

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y
CIVIL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

**Relación entre la implementación de la planificación colaborativa
(LPS) y la gestión visual (RV) para mejorar la eficiencia del
personal técnico del proyecto: Medicina Humana-Ayacucho, 2024**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. Gabriel Andres PILLACA LEON

ASESOR:

MSc.Ing. Hemerson LIZARBE ALARCÓN

AYACUCHO-PERÚ

2024

DEDICATORIA

Dedico esto a mis padres por haberme apoyado siempre, a no desistir y a perseverar a pesar de las circunstancias adversas.

También dedico a mis profesores, quienes generosamente compartieron sus vastos conocimientos y experiencia a lo largo de nuestra formación profesional. Valoramos su paciencia, sus consejos, su dedicación y su apoyo constante

AGRADECIMIENTO

Al ingeniero Hemerson Lizarbe Alarcón, por su apoyo constante en la asesoría tanto académica como administrativa a nivel de la universidad. Expreso mi gratitud al Ing. Rocky

Ayala por su apoyo constante en la información brindada para el desarrollo de la presente tesis. Agradezco a los docentes de la Universidad San Cristóbal de Huamanga, cuyos

conocimientos y apoyo constante fueron fundamentales para la conclusión exitosa de este trabajo de investigación.

RESUMEN

La tesis busca encontrar una relación significativa entre la implementación de la metodología de la planificación colaborativa(LPS) y la gestión visual(RV) con la eficiencia del personal técnico del proyecto: Medicina Humana-UNSCH Aplicando la metodología propuesta se evaluará a través de encuestas, datos estadísticos, material fotográfico y vídeos, la primera etapa de la obra en estado de ejecución del gobierno regional de Ayacucho para obtener indicadores de productividad y sus problemas e identificar las oportunidades de mejora y medidas correctivas. Se tomará la metodología dada por el ingeniero ([Brioso,2017](#)), la cual se clasifica en Productivos los cuales son generadores de valor, Contributivos apoyan a dar valor y por último los No Contributivos los cuales no dan valor y determinan actos y condiciones seguras o inseguras que se realizan. Por otro lado, para el enfoque de gestión visual utilizaremos la metodología BIM aplicada en la realidad virtual por medio del software Augin desarrollado por ([Silva,2020](#)).

ABSTRAC

The thesis seeks to find a significant relationship between the implementation of the methodology of collaborative planning (LPS) and visual management (VR) with the efficiency of the technical staff of the project: Human Medicine-UNSCH. Applying the proposed methodology will be evaluated through surveys, statistical data, photographic material and videos, the first stage of the work in progress by the regional government of Ayacucho to obtain productivity indicators and its problems and identify opportunities for improvement and corrective measures. The methodology given by the engineer will be taken ([Brioso, 2017](#)), which is classified as Productive, which are value generators, Contributory support giving value and finally the Non-Contributory which do not give value and determine safe or unsafe acts and conditions that are carried out. On the other hand, for the visual management approach we will use the BIM methodology applied in virtual reality through the Augin software developed by ([Silva,2020](#)).

ÍNDICE GENERAL

PAGINA DE APROBACIÓN O CONFORMIDAD	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	v
ABSTRAC	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
LISTA DE TABLAS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
1 CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.1.2 Delimitación del problema	4
1.1.2.1 Espacial	4
1.1.2.2 Temporal	4
1.1.2.3 Temática y unidad de Análisis	4
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.2.1 Problema principal	5
1.2.2 Problemas secundarios	5
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.3.1 Ámbito económico	5
1.3.2 Ámbito social	5
1.3.3 Ámbito practico	5
1.3.4 Ámbito Metodológico	6
1.3.5 Ámbito institucional	6
1.4 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	7
1.5 OBJETVOS	7
1.5.1 Objetivo general	7
1.5.2 Objetivos específicos	7

1.6	HIPÓTESIS	7
1.6.1	Hipótesis global	7
1.6.2	Hipótesis específicas	7
2	CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	9
2.1	ANTECEDENTES	9
2.1.1	Antecedentes Bibliográficos	9
2.1.2	Investigaciones Internacionales	9
2.1.3	Investigaciones Nacionales	14
2.2	BASES TEORICAS	16
2.3	MARCO CONCEPTUAL	23
3	CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1	DISEÑO METODOLÓGICO	27
3.1.1	Tipos de investigación	27
3.1.2	Nivel de investigación	27
3.1.3	Diseño de investigación	27
3.1.4	Población y muestra	27
3.1.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.1.6	Técnicas de procesamiento y Análisis de Datos	29
3.1.7	Fuentes de investigación	30
3.1.7.1	Fuentes primarias	30
3.1.7.2	Fuentes de información secundarias	30
3.1.8	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	31
3.2	MATERIAL DE INVESTIGACION	32
3.2.1	Recopilación de Información de sectorización:	46
3.2.2	Objetivos Semanales	57
3.2.3	Planificación Semanal	57
3.2.4	Compromisos y Seguimiento	58
3.2.5	Restricciones y Resolución	58
3.2.6	Comentarios y Observaciones	58
4	CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	67
4.1	RESULTADOS	67
4.1.1	Sección 1: Planificación Colaborativa	67

4.1.2	Sección 2: Gestión Visual	67
4.1.3	Sección 3: Productividad Personal	67
4.1.4	Conclusión de los resultados de los coeficientes del modelo de regresión	71
4.1.5	Coeficiente de Determinación R^2	71
4.1.6	Análisis de Tendencias	71
4.1.7	Análisis Descriptivo	71
4.2	Discusión	92
5	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	95
6	CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES	96
7	CAPÍTULO VII: TRABAJOS FUTUROS	97
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
	LISTA DE ABREVIATURAS	102
	GLOSARIO	103
	ANEXOS	105

LISTA DE TABLAS

1	<i>Principales proyectos entregados en el 2022 en la ciudad de Lima</i>	2
2	<i>Reporte de Obras paralizadas hasta el 2019 en porcentajes y monto contratado en el Perú</i>	2
3	<i>Obras paralizadas pro regiones en el 2019 y su respectivo monto contratado</i>	3
4	<i>Comparativas entre la metodología Lean y la metodología tradicional</i>	18
5	<i>Comparación entre los diversos enfoques de mejora en la productividad. . .</i>	19
6	<i>Resumen Relacion entre Last Planner System y la teoria del valor.</i>	22
7	<i>Las tres fases del sistema Last Planner</i>	23
8	<i>Planificación Semanal</i>	57
9	<i>Planificación Semanal</i>	58

LISTA DE FIGURAS

1	<i>Reconocimiento de obra de medicina Humana-UNSCH</i>	4
2	<i>Relación de trabajadores en la Obra medicina Humana UNSCH para el bloque B.</i>	28
3	<i>Colaboradores trabajado en el modulo B.</i>	29
4	<i>Resumen de las principales ocurrencias del mes de marzo.</i>	32
5	<i>Resumen de las principales ocurrencias del mes de marzo.</i>	33
6	<i>División del bloque B según el tren de actividades.</i>	34
7	<i>Análisis de precios unitarios del expediente de medicina-Partida Concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento.</i>	35
8	<i>Correlación de Pearson.</i>	43
9	<i>Gráficos de control y curva "S" de avance de Obra del mes de marzo.</i>	44
10	<i>Curva de Avance programado vs Avance Ejecutado</i>	44
11	<i>Avance programado vs Avance Ejecutado</i>	45
12	<i>Subdivisión de los bloques</i>	45
13	<i>Datos de entrada para la clasificación de TP, TC, TNC.</i>	46
14	<i>Porcentualizacion de los TP, TC, TNC.</i>	47
15	<i>Plantilla de Figura CB de TP, TC, TNC.</i>	47
16	<i>Plantilla Carta-Balance</i>	48
17	<i>Formato de control diario.</i>	49
18	<i>Diagrama GANTT implementado en obra para el área de estructuras.</i>	50
19	<i>Se realiza la gestión de producción para la recolección de datos.</i>	51
20	<i>Se procede a usar el formato del análisis de confiabilidad:</i>	52
21	<i>Causas de incumplimiento de la semana de acuerdo a las principales componentes de gestión de proyectos:</i>	53
22	<i>Relación entre el PPC semanal y el PPC objetivo.</i>	53
23	<i>Causas de No cumplimiento Acumuladas mensualmente.</i>	54
24	<i>Formato del Plan Diario</i>	54
25	<i>Catalogo de Causas de Incumplimiento.</i>	55
26	<i>Pautas a seguir para una correcta implementación y distribución de la metodología Last Planner System(LPS) dentro de la obra</i>	55
27	<i>Diagrama de flujo de Proceso de Last Planner System</i>	56
28	<i>Representación en 3D del bloque B de la UNSCH.</i>	59

29	<i>Representación de la Realidad Aumentada de los planos Revit de Medicina Humana con el uso del software Augin pro.</i>	59
30	<i>Qr enfocado al módulo B(Parte Arquitectónica) del proyecto Medicina Humana UNSCH.</i>	60
31	<i>Colocación del Análisis de Restricciones dentro de obra, llenado por el cuerpo técnico de residencia Medicina Humana UNSCH.</i>	61
32	<i>Elaboración del plan Maestro. De los meses de abril-junio 2024.</i>	62
33	<i>Adjunto formato de Encuesta realizada al personal llenado en campo.</i>	65
34	<i>Matriz de correlación para saber el grado de relación entre las variables. . .</i>	69
35	<i>Nivel de productividad del avance de obra con el sistema tradicional a nivel general de la obra.</i>	72
36	<i>Nivel de productividad del avance de obra con el sistema tradicional a nivel general de la obra.</i>	72
37	<i>Toma de datos en Matlab.</i>	74
38	<i>Programación de todas las ecuaciones mostradas en la metodología para automatizar el cálculo.</i>	77
39	<i>Resultados obtenido de la correlación de variables.</i>	77
40	<i>Resultados obtenidos de la programación de la actividad programada.</i>	78
41	<i>Resultados productividad con LPS antes y después.</i>	79
42	<i>Resultado promedio de productividad de los 33 trabajadores.</i>	80
43	<i>Resultados obtenidos de productividad media por trabajador.</i>	81
44	<i>Grafico de representación de la productividad media por trabajador.</i>	82
45	<i>Adjuntamos las 08 columnas del 2do piso del Bloque B.</i>	83
46	<i>Se adjunta METRADO GENERAL MODULO B-Expediente técnico:</i>	86
47	<i>Se adjunta Corte A-A Arquitectura Bloque B.</i>	86
48	<i>Se adjunta el cuadro de columnas de las columnas del bloque B</i>	87
49	<i>Se adjunta los metrados de colocado de acero en columna y Encofrado y desencofrado en la misma área de estudio.</i>	87
50	<i>Se adjunta los metrados de vaciado de concreto en el área de estudio.</i>	88
51	<i>Se adjunta el resumen de partidas de la aplicación del Last Planner System.</i>	88
52	<i>Comparativa de Productividad entre Last Planner System y el proyectado en el expediente técnico-Bloque B (08 Columnas) 2do piso.</i>	89
53	<i>Leyenda de TP,TC y TNC.</i>	90

54	<i>Casco 2do piso Modulo B.</i>	107
55	<i>Evaluacion de la implementación de LPS. Partida de obras de concreto Armado vigas Acero corrugado $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ grado 60 en vigas.</i>	108
56	<i>Colocado de acero Corrugado $f_y=4200\text{kg/cm}^2$ grado 60 en escaleras-Modulo B.</i>	109
57	<i>Encofrado y Desencofrado de Placas Modulo A- Simulando el proceso Constructivo en el modulo B.</i>	110
58	<i>Vista de losa aligerada</i>	111
59	<i>El Lookahead Planning, la Sectorización y el cuadro de Análisis de Restricciones propuesto por el sistema Lean como herramienta el Last Planner System. se encontraban en una sala de Reuniones de Producción Semanales ambientada con pizarras y Post-it.</i>	112
60	<i>La imagen muestra cómo los responsables del proyecto (jefe de producción, asistente, maestros analizan los trabajos a realizar bajo el enfoque del Last Planner System.</i>	113
61	<i>La residencia, la producción, la Oficina Técnica, la administración y la Salud Ocupacional (SSOMA) participaron en la reunión de reporte a la gerencia.</i>	114
62	<i>Se muestra la sectorización (LPS) Y la gestión visual del bloque B del módulo de medicina Humana-UNSCH.</i>	115
63	<i>Capacitación en Last Planner System al personal obrero del bloque B de la obra Medicina Humana-UNSCH.</i>	116
64	<i>Colocación de códigos Qr del plano de estructuras en Revit para la realidad virtual insitu en el Bloque B del proyecto Medicina Humana-UNSCH.</i>	117
65	<i>Colocación de Estación 2 (Plano Estructuras-REVIT)-Con colocación del Last Planner System en forma sustancial para capacitación.</i>	118
66	<i>Gestión Visual usando paneles fotográficos de la obra de medicina Humana-UNSCH.</i>	119
67	<i>Panel fotográfico del proceso constructivo en el Bloque B(Encofrados , vaciado de concreto y losa aligerada) como parte de la gestion visual.</i>	120
68	<i>Bloque B terminado parte estructural</i>	121
69	<i>Diagrama Gantt solo de la parte de estructuras</i>	122
70	<i>Modulo B modelado en Revit.</i>	123
71	<i>Trabajadores En el grupo B en vibrado de una columna de concreto.</i>	124

72	<i>Pórticos del Bloque B.</i>	125
73	<i>Vista superior(planta)- Modulo B</i>	126
74	<i>Vista lateral Modulo B</i>	126
75	<i>Vista Perfil Modulo B</i>	127
76	<i>Vista en 3D posterior-Modulo B.</i>	127
77	<i>Vista Frontal 3D del Módulo B.</i>	128
78	<i>A continuación se realiza la aplicación in situ del programa Augin con el objetivo de observar en campo. En la figura se muestra el escaneo del código Qr.</i>	129
79	<i>Se empezó con el módulo B de estructuras.</i>	130
80	<i>Se observa que Augin nos da las diferentes características y propiedades de los elementos constructivos que se exportaron de formato IFC del Revit.</i> . . .	131
81	<i>Se observa el detalle arquitectónico del modulo dentro del programa Augin.</i> .	132
82	<i>Podemos observar la arquitectura del módulo B en realidad Aumentada.</i> . .	133

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 Descripción de la realidad problemática

A nivel nacional uno de los mayores problemas en el sector construcción es el cumplimiento a tiempo de los plazos de ejecución, esto genera como consecuencia un aumento del presupuesto y la incomodidad de la población a la cual beneficiaría dicho proyecto. En la ciudad de Ayacucho, la ejecución de la mayoría de las obras que son administradas ya sea por el gobierno regional o las empresas privadas en las cuales se aplica el método convencional de planificación de la Obra donde prima más el desconocimiento por parte del contratista a una buena planificación de su obra, es decir, empiezan de forma regular la ejecución de las obras sin antes hacer o realizar una correcta comunicación con los demás actores de la construcción causando demoras y ampliaciones en dicha ejecución, sin una adecuada programación anticipada de por lo menos 3 semanas antes de empezar la ejecución de una partida. La controlaría general de la república nos menciona que en la ciudad de Lima, los principales proyectos inaugurados el año 2022 presentaron retrasos en su entrega. (Tabla 1) se evidencia que en el primer caso, el de la vía Costa Verde Tramo Callao hubo una paralización por más de 4 años con una pérdida de 576 millones de soles; en el segundo caso: El ovalo Monitor Huáscar hubo un retraso de más de 5 meses y el tercer caso: El proyecto Pasamayito contó con más de tres meses de retraso. Esto nos refleja que en el Perú no existe una buena planificación anticipada para evitar posibles retrasos durante el proceso de ejecución.

Tabla 1. Principales proyectos entregados en el 2022 en la ciudad de Lima

Proyecto	Tiempo de retraso	Costo del Proyecto
		575 millones de soles
Costa Verde del Callao	Paralización por 4 años	287 millones de soles
	Valor inicial del proyecto	576 millones de soles
	Valor Final del Proyecto	80 millones de soles
Ovalo monitor Huascar	05 meses de retraso	60 millones de soles
Pasamayito	03 meses de retraso	
Fuente: Contraloría General de la Republica 2022		

La relación entre la efectividad de la planificación y el rendimiento de un proyecto, tanto a nivel de actividad como a nivel general del proyecto, se resume en un Índice de Confiabilidad de la Planificación (PRI). Este índice se fundamenta en la calidad de la planificación de las actividades y en un Índice de Productividad Laboral. (Roshan,2020) destaca la importancia crucial de una planificación anticipada precisa en diversos proyectos a nivel nacional, especialmente haciendo hincapié en la estrecha colaboración que debe existir entre los contratistas y los ejecutores.

El informe sobre las obras paralizadas, elaborado por la CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA hasta el 31 de Julio de 2018 y reflejado en la Tabla 2, muestra que el mayor número de obras detenidas pertenece a entidades del Gobierno Nacional, con un total de 495 proyectos paralizados y un monto contractual de S/. 8,682,077,012. Por otro lado, las entidades de gobiernos regionales reportaron 372 obras detenidas, con un monto contratado ascendente a S/. 8,188,778,755.

Tabla 2. Reporte de Obras paralizadas hasta el 2019 en porcentajes y monto contratado en el Perú

Nivel de Gobierno	Monto contratado		Obras paralizadas	
	S/.	%	N°	%
Nacional	8,682,077,012	51	495	57
Regional	8,188,778,755.00	49	372	43
Total	16,870,855,767	100	867	100

Fuente: Adaptado de la contraloría General de la Republica.

En el año 2019, Ayacucho se encontraba entre las regiones con un elevado número de obras detenidas en el Perú. Dentro de un total de 867 proyectos paralizados a nivel nacional, Ayacucho registró 51 obras paralizadas, según se detalla en la Tabla 3. Una de las razones principales detrás de esta paralización fue la necesidad de extender los plazos debido a una planificación anticipada deficiente. Esta situación tuvo un impacto significativo en el aspecto presupuestario, generando serias consecuencias.

Tabla 3. *Obras paralizadas pro regiones en el 2019 y su respectivo monto contratado*

Departamento	Monto contratado		Obras paralizadas	
	S/.	%	N°	%
Lima	3,347,881,560	20	75	9
Ayacucho	463,468,202.00	3	51	6
San Martin	599,929,752	4	30	3
Ayacucho/Arequipa	94477792	1	1	0

Fuente: Adaptado de Unidades Orgánicas (Contraloría General de la Republica)

En la ciudad de Ayacucho, específicamente en los pabellones la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, se está llevando a cabo en la actualidad el desarrollo del Proyecto Medicina Humana-UNSCH. Este proyecto se está desarrollando bajo los métodos convencionales, sin embargo, se están realizando una serie de estudios para implementar la metodología Last Planner Sistem y la realidad aumentada a través del software Augin.

Figura 1. *Reconocimiento de obra de medicina Humana-UNSCH*



1.1.2 Delimitación del problema

1.1.2.1 Espacial

La investigación tendrá su desarrollo específicamente en la ciudad de Ayacucho donde se encuentra la obra “Medicina Humana-UNSCH”

1.1.2.2 Temporal

La investigación se desarrolla entre los meses de enero hasta Junio del presente año 2024.

1.1.2.3 Temática y unidad de Análisis

Encontrar una relación significativa entre la planificación colaborativa y la gestión visual para así implementar una herramienta que permita cuantificar la eficiencia del personal técnico y el personal obrero.

Entre las posibles mejoras que implica esta investigación será: Mejorar la eficiencia del personal técnico de esta y futuras obras afines, tener un control más real de la eficiencia y avance del personal técnico y obrero, además de que el personal obrero asimile de una forma más clara y objetiva los planteamientos dados con apoyo de la gestión visual.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema principal

¿En qué medida la implementación de la planificación colaborativa (LPS) y la gestión visual (RV) influyen en la eficiencia del personal técnico de residencia en la ejecución del Proyecto: Medicina Humana-UNSCH?

1.2.2 Problemas secundarios

- ¿En qué medida influye la implementación de la Planificación Colaborativa (Pull-planing) como principal herramienta del LPS en un rendimiento académico eficiente del personal técnico de Residencia del proyecto: ¿Medicina Humana-UNSCH?
- ¿En qué medida influye la implementación de la Planificación Colaborativa (Plan maestro) como principal herramienta del LPS en un rendimiento académico eficiente del personal técnico de Residencia del proyecto Medicina Humana-UNSCH?
- ¿En qué medida influye la implementación de la Realidad Virtual como herramienta de la gestión visual en un rendimiento académico eficiente del personal técnico de Residencia del proyecto Medicina Humana-UNSCH?

1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se justifica y es importante por las siguientes razones:

1.3.1 Ámbito económico

En el ámbito económico la importancia de esta investigación radica en mejorar la eficiencia del personal técnico y obrero; por tanto, al implementarlo podrá reducir costos de tiempo debido a que mejorara la rapidez de ejecución de la obra sobre todo en las obras de carácter público donde actualmente se sigue usando un enfoque tradicional generando adicionales y ampliaciones de plazo.

1.3.2 Ámbito social

En las últimas décadas los proyectos de construcción en nuestra región han sido criticadas por el tiempo de demora en la ejecución, perjudicando socialmente a la población en el caso de proyectos de Hospitales y Colegios por ello la implementación de la planificación colaborativa impactará en el ámbito social ya que al avanzar más rápido los proyectos se atenderá más rápido a los beneficiarios de dicha obra y se mejorará la calidad de vida de la población.

1.3.3 Ámbito práctico

La metodología planteada basado en un análisis mixto con la implementación de la gestión visual a través de la realidad virtual mejorará el entendimiento de los trabajadores en

construcción y con esto se generará una cultura de mejora continua donde cada uno de ellos tendrá el conocimiento adecuado para continuar eficiente su trabajo y sobre todo saber qué actividades realizará en el futuro a mediano y corto plazo y se reducirá el factor de incertidumbre.

1.3.4 Ámbito Metodológico

Al poder conocer la optimización de un proyecto significativo desde una perspectiva práctica y aplicable en el campo de la gestión de proyectos. Al lograr una mayor eficiencia en la ejecución del proyecto, se asegura su éxito y, al mismo tiempo, se sientan las bases para futuras mejoras en la industria de la construcción.

1.3.5 Ámbito institucional

En la EPIC UNSCH se tiene investigaciones muy pocas investigaciones sobre Planificación colaborativa y será un buen aporte para las futuras generaciones de estudiantes.

Se muestra un resumen de todos los ámbitos en la **Figura 2.2**



Figura N° 2.2:
Justificación e importancia

1.4 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1. La tesis presentada es de carácter correlacional.
2. Solo se estudiará al equipo técnico del proyecto Medicina Humana-UNSCH ubicado en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
3. Se investigará como enfoque la gestión de logística y cadena de suministro, eficiencia y calidad del personal dentro de la obra.
4. Se restringe a la modalidad de Administración Directa ya que es la modalidad usada por el proyecto estudiado.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

Determinar la importancia de la implementación de la planificación colaborativa usando la metodología Last Planner System y la gestión visual (R.V) en la mejora de la eficiencia del personal técnico de residencia en la ejecución del Proyecto Medicina Humana-UNSCH.

1.5.2 Objetivos específicos

1. Determinar el grado de influencia de la implementación colaborativa (Pull-Planning) que tendrá un rendimiento eficiente del personal técnico en el proyecto Medicina Humana UNSCH 2024.
2. Determinar el grado de influencia de la implementación de la implementación de la planificación colaborativa (plan maestro) que tendrá en un rendimiento eficiente del personal técnico.
3. Determinar el grado de influencia de la implementación de la Realidad Virtual como herramienta de la gestión visual tendrá en un rendimiento académico eficiente del personal técnico en el proyecto Medicina Humana-UNSCH.

1.6 HIPÓTESIS

1.6.1 Hipótesis global

Existe una relación significativa entre la Implementación de la planificación colaborativa (LPS) y la gestión visual (RV) con respecto a la eficiencia del personal técnico de la obra de Medicina Humana.

1.6.2 Hipótesis específicas

1. Existe una relación significativa entre la implementación de la planificación colaborativa (Pull-Planning) y un rendimiento eficiente en el personal técnico del Proyecto Medicina Humana UNSCH.

