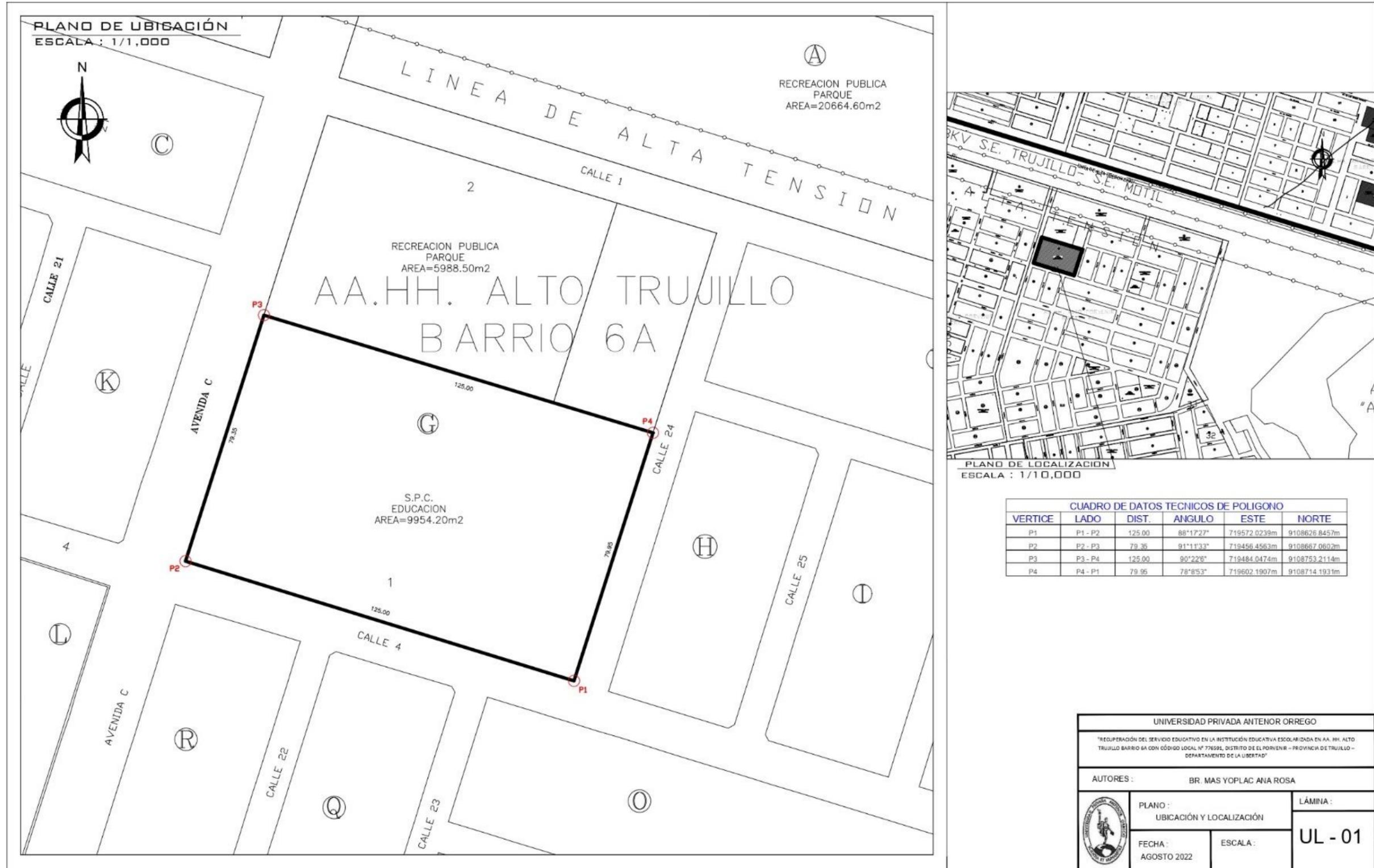
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 5