2. Existe una relación significativa entre la implementación de la Gestión Visual y el rendimiento eficiente en el personal técnico del Proyecto Medicina Humana UNSCH.
3. Existe una relación significativa entre la implementación del plan maestro (LPS) y el rendimiento eficiente del personal técnico del Proyecto Medicina Humana UNSCH.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Antecedentes Bibliográficos

Para comenzar este estudio de investigación, se realizaron búsquedas en diversas fuentes de la literatura nacional e internacional, como investigaciones, libros, artículos y ensayos relacionados con el Last Planner System, Lean Construcción, Gestión visual y la eficiencia del personal en obra. Se encontró que la información acerca de una posible herramienta que mida la eficiencia del personal técnico es bastante limitada, y la mayoría de estos recursos se encuentran en las referencias de textos científicos publicados por editoriales como Taylor & Francis y Springer, entre otros tal como nos recomienda ([Hernández Sampieri, 2014](#))

2.1.2 Investigaciones Internacionales

([Ballard, 2000](#)), fue el primero en describir el Last Planner System y su enfoque en la producción controlada por los trabajadores en la industria de la construcción. Los autores presentaron una visión general del sistema y presento estudios en casos reales. De la misma manera, ([Vaagen, 2020](#)) nos menciona que involucrar a los responsables directos de hacer el trabajo que se está planificando aumenta la flexibilidad del equipo para los cambios en las rutas e incluso los cambios en los objetivos. ([Ograbe ,2013](#)) pudo determinar los impactos de implementar LPS con el apoyo de la metodología DSR en un proyecto que implicaba la construcción de 04 proyectos de los cuales 1 se encontraba en ejecución con el LPS,mostrando un avance significativo ya que los otros proyectos no anticiparon limitaciones predecibles(especialmente falta de disponibilidad de material),sin embargo en el cuarto proyecto (CRT4) se observó que el LPS gestiono el proyecto de tal forma que se aseguró que los posibles problemas se resolvieran antes de que se convirtieran en problemas. Por otro lado, ([Boton ,2020](#)) realiza una investigación donde comenta que una relación entre los sistemas BIM Y LPS es posible en el futuro para mejorar la productividad sin embargo no es tan entusiasta ya que implementar un software de este tipo es menos fácil de lo esperado por ello enfatiza la necesidad de una adecuada formación previa al servicio y la necesidad de nuevos recursos que pueden trabajar a tiempo completo en la formación continua de los equipos de obra. Además menciona que la mayoría de los problemas se relacionan en gran medida con la familiaridad de los trabajadores con los enfoques BIM y Lean, y con las limitaciones seleccionadas. Resalta estos problemas como desafíos a nivel micro.

([Musa et al., 2023](#)) En un estudio llamado “Obstáculos para la implementación de enfoques

Lean en la construcción en Kano, Nigeria” evaluaron la conciencia y las barreras para aplicar métodos de construcción Lean en Kano, Nigeria. Él y su equipo realizaron encuestas con 159 respuestas de 200 profesionales de la construcción, encontrando que hay poco conocimiento sobre Lean y que la falta de educación, información y capacitación son los principales desafíos para su implementación. Este análisis ayuda a comprender y abordar los obstáculos en la construcción eficiente para los profesionales de la construcción y personas relacionadas a este.

En una publicación adicional ([Schimanski et al., 2020](#)) realizaron un estudio llamado ”Integración de Last Planner y BIM en proyectos de construcción”. Analizaron cómo combinar Last Planner System (LPS) y Building Information Modeling (BIM) en proyectos de construcción. Encontraron que la implementación conjunta de BIM y LPS a menudo es parcial y tiene éxito limitado. Propusieron un nuevo modelo conceptual para fusionar BIM y LPS, que podría guiar futuras herramientas informáticas.

Se sugiere probar y mejorar este modelo en proyectos piloto reales y explorar su aplicabilidad en la gestión de costos. Reconocen que el modelo conceptual es adaptable y necesita mejoras continuas basadas en la experiencia práctica. La planificación conjunta de BIM Y LPS no es completa, limitándose a partes específicas (por ejemplo, solo a la planificación anticipada)

Adicionalmente, ([Marín Chaparro et al., 2018](#)) realizó una tesis sobre ”Metodologías de Programación en Construcción con Sistema Last Planner”, creando diagramas para ilustrar cómo aplicar metodologías como EDT, Lean Construction, CPM y Last Planner System en proyectos de construcción. En un proyecto real, demostró que Last Planner System es efectivo para reducir la variabilidad en la construcción, brindando datos cuantitativos para la toma de decisiones en la gestión del proyecto.

Anteriormente, ([Ibáñez Valenzuela, 2018](#)) investigó la industria de la construcción en Chile en su tesis “Estrategias para Implementar Lean Construction en Chile”. Descubrió que, aunque la construcción representa el 8,5% del empleo en el país, solo contribuye al 7% del PIB nacional, lo que sugiere un margen de mejora en productividad. El estudio evaluó el conocimiento y uso de Lean Construction y herramientas como el Sistema Last Planner por parte de directivos y empleados. Se concluyó que las herramientas de Lean Construction requieren formación continua para ser efectivas, destacando la necesidad de capacitación para una comprensión más profunda del concepto.

En el tema social, en su tesis “Lean Construction a través de Last Planner en viviendas sociales de FUPROVI” (2017), ([Alpizar-Ávalos, 2017](#)) investigó la implementación de

la metodología Last Planner System en proyectos de vivienda social de FUPROVI. El objetivo fue mejorar la planificación, seguimiento y control de construcción. Utilizó investigación bibliográfica y diseño no experimental, analizando proyectos de la Fundación para desarrollar un procedimiento de LPS. Los resultados destacaron que LPS ayuda a identificar causas de retrasos y facilita soluciones. El hallazgo clave es que la participación en la planificación en los tres niveles de LPS es vital para un flujo de trabajo cohesivo. Se sugiere que los contratistas sean retribuidos basándose en el calendario para fomentar ejecución secuencial de tareas.

(Andújar-Montoya et al., 2020) mencionan que en un contexto de avances tecnológicos y limitaciones financieras, los modelos actuales de gestión de la construcción están quedando desfasados. Esta situación afecta tanto al mercado privado de viviendas como a los proyectos gubernamentales, que sufren desviaciones presupuestarias y de tiempo. Por lo tanto, se requieren enfoques novedosos para aumentar la eficiencia en la construcción, reduciendo costos y cumpliendo plazos. Las tendencias clave en la industria son el Modelado de Información de Edificios (BIM) y la filosofía Lean Construction, incluyendo su herramienta asociada, el sistema Last Planner. Sin embargo, hay una falta de investigación que aborde la combinación de estos paradigmas, a pesar de la amplia literatura individual sobre Lean y BIM. Este estudio se enfoca en los beneficios resultantes de unir estas disciplinas, usando un caso de estudio en la Universidad de Alicante para demostrar cómo la implementación de BIM y el uso de Last Planner System mejoran la eficiencia en proyectos públicos. Los resultados permiten comparar las desviaciones de costos con proyectos tradicionales de características similares.

A razón de esto, (Uusitalo et al., 2019) nos dicen que pocas empresas de construcción utilizan de manera integrada las herramientas Lean en la gestión del diseño. Cada herramienta de gestión Lean tiene sus fortalezas y momentos óptimos para su uso. Los enfoques anteriores no consideraban detalladamente cómo integrar los modelos BIM en la gestión del diseño y la planificación. Por ejemplo, el sistema Last Planner (LPS) carece de guía específica para tareas basadas en BIM. Para abordar esto, se propone combinar métodos de gestión basados en la localización con LPS. Se define un proceso de gestión del diseño basado en la localización con niveles de detalle adaptados a las fases del proyecto. Se validó con profesionales del diseño y la construcción y se aplicó en un proyecto específico. (Sbiti et al., 2021) además, nos dice que en los últimos años, la adopción individual de Lean Construction y Building Information Modeling (BIM) ha mejorado la eficiencia en la construcción. La combinación sinérgica de ambos puede tener aún más ventajas,

pero su implementación conjunta sigue siendo un desafío. Esta revisión examinó 77 artículos de AEC publicados en la última década para identificar áreas clave de intersección entre Lean y BIM. La matriz de ponderación señaló la prometedora interacción entre la visualización 4D basada en BIM y los programas de construcción actualizados por Last Planner System (LPS). Se propone un nuevo marco teórico que automatiza la generación de calendarios usando datos BIM y una base de datos de desglose del trabajo. La planificación y el seguimiento se realizan mediante una aplicación de campo que se comunica con los sistemas de planificación y gestión. Contemporáneamente ([Zhao et al., 2023](#)) en su artículo proponen un marco de planificación de trayectorias para UAV en entornos desafiantes y desconocidos, utilizando una estructura de información llamada DFP para evitar obstáculos. También presenta un método de replanificación adaptativa que combina dos enfoques de optimización para generar trayectorias de alta calidad, mostrando mejores resultados que métodos convencionales en escenarios difíciles. El sistema se prueba en un quadrotor autónomo en entornos reales. En el ámbito de la planificación estratégica, ([Karaz & Teixeira, n.d.](#)) nos dicen que los enfoques tradicionales de planificación y control en construcción carecen de retroalimentación. Se sugiere que los sistemas sociotécnicos LPS y LBMS, junto con flujos de trabajo BIM, pueden generar datos prácticos y gestionarlos eficazmente. Aunque la integración completa de Lean Construction-BIM es limitada, este artículo propone un enfoque basado en modelado dinámico y un diagrama causal. Explora interacciones entre gestión y residuos, destacando la integración LPS, LBMS y BIM para reducir residuos. Los resultados son útiles para políticas lean y para entender el impacto de Lean-BIM en la gestión de residuos en construcción.

En el ámbito gerencial, ([Tayeh et al., 2018](#)) nos dicen que Los resultados indicaron que la “estrecha relación con subcontratistas” y el “respaldo de la alta dirección” son factores clave para el éxito de la implementación de LPC. Sin embargo, la “falta de habilidades y experiencia” y la “carencia de capacitación para directivos” se identificaron como principales obstáculos. Se sugiere seleccionar subcontratistas basados en experiencia y competencias previas, colaborando para resolver problemas y tomar decisiones para alcanzar objetivos del proyecto.

Bajo la relación del mercado y la planificación, ([Alkay & Watkins, 2023](#)) investiga la efectividad reciente de las intervenciones de planificación en Turquía para cambiar los resultados del mercado. Se examinan cuatro tipos de intervención: configuración, regulación, estímulo y creación de capacidad. Utiliza entrevistas en profundidad con actores clave del mercado y el Estado. El análisis resalta limitaciones en un sistema de planificación

centralizado y jerárquico, afectando la incertidumbre y el riesgo en el mercado, además de perder oportunidades para intervenciones más colectivas.

En el ámbito del rendimiento, (Rebai et al., n.d.) nos menciona que La necesidad de mejorar el rendimiento en proyectos de construcción debido a altos niveles de fracaso ha impulsado la búsqueda de nuevos enfoques como la construcción ajustada y el Advanced Work Packaging (AWP). Aunque la construcción ajustada tiene una historia de tres décadas, el AWP es más reciente. Sin embargo, no existen estudios que comparen la viabilidad y eficacia de la aplicación conjunta de Lean Construction y AWP en proyectos de construcción. Este estudio revisa 29 investigaciones para analizar similitudes y diferencias entre ambos conceptos en cuatro categorías: contexto, principios, especificación del proyecto, funciones y enfoque del trabajo. Se recomienda integrar ambos enfoques para mejorar resultados y mitigar incertidumbre y complejidad en proyectos.

(Sari et al., 2022) nos comenta que el sistema de entrega del proyecto afecta la calidad y los resultados. Los planes estratégicos del propietario deben asegurar costos, calidad y plazos. Un enfoque bien planificado desde el inicio determina la calidad. Se necesita mayor madurez en asociaciones para mejores resultados. El partnering varía entre proyectos integrados y no integrados. Este estudio cuantitativo analiza datos secundarios y sugiere estrategias según el ciclo de vida. Los resultados revelan diferencias en asociación entre proyectos. Requisitos previos son clave para asociación efectiva en proyectos no integrados. Este estudio beneficia a propietarios, contratistas y partes interesadas en mejorar sistemas de entrega de proyectos. Relacionado con el Objetivo de Desarrollo Sostenible de asociación. En el ámbito ambiental, (Wu et al., 2019) menciona que el sector de la construcción genera muchos residuos y necesita una gestión más eficiente. Este estudio analiza cómo los principios y prácticas de la gestión ajustada pueden mejorar la eficiencia en proyectos de construcción de autopistas. Utiliza un enfoque cuantitativo y un modelo de regresión para examinar la relación entre las herramientas lean y la eficiencia. Encontraron que herramientas como LPS, JIT y VM se asocian positivamente con la mejora de la eficiencia en proyectos de construcción de autopistas. Estos resultados ayudarán a los gestores de proyectos a seleccionar las herramientas adecuadas para mejorar la toma de decisiones. Futuros estudios pueden explorar nuevas teorías y conceptos en la gestión de construcción de autopistas.

(Neve et al., 2022) nos habla sobre la productividad de los peones y nos comenta que durante décadas, la productividad en la construcción ha estado estancada o disminuyendo. Para abordar esto, se aplicó el método de muestreo del trabajo en 3 sistemas de renovación

para recopilar datos. Este método cuantifica las observaciones en el lugar de trabajo y analiza el uso del tiempo. El análisis mostró que los proyectos de renovación tenían un 29,5% de tiempo de trabajo de valor añadido (VAW). Se identificaron 5 comportamientos del sistema que describen cómo se utiliza el tiempo de VAW y trabajo sin valor añadido (NVAW). Estos nuevos conocimientos avanzan en la comprensión de cómo se pierde el tiempo en la construcción y ofrecen oportunidades para futuras investigaciones. Los resultados son útiles para profesionales que buscan mejorar los procesos en proyectos de renovación y definen objetivos para el VAW y NVAW.

2.1.3 Investigaciones Nacionales

La investigación con el título “Implementación del Sistema Last Planner para Evaluar la Eficiencia en la Construcción de la Institución Educativa N° 80897 en el Poblado de Cushuro, Distrito de Huamachuco - La Libertad” fue realizada por ([Juárez Jara & Meza Infantes, 2021](#)). La aplicación del Sistema Last Planner a la evaluación de la eficiencia constructiva, utilizando los principios y herramientas primarias de este enfoque, fue el propósito de este proyecto. La instalación del Sistema Last Planner resultó en una mejora del 7% en la eficiencia con la que se ejecutó la obra, según los hallazgos del análisis de los datos que se recogieron tanto en la obra como a lo largo del proceso de ejecución de la misma.

El estudio de ([Zegarra Traverso, 2020](#)) se centró en analizar y evaluar los indicadores de eficiencia en proyectos de edificación multifamiliar en Arequipa. Utilizó un enfoque cuantitativo y recopiló datos mediante formatos de indicadores y cuestionarios a actores clave. Los resultados mostraron que los empleos contributivos representaban el 36,87%, los empleos productivos el 31,95% y las ocupaciones no productivas el 31,19% de los indicadores. Concluyó que las ocupaciones contribuyentes y no productivas son más comunes que los empleos productivos, lo que resalta la necesidad de mejorar la eficiencia y el tiempo productivo en proyectos de construcción similares. Estos resultados proporcionan una imagen precisa del estado actual en este sector específico (p. 118). Su valor añadido reside en su capacidad para identificar, utilizando el enfoque del Sistema del Último Planificador, los intervalos de tiempo que contribuyen a lograr un rendimiento óptimo en las obras. Clasificando sus obras en obras contribuyentes (CT) Y Obras no contribuyentes (NCW).

En su estudio “Análisis de la implementación del método del sistema del último planificador en la construcción de edificios multifamiliares en Trujillo, La Libertad” ([Moyano Mendiburu & Ventura Inga, 2019](#)), se analizó la implementación del sistema Last Planner

en la construcción de edificios multifamiliares. Se utilizó un enfoque cuantitativo y un diseño correlacional. Mediante técnicas como el gráfico de balance, se evaluó la implementación del sistema en el contexto del Parque II California, identificando pérdidas de producción debido a problemas de cumplimiento de horarios. Las sugerencias de cambios resultaron en un aumento del 48% en la producción en dos meses.

En el estudio “Uso de la Herramienta Sistema Last Planner para Mejorar el Nivel de Cumplimiento de Órdenes de Trabajo en la Empresa Multiservicios CROS E.I.R.L. de Lima” (Gutiérrez Ricapa, 2019), se analizó el uso del Sistema Last Planner como herramienta de control para mejorar el cumplimiento de órdenes de trabajo en la producción de la empresa. Se observó un incremento en el cumplimiento exitoso de órdenes y una reducción del tiempo de ejecución de 117 a 68 días, evitando multas y retrasos en el suministro.

(Campos Deza & Guadaña Chacón, 2019), en su tesis que lleva por título “Implementación del sistema Last Planner en construcción de Puentes metálicos Caso: Construcción de Puente Muyuna.”, realizan un estudio que analiza e integra los flujos de productividad que intervienen en los diferentes procesos de ejecución aplicando LPS y calculando la desviación del plazo e identificar y analizar las restricciones y causas de no cumplimiento (CNC) (Campos Deza & Guadaña Chacón, 2019) concluyen que con la implementación del Last Planner system se logró un mejor desempeño en la construcción del puente Muyuna. Asimismo, refiere a que el LPS no necesita un despliegue de gran tecnología ni adquisiciones costosas solo se necesita que los trabajadores estén muy ligados con esta filosofía.

(Gastelo ,2023) nos menciona que una de las más importantes metas de la implementación del Last Planner System es mantener un constante flujo de producción ya que de esta manera reducimos la variabilidad. En las mismas líneas, menciona que la planificación intermedia debe estar programada entre un horizonte de mínimo 3 semanas para poder ejecutar las actividades sin problemas. (Huatuco,2017) nos habla sobre la relación que existe entre el BIM 4D y el Last Planner System donde el modelo 4D facilito la evaluación de la programación tentativa de tareas, también resalta que dicho modelo permitió distribuir visualmente la programación semanal de acuerdo al desglose de las tareas, así como incrementar la visualización y comunicación. Señala además que este flujo de comunicación presenta dificultades ya que al haber varios intermediarios requiere el compromiso y el entendimiento a esta filosofía de cada uno de ellos. La responsabilidad es de todos los participantes.

2.2 BASES TEORICAS

Implementación de la filosofía Lean Construction.

En los años 50 del siglo pasado, surgieron los primeros conceptos relacionados con Lean Construction como una filosofía laboral en Japón. Toyota, bajo la premisa de identificar y eliminar pérdidas, trasladó esta idea hacia el ámbito de la construcción. El enfoque central de la empresa fue producir cantidades de productos relativamente pequeñas a un costo muy bajo, logrando eliminar el desperdicio y buscando una mejora continua.

El sistema Last Planner (El último planificador), una de las herramientas del Lean Construction, tuvo su origen en 1944 con Glen Ballard. Este enfoque se centró en mejorar el proceso de construcción desde las primeras etapas hasta el producto final, abarcando todo el proceso de producción integral.

En su libro titulado “Application of the new production philosophy to construction” publicado en 1992, ([Koskela,1992](#)), implementa once nuevas tendencias de la producción integral, provenientes del sector manufacturero, aplicadas al ámbito de la construcción.

1. Reducción de las Actividades que carecen de valor añadido.

Cuando dividimos un proceso global en subprocesos más pequeños es cuando se incrementa la pérdida. Por ello una solución óptima sería generar un diagrama de flujo e identificar las actividades carentes de valor y desecharlas.

2. Reducción de la variabilidad.

En la construcción el factor de variabilidad es muy alto, por ello el autor sugiere dos razones para tener en cuenta dicho factor.

3. La preferencia del cliente por la uniformidad del proyecto.

Cuando existen modificaciones en el tiempo de duración de una actividad se generan pérdidas. Por ello cuanto más pérdidas existen es porque se adicionan procesos que no generan valor. El autor nos dice que la solución práctica para reducir dicha incertidumbre es creando procesos sistematizados.

4. Reducción del tiempo de ciclo.

Procesamiento, tiempo de espera, inspecciones y transporte conforman el tiempo del ciclo. Para reducir el tiempo de forma eficiente se debe cortar los procesos que carecen de valor sin embargo generan una prolongación del tiempo en el ciclo.

5. Reducir en número de pasos y de partes para simplificar el proceso.

El valor agregado de un proceso se ve cuando se incrementa su complejidad. Se debe tener en consideración los costos adicionales al momento de sacar el costo del material más la mano de obra de un producto, dichos costos son los siguientes:

- Generación de un sistema que contenga las actividades para reducir el flujo.
- Cumplimiento del diseño original sin modificaciones.
- Generación de una normalización de las piezas, herramientas y partes.
- Correcta elaboración de un plan eficaz de la producción.

6. Realizar un examen metódico de los requisitos del cliente para aumentar el valor final del producto.

Es imprescindible tomar en cuenta los requerimientos del cliente en el contexto del proceso de la construcción, la base de datos a escoger para ello puede obtenerse de la experiencia, así como de estudios de mercados, etc.

7. Aumentar la flexibilidad del Producto.

Se refiere a la posible modificación del producto sin generar costes adicionales importantes al presupuesto inicial.

Requisitos para que el producto tenga flexibilidad:

- Tener mano de obra calificada al momento de formar los grupos o cuadrillas.
- Desglosar y minimizar los procesos constructivos complejos.
- Minimizar el sector a trabajar para satisfacer la demanda inmediata.

8. Aumentar la transparencia del proceso

Los procesos deben ser transparentes y comprensibles para todos los trabajadores.

Por ello podemos recurrir a la gestión visual para una buena exposición de los procesos dados en el proyecto.

9. Realizar un enfoque integral del proceso.

Generar un proceso integrado entre los contratistas y proveedores formando alianzas y vías de comunicación entre estos agentes.

10. Generar una mejora continua del proceso.

Disminuir las pérdidas y generar valor al producto son las principales mejoras a tener en cuenta a partir de:

- Establecimiento de metas en todas las partes del proceso.
- Medición y seguimiento del proceso.
- Generar compromiso de los empleados para la mejora continua con recompensas paulatinas.
- Estandarizar los procedimientos.

11. Balancear el mejoramiento de los flujos y recomendaciones.

Tratar de introducir nuevas tecnologías en los flujos hacen que se reduzca la variabilidad de los flujos y simultáneamente disminuye en las actividades de conversión las necesidades de mayor producción.

12. Benchmarking.

Consiste en la relación con otras empresas y de este modo observar y adoptar sus buenas prácticas para lograr una mejora significativa en la evaluación de las fortalezas y debilidades de la propia empresa y compararlas con el objetivo de mejorar.

Tabla 4. Comparativas entre la metodología Lean y la metodología tradicional

TIPO	PRODUCCION CONVENCIONAL	PRODUCCION CON LEAN CONSTRUCTION
Concepto	La producción está formada por una serie de actividades (conversiones que pueden o no agarrar valor)	La producción consiste en actividades (conversiones) que agregan valor y flujos que no agregan valor.
Objetivo	Se enfoca a los productos y servicios	Se enfoca en todas las actividades de la empresa
Modo de ejecución	Ejecutada como órdenes superiores	Ejecutada por convicción.
Metodología	Detectar y prevenir	Prevenir
Clientes	Externos, ajenos a la empresa	Externos e internos
Responsabilidad	Departamento de calidad	Todos los miembros de la empresa
Control	Costo de actividades	Costo de las actividades tiempo y valor de los flujos Mejora de la eficiencia con la mejora de procesos de manera continua, la reducción del tiempo de los flujos e implementaciones de tecnologías.
Mejora	Consta de implementación de nuevas tecnologías.	

Fuente: Adaptado de Alarcón Fernando (2009)

Diferencias entre el Fordismo, Taylorismo y Stajanovismo y el Last Planner System

Fordismo:

El sistema de producción en masa conocido como fordismo fue creado por Henry Ford y se basa en la estandarización de productos y el uso de líneas de ensamblaje para aumentar la eficiencia y reducir los costos.

Taylorismo:

El taylorismo, también conocido como administración científica, es un sistema de gestión que busca mejorar la eficiencia del trabajo al optimizar las tareas y especializar a los

trabajadores. Frederick Winslow Taylor lo creó a finales del siglo XIX.

Stajanovismo:

En la Unión Soviética, el stajanovismo fue un movimiento laboral que buscaba aumentar la productividad mediante la competencia entre trabajadores y la imitación de Alexei Stajanov, un minero que superó las normas de producción.

Tabla 5. Comparación entre los diversos enfoques de mejora en la productividad.

Característica	Last Planner System (LPS)	Taylorismo	Fordismo	Stajanovismo
Enfoque Principal	Colaboración y eficiencia	Eficiencia y especialización	Producción en masa	Productividad y competencia
Participación	Colaborativa	Jerárquica	Jerárquica	Individual y competitiva
Metodología	Planificación iterativa y visual	Análisis científico de tareas	Estándar de producción en serie	Competencia e innovación
Motivación	Compromiso y claridad	Incentivos monetarios	Salarios altos	Reconocimiento público
Impacto en el Trabajador	Empoderamiento y compromiso	Especialización y control	Repetición y estandarización	Presión y competencia
Propósito	Reducir desperdicios, maximizar valor	Maximizar eficiencia	Maximizar producción	Aumentar productividad
Ejemplo de Aplicación	Construcción moderna	Fábricas industriales	Industria automotriz	Industria minera y agrícola

El Last Planner System se diferencia de los otros tres por su enfoque en la colaboración, el empoderamiento de los trabajadores y la reducción de desperdicios. Por otro lado, el taylorismo, el fordismo y el stajanovismo ponen más énfasis en maximizar la eficiencia y la productividad, a menudo a expensas de la autonomía y la satisfacción de los trabajadores.

Teoría del Valor:

En filosofía y economía, la teoría del valor es un concepto clave que explica cómo se determina el valor de los bienes y servicios. Dependiendo del método utilizado, existe una variedad de interpretaciones de esta teoría. Entre las clasificaciones más importantes sobre esta teoría tenemos:

La Teoría del Valor-Trabajo fue desarrollada por Adam Smith, David Ricardo y Karl Marx aquí nos dicque que el valor de un bien depende de la cantidad de trabajo necesario para producirlo, según Smith y Ricardo, una idea que Karl Marx amplió. Marx sostiene que el valor proviene del trabajo y que la explotación surge cuando los capitalistas se apropian

del valor excedente. (Marx,1867). El valor generado por este sistema en el LPS se puede entender como el resultado de la optimización y la reducción del trabajo no productivo. El uso de Lean Construction maximiza el valor del trabajo realmente útil eliminando tareas que no agregan valor directo al proceso de construcción. Siguiendo la lógica de que el trabajo es la fuente principal del valor en el proceso de producción, el LPS maximiza el valor asegurando que el tiempo y los recursos se utilicen de manera eficiente.

La Teoría del Valor Utilidad o Marginalismo, escrita por Carl Menger, William Stanley Jevons y Léon Walras, se refiere a la siguiente idea:

Según Menger, Jevons y Walras, la utilidad marginal, que se obtiene de la última unidad consumida, determina el valor de un bien. Según esta perspectiva, el valor asignado al bien aumenta con la utilidad marginal. (Menger,1871) Esto significa que las tareas y las decisiones tomadas durante el proceso de construcción están enfocadas en maximizar la satisfacción del cliente final cuando se aplica LPS. Esta teoría se alinea con la planificación colaborativa y el enfoque en la entrega de lo que realmente es valioso para el cliente, enfocando los esfuerzos en actividades que aumentan la utilidad percibida del producto final.

La teoría del valor subjetivo de Carl Menger:

El valor de un bien, según Menger (1871), es subjetivo y depende de las preferencias y deseos de cada persona. Cada persona asigna su valor en función de la satisfacción personal que obtiene.

La Teoría del Valor en la Economía Marxista:

Marx cree que el valor se mide por el trabajo invertido en la producción, pero los capitalistas ganan plusvalía, que es el valor excedente generado. Esta teoría proporciona una explicación para la explotación inherente al sistema capitalista. (Marx,1867)

En nuestro proceso de construcción, el sistema Last Planner busca maximizar el valor al hacer que las tareas se realicen de manera eficiente y sin retrasos, al mismo tiempo que reduce el desperdicio y optimiza los recursos disponibles. De las siguientes maneras, esto se alinea con los principios de la teoría del valor mediante:

Maximización del valor percibido: LPS se enfoca en entregar lo que realmente es valioso para el cliente o usuario final al hacer que los procesos fluyan y se cumplan según lo planificado. Esto está en línea con la teoría del valor, que sostiene que el valor se define por lo que el cliente necesita y cree que es útil.

Planificación colaborativa: el LPS involucra a todos los participantes clave en la planificación del trabajo, lo que mejora la toma de decisiones y ayuda a crear un enfoque común sobre lo

que es importante y prioritario. En la teoría del valor, comprender y acordar qué valora el cliente es fundamental para crear un producto o servicio que cumpla con las expectativas del cliente. Al buscar una entrega eficiente, que optimice los recursos y genere el máximo valor para el cliente, LPS aplica la teoría del valor. Ambos conceptos se enfocan en generar valor a través de la eficiencia y la eliminación de desperdicios.

Esta base refuerza la idea de que el LPS no solo busca eficiencia operativa, sino que también está enraizado en principios económicos sólidos que explican cómo se genera y maximiza el valor tanto desde la perspectiva del trabajo involucrado como de la utilidad percibida por el cliente.

Tabla 6. *Resumen Relacion entre Last Planner System y la teoria del valor.*

Aspecto	Teoria del Valor	LPS	Relación.
Enfoque	Valor basado en trabajo, utilidad o preferencias.	Optimización del proceso mediante planificación colaborativa.	Ambos buscan maximizar el valor a través de la eficiencia.
Origen del valor	Generado por trabajo, utilidad o subjetividad.	Generado por cumplimiento de plazos y eliminación de desperdicios.	Ambos se centran en crear valor, en producción y entrega.
Optimización	Maximiza el valor reduciendo costos laborales o aumentando utilidad.	Optimiza reduciendo desperdicios y mejorando la planificación.	Ambos buscan minimizar desperdicios para maximizar el valor.
Medición del valor.	Medido por trabajo o utilidad generada.	Medido por eficiencia y cumplimiento de promesas.	Ambos enfoques miden el valor a través de resultados tangibles.
Reducción de desperdicio	Reducir trabajo no productivo o ineficiente.	Elimina desperdicios en tiempo y recursos del proyecto.	Ambos priorizan la eliminación de desperdicios.
Colaboración	No es un enfoque central.	Planificación colaborativa es esencial.	LPS agrega un enfoque colaborativo para maximizar el valor.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

Sistema Last Planner.

El Last Planner System (LPS), desarrollado por (Ballard, 2000), propone que una planificación efectiva consiste en superar los desafíos comunes en la industria de la construcción, entre ellos: Todo esto bajo el enfoque del Lean Construcción. En el enfoque Last Planner System como en el tradicional de tienen tres etapas: Lo que debemos realizar, lo que podemos realizar y lo que se realizara: Como nos enfocamos más en el tema productivo entonces nos enfocaremos en mayor medida a que es “lo que se puede hacer” (Ballard, 2000) nos dice que se tiene que encontrar los impedimentos en cada sector para poder generar un flujo continuo de avance. Asimismo, (Ballard, 2000) se guía de los siguientes principios:

- Es imprescindible mejorar el nivel del detalle a medida que nos acerquemos en el tiempo de ejecución de la partida.
- El análisis de las respectivas restricciones debe realizarse integralmente con todos los colaboradores de la obra.
- Reducir en la medida de lo posible el índice de incertidumbre.

(Ballard, 2000) clasifica las fases del sistema Last Planner es 3 etapas (Tabla 5):

Tabla 7. Las tres fases del sistema Last Planner

Se debe	Se puede	Se hará
Planificación a largo plazo PLAN INICIAL	Planificación a mediano plazo LOOK AHEAD	Planificación a corto plazo PLAN SEMANAL
Plan Maestro	Preparación del trabajo	Identificar lo que se puede ejecutar
Plan de fases	Análisis de restricciones	Lo que se hará de acuerdo a compromisos

Fuente: Adaptado de Ballard (2000)

De manera detallada procedemos a desarrollar su clasificación:

Se debe.

Plan Maestro

En esta fase crucial, se visualizan todas las actividades del proyecto y se establecen conexiones tanto en términos de secuencia temporal como espacial. Se definen hitos para marcar plazos determinados y se delimita el alcance de cada actividad. Esta cuidadosa planificación permite la creación del programa del proyecto, junto con la elaboración

del presupuesto necesario. La clave para una ejecución exitosa del plan maestro radica en la identificación y asignación de responsabilidades a cada actividad, así como a los proveedores y subcontratistas involucrados. Al fijar claramente los responsables de cada tarea, se asegura un mayor grado de responsabilidad y control sobre el desarrollo del proyecto en su conjunto.

También se garantiza una adecuada coordinación entre los diferentes actores, lo que favorece el cumplimiento de los plazos y objetivos establecidos.

En esencia, esta etapa es el punto de partida fundamental para llevar a cabo el proyecto de manera eficiente y exitosa. Al unir la planificación con la asignación de responsabilidades y recursos adecuados, se crea una base sólida que permitirá la ejecución fluida y efectiva del proyecto en su totalidad.

Plan de fases “Pull” Planing.

Este enfoque de planificación se utiliza para ejecutar una fase específica del proyecto y suele ser llevado a cabo por el equipo responsable de realizar el trabajo, como ingenieros, arquitectos, contratistas, dueños, diseñadores y capataces.

El proceso comienza por identificar las conclusiones del trabajo, y desde ahí, el equipo retrocede en el tiempo, yendo desde el final de la fase hasta el inicio. A lo largo de este recorrido, se van identificando las necesidades requeridas para completar cada actividad e incluso para iniciarlas.

Para llevar a cabo esta planificación, se organiza una reunión en la cual se emplea una pared grande con paleógrafos. Cada grupo responsable establece la duración estimada de su parte en el trabajo y expone sus necesidades. Durante esta reunión, los diferentes equipos coordinan sus acciones y acuerdan compromisos para asegurarse de que puedan cumplir con éxito la fase.

Es recomendable que cada grupo llegue a la reunión con un conocimiento previo de la fase que tratarán, lo que les permitirá tener una visión más clara de los tiempos que deberán manejar y de las posibles restricciones que enfrentarán. Además, al estar preparados, podrán hacer promesas realistas y alcanzables, lo que facilitará una planificación más efectiva y realizable.

En resumen, este método de planificación permite un enfoque progresivo y colaborativo, donde cada equipo asume responsabilidad y se compromete a cumplir con los objetivos establecidos para llevar a cabo con éxito una fase específica del proyecto.

Se puede (Planificación Intermedia)

La planificación intermedia, también conocida como “Lookahead planning”, implica descom-

poner la planificación global del proyecto en procesos más pequeños y manejables, en los cuales se establecen objetivos claros con plazos específicos. Esta fase de planificación se desarrolla de acuerdo con el proceso constructivo y suele tener una duración de 4 a 6 semanas, adaptándose según las particularidades del proyecto en cuestión.

El objetivo principal del "Lookahead planning" es identificar y establecer qué actividades específicas pueden llevarse a cabo dentro del programa general. Además, se analizan las restricciones que puedan estar presentes para que puedan ser abordadas y superadas, permitiendo así la ejecución exitosa de lo planificado.

En resumen, la planificación intermedia o "Lookahead planning" se enfoca en la definición detallada de objetivos a corto plazo y la identificación de las posibles limitaciones que puedan afectar la ejecución del proyecto. Al subdividir la planificación global en etapas más pequeñas, se facilita el control y la adaptación del proceso constructivo, lo que ayuda a mantener el proyecto en el camino correcto hacia su finalización exitosa.

Se hará (Planificación semanal)

Se realiza según las actividades cumplidas en la semana anterior, de acuerdo a la planificación intermedia, teniendo en cuenta las restricciones encontradas y levantándolas debidamente a tiempo.

Como el tiempo a ejecutar las actividades es de una semana se puede planear con mayor detalle y se logra eliminar un gran porcentaje de incertidumbre. Se sugiere realizar reuniones semanales en donde se vea acerca de la programación de la semana que paso y de la semana entrante.

En caso de que no se hayan podido cumplir todo lo planeado se analizan las causas de incumplimiento, lo cual ayuda a una retroalimentación que puede inclusive modificar la programación intermedia y el plan maestro.

Clasificación de productividad.

Según (Oglesby, 1989), la productividad puede definirse como "la medida de eficiencia con la que los recursos son gestionados para llevar a cabo un proyecto específico, dentro de un plazo determinado y cumpliendo un estándar de calidad predefinido." Se clasifica en tres partes:

(Oglesby, 1989) clasifica el trabajo del personal obrero en tres etapas:

Trabajo Productivo (TP)

Son actividades vinculadas con la realización física de los componentes del proyecto. Ejemplos de estas actividades incluyen el vertido de concreto, la colocación de acero y la instalación de sistemas eléctricos, entre otras. Estas labores son fundamentales para

progresar en la construcción del proyecto y lograr un resultado exitoso en el trabajo.

Trabajo Contributivo (TC)

Estos trabajos son indispensables para llevar a cabo las actividades productivas, aunque no añaden valor directo a la unidad de construcción. Algunos de estos incluyen:

1. Transporte de materiales.
2. Uso de los servicios sanitarios.
3. Comunicación de instrucciones.
4. Limpieza del lugar de trabajo.
5. Mantenimiento de herramientas, entre otros.

Trabajo No Contributivo (TNC)

Estos empleos no añaden valor ni contribuyen al proceso de creación de valor, por lo tanto, se los considera como pérdidas.

1. Descansos en horas de trabajo
2. Esperas por falta de coordinación o material.
3. Trabajos rehechos.
4. Viajes sin llevar objetos de un lugar a otro.

Gestión Visual.

(Schultz ,2017) nos comenta que una gestión visual es un sistema que utiliza un enfoque lean para implementar el trabajo no local, con el objetivo principal de implementar la producción esbelta de una manera más simplificada. (Amorim ,2016) nos dice que la gestión visual nos ayuda a controlar los plazos, indicadores y no necesariamente requiere software o grandes inversiones, puede ser efectiva de una manera simple. Asimismo, (Krijnen ,2007) comenta que el proceso correcto producirá los resultados correctos; añadir valor a la organización por desarrollo de las personas; resolviendo continuamente los problemas raíz impulsan el aprendizaje organizacional. Según la gestión Toyota (Turone, Musambani y Da Silva, 2020) describen 14 principios que están organizados en 4 secciones de filosofía, el 7mo principio indica la importancia de la utilización de un control visual de modo que no se oculten estos problemas, y es generalmente usado en las 5S's ,esta gestión es la base de la mayoría de herramientas Lean como en paneles o en Kanban (Glegg ,2019) además, menciona la gestión visual facilitara la rápida visualización del estado de proceso , si es que esta en una condición estándar o tiene alguna desviación, se puede decidir la gestión de la maquina con alguna acción correctiva.

CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DISEÑO METODOLÓGICO

3.1.1 Tipos de investigación

El presente trabajo de investigación se envuelve en un enfoque cuantitativo con base a mediciones de campo, donde se hizo un estudio correlacional cuasiexperimental no probabilística. Antes de aplicar la intervención (Capacitación en Lean Construction), se realizaría una medición inicial (pretest) de la eficiencia de ambos grupos (postest). Luego se aplicará la intervención únicamente al grupo experimental y después de un tiempo determinado se realizará una medición final(postest) de la eficiencia de ambos grupos.

3.1.2 Nivel de investigación

La investigación es de nivel correlacional de diseño cuasiexperimental no probabilística.

3.1.3 Diseño de investigación

El diseño de la investigación del presente estudio es con la técnica de contrastación usando el contraste de información y variable correlacional.

De acuerdo a la direccionalidad es de tipo retrospectivo.

De acuerdo a la evolución del fenómeno estudiado es longitudinal ya que comparamos los valores de las variables en el presente y en el futuro.

Se evaluará el rendimiento del personal obrero durante los meses de abril hasta los inicios hasta los inicios del mes de junio donde se plantea que se va terminar el módulo B. El cual solo consta de la parte estructural de dicho módulo, el cual consiste en la cimentación, columnas y llenado de techo. Se plantea generar dos grupos: un grupo control (que son los que trabajan tradicionalmente por ser nuevos personales y el grupo base (que si tienen capacitación Lean Construction). Aquí se evaluarán ambos grupos sin manipularlos para luego determinar su relación.

Los marcos de referencia para nuestro caso de estudio serán: Teorías de Gestión y Organización. Antecedentes de la planificación colaborativa (Last Planner System), estudios de eficiencia en proyectos anteriores relacionados con la ciudad de Ayacucho (Experiencias previas y casos de éxito)

Metodologías de integración de tipos de trabajos con condiciones/actos estándar y subestándar ([Brioso,2017](#))

3.1.4 Población y muestra

Para la presente investigación la población será igual a la muestra:

Todos los colaboradores en el equipo residencia y personal obrero del proyecto Medicina

Humana-UNSCH durante los meses de marzo hasta mayo del presente año 2024 que se encuentren trabajando en el módulo B (Parte estructural) de dicho proyecto.

La presente obra se está realizando bajo la modalidad de administración directa.

Para las muestras elegidas no probabilística se usó 04 aulas del módulo A con 300.09 m² de área. Además, otra muestra será el personal que esté trabajando en la construcción de las 04 aulas del módulo B.

A continuación en la Figura 3. se muestra el personal obrero que trabaja en el módulo B.

Figura 2. Relación de trabajadores en la Obra medicina Humana UNSCH para el bloque B.

Personal Bloque B"									
Operarios Carpintería					Ferrería				
N°	Nombres				N°	Nombres			
1	Enciso Yaranga , Enoc				1	Fernandez Cuba, Celestino. operario			
2	Garamendi Castro, Alcides				2	Espinoza Pino, Vladimir. operario			
3	Huaytalla Bautista, Oscar				3	Carpio Guillén, Amarildo. oficial			
4	Janampa Peralta , Edwin				4	Carrillo Cuadros, Fredy. oficial			
5	Jauregui Aquino , Nolber				5	Enciso Cardenal, Yuri. oficial			
6	Pino Huaman, Hernán				6	Altamirano Cancho, Severino. peón			
					7	Berna Minaya, Cesar. peón			
					8	Chumbe Cahuana , Percy. peón			
Ayudante Carpintería					Gasfitero				
N°	Nombres				N°	Nombres			
1	Baygorrea Hinojosa, Raul.				1	Cancho Asto Isaías			
2	Caceres Vilchez , Gilber								
3	Dominguez Julcahuanga, Carlos				Electricista				
4	Fernandez Vila, Juan				N°	Nombres			
5	Silvera Condori, Cesareo.				1	Espinoza Nuñez, Mario			
6	Torres Quispe , Nofriol								
					Concreto				
N°	Oficial Carpinterías				N°	Nombres			
1	Alcayauri Quispe, Justo				1	Quinto Quispe , Edgar			
2	Gutierrez Quispe, Hermes.				2	Figueroa Lapa, Juan Alberto			
3	Palomino Flores, Carlos Alberto				3	Gutierrez Calle Luis			
4	Quispe Gutierrez, Raul.				4	Huamani Chuchon Vicky			
5	Ramos Gutierrez, Gilberto.				5	Jayo Rojas, Victor			
6	Tincopa Misaray, Eduardo.				6	Mongia Flores, Nancy			
					7	Quispe Huancahuari, Alfredo			
					8	Soca Cochachi , Luis Hernan			
					9	Tanta Ochante, Edwin			
					10	Pomahualcca Pretel, Marcial			
					11	Yupanqui Choquecahua, Efraín			

Fuente: Propia- Recolección de datos de campo.

Figura 3. *Colaboradores trabajan en el modulo B.*



3.1.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Recolectaremos los datos cualitativos bajo las pruebas estandarizadas y recomendaciones de (Brioso, 2017). Para la presente investigación se usaron los siguientes técnicas e instrumentos de recolección:

- Ficha de Campo: Para la recopilación de los datos ínsita en el proyecto.
- Tablero Carta-Balance
- Encuestas/Cuestionarios.
- Metodología de integración de tipos de trabajos con condiciones/actos estándar y subestandar.(Brioso, 2017)

3.1.6 Técnicas de procesamiento y Análisis de Datos

- Software IMPERA/Hoja de cálculo Excel para el procesamiento de los datos en tiempo real.
- Software Revit: programa de Modelado en 3D.
- Software Augin para la representación del modelado en 3d en realidad virtual.

3.1.7 Fuentes de investigación

3.1.7.1 Fuentes primarias

También denominada fuente directa. Se obtuvieron datos, ensayos de campo y documentación necesaria del estudio de factibilidad del proyecto “MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS MEDICINA HUMANA-UNSCH”.

3.1.7.2 Fuentes de información secundarias

ARTICULOS DE INVESTIGACION: Información de artículos científicos, sobre el tema de investigación, puesta a disposición en formato de documento portable en la dirección: <http://www.sciencedirect.com>.

INEI: El Instituto Nacional de Estadística e Informática, es una entidad oficial que nos brindan estadísticas confiables para informar decisiones en diversas áreas del país disponibles en la dirección: <https://proyectos.inei.gob.pe/microdatos/>.

CONTROLARÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA es un órgano de control fiscal en el Perú encargado de supervisar los recursos públicos, disponibles en la dirección <https://www.gob.pe/contraloria>.

3.1.8 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Operacionalización de las Variables; "Relación entre la implementación de la planificación colaborativa(LPS) y la gestión visual para mejorar la eficiencia del personal técnico del Proyecto: Santuario de la Memoria la Hoyada- Ayacucho,2023"									
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	TIPO	NATURALEZA	MEDECION	DIMENSION	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION.
Implementación de la Planificación colaborativa(Pull-Planing)	Es una herramienta de planificación y gestión que inicia el plan de actividades desde el final hacia el comienzo de las partidas de ejecución para tener un mayor control de procesos. Además implica la participación activa de todas las partes interesadas.	La planificación colaborativa(Pull-Planing) implica la evaluación y cuantificación del nivel de implementación efectiva. Algunos indicadores operacionales que tiene son:Participación,comunicación,Integración y resultados.	correlacional(X1)	Mixta(Cuantitativa y Cualitativa)	continua	Factor Productividad	Porcentaje del plan completado(PPC)	%	Tablero Carta-Balance/Planilla Excel.
					Nominal		Causas de No cumplimiento (CNC)	Cumplió/No cumplió/¿Por qué?	
Efectividad de la Gestion visual	Es una herramienta que consiste en el uso de elementos visuales como tableros,gráficos,señalización y diferentes recursos visuales para comunicar información clave sobre el progreso y estado del proyecto y así mejorar la comprensión,colaboración y la toma de decisiones con una información mas clara y accesible.	Esta definición de la efectividad de la gestión visual implica la evaluación y cuantificación del nivel de logro de los objetivos establecidos implementando herramientas visuales. Algunos indicadores operacionales a considerar para medir esta efectividad son: Claridad de Información,Accesibilidad,Utilización y actualización,Impacto en la eficiencia y la toma de decisiones.	correlacional(X2)	mixta	continua	Factor Eficiencia de creación modelo 3D del sector estructuras de la obra en estudio.	Modelado isométrico sectorizado del plano 3D Sector Estructuras.	Colores	Software Revit /Augin
								Orden de Numeración	
					nominal			Orden de fecha.	
Eficiencia del Personal Técnico	Es la capacidad de los profesionales técnicos para realizar sus labores de manera efectiva y lograr los resultados deseados en un periodo de tiempo razonable, usando los recursos disponibles de forma optima.	La definición operacional de la eficiencia del personal técnico engloba la evaluación y cuantificación del desempeño del equipo técnico. Algunos indicadores operacionales podrían ser: Cumplimiento de objetivos y metas, uso efectivo de recursos, productividad y tiempo de respuesta.	correlacional(Y)	Cualitativa		Factor Calidad de Información visual presentada en los paneles.	Calificación de la calidad de la información visual presentada en los paneles.	Excelente/Muy Bueno/Bueno/Regular/Malo	Ficha de Campo.
						Factor Productividad del personal técnico con respecto a Implementación de LPS.	Registro de cantidad de reuniones Last Planner System	numero de reuniones por semana.	Planilla Excel.
					Nominal	Factor Competencia técnica de los colaboradores del equipo técnico.	Nivel de conocimientos, habilidades y experiencia técnica acerca de LPS del personal	Desconoce/conoce superficialmente/conoce mucho del tema	Encuestas/Cuestionarios.