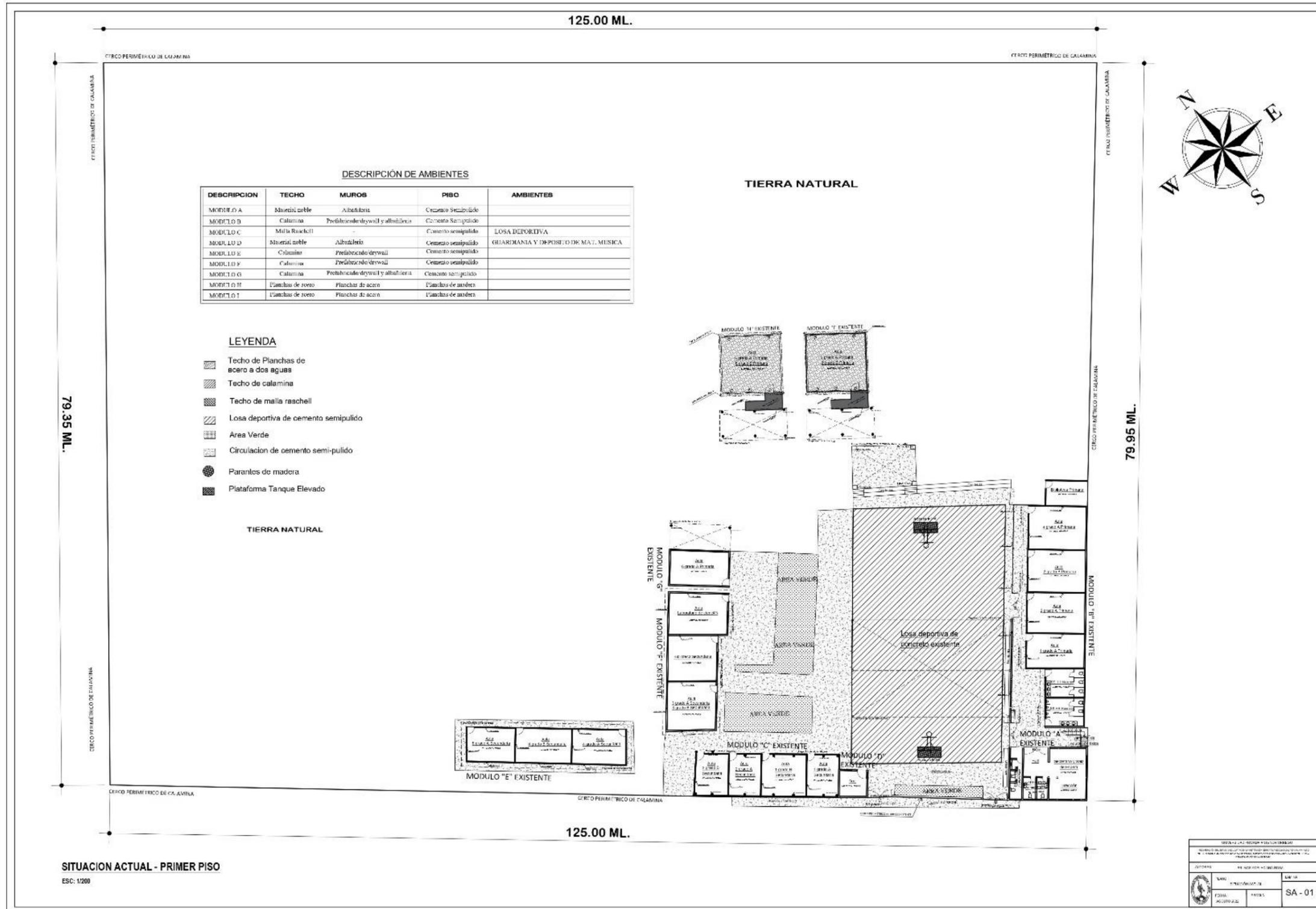
Nota: Plano de Topográfico de la I.E. Escolarizada en AA. HH. Alto Trujillo Barrio 6ª. Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 6