3.2 MATERIAL DE INVESTIGACION

Teniendo como principal inicio de la investigación la Obra de Medicina Humana está implementando la metodología Last Planner System en sus etapas iniciales, así lo demuestra el informe de ocurrencias de dicha obra:

Figura 4. Resumen de las principales ocurrencias del mes de marzo.

RESUMEN DE LAS PRINCIPALES OCURRENCIAS DEL MES DE MARZO	
SECTOR	: 99 GOBIERNOS REGIONALES
PLIEGO	: 444 GOBIERNO REGIONAL AYACUCHO
UNIDAD EJECUTORA	: 001 REGION AYACUCHO-SEDE CENTRAL
FUNCION	: 22 AYACUCHO
DIVISION FUNCIONAL	: 048 EDUCACION SUPERIOR
GRUPO FUNCIONAL	: EDUCACION SUPERIOR UNIVERSITARIA
ACTIVIDAD/PROYECTO	: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE FORMACIÓN PROFESIONAL EN LA ESCUELA DE MEDICINA HUMANA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE LA UNSCH DISTRITO DE AYACUCHO - PROVINCIA DE HUAMANGA - DEPARTAMENTO DE AYACUCHO
META	: 103
UNIDAD EJECUTORA	: GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO
MODALIDAD DE EJECUCION	: ADMINISTRACION DIRECTA
FUENTE DE FINANCIAMIENTO	: RECURSOS ORDINARIOS

Fuente: Expediente Técnico Medicina Humana UNSCH actualizado 2024.

Figura 5. *Resumen de las principales ocurrencias del mes de marzo.*

- Mediante carta N°029-2024 -GRA-GRI-SGSL/JICV-RO se remite informe y planos finales para su verificación, aprobación y autorización de modificaciones módulo A – especialidad de arquitectura.
- Mediante la Carta de supervisor de obra N°012-2024-GRA-GRI-SGSL/FCC-SO se hace la recepción de la carta con opinión favorable de las modificaciones de la especialidad de arquitectura en el módulo A.
- Mediante el informe N°14-2024-GRA-GRI-SGO/RCG-ESP.COM se remite planos actualizados del componente de comunicación en el bloque A y B.
- Ante la ausencia de respuesta respecto a las consultas realizadas al proyectista sobre los diseños estructurales la residencia y supervisión de obra vienen tomando las decisiones técnicas para garantizar la correcta ejecución es por ello se viene formulando y subsanando el Adicional de obra N° 01 y Deductivo Vinculante de Obra N° 01 con los sustentos técnicos, encontrándose a espera de su aprobación.
- Se pone en alerta a los despachos correspondientes del GRA que mediante informes reiterativos se solicita las adquisiciones de bienes y servicios para de esa manera garantizar la continuidad del proyecto; puesto que la falta de atención de estos requerimientos generaría la paralización de obra temporal por causas no atribuibles al responsable.

La residencia en coordinación con la supervisión en aras de la correcta ejecución que se viene realizando vienen implementando las filosofías de gestión en construcción como son: LAST PLANNER, MODELAMIENTO Y COORDINACION BIM para de esta manera cumplir con la programación de obra, lo cual se refleja en los avances de obra.

Fuente: Expediente Técnico Medicina Humana UNSCH actualizado 2024.

Población y Muestra que usamos:

Todos los colaboradores que participaron en el módulo B.

Lo dividiremos en 04 etapas:

Etapas 01: Verificación de construcciones provisionales.

Etapas 02: Realizar el planeamiento por fases.

02.1 Pull-Planing:

Listar todas las actividades que se llevarán a cabo en la obra, reagruparlas en actividades secuenciales e íntimamente relacionadas, y luego desmembrarlas en el tiempo: El caso del encofrado que se puede desmembrar en encofrado lateral de fondo de viga y desencofrado de viga es un ejemplo.

El Master Schedulling se utilizará para realizar los hitos por fases.

Programación Maestra, también conocida como Master Schedulling:

Usamos esta programación para establecer el inicio, desarrollo y finalización de una obra.

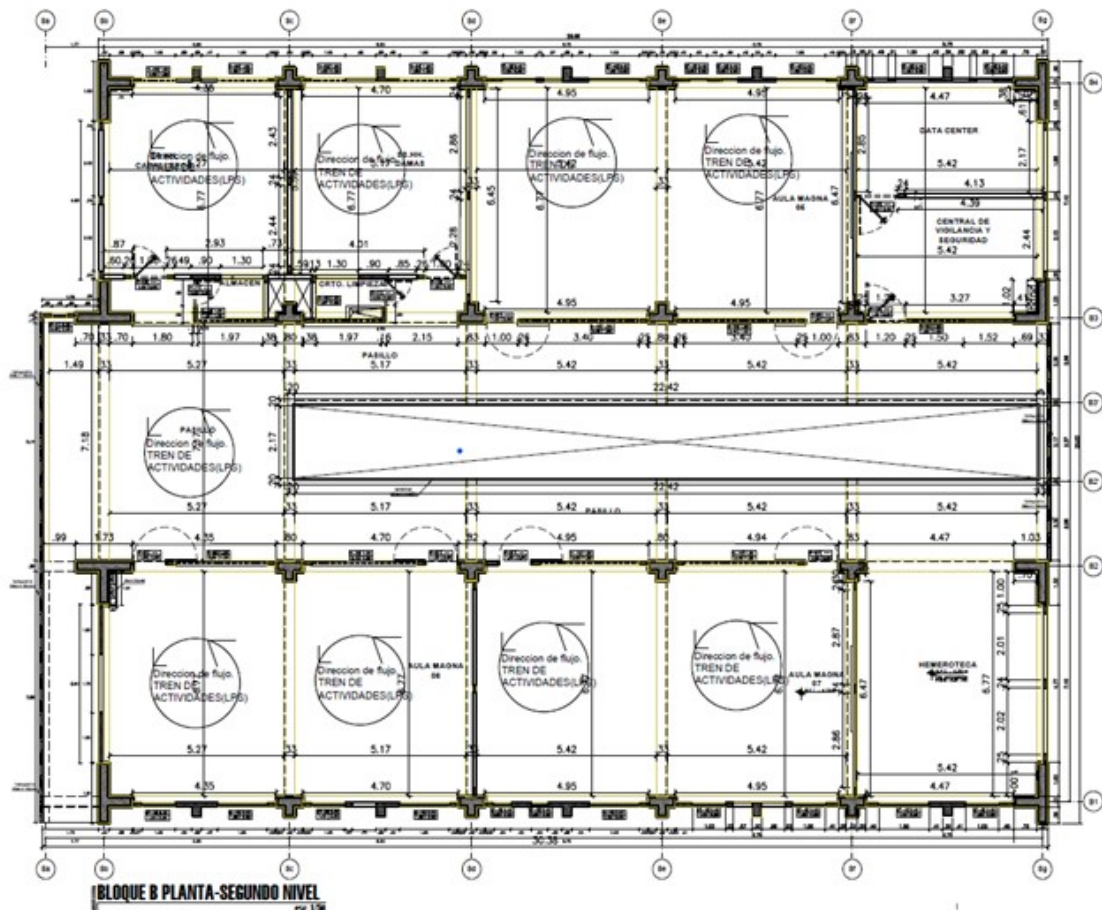
(Diagrama G Gant, ciclogramas, etc.)

La programación maestra contractual del E.T. del proyecto actual en estudio se adjunta y se puede observar que es un diagrama que se basa en los planos de arquitectura, estructuras, eléctricos y sanitarios. Sin embargo, no hay información suficiente para realizar el seguimiento y control, por lo que no se pregunta que parte del proyecto ya se ha avanzado.

A continuación, se utilizarán métodos de programación basados en la ubicación que se ajustan a la técnica del sistema de planificación final. Los cuales son:

- 1) Además de tener muy claro cómo será la física de la producción, se debe segmentar LBS en función de la regularidad en planta y volúmenes de trabajos similares.
- a) Adjuntamos la estructura de división por localización o LBS.

Figura 6. División del bloque B según el tren de actividades.



Fuente: Expediente Técnico actualizado 2024.

La imagen muestra un flujo antihorario que comienza en el sector 1 del segundo piso y termina en el sector 3 del segundo piso, y continúa de la misma manera hasta el tercer piso. La desmembranización de los subsectores a,a-b,b-c y c aún no se ha definido en

esta etapa, ya que se logrará después de determinar los días útiles, que se describirán por etapas y distribución de subsectores.

2) De la fase de planificación maestra (Schedulling)(LO QUE SE DEBE HACER) , seleccionamos la actividad que requiere más tiempo y recursos (la más importante) y la que requiere mayor cantidad de metrado con el objetivo de obligarlos a depender de un flujo continuo que nos ayude a distribuir las cuadrillas por día. Además, de tener en cuenta la ecuación que sigue. La ecuación 1 se utiliza para calcular el tiempo a partir de las cantidades por sector y piso.

$$T = \frac{Q}{k * V_p}$$

Donde:

T: duración de la actividad por sector(días)

Q:Cantidad por sector(und)

K:Numero de cuadrillas.(und)

Vp: Velocidad de producción por día(und/día)

Como se puede ver, hemos calculado la duración en función del número de cuadrillas y las velocidades de producción por día, lo cual se obtuvo directamente del análisis de precios unitarios del expediente. Sin embargo, es recomendable utilizar la fecha histórica de la empresa constructora si es necesario. Generamos esta fórmula de forma empírica

Figura 7. *Análisis de precios unitarios del expediente de medicina-Partida Concreto F'c=210 kg/cm² para pavimento.*

Partida	02.04.06.02	CONCRETO f'c=210 kg/cm2 PARA PAVIMENTO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m3			436.85
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.0667	24.42	26.05	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.0667	19.26	20.54	
0101010005	PEON	hh	8.0000	4.2667	17.41	74.28	
						120.87	
	Materiales						
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 1/2 - 3/4"	m3		0.7000	59.32	41.52	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.6300	59.32	37.37	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.2300	4.24	0.98	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.2000	23.73	218.32	
						298.19	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	120.87	6.04	
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.5333	8.47	4.52	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.5333	13.56	7.23	
						17.79	

Para esta actividad, elegimos la actividad ZAPATAS CONCRETO F'C=210kg/cm² para PAVIMENTO. Observamos que tenemos Q=242,7m3, k=3 cuadrillas y una producción

diaria según el expediente inicial $V_p=12,5\text{m}^3/\text{día}$, lo que nos da un $T_u= 6,47$ días. Calculamos de la misma manera para las demás fases y para los tres pisos de la construcción del módulo B, calculados en metros por nivel.

En el primer sector del PRIMER PISO ABC, dibujamos la línea de flujo utilizando el paquete SPS como software de apoyo y gestión de información del software BIM VICO OS.

Después, limitamos las demás actividades a seis días, lo que reducirá el consumo de recursos durante ese día. Finalmente, las agruparemos en un tren de actividades. Procedemos a conectar las dependencias de producción en cadena tomando en cuenta los tiempos tecnológicos, los tiempos muertos o los tiempos de retraso, así como las holguras críticas, el tiempo de buffer o el tiempo de amortiguamiento.

En la presente tesis, se toman en cuenta los tiempos muertos de desencofrado (14 días) y pintura (30 días). No tomamos en cuenta los límites debido a que el plan no tiene demasiada flexibilidad, lo que significa que el tiempo entre la actividad final y el final del plazo es muy corto, y cualquier variación significativa en el tiempo de ejecución requerirá una ampliación del plazo. Con la técnica de Flowline, finalmente se logra el Master Scheduling. Después de eso, comparamos la técnica utilizando el diagrama GGANT que se obtiene del expediente técnico y hacemos las comparaciones correspondientes.

ETAPA 03) LOOK AHEAD SCHEDULING (LO QUE SE PUEDE HACER)

En este nivel, tenemos las tareas que deben llevarse a cabo de acuerdo con la física de la producción prevista. Para controlar el flujo de trabajo, es necesario administrar los recursos de mano de obra, materiales y equipos, analizando las limitaciones que puedan detener el flujo mediante la liberación de las mismas. En caso de problemas, se realizarán mejoras constantes mediante acciones correctivas que actuarán sobre un porcentaje de PPC. En una obra por administración directa con el estado, debemos elegir el horizonte LOOKAHEAD. El residente y el supervisor deben crear la valoración mensual para luego elevar a la entidad. Nuestro objetivo es de cuatro semanas, en las que se debe distribuir la cantidad de trabajo por día y sector en el tiempo mediante un tren de actividades. Para la siguiente metodología, se muestra el paso adelante, en el que describiremos los 24 pasos que se realizaron en las columnas. Reorganizamos la secuencia de actividades y la descomponemos en cuadrillas básicas más simples que la planificación de fases, como el fondo de la viga, el costado de la viga y el muro de ladrillo H:1.10, entre otras cosas.

1. Indicar las unidades de medida utilizadas para cada actividad.

2. Indicar los días de la semana de cada fase obtenidos de los objetivos de programación maestra; el tren de actividades no debe exceder estos objetivos. Es importante aclarar que los días de la semana son los días no laborales, incluidos los feriados, según el calendario nacional peruano.
3. Utilice la siguiente fórmula para calcular los días útiles para cada fase y actividad:

$$DU_a = DU_f - N_a - 1 + DAf$$

DU_a : Dias útiles de la actividad (días)

DU_f : Dias útiles de fase(días)

N_a : Numero de actividades dentro de la fase(días)

DAf : Dias amortiguados en la aterior fase.(días)

4. Demostrar la suma total de metrado de todos los sectores del primer piso según LBS y la física de producción planteada en la etapa 03 del plan de planificación principal (QABC, piso 1).
5. Recopilo la cantidad de trabajadores en la cuadrilla básica.
6. Muestreo de los números de peones de la cuadrilla básica.
7. Mostrar la cantidad total de trabajadores en la cuadrilla básica, así como la cantidad total de trabajadores y peones.
8. Mostrar el total de horas hombre (HH) de la cuadrilla básica, calculado a partir de la jornada laboral y el número total de obreros que conforma la cuadrilla.

$$HHcb = N_{ob} * jornada$$

$HHcb$: Horas Hombre de la cuadrilla básica.

N_{ob} : Numero de obreros de la cuadrilla básica.

$Jornada$: Número de horas de trabajo por día.

9. La velocidad de producción o cantidad de trabajo por día (und/día) se obtendrá de la información histórica del gobierno regional, para comenzar y estimar la curva de productividad.
10. Muestre la cantidad de trabajo obligatorio en un día para la actividad crítica y cada fase, del cual dependerá el dimensionamiento de las cuadrillas de otras actividades. La duración obtenida de esta actividad se denominará Takt Time en la construcción.

Para la actividad crítica de la fase de elementos verticales en la partida PLACAS-CONCRETO, con $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, observamos que con $Q_{abc}=44,7 \text{ m}^3$ y $V_p=5 \text{ m}^3/\text{día}$, $K=1$ cuadrilla, obtenemos un tiempo forzado $T_f=8,94$ días. Redondeamos la duración de esta actividad a $T_f=8$ días, que será el Tak time de esta fase.

11. Averiguamos cuántas cuadrillas están involucradas en actividad forzada.
12. Calcule el tiempo útil forzado utilizando la actividad forzada.

$$Tu_F = \frac{Q_{ABC}}{k * V_p}$$

Donde:

Tu_F : Tiempo útil forzado en días.

Q_{ABC} : Suma total de metrado de todos los sectores en el primer piso (und).

k : Número de cuadrillas dimensionales.

V_p : Velocidad de producción o producción diaria (und/día).

13. Calcule el tiempo útil forzado utilizando la actividad forzada.
14. Calcule la cantidad de trabajo diario utilizando el tiempo útil o takttime.

$$Q_d = \frac{Q_{ABC}}{Tu_u}$$

Donde:

Q_d : cantidad de trabajo diario. (und)

Q_{ABC} : Suma total de metrado de todos los sectores en el primer piso (und).

Tu_u : Tiempo útil(días)

15. Muestree el número de cuadrillas calculado a partir de la cantidad de trabajo y la velocidad de producción diarias.

$$K = \frac{Q_d}{V_p}$$

Donde:

K : Numero de cuadrillas por dia de trabajo.

Q_d : Cantidad de trabajo diario(und)

V_p : Velocidad de producción.

16. Para ser más cautelosos, podríamos redondear la cantidad total de cuadrillas consolidadas a un entero menor al realizar un muestreo de la cantidad total de cuadrillas

consolidadas según un criterio.

17. El dimensionamiento de las nuevas cuadrillas proporcionó un muestreo de las horas de los hombres.
18. Muestre la relación de horas hombres, el consumo de mano de obra o el rendimiento en una unidad de trabajo:

$$Rend = \frac{HH}{Qd}$$

Donde:

Rend: Rendimiento o ratio programado (HH/und)

Qd: Cantidad de trabajo diario(und)

HH: Cantidad de HH de la cuadrilla dimensionada.

19. Muestrear el índice de horas, esta relación nos ayudará a calcular cuántas horas se usarían para una cantidad de trabajo en un día.

$$RATIO\ hora = \frac{jornada}{Vp}$$

Donde:

RATIO hora: Ratio horas por día (Horas/und)

Jornada: Número de horas de trabajo por día.

Vp: Velocidad de producción (und/día)

20. A continuación se muestra la cantidad de horas de trabajo por día:

$$Horas\ w = \frac{RATIO\ hora * k}{Qd}$$

Donde:

RATIO hora: Ratio horas por día(Horas/und)

Qd: Cantidad de trabajo diario(und)

k: Número de cuadrillas por día de trabajo.

21. Muestrear una condicional para determinar si hay horas de trabajo de una cuadrilla inferiormente significativas en comparación con el jornal diario, lo que finalmente determinará si es necesario agrupar.
22. De acuerdo con el muestreo de agrupación de actividades, en la presente aplicación, observamos que las piezas de ladrillos de techo tienen una duración diaria de 5.7

horas, lo que se agrupará con la cuadrilla de acero en losa aligerada, que tiene una duración de 15.5 horas, lo que significa que quedarán 2,5 horas restantes, multiplicadas por 3 cuadrillas equivalentes.

23. Finalmente muestreo en la columna 24 la cantidad de días que se dividió cada sector , es decir si en el día se tiene que trabajar en el sector A como en el sector B o B con C , por ejemplo si dividimos 8 días útiles en 3 sectores a cada sector le corresponderá 2,7 días de trabajo es decir el primero será en A, delimitado como a , entonces 0.3 parte del día se hará en B , delimitado como B en el apéndice D, es decir el tercer día se trabajara en los sectores A y B, delimitado como a-b por lo tanto cumplimos con el trabajo de 08 días útiles (dos días en A,a y a, un día en A y B ,a-dos días en B,b y b, un día en B Y C ,b-c y dos días en C, c y c.

En conclusión, distribuimos la duración de la actividad y su ubicación en el horizonte del look ahead en las etapas anteriores. Sin embargo, los preparativos para las restricciones se harán para el horizonte del LOOK AHEAD, ya que en la aplicación actual del modelo planteamos dos meses de tiempo.

ANALISIS DE RESTRICCIONES:

Para el presente modelo, podemos interpretar el análisis de las restricciones como la actividad realizada en el pullsession, que consiste en identificar y proporcionar con anticipación todo lo que falta y se necesita para poder ejecutar una tarea del LOOK AHEAD. La organización se ve motivada por los compromisos e incumplimientos de la misma para establecer una política de castigos que finalmente nos llevará a crear un reglamento interno de trabajo. En la aplicación actual, mostraremos el análisis de restricciones, que presenta una descripción de cada columna como sigue:

1. Testear un conjunto de actividades relacionadas con el Lookahead.
2. Unidades relacionadas con cada actividad.
3. Fecha de comienzo de cada actividad del LOOKAHEAD.
4. La fecha límite para cada actividad de LOOK AHEAD
5. Calcular la duración de la actividad utilizando LOOKAHEAD.
6. Tomar en cuenta los responsables directos, los responsables involucrados y los responsables de apoyo para cada actividad y su grado de responsabilidad.
7. Elaborar la restricción de compatibilidad de planos que requiere el residente de la obra, previa coordinación con el supervisor de la obra, para verificar la compatibilidad

de los planos y el informe de la reunión de la primera división y la fecha de liberación de la restricción.

8. Elaborar el plan de muestreo de calidad para el horizonte LOOK AHEAD, con el residente de la obra como responsable directo y previa coordinación con el supervisor de la obra, para evitar trabajos repetidos después del control de calidad.
9. Fijar la cantidad de materiales: esta restricción debe acompañarse de un plan de diseño (layout plan) que el almacén usará para la descarga de materiales como agregados, ladrillos, etc. para determinar la cantidad de materiales necesarios para cada sector.
10. El despiece de elemento o detalle de elementos es necesario para mantener el flujo de trabajo, por ejemplo el detalle de distribución de estribos en la columna, además esta información sirve para conocer la cantidad de piezas de materiales por día de trabajo, por ejemplo metros cuadrados de ladrillo a 69 ladrillos tipo IV por m², entonces en 5.59 m² tendremos 386 ladrillos a controlar por día, de igual manera se puede cuantificar en bolsas de cemento, Barillas de fierro, ladrillo, etc.
11. Organizar el inventario de elementos, que contiene la información necesaria para tener la asignación de elementos a construir para cada elemento, ayudará a comparar el trabajo programado y ejecutado diario.
12. Elaborar el primer plan de trabajo semanal (weekly work plan), el responsable directo debe informar sobre el cumplimiento de las predecesoras.
13. Organizar las cuadrillas de trabajo, donde se deberá disponer del personal adecuado para cada cuadrilla de trabajo que se programó en el Lookahead.
14. Organizar la actividad de trazo y replanteo organiza el tren de actividades porque avanza y prepara la el frente para todas las actividades.
15. Materiales, la disposición de materiales en cancha es indispensable por lo que debe estar sincronizado a razón de los cálculos del ingeniero y logística que serán distribuidos en un plan de diseño (Layout Plan).
16. Equipos, el dimensionamiento y distribución de equipos es indispensable para contribuir en el flujo de las actividades, prever los equipos en stock frente a algún fallo mecánico, así mismo los repuestos y accesorios.
17. Herramientas, deberá disponer de las herramientas necesarias.
18. Andamios, los andamios se usan desde principios de obra hasta el final, por lo que es indispensable contar con ello.

19. Mostrar en términos de seguridad, los equipos de protección personal que son esenciales para EPP.
20. Mostrar los responsables de liberar las restricciones se muestran en las columnas 22-26.
21. La fecha de la primera revisión se muestra en la columna 27, donde debe presentar un informe sobre las razones o hechos que impiden la liberación de restricciones.
22. Finalmente, la fecha de liberación de restricciones, que es la fecha en la que se presentará el informe definitivo, se muestra en la columna 28.

Etapas de Plan de Trabajo Semanal (Weekly Work Plan):

En este nivel de programación, como señala Ballard (2000), se hace referencia a las actividades que se pueden llevar a cabo. El modelo actual presenta el programa semanal con mayor detalle, verificando la liberación de restricciones antes de asignar los elementos a ejecutar con la información de despiece y el inventario correspondiente. En otras palabras, en este nivel se debe determinar qué muro, placa, columna, etc., se puede ejecutar y quién será responsable de ello. Esta programación debe realizarse el mismo día de la liberación de restricciones, una semana antes, o el jueves anterior más cercano, de acuerdo con el cronograma de la pull-sesión. En esta aplicación se presenta el plan de trabajo semanal.

Etapas 06 Control del Plan de Trabajo Semanal.

La programación del plan de trabajo semanal incluye el seguimiento y control semanal, donde se cuantifica y verifica el trabajo realizado por día, se crea la curva de productividad y se mide el PPC para determinar la confiabilidad del plan semanal, y el plan semanal siguiente se crea el mismo día. El plan de trabajo semanal se muestra en el apéndice de la aplicación actual.

Para el proyecto de Medicina Humana-UNSCH, se aplicó la prueba de programa de diseño de productividad conformada por los dos sistemas, y se calculó un análisis de correlación de Pearson de ambos instrumentos. Los resultados de la fórmula son los siguientes:

Figura 8. *Correlación de Pearson.*

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Dónde:

•

Rxy= coeficiente de correlación entre X e Y

n= tamaño de la distribución de datos

X= puntuaciones en la variable X

Y= puntuaciones en la variable Y

XY = producto de las puntuaciones en X y Y

X² = puntuaciones en X elevadas al cuadrado

Y² = puntuaciones en Y elevadas al cuadrado

Fuente: Formulario de desarrollo utilizando la herramienta de Pearson.

Necesitamos saber cuál es el grado de correlación que existen entre las variables de implementación de Last Planner System, Implementación de la realidad Aumentada y la productividad en obra, si se tiene una relación significativa o no. Por ello realizaremos la correlación de Pearson.

Procedimiento:

Tomaremos en cuenta las comparaciones entre varios proyectos utilizando información de la Oficina Técnica y visitas a campo. Recopilación de información sobre:

- El cronograma del proyecto
- la sectorización
- El tren de trabajo
- Rendimiento

- Correlación de Pearson.

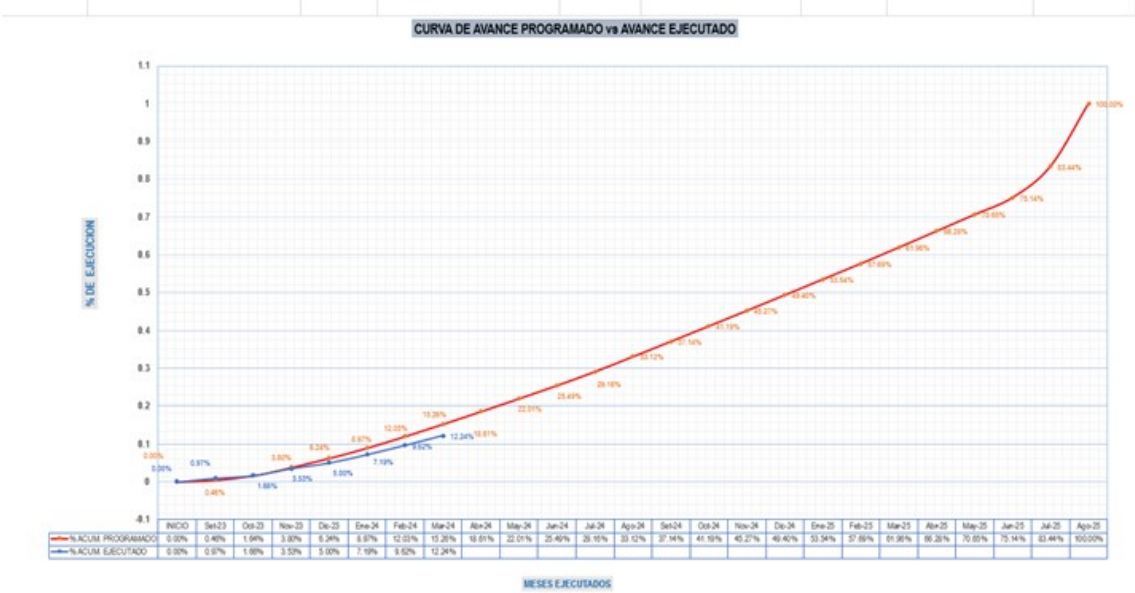
Estudio de información del Proyecto:

Figura 9. Gráficos de control y curva “S” de avance de Obra del mes de marzo.

GRAFICOS DE CONTROL Y CURVA "S" DE AVANCE DE OBRA								
MES EVALUADO: MARZO 2024								
PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE FORMACIÓN PROFESIONAL EN LA ESCUELA DE MEDICINA HUMANA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE LA UNSCH DISTRITO DE AYACUCHO - PROVINCIA DE HUAMANGA - DEPARTAMENTO DE AYACUCHO"								
AVANCE FISICO RESPECTO AL PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO								
MES	PROGRAMADO		EJECUTADO		PROGRAMADO ACUMULADO		EJECUTADO ACUMULADO	
	VALORIZADO	%	VALORIZADO	%	VALORIZADO	%	VALORIZADO	%
INICIO	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
Set-23	265,762.27	0.46%	568,416.87	0.97%	265,762.27	0.46%	568,416.87	0.97%
Oct-23	688,583.53	1.18%	386,137.76	0.68%	954,265.80	1.64%	966,554.63	1.66%
Nov-23	1,263,843.98	2.17%	1,091,233.78	1.87%	2,218,109.77	3.80%	2,857,788.41	5.03%
Dic-23	1,421,297.61	2.44%	856,726.61	1.47%	3,639,507.39	6.24%	2,916,515.02	5.09%
Ene-24	1,598,084.81	2.73%	1,276,226.06	2.19%	5,229,914.48	8.97%	4,192,741.08	7.19%
Feb-24	1,736,797.44	3.06%	1,428,989.50	2.43%	7,016,298.84	12.03%	5,613,650.58	9.62%
Mar-24	1,885,992.18	3.23%	1,526,567.89	2.62%	8,902,291.02	15.26%	7,140,217.67	12.24%
Abr-24	1,952,145.42	3.35%			10,854,436.45	18.61%		
May-24	1,964,767.79	3.40%			12,819,204.23	22.01%		
Jun-24	2,029,876.54	3.48%			14,869,080.80	25.49%		
Jul-24	2,138,150.88	3.67%			17,007,231.16	29.16%		
Ago-24	2,312,927.37	3.97%			19,320,158.54	33.12%		
Set-24	2,344,149.48	4.02%			21,664,307.94	37.14%		
Oct-24	2,365,371.93	4.05%			24,029,679.87	41.19%		
Nov-24	2,378,565.44	4.08%			26,408,185.31	45.27%		
Dic-24	2,486,767.34	4.13%			28,814,952.65	49.40%		
Ene-25	2,415,326.72	4.14%			31,230,279.36	53.54%		
Feb-25	2,419,232.78	4.15%			33,649,512.14	57.69%		
Mar-25	2,491,235.97	4.27%			36,140,748.11	61.96%		
Abr-25	2,523,997.74	4.33%			38,664,745.85	66.28%		
May-25	2,548,188.84	4.37%			41,212,933.89	70.65%		
Jun-25	2,617,196.37	4.49%			43,830,130.26	75.14%		
Jul-25	4,842,129.28	8.30%			48,672,179.54	83.64%		
Ago-25	9,648,997.21	16.56%			58,333,176.76	100.00%		
TOTAL	58,333,176.76	100.00%	1,526,567.89	2.62%	58,333,176.76	100.00%	7,140,217.67	12.24%

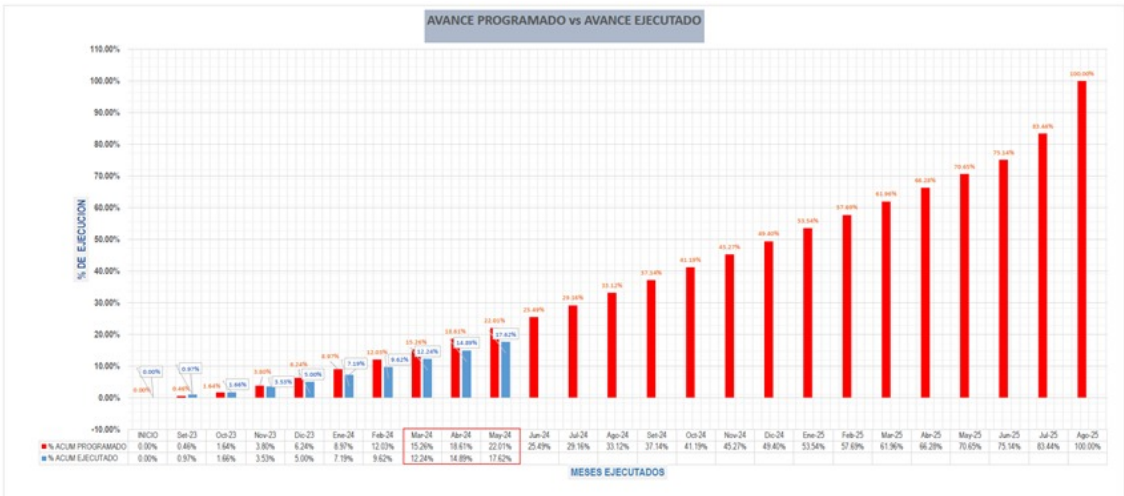
Fuente: Curva S. MARZO Expediente Técnico Medicina Humana UNSCH-2024.

Figura 10. Curva de Avance programado vs Avance Ejecutado



Fuente: Expediente Técnico Medicina Humana UNSCH-marzo 2024.

Figura 11. Avance programado vs Avance Ejecutado

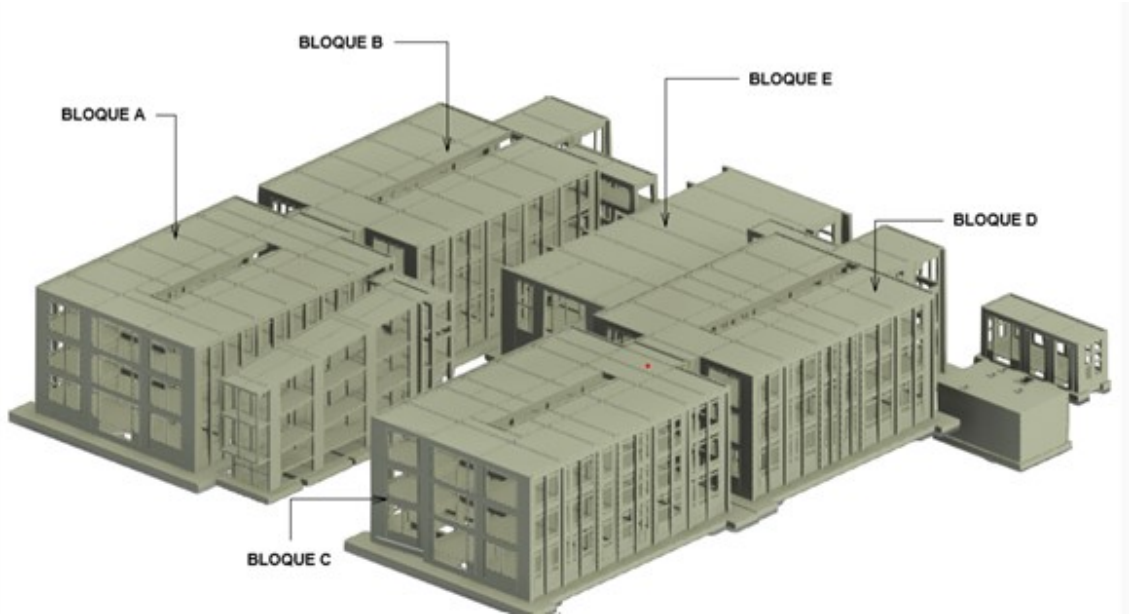


Fuente: Expediente Técnico Medicina Humana UNSCH-marzo 2024.

Como podemos observar el % ejecutado es del 12.24% versus el porcentaje acumulado programado que es del 15.26% el cual nos da un déficit de rendimiento del 3.02% con el diagrama GANTT convencional. (Debemos tener en cuenta que este es el rendimiento general de la obra, no del bloque B en cuestión.)

Para la presente investigación solo nos enfocaremos en el Bloque B como punto de estudio.

Figura 12. Subdivisión de los bloques



Fuente: Expediente técnico Actualizado 2024.

La obra debe trabajar con componentes porque se encuentra en una etapa inicial de implementación del sistema Last Planner. Identificar estos elementos requiere establecer

una base sobre la que se pueda construir el establecimiento del sistema. Incluye una función específica, un análisis de costos y beneficios y, si las capacidades lo permiten, la construcción de una planta piloto. Sin embargo, obtener el compromiso de la alta dirección puede ser el componente más crucial para la puesta en marcha. Sin este compromiso, la implementación de la obra será más complicada porque habrá que tomar decisiones complicadas en momentos específicos. Aceptado esto, la tarea puede comenzar. El término “punto en que se sigue o se deja” demuestra su importancia.

3.2.1 Recopilación de Información de sectorización:

En primer lugar, necesitamos recopilar la clasificación de los trabajos Productivos, contributivos y no contributivos. Los cuales encontramos en la Obra de Medicina Humana- UNSCH.

Utilizaremos los siguientes datos de entrada:

Con ello obtendremos datos del Trabajo Productivo (TP), Trabajo contributivo (TC) y trabajo No contributivo (TNC) para realizar la carta balance.

Figura 13. Datos de entrada para la clasificación de TP, TC, TNC.

Partida			
Cargo	Nombre	Cargo	Nombre

Trabajo Productivo	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Trabajo Contributivo	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Trabajo No Contributivo	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

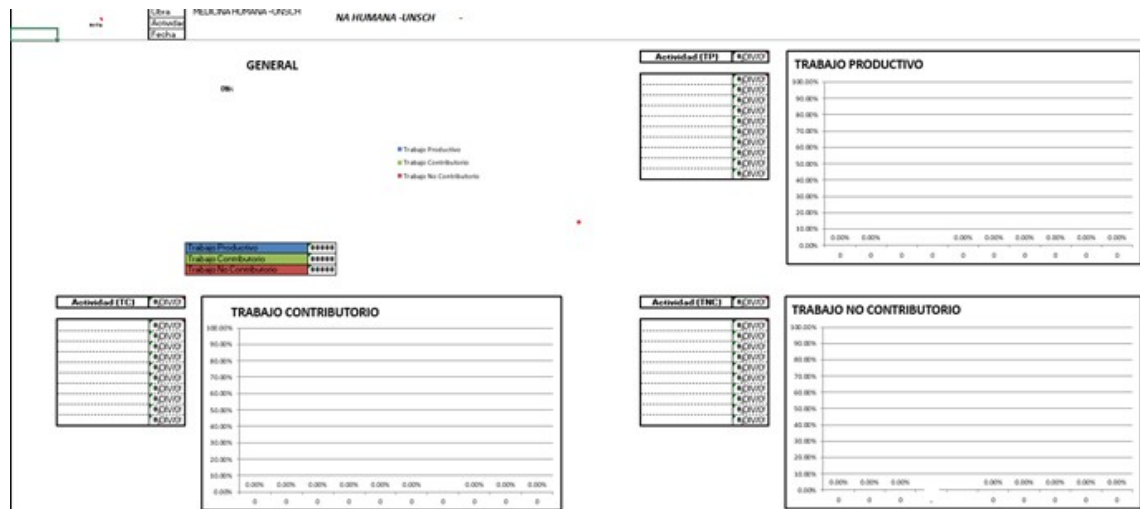
Obra	MEDICINA HUMANA - UNSCH
Calle	
Actividad	
Descripción	




FUENTE: Grupo Edifica- Corporación Productiva.

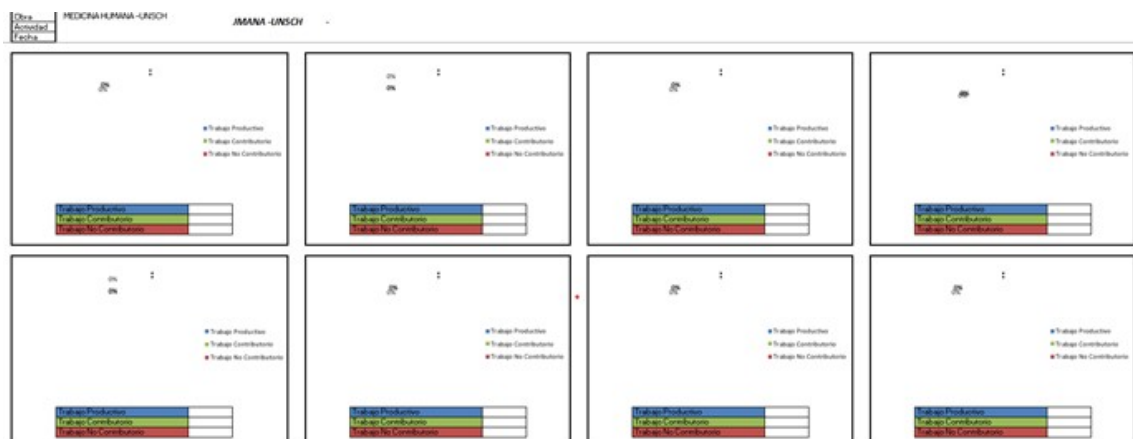
Fuente: Grupo Edifica-Corporación Productiva modificado para nuestro estudio en colaboración con el personal de la Obra Medicina Humana Unsch.

Figura 14. Porcentualizacion de los TP, TC, TNC.



Fuente: Grupo Edifica-Corporación Productiva modificado para nuestro estudio en colaboración con el personal de la Obra Medicina Humana Unsch.

Figura 15. Plantilla de Figura CB de TP, TC, TNC.



Fuente: Grupo Edifica-Corporación Productiva modificado para nuestro estudio.

Figura 16. *Plantilla Carta-Balance*

Obra: Obra Ayacucho, día de mes del año



CARTA BALANCE

Nombre de la Partida: 0

Observaciones y Recomendaciones:

Fuente: Grupo Edifica-Corporación Productiva modificado para nuestro estudio en colaboración con el personal de la Obra Medicina Humana Unsch.

Seguidamente, tendremos que realizar un resumen con nuestro formato de control diario.

Figura 17. Formato de control diario.

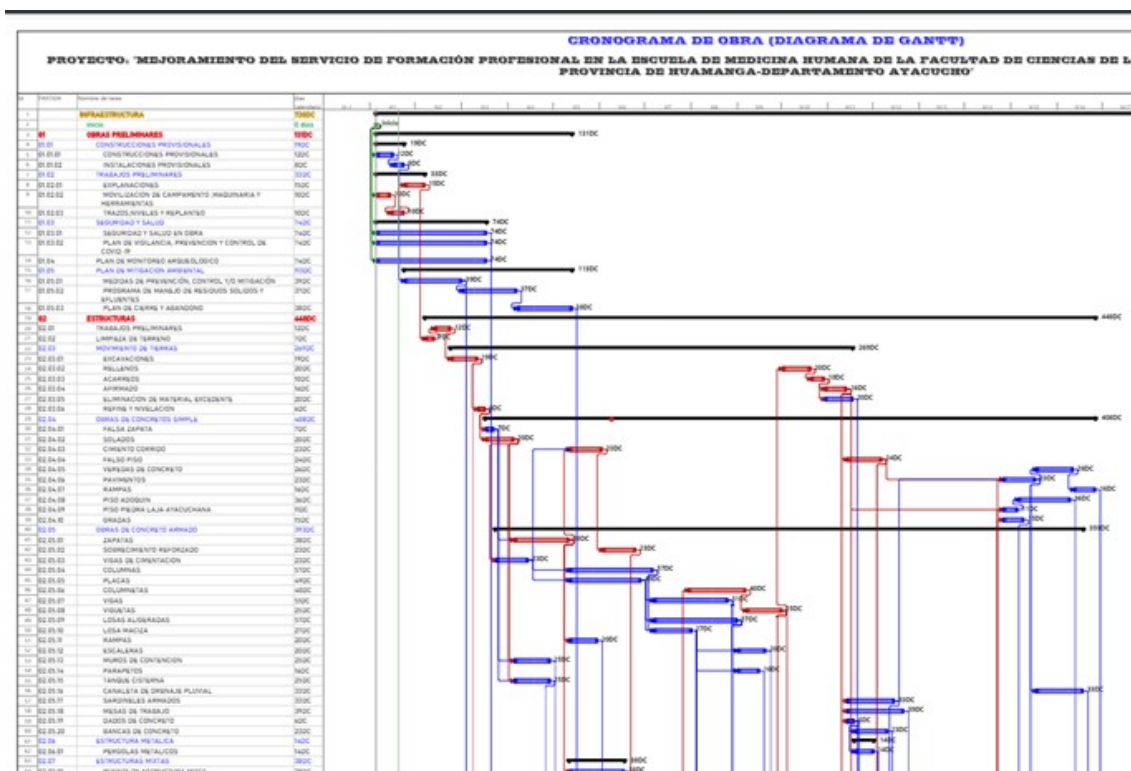
XXX																								
ENCARGADO:					XXX																			
BLOQUE B										BLOQUE B														
10	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E					
9	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E					
8	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E					
7	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E					
6	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E					
5	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E					
4	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E					
3	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E					
2	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E					
1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19					
S1					S2					S3					S4					S5				
DEPARTAMENTO																								
E	EJECUTADO		162																					
P	EN PROCESO		0																					
I	INVENTARIO		0																					
R	RESTRICCIÓN		0																					
NA	NO APLICA		18																					
	SIN INICIAR		0																					
X	EJECUTADO																							
/	PROGRAMADO																							
R	RESTRICCIÓN																							

Fuentes: Grupo Edifica-Corporación Productiva en colaboración con el personal de la Obra Medicina Humana Unsch.

Cronograma de Proyectos:

La programación del proyecto es un proceso iterativo que determina las fechas de inicio y finalización del proyecto. La planificación requiere que se analicen y actualicen los pronósticos a largo plazo y las estimaciones de recursos para crear un plan de proyecto aceptable que pueda servir como base para escalar. A medida que avanza el trabajo y se descubren nuevos riesgos, el plan de dirección del proyecto cambia. A medida que los riesgos aparecen o desaparecen, la planificación continúa. (PMBOK, 2004, pág. 143)

Figura 18. Diagrama GANTT implementado en obra para el área de estructuras.



Fuente: Expediente técnico actualizado.

A continuación, mostramos la valorización de la obra de medicina Humana en los meses de abril, mayo y junio del 2024 con el objetivo de monitorear el progreso, evaluar los costos y tomar decisiones informadas sobre la asignación de recursos y el cumplimiento de plazos.

Planificación del tren de trabajo:

Para el plan del tren de trabajo, nos aseguramos de que el sistema siempre produzca la producción adecuada para nuestro proyecto, lo que reduce la variabilidad y reduce físicamente el trabajo a partes iguales. Ayuda a la construcción, el montaje, el tendido de tuberías, etc. Es necesario que el sistema cumpla con las siguientes características:

- Todas las actividades deben ser evaluadas para determinar si son rutas críticas.

- Los recursos necesarios deben estar disponibles.
- La carga de trabajo determina la capacidad de cada puesto.
- Todos los trabajadores deben producir lo mismo todos los días.
- Todas las estaciones de trabajo deben realizar la misma cantidad de trabajo.

Tren de Trabajo:

Recolección de datos:

Como se mencionó anteriormente, se llevó a cabo una muestra utilizando datos técnicos de la oficina y visitas a campo. Durante la construcción de estructuras, se realizaron visitas presenciales a la obra de Medicina Humana UNSCH.

Figura 19. Se realiza la gestión de producción para la recolección de datos.

GESTION DE PRODUCCIÓN																																			
LOOK AHEAD DE PRODUCCIÓN																																			
PROYECTO: Medicina Humana- UNSCH														F1																					
Mes: Marzo																																			
Actividades	Und	Metrado Total	Avance promedio diario	IP Meta	NH necesarias x día	Trabajadores x día	# personas	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4						
								LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DO M	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DO M	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DO M	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DO M
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Acera de muros	Kg	18000	1200	0.05	60	9.6	7	151	152	153	154	155			251	252	253	254	255			351	352	353	354	355									
Encofrado de muros	m2	2700	180	1.00	180	9.6	19		151	152	153	154				251	252	253	254			255	351	352	353	354		355							
Concreto de muros	m3	375	25	0.80	20	9.6	3	151	152	153	154				155	251	252	253	254			255	351	352	353	354		355							
Fondo de vigas	m2	900	60	1.50	90	9.6	10			151	152	153			154	155	251	252	253			254	255	351	352	353		354	355						
Contrato de vigas	m2	300	20	1.50	30	9.6	4			151	152	153			154	155	251	252	253			254	255	351	352	353		354	355						
Acera de vigas	Kg	12750	850	0.05	42.5	9.6	5			151	152		*		153	154	155	251	252			253	254	255	351	352		353	354	355					
Fondo de losa	m2	2250	150	1.50	225	9.6	24			151	152				153	154	155	251	252			253	254	255	351	352		353	354	355					
Acera de losa	Kg	6750	450	0.05	22.5	9.6	3			151					152	153	154	155	251			252	253	254	255	351		352	353	354	355				
Concreto de losa	m3	660	44	0.80	35.2	9.6	4			151					152	153	154	155	251			252	253	254	255	351		352	353	354	355				
Desencofrado de losa y viga	-	-	-	-	-	-	-								151	152						153	154	155	251	252		253	254	255	351	352			
Reapuntalamiento de losa	-	-	-	-	-	-	-								151	152						153	154	155	251	252		253	254	255	351	352			
Desapuntalamiento	-	-	-	-	-	-	-															151	152	153	154			155	251	252	253	254			

Fuente: Implementación primaria de LPS de la obra Medicina Humana-UNSCH.