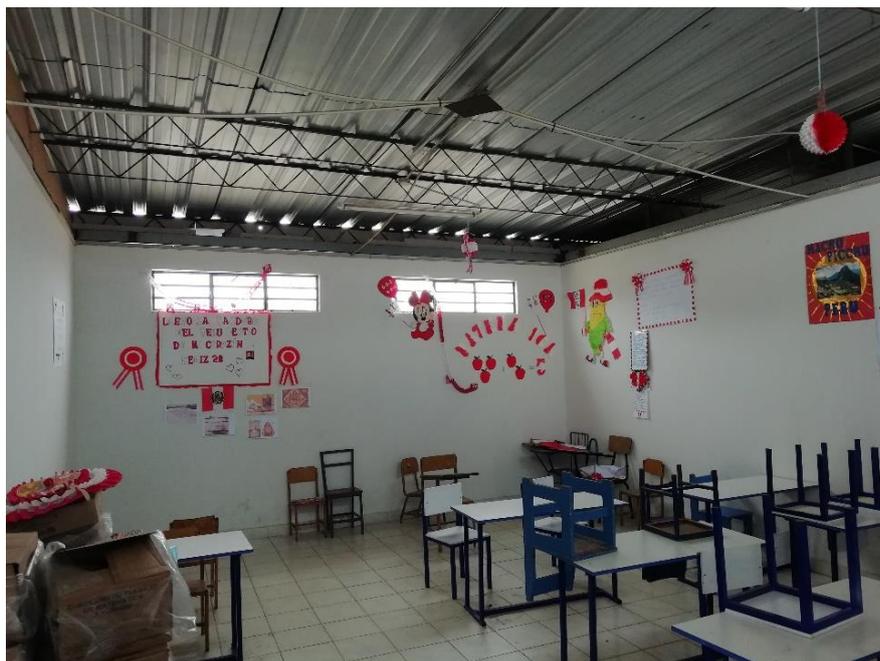


Nota: Plano de la Ubicación y Lotización de la I.E. Escolarizada en AA. HH. Alto Trujillo Barrio 6^a. Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 7



Nota: Plano de la Situación Actual de la I.E. Escolarizada en AA. HH. Alto Trujillo Barrio 6ª. Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 10

Nota: Se aprecia el aula de cuarto grado B de Primaria de material de drywall con techo de calamina. *Fuente:* Elaboración Propia

Anexo 11

Nota: Se aprecia el ambiente sin terminar, con paredes de triplay y techo de calamina. *Fuente:* Elaboración Propia

Anexo 12

Nota: Se aprecia el ambiente ambiente de Biblioteca de material de drywall con techo de calamina, lo cual su equipaminto se encuentra en malas condiciones. *Fuente:* Elaboración Propia

Anexo 13

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 14



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 15

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 16

JRA INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.

R.U.C. N° 20600590295

INGENIERÍA – BIENES y SERVICIOS

Anexo: Oficina Pasaje Manchester N° 465 Urb. Santa Isabel – Trujillo

Telf. #044724916 cel.924106124

constructorajra@hotmail.com

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Trujillo, 11 de agosto de 2022

Señorita:

Br. Ana Rosa Mas Yoplac

Tesis Universidad Privada Antenor Orrego

Presente.-

ASUNTO: Autorizo uso de información pública de Expediente de Mejoramiento de la Productividad de la Construcción de la Institución Educativa N° 776591 El Porvenir – Trujillo, que obra en nuestros archivos

De mi especial consideración y estima,

Me es grato dirigirme a ustedes para hacerle llegar mi saludo en nombre de la Empresa Constructora JRA INGENIERA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C., Especializada en Ingeniería y obras públicas para el desarrollo.

A través de la presente, autorizamos el uso profesional de nuestra información pública que obra en nuestros archivos del Expediente Técnico de Mejoramiento de la Productividad de la Construcción de la Institución Educativa N° 776591 El Porvenir – Trujillo producto obtenido en el proceso de convocatoria realizado por la municipalidad distrital del Porvenir; invocamos en todo momento la práctica de sus principios éticos.

Sin otro en particular reiteramos las muestras de nuestra confianza y estima.

Atentamente,

JRA INGENIERA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Jorge Raul Enrique Alvaraz Vargas
GERENTE GENERAL

Anexo 17

FACULTAD DE INGENIERÍA
Programa de Estudio de Ingeniería Civil

Informe Final de Asesoramiento

Señor : Director del Programa de Estudio de Ingeniería Civil
Asunto : Informe Final de Asesoramiento de Tesis
Fecha : Trujillo, 02 de diciembre del 2022

De conformidad con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, y en cumplimiento de la **Resolución de Facultad N°2005-2022-FI-UPAO** el suscrito, docente asesor de la Tesis titulada: **APLICACION DE LA METODOLOGIA LAST PLANNER SYSTEM EN EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA CONSTRUCCION DE LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 776591 PORVENIR - TRUJILLO** del Br. **Ana Rosa Mas Yoplac** cumpro con informar sobre el asesoramiento realizado, detallando lo siguiente:

La presente Tesis cumple con el cronograma y proceso de investigación de acuerdo al proyecto de tesis, asimismo informe que la tesis reúne la calidad académica exigida por el Programa de Estudio de Ingeniería Civil.

Adjunto:

- Reporte de coincidencias generado con el software Antiplagio Turnitin y firmado por el suscrito, que no supera el 20%.

Atentamente,

Ing. LUCIO SIGIFREDO MEDINA CARBAJAL
Docente Asesor

Reg. Cip: N° 76695