Como parte de la recolección de datos se procede con la gestión de la producción usando el formato de análisis de restricciones:

-Formato.

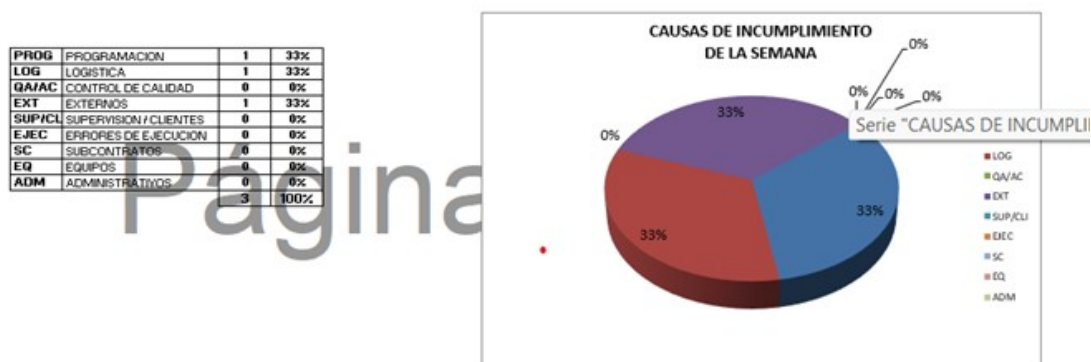
GESTIÓN DE PRODUCCIÓN				
ANÁLISIS DE RESTRICCIONES				
PROYECTO:			F1	
SEMANA:			F2	
			F3	
ACTIVIDAD	FECHA INICIO	DESCRIPCION DE RESTRICCION	RESPONSABLE	FECHA DE LEVANTAMIENTO

Figura 20. Se procede a usar el formato del análisis de confiabilidad:

				GESTIÓN DE PRODUCCIÓN											
				ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DEL PLAN SEMANAL											
PROYECTO:												F1			
SEMANA:												F2			
												F3			
	Unid	Avance semanal	Resistencia o Capacidad (RC)	SEMANA 1							PPC		TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDAS CORRECTIVAS
				LUN	MAR	MIE	JUE	VIÉ	SAB	DOM	SI	NO			
				1	2	3	4	5	6	7					
Acero de muros	Kg	7200	0.05	151	152	153	154	155	156		X				
Encostrado de muros	m ²	900	1.00	151	152	153	154	155			X				
Concreto de muros	m ³	125	0.80	151	152	153	154	155			X				
Fondo de vigas	m ²	240	1.50			151	152	153	154		X				
Costado de vigas	m ²	80	1.50			151	152	153	154		X				
Acero de vigas	Kg	2550	0.05				151	152	153		X				
Fondo de losa	m ²	450	1.50				151	152	153			X	LOG		
Acero de losa	Kg	450	0.05					151	152			X	PROG	Fallo de personal	
Concreto de losa	m ³	44	0.80					151	152			X	EXT	Falla en planta de Unión	
											67%		PPC: PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO		

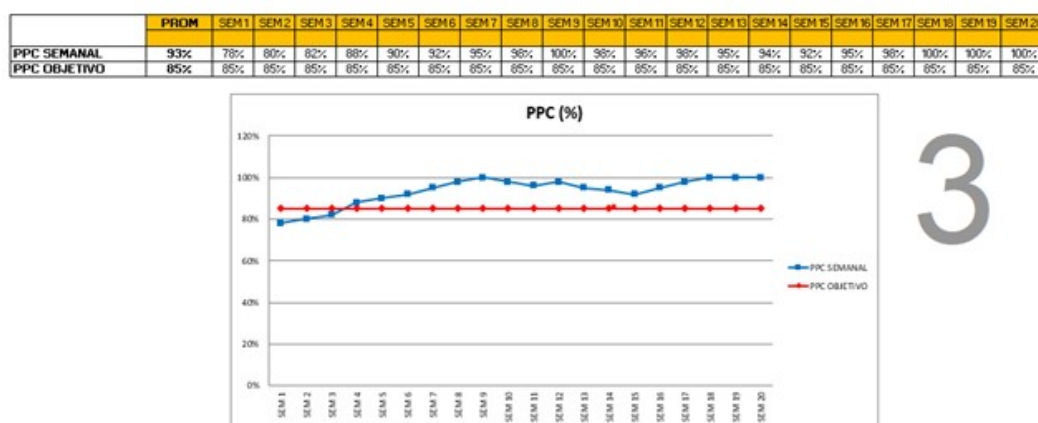
Fuente: Datos de implementación primaria de LPS en la obra Medicina Humana-UNSCH.

Figura 21. Causas de incumplimiento de la semana de acuerdo a las principales componentes de gestión de proyectos:



Fuente: Datos de implementación primaria de LPS en la obra Medicina Humana-UNSCH.

Figura 22. Relación entre el PPC semanal y el PPC objetivo.



Fuente: Datos de implementación primaria de LPS en la obra Medicina Humana-UNSCH.

Figura 23. Causas de No cumplimiento Acumuladas mensualmente.



Fuente: Datos de implementación primaria de LPS en la obra Medicina Humana-UNSCH.

Figura 24. Formato del Plan Diario

GESTION DE PRODUCCION									
PLAN DIARIO									
PROYECTO: CENTRO COMERCIAL FRENTES DE TRABAJO: F1 RESPONSABLE DEL AREA: ING. VÁSQUEZ FECHA: 27/07/2012									
DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	UND	AVANCE DIARIO	IP META	HORAS TRABAJADAS X DIA	# PERSONAS	UBICACIÓN	HORARIO	CAPATAZ RESPONSABLE	OBSERVACIONES
CUADRILLA DE ACERO									
COLOCACION DE ACERO DE MUROS	KG	3200	0.05	8	20	MURO RAMPA S3	8:00-17:30	SALAZAR	
CUADRILLA DE ENCOFRADO									
ENCOFRADO DE MUROS	M2	160	1.2	8	24	MURO RAMPA S2	8:00-17:30	SALAZAR	
CUADRILLA DE CONCRETO									
VACIADO DE MUROS	M3	21	0.9	5	3	MURO RAMPA S2	17:30-20:30	SALAZAR	

Serie "CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO" Punto "PROG"
Valor: 33% (33%)

RESPONSABLE DEL AREA

Fuente: Datos de implementación primaria de LPS en la obra Medicina Humana-UNSCH.

Figura 25. *Catálogo de Causas de Incumplimiento.*

CATÁLOGO DE CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO				
CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	PROGRAMACION (PROG)	LOGISTICA (LOG)	CONTROL DE CALIDAD (QA/QC)	EXTERNOS (EXT)
DESCRIPCION	Todas las causas que implican: *Errores o cambios en la programación. *Inadecuada utilización de las Herramientas de Programación. *Mala asignación de recursos. *Cualquier restricción que no fue identificada de manera oportuna.	Todas las causas que implican: *Falta de equipos (LOG EQ), herramientas o materiales en obra (LOG MAT) y personal (LOG PER), que han sido requeridos oportunamente por Producción.	Todas las causas que implican: *La entrega oportuna de información a producción (planos, procedimientos, etc) *Cambios o errores en la ingeniería durante el desarrollo de las actividades del Plan Semanal.	Todas las causas que implican: *Retrasos por razones climáticas extraordinarias. *Eventos extraordinarios como marchas sindicales sin previo aviso, huelgas, accidentes, etc.
CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	CLIENTE/SUPERVISIÓN (CLI)	ERRORES DE EJECUCIÓN (EJEC)	SUBCONTRATAS (SC)	
DESCRIPCION	Todas las causas que implican Responsabilidad del Cliente (Falta de información, cambio de prioridades, cambios o errores en la ingeniería, falta de liberación de estructuras, etc).	Se consideran las causas que corresponden a atrasos debido a retrabajos en el proceso constructivo, es decir que por errores de ejecución no se pudieron cumplir otras actividades programadas.	En este punto se consideran todas las causas de incumplimiento relacionadas a la falla en la entrega de algún recurso subcontratado o al atraso debido al no cumplimiento de alguna labor encargada a una subcontrata.	
CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	EQUIPOS (EQ)	ADMINISTRATIVOS (ADM)		
DESCRIPCION	Todas las causas que implican averías o fallas en los equipos que no permitieron el cumplimiento de las actividades del Plan Semanal. Están incluidos los mantenimientos no programados de equipos.	Todas las causas que implican: *No llegada del personal especializado (Incluido subcontratos). *Falta de permisos y licencias.		

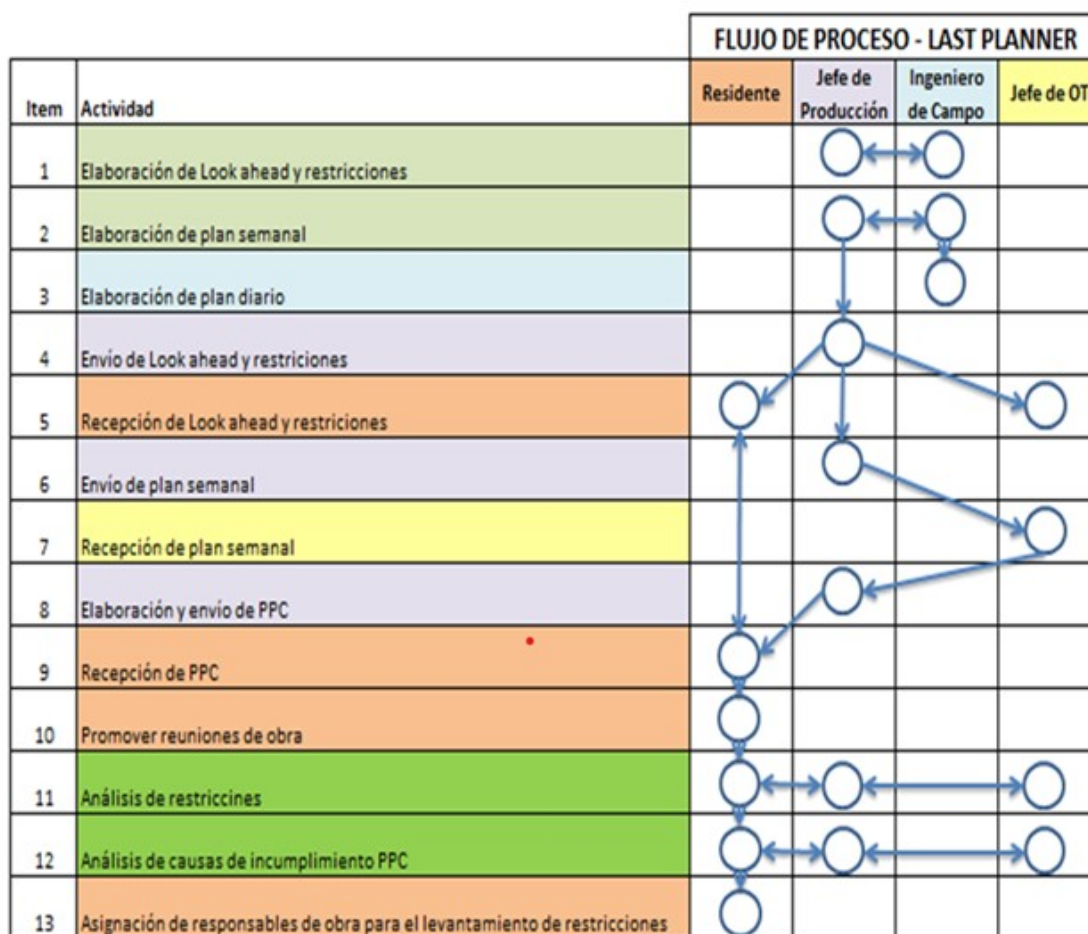
Fuente: Datos de implementación primaria de LPS en la obra Medicina Humana-UNSCH.

Figura 26. *Pautas a seguir para una correcta implementación y distribución de la metodología Last Planner System (LPS) dentro de la obra*

LOOKAHEAD
Las actividades deben partir del cronograma general actualizado.
Las actividades presentadas en el lookahead deben tener un mayor grado de detalle que en el cronograma general.
Las actividades no cumplidas la semana anterior deben ser reprogramadas en el lookahead de las semanas entrantes.
Cualquier actividad del lookahead debe presentar un metrado y unidad que permita medir el cumplimiento de dicha actividad.
Verificar si el horizonte de tiempo del lookahead es el establecido por el proyecto.
Colocar todas las actividades que se van a realizar a lo largo del horizonte de tiempo.
Todas las actividades deben tener una fecha de inicio planeada, la cual se encuentra dentro del horizonte de tiempo del lookahead.
La duración de las actividades deben ser calculadas en base a rendimientos estimados.
Los metrados de las actividades del lookahead deben corresponder a los avances que se puedan lograr en el horizonte de tiempo del lookahead.
Las fechas de inicio planeada son las que corresponden a la actualización del lookahead.
ANÁLISIS DE RESTRICCIONES
El análisis de restricciones se realiza a todas las actividades del lookahead. El análisis consiste en identificar todo lo que nos falta para iniciar cualquier actividad del lookahead.
Las restricciones deben ser lo mas detalladas posibles; indicando cantidad, tipo, categoría, modelo, etc, es decir, todas las características necesarias para poder identificar el recurso que origina la restricción.
Cada restricción esta asociada a una actividad, por ejemplo una restricción puede estar ligada a varias actividades.
Todas las restricciones deben tener un plazo definido de levantamiento. Estos plazos deben ser razonables.
Todas las restricciones requieren de un responsable para levantarlas.
PROGRAMA SEMANAL
El Programa Semanal está compuesto de actividades del lookahead que no tienen restricciones.
El Programa Semanal puede contener actividades de la 1ra, 2da, o de la semana "n" del lookahead, luego de analizar que están listas para iniciar en la semana.
El Programa Semanal debe presentar fechas de inicio de las actividades.
Las actividades del Programa Semanal presentan metrados que corresponden a los avances que se puedan lograr en la semana.
La duración de las actividades del Programa Semanal deben ser calculadas en base a rendimientos estimados.
El Programa Semanal puede contener "actividades colchón".

Fuente: Datos de implementación primaria de LPS en la obra Medicina Humana-UNSCH.

Figura 27. Diagrama de flujo de Proceso de Last Planner System



Fuente: Gestión de Producción empresa Productiva. Lima-Perú.

Por último, recolectaremos los datos del formato del Tren de Trabajo Semanal del Last Planner System junto con apoyo del personal técnico de la Obra Santuario de la Memoria la Hoyada para el módulo B.

Se usará el siguiente formato:

1) Información General del Proyecto:

Nombre del Proyecto: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE FORMACIÓN PROFESIONAL EN LA ESCUELA DE MEDICINA HUMANA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE LA UNSCH DISTRITO DE AYACUCHO-PROVINCIA DE HUAMANGA-DEPARTAMENTO DE AYACUCHO

Ubicación: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú

Responsable del Proyecto: Ing.Jhon Cancho.

Fecha de Inicio del Proyecto:

Fecha de Finalización Estimada:

Nombre del Proyecto: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE FORMACIÓN PROFESIONAL EN LA ESCUELA DE MEDICINA HUMANA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE LA UNSCH DISTRITO DE AYACUCHO-PROVINCIA DE HUAMANGA-DEPARTAMENTO DE AYACUCHO

Ubicación: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú

Responsable del Proyecto: [Nombre del responsable]

Fecha de Inicio del Proyecto: [Fecha]

Fecha de Finalización Estimada: [Fecha]

3.2.2 Objetivos Semanales

Objetivo 1:

Objetivo 2:

Objetivo 3:

3.2.3 Planificación Semanal

Tabla 8. *Planificación Semanal*

Día de la Semana	Actividad Programada	Responsable	Duración Estimada	Recursos Necesarios	Restricciones
[Día]	[Descripción de la actividad]	[Nombre]	[Horas/Días]	[Materiales, Equipos]	[Restricciones]
[Día]	[Descripción de la actividad]	[Nombre]	[Horas/Días]	[Materiales, Equipos]	[Restricciones]
[Día]	[Descripción de la actividad]	[Nombre]	[Horas/Días]	[Materiales, Equipos]	[Restricciones]
[Día]	[Descripción de la actividad]	[Nombre]	[Horas/Días]	[Materiales, Equipos]	[Restricciones]
[Día]	[Descripción de la actividad]	[Nombre]	[Horas/Días]	[Materiales, Equipos]	[Restricciones]
[Día]	[Descripción de la actividad]	[Nombre]	[Horas/Días]	[Materiales, Equipos]	[Restricciones]
[Día]	[Descripción de la actividad]	[Nombre]	[Horas/Días]	[Materiales, Equipos]	[Restricciones]

3.2.4 Compromisos y Seguimiento

Tabla 9. *Planificación Semanal*

Actividad	Responsable	Fecha	Estado	Observaciones
Compromiso				
[Descripción de la actividad]	[Nombre]	[Fecha]	[En progreso/Completo]	[Comentarios/Requerimientos]
[Descripción de la actividad]	[Nombre]	[Fecha]	[En progreso/Completo]	[Comentarios/Requerimientos]

3.2.5 Restricciones y Resolución

Restricción 1:

Acción Correctiva:

Responsable:

Fecha de Resolución:

Restricción 2: (Descripción de la restricción)

Acción Correctiva: (Medida a tomar)

Responsable: (Nombre)

Fecha de Resolución: (Fecha)

3.2.6 Comentarios y Observaciones

(Comentarios adicionales sobre el progreso, dificultades o aspectos relevantes de la semana.)

Una vez obtenemos estos formatos, ya podemos lograr

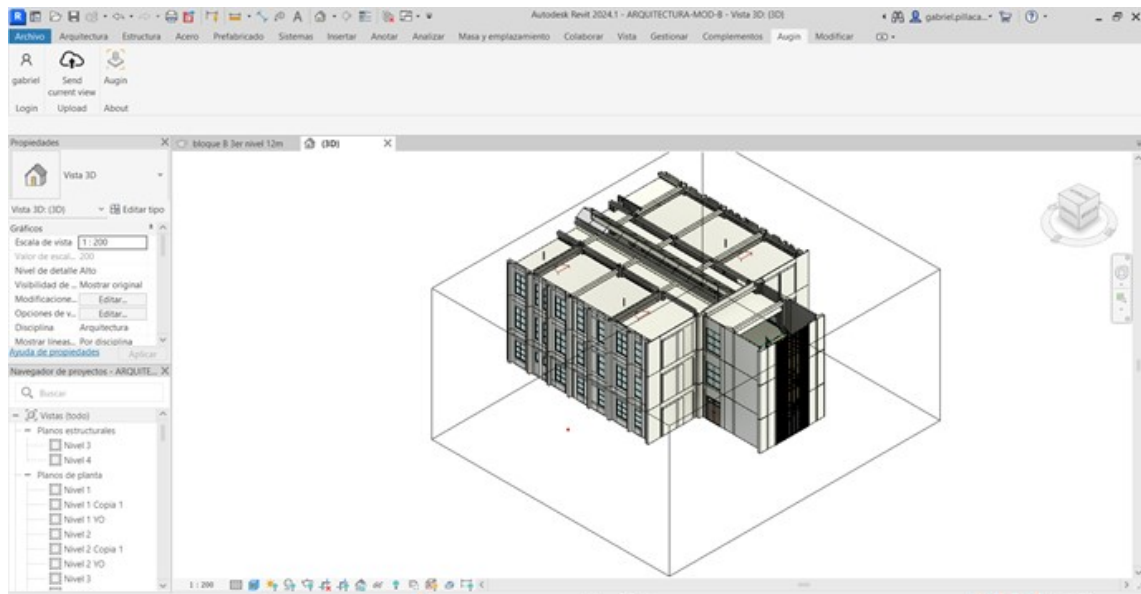
Gestión Visual:

De acuerdo al objetivo específico:

Determinar el grado de influencia de la implementación de la Realidad Virtual como herramienta de la gestión visual tendrá en un rendimiento académico eficiente del personal técnico en el proyecto Medicina Humana -UNSCH.

Por ello en primer lugar lo que hacemos es Colocar los diseños de Revit para ser mas concretos del Modulo B en las áreas de Estructuras y Arquitectura tal como la investigación lo requiere.

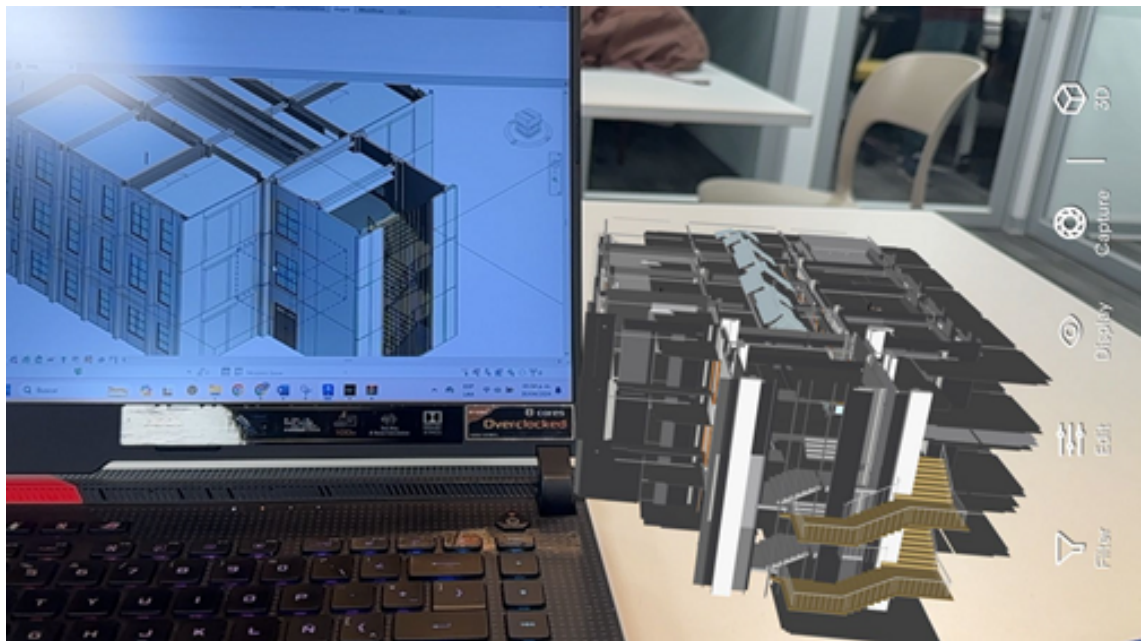
Figura 28. *Representación en 3D del bloque B de la UNSCH.*



Fuente: Expediente Técnico actualizado al 2024.

Una vez hecho ello, con apoyo del software Augin Pro, realizamos la instalación de pluggins para proceder con la realidad aumentada. Obteniendo la Realidad Aumentada lista para calibrar en Obra.

Figura 29. *Representación de la Realidad Aumentada de los planos Revit de Medicina Humana con el uso del software Augin pro.*



Generación de un código QR para el uso y aplicación dentro de la obra como parte de la gestión visual.

Figura 30. *Qr enfocado al módulo B(Parte Arquitectónica) del proyecto Medicina Humana UNSCH.*



Fuente: Software Augin

Posteriormente se procede a aplicar en la obra Medicina Humana UNSCH con el apoyo de un celular para de esta forma poder visualizar el proyecto generado en 3D in situ.

Resumen con exactitud y detalle sobre la implementación y ejecución de la planificación colaborativa, plan maestro y gestión visual.

1. Implementación de la Planificación Colaborativa

La planificación colaborativa se llevó a cabo a través del sistema Last Planner, involucrando a todas las partes interesadas del proyecto en reuniones semanales. En estas reuniones, se establecieron metas a corto plazo para las cuadrillas, basadas en el análisis de los recursos disponibles y las tareas programadas.

- **Frecuencia y Participantes:** Las reuniones de planificación se realizaron de lunes a viernes a las 8:00 am (o en cuanto se dé la oportunidad), con la participación de los capataces de cada cuadrilla y el maestro de obra encargado del bloque B (Maestro Yuri Maldonado), ingeniero residente, y personal del equipo técnico de residencia.
- **Herramientas Utilizadas:** Se utilizaron formatos de planificación semanales para coordinar y monitorear el progreso. Estos formatos incluyen la lista de tareas, recursos asignados, y los responsables de cada actividad, además del análisis de restricciones.
- **Uso de Post its semanales** para generar las posibles restricciones que se puedan dar durante la semana posterior a la ejecución.

Figura 31. Colocación del Análisis de Restricciones dentro de obra, llenado por el cuerpo técnico de residencia Medicina Humana UNSCH.



2. Desarrollo del Plan Maestro

El Plan Maestro se estructuró de acuerdo con las necesidades del proyecto, dividiéndose en fases mensuales con hitos específicos.

- Estructura del Plan Maestro: El plan maestro fue diseñado utilizando la metodología de Work Breakdown Structure (WBS), que permitió descomponer el proyecto en entregables más manejables.
- Períodos de Realización: Cada fase del plan maestro se programó mensualmente, comenzando en abril de 2024 y extendiéndose hasta junio de 2024 como plan piloto, y con una postergación hasta el 2025(fin de proyecto). Cada período incluyó metas específicas en cuanto a la ejecución de cimientos, estructuras y acabados.
- Ajustes según Progreso: El plan maestro fue ajustado trimestralmente(abril-junio) para adaptarse a las variaciones en la disponibilidad de recursos y condiciones del sitio.

	2024				2025				2026				2027				2028				2029				2030				2031				2032				2033				2034				2035				2036				2037				2038				2039				2040				2041				2042				2043				2044				2045				2046				2047				2048				2049				2050				2051				2052				2053				2054				2055				2056				2057				2058				2059				2060				2061				2062				2063				2064				2065				2066				2067				2068				2069				2070				2071				2072				2073				2074				2075				2076				2077				2078				2079				2080				2081				2082				2083				2084				2085				2086				2087				2088				2089				2090				2091				2092				2093				2094				2095				2096				2097				2098				2099				2100				2101				2102				2103				2104				2105				2106				2107				2108				2109				2110				2111				2112				2113				2114				2115				2116				2117				2118		
--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--	--	------	--	--

La gestión visual se implementó como una herramienta clave para facilitar la comunicación y el seguimiento del progreso en el sitio de trabajo.

- Adjunto los formatos de llenado de trabajo productivo (TP), Trabajo Contributorio(TC) y trabajo no contributorio(TNC) que se ejecuto en obra como parte de la implementación del Last Planner System.

Partida			
Cargo	Nombre	Cargo	Nombre

Obra	MEDICINA HUMANA - UNSCH
Calle	
Actividad	
Descripción	

Fecha

Tiempo de Espera

Trabajo Productivo	

Trabajo Contributivo	

Trabajo No Contributivo	



FUENTE: Grupo Editorial Corporación Productiva.

Encofrado y desencofrado.

Partida			
Cargo	Nombre	Cargo	Nombre
Op. Carpintería	Alcides C	Op. Carpint.	
Op. Carpintería	Yanampis Elton		
Op. Carpintería	Nelson		
Op. Carpintería	Ricard B.		
Op. Carpintería	J. Sosa		

Obra	MEDICINA HUMANA - UNSCH
Calle	
Actividad	Encofrados
Descripción	2do piso.

Fecha

Tiempo de Espera

Trabajo Productivo	
1	Montaje de Panes de encofrado
2	Ajuste y nivelación de encofrado
3	Aplicación del desmoldante
4	Reparación de encofrados
5	Inspección y regulación de encofrador
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

Trabajo Contributivo	
1	Preparación y trabajo de montaje de Encofrados
2	Limpieza y mantenimiento de paneles de encofrado.
3	Organización del área de trabajo.
4	Comunicación y coordinación con el equipo de vertido de concreto
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

Trabajo No Contributivo	
1	Supervisión por aproximación de inspección
2	Retiro debido a la falta de materiales
3	Retiro por errores de montaje
4	Retiro por condiciones climáticas adversas
5	Tiempo de espera para el retiro de encofrados.
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	



FUENTE: Grupo Editorial Corporación Productiva.

Vaciado de Concreto.

Punto			
Cargo	Nombre	Cargo	Nombre
CP	Alonso E. Díaz	PC	Carlos Pérez
CP	Alonso E. Díaz	PC	Carlos Pérez
CP	Alonso E. Díaz	PC	Carlos Pérez
CP	Alonso E. Díaz	PC	Carlos Pérez
CP	Alonso E. Díaz	PC	Carlos Pérez
CP	Alonso E. Díaz	PC	Carlos Pérez

Obra	Mediana Urbana - UNICAH
Calle	Med. H. - UNICAH
Actividad	
Descripción	

Fecha: 27/05/05
Tiempo de Ejecución:

Trabajo Productivo:

- Preparación y transporte de concreto de encofrado
- Colocación y nivelación de concreto
- Mezcla de concreto
- Mezcla de concreto de concreto
- Análisis superficial del concreto

Trabajo Constructivo:

- Transporte de concreto al sitio de vaciado
- Montaje de equipo de vaciado
- Comunicación entre equipos
- Preparación de fondo de concreto
- Control de cantidad de concreto

Trabajo No Constructivo:

- Trabajo por el agua en algunos momentos
- Trabajo por el agua en algunos momentos
- Trabajo por el agua en algunos momentos
- Trabajo por el agua en algunos momentos
- Trabajo por el agua en algunos momentos
- Trabajo por el agua en algunos momentos

FUENTE: Grupo Editorial Corporación Productiva

Colocación de aceros.

Fierrenia

Punto			
Cargo	Nombre	Cargo	Nombre
CP	Alonso E. Díaz	PC	Carlos Pérez
CP	Alonso E. Díaz	PC	Carlos Pérez
CP	Alonso E. Díaz	PC	Carlos Pérez
CP	Alonso E. Díaz	PC	Carlos Pérez
CP	Alonso E. Díaz	PC	Carlos Pérez
CP	Alonso E. Díaz	PC	Carlos Pérez

Obra	Mediana Urbana - UNICAH
Calle	Med. H. - UNICAH
Actividad	Colocación de Aceros
Descripción	

Fecha: 27/05/05
Tiempo de Ejecución:

Trabajo Productivo:

- Preparación y transporte de acero
- Colocación de acero en concreto
- Mezcla de concreto
- Mezcla de concreto de concreto
- Análisis superficial del concreto

Trabajo Constructivo:

- Transporte de acero al sitio de vaciado
- Montaje de equipo de vaciado
- Comunicación entre equipos
- Preparación de fondo de concreto
- Control de cantidad de concreto

Trabajo No Constructivo:

- Trabajo por el agua en algunos momentos
- Trabajo por el agua en algunos momentos
- Trabajo por el agua en algunos momentos
- Trabajo por el agua en algunos momentos
- Trabajo por el agua en algunos momentos
- Trabajo por el agua en algunos momentos

FUENTE: Grupo Editorial Corporación Productiva

Figura 33. Adjunto formato de Encuesta realizada al personal llenado en campo.



Una vez obtenido los datos en campo, pasamos a organizarlo en el formato Excel donde colocamos en porcentajes el trabajo productivo (TP), Trabajo No contributivo (TNC) y trabajo contributivo (TC) durante los meses de marzo, abril, mayo y junio y durante las

partidas de Colocado de acero, encofrado, vaciado de concreto, desencofrado y actividades generales.

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

Al realizar la encuesta a los 33 obreros que trabajan en el bloque B, se obtuvo la siguiente DATA. Con el objetivo de calcular el grado de implementación de la planificación Colaborativa (Last Planner System y la gestión visual) De la encuesta se obtuvo los siguientes datos del personal obrero que trabajo en el bloque B.

- **Total de Encuestados:** 33 trabajadores del bloque B.

4.1.1 Sección 1: Planificación Colaborativa

- **Frecuencia de Participación en Sesiones de Planificación:**

- Diariamente: 30%
- Semanalmente: 45%
- Mensualmente: 15%
- Raramente: 10%

- **Efectividad de las Sesiones para Clarificar Objetivos (Escala 1-5):**

- Puntuación media: 4.2

- **Mejora en Coordinación entre Equipos:**

- 79% observó mejoras significativas.

4.1.2 Sección 2: Gestión Visual

- **Uso de Herramientas de Gestión Visual:**

- 82% utilizan herramientas como tableros visuales o diagramas de Gantt y Qr.

- **Influencia en la Capacidad para Seguir el Progreso:**

- Mejorado significativamente: 60%
- Mejorado ligeramente: 20%

- **Contribución a Reducción de Errores o Malentendidos:**

- Sí, considerablemente: 68%
- Sí, en cierta medida: 22%

4.1.3 Sección 3: Productividad Personal

- **Evaluación de Productividad Personal Comparada con Antes de la Implementación:**

- Mucho más productiva: 40%
- Algo más productiva: 50%

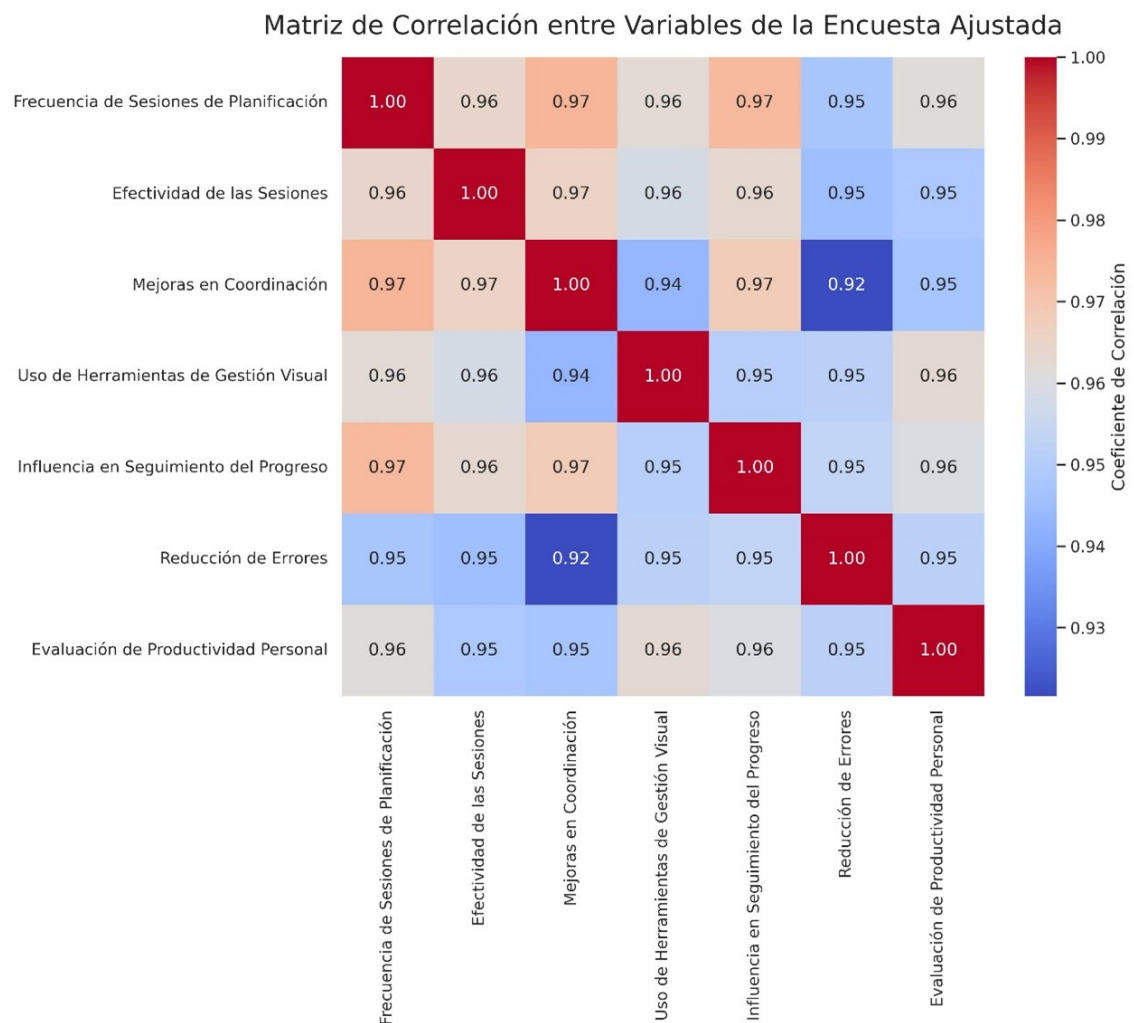
La mayoría de los trabajadores concluye que **el sistema Last Planner y la gestión visual han apoyado en mejorar la productividad**. Sin embargo, sugieren que **sería más efectivo implementar estos métodos en obras gestionadas por contrata**, dado que enfrentan menos trabas burocráticas.

Generando el coeficiente de correlación de Pearson para saber el grado de relación que existen entre las variables tenemos como subvariables:

- **Frecuencia de Sesiones de Planificación:** Codificado numéricamente (Diariamente=4, Semanalmente=3, Mensualmente=2, Raramente=1, Nunca=0).
- **Efectividad de las Sesiones** (Escala del 1 al 5).
- **Mejoras en Coordinación** (Sí=1, No=0, No estoy seguro=0.5).
- **Uso de Herramientas de Gestión Visual** (Sí=1, No=0).
- **Influencia en Seguimiento del Progreso** (Mejorado significativamente=3, Mejorado ligeramente=2, Sin cambio=1, Empeorado ligeramente=0, Empeorado significativamente=-1).
- **Reducción de Errores** (Sí considerablemente=2, Sí en cierta medida=1, No ha habido cambio=0, No ha empeorado las cosas=-1).
- **Evaluación de Productividad Personal** (Mucho más productiva=4, Algo más productiva=3, Igual de productiva=2, Menos productiva=1, Mucho menos productiva=0).

Creando la hoja de cálculo y haciendo la gráfica estadística del coeficiente de correlación de Pearson para el cálculo del grado de relación entre las variables nos da los siguientes datos:

Figura 34. Matriz de correlación para saber el grado de relación entre las variables.



Análisis de datos del coeficiente de correlación de Pearson:

Para interpretar los coeficientes del modelo de regresión en el contexto de nuestra matriz de correlación ajustada y entender cómo cada uno de estos factores influye en la productividad personal del personal técnico, analicemos cada coeficiente:

Coefficientes del Modelo de Regresión

1. Frecuencia de Sesiones de Planificación (0.296):

Este coeficiente sugiere que por cada unidad que aumenta la frecuencia de sesiones de planificación, la productividad personal **incrementa** en promedio 0.296 unidades. Este valor resulta de la regresión lineal donde se estimó cómo cambios en la frecuencia de las sesiones afectan la productividad, ajustando por las otras variables en el modelo.

2. Efectividad de las Sesiones (0.217):

Interpretación: Un incremento de una unidad en la calificación de la efectividad de las sesiones de planificación se asocia con un aumento de 0.217 unidades en la productividad personal.

Este coeficiente se calculó mediante la regresión lineal, mostrando el impacto directo de la efectividad percibida de las sesiones sobre la productividad.

3. Mejoras en Coordinación (-0.279):

Interpretación: Sorprendentemente, este coeficiente es negativo, lo que indica que un aumento en la percepción de mejoras en la coordinación está asociado con una disminución en la productividad personal de **-0.279** unidades. Esto puede parecer contra intuitivo y podría indicar problemas de multicolinealidad o que cuando se mejora extremadamente en otras áreas, las mejoras adicionales en coordinación no aportan significativamente.

A través del modelo de regresión, observando el efecto neto de las mejoras en coordinación ajustado por las otras variables.

4. Uso de Herramientas de Gestión Visual (0.470):

Interpretación: Este es el coeficiente más alto, lo que demuestra que el uso de herramientas de gestión visual tiene un impacto positivo considerable en la productividad. Por cada incremento de una unidad en el uso de estas herramientas, la productividad personal aumenta en 0.470 unidades.

Calculado mediante la regresión lineal, reflejando el fuerte impacto de estas herramientas sobre la productividad.

5. Influencia en Seguimiento del Progreso (0.034):

Interpretación: Aunque positivo, este coeficiente es bastante bajo, indicando que, aunque el seguimiento del progreso tiene un efecto positivo en la productividad personal, su impacto es pequeño.

Este coeficiente proviene del modelo de regresión y sugiere que las mejoras en el seguimiento del progreso contribuyen levemente a la productividad personal.

6. Reducción de Errores (0.317):

Interpretación: Este coeficiente indica que una mejora en la reducción de errores está asociada con un aumento en la productividad personal. Es un indicativo de que reducir errores tiene una relación positiva y significativa con la productividad.

Al igual que los demás coeficientes, se deriva del modelo de regresión, mostrando el impacto positivo de reducir errores en el ambiente de trabajo sobre la productividad.

4.1.4 Conclusión de los resultados de los coeficientes del modelo de regresión

Estos coeficientes nos dieron relaciones valiosas sobre como las prácticas de gestión influyen en la productividad del personal técnico y obrero.

4.1.5 Coeficiente de Determinación R^2

El R^2 del modelo es 0.942, lo que significa que el modelo explica el 94.2% de la variabilidad en la evaluación de la productividad personal. Este alto R^2 sugiere que nuestro modelo ajusta muy bien los datos, aunque debemos ser cautelosos con la interpretación debido a la posibilidad de sobreajuste.

4.1.6 Análisis de Tendencias

Las estadísticas descriptivas de cada variable muestran una distribución relativamente homogénea con poca variación entre los valores mínimos y máximos.

Conclusiones

1. **Interrelaciones Fuertes:** Las fuertes correlaciones positivas entre las variables sugieren que mejoras en un área de gestión pueden estar asociadas con mejoras en otras áreas, lo que apoya la implementación de estrategias integradas de gestión.
2. **Impacto Significativo de las Herramientas Visuales:** El uso de herramientas de gestión visual parece tener un impacto significativo en la productividad, lo que sugiere que debería ser un foco principal de las intervenciones de mejora.
3. **Negatividad en Mejoras de Coordinación:** El coeficiente negativo para las mejoras en coordinación, en contraste con su correlación positiva con otras variables, podría indicar una posible multicolinealidad en el modelo o podría sugerir que, en un ambiente donde todas las variables son altamente positivas, las mejoras de coordinación tienen menos espacio para influir adicionalmente en la productividad personal.
4. **Recomendaciones Estratégicas:** Aumentar la frecuencia y efectividad de las sesiones de planificación, invertir en capacitación y herramientas para la gestión visual, y continuar monitoreando y evaluando la eficacia de estas prácticas regularmente para asegurar que contribuyan efectivamente a la mejora de la productividad.

4.1.7 Análisis Descriptivo

OBJETIVO GENERAL:

Determinar la importancia de la implementación de la planificación colaborativa usando la metodología Last Planner System y la gestión visual (R.V) en la mejora de la eficiencia del personal técnico de residencia en la ejecución del Proyecto Medicina Humana-UNSH.

Objetivo Específico 1.

Determinar el grado de influencia de la implementación colaborativa (Pull-Planning) que tendrá un rendimiento eficiente del personal técnico en el proyecto Medicina Humana UNSCH 2024.

Tenemos los resultados de la obra de medicina Humana de los meses de marzo, abril y mayo por el sistema tradicional.

Figura 35. Nivel de productividad del avance de obra con el sistema tradicional a nivel general de la obra.

GRAFICOS DE CONTROL Y CURVA "S" DE AVANCE DE OBRA								
MES EVALUADO: MAYO 2024								
PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE FORMACIÓN PROFESIONAL EN LA ESCUELA DE MEDICINA HUMANA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE LA UNSCH DISTRITO DE AYACUCHO - PROVINCIA DE HUAMANGA - DEPARTAMENTO DE AYACUCHO"								
AVANCE FISICO RESPECTO AL PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO								
MES	PROGRAMADO		EJECUTADO		PROGRAMADO ACUMULADO		EJECUTADO ACUMULADO	
	VALORIZADO	%	VALORIZADO	%	VALORIZADO	%	VALORIZADO	%
INICIO	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
Set-23	265.762.27	0.46%	568.416.87	0.97%	265.762.27	0.46%	568.416.87	0.97%
Oct-23	686.593.53	1.18%	398.127.76	0.68%	954.265.80	1.64%	966.554.63	1.66%
Nov-23	1.263.843.98	2.17%	1.091.233.78	1.87%	2.218.109.77	3.80%	2.057.788.41	3.53%
Dic-23	1.421.287.61	2.44%	858.726.61	1.47%	3.639.507.39	6.24%	2.916.515.02	5.00%
Ene-24	1.590.084.01	2.73%	1.276.226.06	2.19%	5.229.591.40	8.97%	4.192.741.08	7.19%
Feb-24	1.756.707.44	3.06%	1.420.909.50	2.43%	7.016.298.84	12.03%	5.613.650.58	9.62%
Mar-24	1.955.992.19	3.23%	1.828.987.09	2.92%	8.962.291.02	15.26%	7.140.217.67	12.24%
Abr-24	1.952.149.42	3.18%	1.544.264.81	2.59%	10.954.436.45	18.61%	8.684.482.48	14.89%
May-24	1.984.767.79	3.48%	1.594.888.11	2.73%	12.939.204.23	22.01%	10.279.370.99	17.62%
Jun-24	2.029.876.84	3.48%			14.869.081.08	25.49%		
Jul-24	2.138.150.08	3.67%			17.007.231.16	29.16%		
Ago-24	2.312.927.37	3.97%			19.320.158.54	33.12%		
Sep-24	2.344.149.40	4.02%			21.664.307.94	37.14%		
Oct-24	2.365.371.93	4.09%			24.029.679.87	41.19%		
Nov-24	2.378.509.44	4.08%			26.408.189.31	45.27%		
Dic-24	2.406.787.34	4.13%			28.814.976.65	49.40%		
Ene-25	2.416.324.72	4.14%			31.230.279.36	53.54%		
Feb-25	2.419.232.78	4.15%			33.649.512.14	57.69%		
Mar-25	2.491.235.97	4.27%			36.140.748.11	61.96%		
Abr-25	2.523.997.74	4.33%			38.664.745.85	66.28%		
May-25	2.548.108.04	4.37%			41.212.853.89	70.65%		
Jun-25	2.617.196.37	4.48%			43.830.050.26	75.14%		
Jul-25	4.842.129.28	8.30%			48.672.179.54	83.44%		
Ago-25	9.660.997.21	16.56%			58.333.176.76	100.00%		
TOTAL	58.333.176.76	100.00%	1.594.888.11	2.73%	58.333.176.76	100.00%	10.279.370.99	17.62%

Fuente: Información extraída de la curva S-Expediente Técnico 2024.

Figura 36. Nivel de productividad del avance de obra con el sistema tradicional a nivel general de la obra.



Fuente: Información extraída del expediente técnico- 2024.

Tenemos los datos -abril-junio 2024 Bloque B

TP	TC	TNC	TOTAL	TRABAJO CONTRIBUTORIO						TRABAJO NO CONTRIBUTORIO							
				T	L	I	M	X	V	O	E	R	D	Y			
30.00%	20.20%	49.80%	100%	23%	22%	22%	17%	17%	17%	15%	15%	18%	19%	13%	19.00%	SEMANA 01	MAR25-27
29.00%	20.20%	50.80%	100%	24%	18%	23%	17%	19%	17%	17%	20%	18%	14%	17%	17.00%	COLOCADO DE ACERO	
30.00%	20.20%	49.80%	100%	22%	24%	19%	18%	18%	15%	20%	18%	17%	5%	24.00%			
63.00%	20.20%	16.80%	100%	23%	22%	22%	17%	17%	21%	21%	21%	17%	19%	21%		SEMANA 02	ABR01-05
34.00%	20.20%	45.80%	100%	24%	18%	23%	17%	19%	23%	21%	20%	17%	17%	23%		COLOCADO DE ACERO	
37.00%	20.20%	42.80%	100%	22%	24%	19%	18%	18%	20%	23%	19%	20%	23%	17%			
35.00%	19.20%	45.80%	100%	17%	21%	18%	23%	17%	19%	20%	22%	20%	21%	21%		SEMANA 03	ABR08-12
37.00%	19.80%	43.20%	100%	17%	22%	21%	22%	17%	20%	24%	17%	20%	19%	17%		ENCOFRADO	
22.00%	20.80%	57.20%	100%	22%	23%	23%	18%	18%	17%	24%	21%	24%	22%	20%			
24.00%	20.60%	55.40%	100%	23%	17%	20%	21%	22%	17%	19%	22%	20%	22%	20%		SEMANA 04	ABR15-19
29.00%	21.40%	44.60%	100%	24%	19%	18%	24%	22%	19%	20%	20%	19%	17%	20%		VACIADO DE CONCRETO	
23.00%	21.20%	55.80%	100%	20%	23%	21%	24%	18%	20%	24%	21%	18%	19%	19%			
30.00%	20.00%	50.00%	100%	19%	21%	19%	23%	18%	24%	21%	17%	18%	20%	18%		SEMANA 05	ABR22-26
29.00%	19.00%	52.00%	100%	17%	22%	18%	21%	17%	24%	21%	22%	24%	17%	20%		VACIADO DE CONCRETO	
30.00%	21.60%	48.40%	100%	17%	23%	22%	22%	24%	19%	22%	22%	20%	23%	18%			
30.00%	21.00%	49.00%	100%	23%	20%	17%	24%	21%	19%	24%	22%	20%	24%	24%		SEMANA 06	MAY 06-10
29.00%	21.00%	50.00%	100%	21%	17%	23%	20%	24%	22%	21%	17%	22%	23%	22%		DESENCOFRADO	
30.00%	21.00%	49.00%	100%	22%	24%	20%	17%	22%	18%	19%	23%	19%	17%	18%			
28.00%	20.60%	51.40%	100%	17%	21%	23%	21%	21%	21%	20%	21%	18%	18%	24%		SEMANA 07	MAY13-17
27.00%	19.20%	53.80%	100%	18%	22%	20%	19%	17%	19%	23%	20%	21%	22%	17%		ACTIVIDADES DIARIAS	
28.00%	22.40%	49.60%	100%	23%	24%	24%	17%	24%	19%	24%	22%	20%	21%	24%			
30.00%	20.20%	49.80%	100%	20%	22%	17%	22%	20%	22%	17%	22%	19%	19%	24%		SEMANA 08	MAY 20-24
29.00%	19.60%	51.40%	100%	21%	20%	20%	19%	18%	19%	20%	20%	24%	19%	24%		ENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NV	
30.00%	19.60%	50.40%	100%	19%	18%	19%	19%	23%	22%	21%	22%	24%	23%	20%			
28.00%	20.40%	51.60%	100%	18%	22%	25%	18%	19%	24%	24%	23%	22%	23%	20%		SEMANA 09	MAY 27-31
29.00%	19.80%	51.20%	100%	17%	21%	20%	20%	21%	17%	24%	19%	18%	19%	19%		VACIADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL	
28.00%	20.40%	51.60%	100%	21%	19%	19%	24%	19%	20%	19%	18%	18%	22%	22%			
29.00%	21.20%	49.80%	100%	25%	17%	20%	25%	19%	21%	21%	17%	17%	20%	22%		SEMANA 10	JUN 03-06
29.00%	21.40%	47.60%	100%	24%	24%	23%	24%	22%	24%	19%	18%	24%	19%	18%		DESENCOFRADO LOSA ALIGERADA 2DO NIVEL	
30.00%	20.60%	49.40%	100%	23%	18%	23%	17%	22%	24%	22%	18%	24%	17%	24%			
29.00%	19.20%	51.80%	100%	18%	19%	18%	20%	21%	17%	24%	21%	24%	18%	22%		SEMANA 11	JUN 10-14
27.00%	20.60%	52.40%	100%	19%	17%	24%	24%	19%	22%	17%	23%	23%	23%	24%		OTRAS ACTIVIDADES	
29.00%	21.00%	50.00%	100%	22%	19%	19%	23%	22%	22%	20%	18%	23%	21%	17%			
27.00%	22.00%	51.00%	100%	20%	24%	24%	25%	17%	23%	20%	22%	21%	21%	20%		SEMANA 12	JUN 17-21
27.00%	22.80%	50.20%	100%	22%	25%	24%	24%	19%	24%	18%	23%	22%	24%	17%		OTRAS ACTIVIDADES	
29.00%	22.60%	48.40%	100%	18%	20%	25%	25%	25%	20%	24%	18%	23%	22%	20%			
30.00%	20.20%	49.80%	100%	17%	20%	22%	22%	20%	21%	17%	20%	18%	19%	21%		SEMANA 13	JUN 25-28
30.00%	18.80%	51.20%	100%	18%	17%	17%	19%	23%	24%	17%	18%	21%	24%	23%		ACTIVIDADES GENERALES.	
28.00%	22.40%	49.60%	100%	21%	22%	25%	22%	22%	24%	18%	21%	22%	20%	21%			

Uso del programa Matlab para automatizar el proceso de LBS y LPS:

En primer lugar, como explicamos en la metodología usaremos las metodologías complementarias del sistema Lean Construction, El LBS que nos ayudo para sectorizar de forma mas eficiente enfocando en los lugares IN-SITU en ese caso nos apoyó en el módulo B. Por otro lado, tenemos al Last Planner System(LPS) que nos ayudó a generar hitos y trabajar en equipo durante estos 04 meses(Marzo-Junio) y con esto mejorar la eficiencia de trabajar

en equipo realizando el Look Ahead Planning, Pull Planning y el plan semanal. Se presenta la programación/ código en Matlab con el fin de automatizar el calculo de las ecuaciones empíricas sobre productividad en nuestro presente estudio.

Figura 37. Toma de datos en Matlab.

```
% Paso 1: tomamos los datos de productividad con fechas entre marzo y junio de 2024
data = {
    'Fecha', 'Productividad', 'LPS_Implementado';
    '2024-03-01', 7.5, 0;
    '2024-03-08', 8.0, 0;
    '2024-03-15', 7.8, 0;
    '2024-03-22', 7.7, 0;
    '2024-03-29', 7.6, 0;
    '2024-04-05', 9.0, 0;
    '2024-04-12', 9.2, 0;
    '2024-04-19', 8.8, 0;
    '2024-04-26', 8.9, 0;
    '2024-05-03', 9.1, 0;
    '2024-05-10', 9.5, 1;
    '2024-05-17', 9.7, 1;
    '2024-05-24', 9.6, 1;
    '2024-05-31', 10.0, 1;
    '2024-06-07', 10.2, 1;
    '2024-06-14', 10.5, 1;
    '2024-06-21', 10.7, 1;
    '2024-06-24', 11.0, 1;
    '2024-07-28', 11.5, 1;
    '2024-07-29', 12.0, 1;

% Convertir a tabla
data_table = cell2table(data(2:end,:), 'VariableNames', data(1,:));

% Asegurarse de que las columnas sean tratadas como numéricas
data_table.Productividad = str2double(string(data_table.Productividad));
data_table.LPS_Implementado = str2double(string(data_table.LPS_Implementado));

% Separar los datos en dos grupos
antes_LPS = data_table.Productividad(data_table.LPS_Implementado == 0);
despues_LPS = data_table.Productividad(data_table.LPS_Implementado == 1);

% Calcular estadísticas descriptivas
media_antes = mean(antes_LPS);
media_despues = mean(despues_LPS);

std_antes = std(antes_LPS);
std_despues = std(despues_LPS);
```

```

% Mostrar resultados
fprintf('Productividad antes de LPS: media = %.2f, desviación estándar = %.2f\n', media_antes, std_antes);
fprintf('Productividad después de LPS: media = %.2f, desviación estándar = %.2f\n', media_despues, std_despues);

% Diagrama 01: Gráfico de barras comparando la productividad
figure;
bar([media_antes, media_despues]);
set(gca, 'xticklabel', {'Antes de LPS', 'Después de LPS'});
ylabel('Productividad');
title('Comparación de Productividad antes y después de LPS');

% Diagrama 02: Gráfico de histogramas para visualizar la dispersión de los datos
figure;
hold on;
histogram(antes_LPS, 'FaceColor', 'r');
histogram(despues_LPS, 'FaceColor', 'b');
hold off;
xlabel('Productividad');
ylabel('Frecuencia');
legend({'Antes de LPS', 'Después de LPS'});
title('Histograma de Productividad antes y después de LPS');

% Ajustar un modelo de regresión lineal manualmente
X = data_table.LPS_Implementado; % 0 o 1, indicando si se implementó LPS
y = data_table.Productividad;
X = [ones(length(X), 1), X]; % Añadir una columna de unos para el término de intercepción
b = X\y; % Coeficientes de regresión

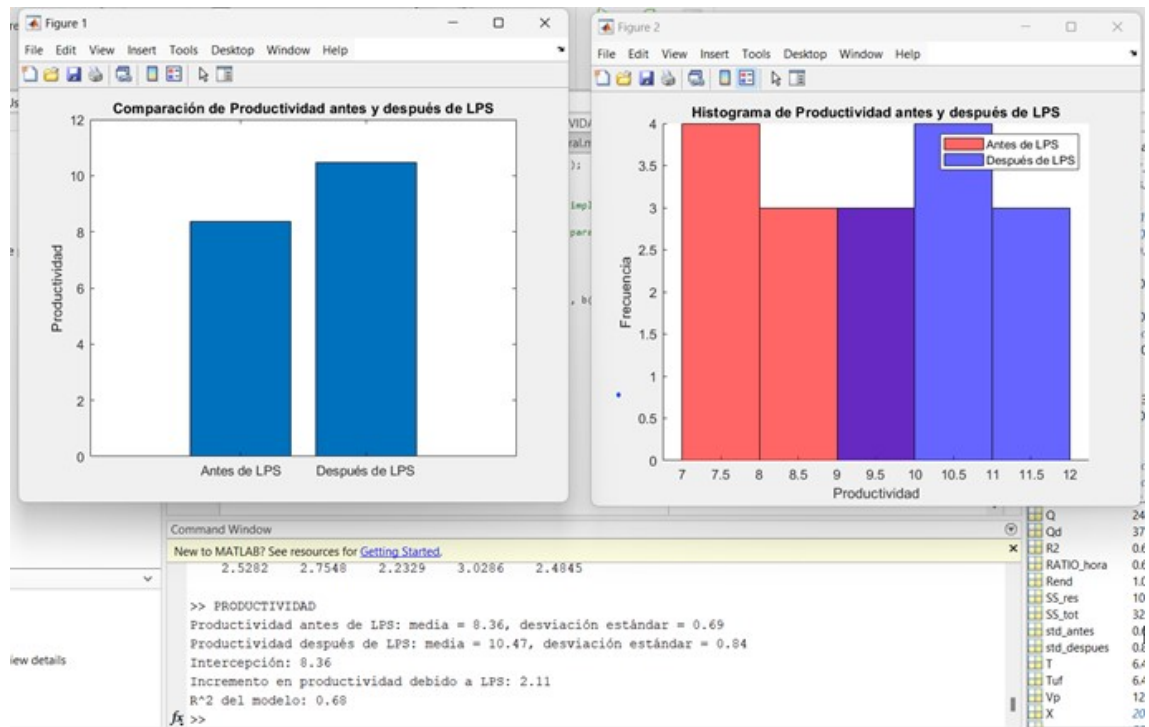
% Mostrar resultados del modelo
fprintf('Intercepción: %.2f\n', b(1));
fprintf('Incremento en productividad debido a LPS: %.2f\n', b(2));

% Calcular R^2 manualmente
y_pred = X * b;
SS_res = sum((y - y_pred).^2);
SS_tot = sum((y - mean(y)).^2);
R2 = 1 - (SS_res / SS_tot);

fprintf('R^2 del modelo: %.2f\n', R2);

```

Resultados que se obtienen:



Ahora programamos los gráficos de correlación de las variables.

De acuerdo a las ecuaciones empíricas se calcula la duración de la actividad partida por partida:

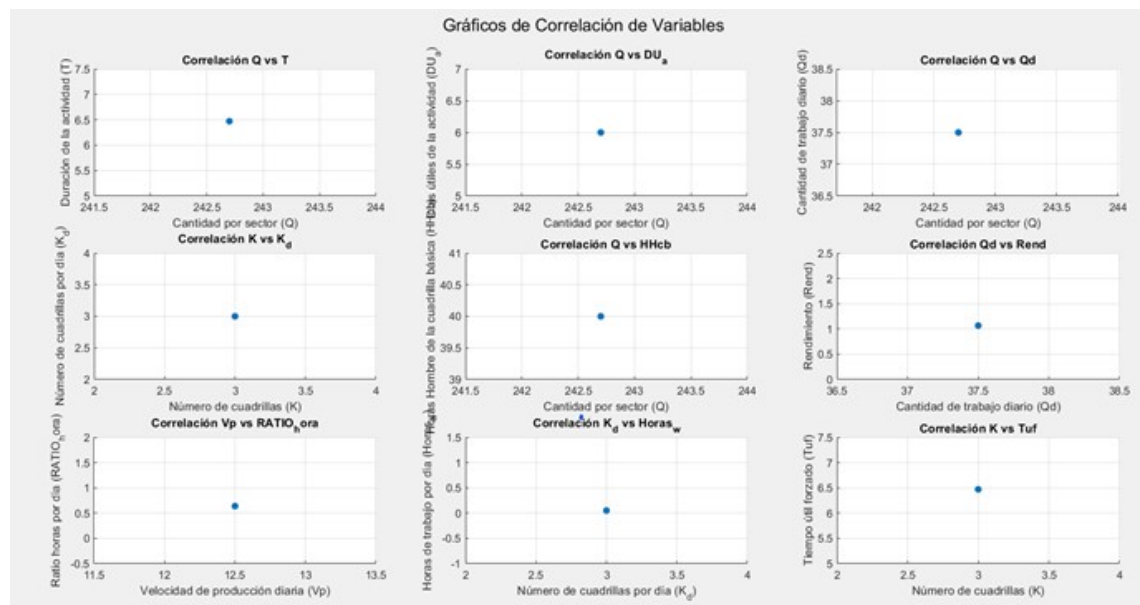
Figura 38. Programación de todas las ecuaciones mostradas en la metodología para automatizar el cálculo.

```
% Autor: Gabriel Pillaca Leon
% Descripción: Programa para automatizar la planificación de la construcción con gráficos de correlación

% Entradas
Q = 242.7; % Cantidad por sector (und)
K = 3; % Número de cuadrillas (und)
Vp = 12.5; % Velocidad de producción por día (und/día)
DU_f = 10; % Días útiles de fase (días)
Na = 5; % Número de actividades dentro de la fase (días)
DAf = 2; % Días amortiguados en la fase anterior (días)
HH_jornada = 8; % Horas de trabajo por día (horas)
N_ob = 5; % Número de obreros en la cuadrilla básica (und)

% Cálculos
T = Q / (K * Vp); % Duración de la actividad por sector (días)
DU_a = DU_f - Na - 1 + DAf; % Días útiles de la actividad (días)
Qd = Q / T; % Cantidad de trabajo diario (und/día)
K_d = Qd / Vp; % Número de cuadrillas por día de trabajo (und)
HHcb = N_ob * HH_jornada; % Horas Hombre de la cuadrilla básica (HH)
Rend = HHcb / Qd; % Rendimiento o ratio programado (HH/und)
RATIO_hora = HH_jornada / Vp; % Ratio horas por día (Horas/und)
Horas_w = (RATIO_hora * K_d) / Qd; % Horas de trabajo por día (Horas)
Tuf = Q / (K * Vp); % Tiempo útil forzado (días)
```

Figura 39. Resultados obtenido de la correlación de variables.



Calculo de la productividad diaria por trabajador en total 33 trabajadores del modulo B. Teniendo La data de los 33 trabajadores, calculamos el promedio de productividad de los 33 trabajadores:

Figura 40. Resultados obtenidos de la programación de la actividad programada.

>> COMPLEMENTO

Duración de la actividad por sector (T): 6.47 días
Días útiles de la actividad (DU_a): 6.00 días
Cantidad de trabajo diario (Qd): 37.50 und/día
Número de cuadrillas por día de trabajo (K_d): 3.00
Horas Hombre de la cuadrilla básica (HHcb): 40.00 HH
Rendimiento o ratio programado (Rend): 1.07 HH/und
Ratio horas por día (RATIO_hora): 0.64 Horas/und
Horas de trabajo por día (Horas_w): 0.05 Horas
Tiempo útil forzado (Tuf): 6.47 días

>> COMPLEMENTO

Duración de la actividad por sector (T): 6.47 días
Días útiles de la actividad (DU_a): 6.00 días
Cantidad de trabajo diario (Qd): 37.50 und/día
Número de cuadrillas por día de trabajo (K_d): 3.00
Horas Hombre de la cuadrilla básica (HHcb): 40.00 HH
Rendimiento o ratio programado (Rend): 1.07 HH/und
Ratio horas por día (RATIO_hora): 0.64 Horas/und
Horas de trabajo por día (Horas_w): 0.05 Horas
Tiempo útil forzado (Tuf): 6.47 días

>> COMPLEMENTO

Duración de la actividad por sector (T): 6.47 días
Días útiles de la actividad (DU_a): 6.00 días
Cantidad de trabajo diario (Qd): 37.50 und/día
Número de cuadrillas por día de trabajo (K_d): 3.00
Horas Hombre de la cuadrilla básica (HHcb): 40.00 HH
Rendimiento o ratio programado (Rend): 1.07 HH/und
Ratio horas por día (RATIO_hora): 0.64 Horas/und

Figura 41. *Resultados productividad con LPS antes y después.*

```

Productividad antes de LPS: media = 8.36, desviación estándar = 0.69
Productividad después de LPS: media = 10.47, desviación estándar = 0.84
Intercepción: 8.36
Incremento en productividad debido a LPS: 2.11
R^2 del modelo: 0.68
> productividadgeneral
Productividad diaria por trabajador:
    2.5000    2.7500    2.2500    3.1250    2.5000
    2.4444    2.6667    2.1111    3.0000    2.3333
    2.5714    2.8571    2.4286    3.1429    2.7143
    2.6250    2.8750    2.2500    3.0000    2.5000
    2.5000    2.6250    2.1250    2.8750    2.3750

Productividad media:
    2.5282    2.7548    2.2329    3.0286    2.4845

> productividadgeneral
Productividad diaria por trabajador:
    2.5000    2.7500    2.2500    3.1250    2.5000
    2.4444    2.6667    2.1111    3.0000    2.3333
    2.5714    2.8571    2.4286    3.1429    2.7143
    2.6250    2.8750    2.2500    3.0000    2.5000
    2.5000    2.6250    2.1250    2.8750    2.3750

```

Figura 42. Resultado promedio de productividad de los 33 trabajadores.

>> productividadgeneral

Productividad diaria por trabajador:

3.0000	2.1111	2.6250	2.6667	3.1250
3.2500	2.5714	3.7143	2.7500	3.7143
3.7143	3.0000	3.0000	2.1111	3.3750
2.1111	2.2500	3.5714	2.7500	3.1250
3.2857	2.4444	2.6250	2.0000	3.2857
3.2857	3.1429	3.5714	2.4286	3.0000
2.7500	2.8889	3.1250	2.8889	3.2857
3.7143	2.7500	2.6250	3.2857	1.8889
2.3750	2.6250	2.1111	3.0000	2.5714
2.5000	3.4286	2.7778	2.6667	2.8889
2.0000	3.1250	3.3750	3.2857	3.1429
3.0000	2.7500	2.8571	3.5714	3.7143
3.4286	2.8571	3.4286	3.7143	2.7143
2.4444	2.2500	3.0000	3.0000	2.8750
3.4286	3.2857	3.2500	1.8889	2.5556
2.7500	2.3750	3.1250	3.2500	2.1250
3.0000	2.1250	2.2500	2.5556	2.8750
2.4444	3.5714	2.8889	3.0000	2.5000
3.0000	2.7143	3.0000	3.1429	2.1250
2.4444	2.6250	2.4444	2.7500	2.4444
3.8571	3.4286	3.2500	3.1250	2.3750
2.1111	2.2222	3.2857	2.1111	2.0000
2.2500	2.7778	2.5714	3.1429	2.7143
2.2500	2.3333	2.3750	3.2500	2.0000
1.8889	3.0000	2.3333	2.8750	2.7143
2.6250	3.0000	3.1250	3.2500	2.4286
3.0000	3.0000	3.7143	2.7778	2.8750

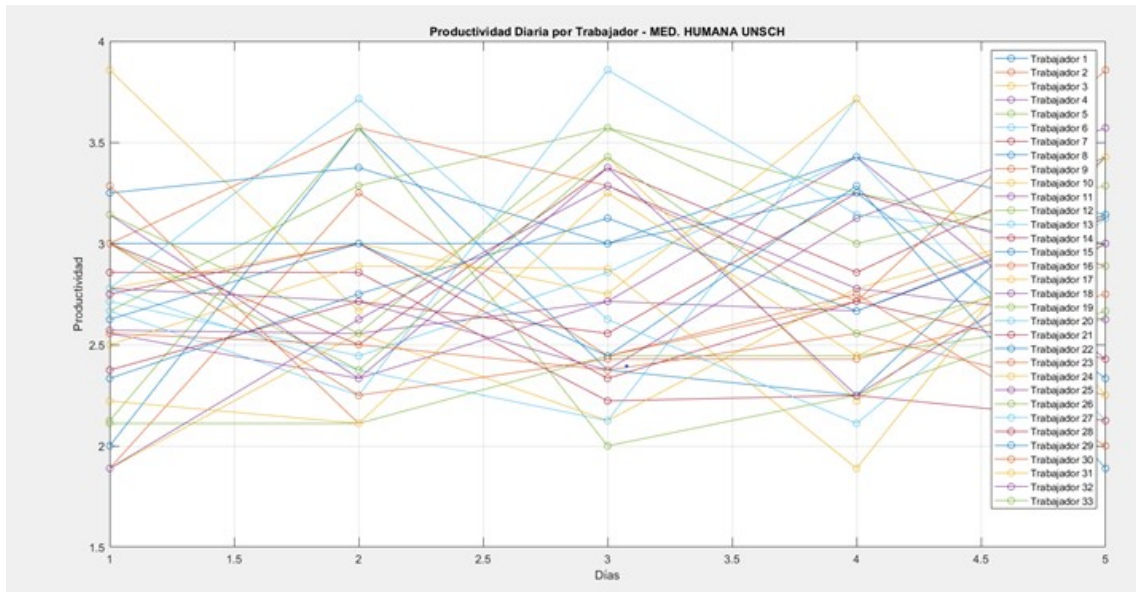
Figura 43. *Resultados obtenidos de productividad media por trabajador.*

Productividad media por trabajador:

2.7056
3.2000
3.0401
2.7615
2.7282
3.0857
2.9877
2.8528
2.5365
2.8524
2.9857
3.1786
3.2286
2.7139
2.8817
2.7250
2.5611
2.8810|
2.7964
2.5417
3.2071
2.3460
2.6913
2.4417
2.5623
2.8857
3.0734
2.8492

•

Figura 44. *Grafico de representación de la productividad media por trabajador.*



A nivel general, se presentaron los procesos productivos de los 33 trabajadores en el bloque B. Ahora como parte de la implementación del sistema del ultimo planificador (Last Planner System) para ser más preciso se realizó la investigación en el bloque B (2do piso).

En Comparación entre el **proceso de construcción de Columnas del módulo B(2do Piso-08 columnas)** proyectado (**Usando el análisis de los costos unitarios y expediente técnico**) vs construcción de las columnas del 2do piso del módulo B usando la metodología del **Last Planner System** durante los meses de abril, mayo y junio del 2024.

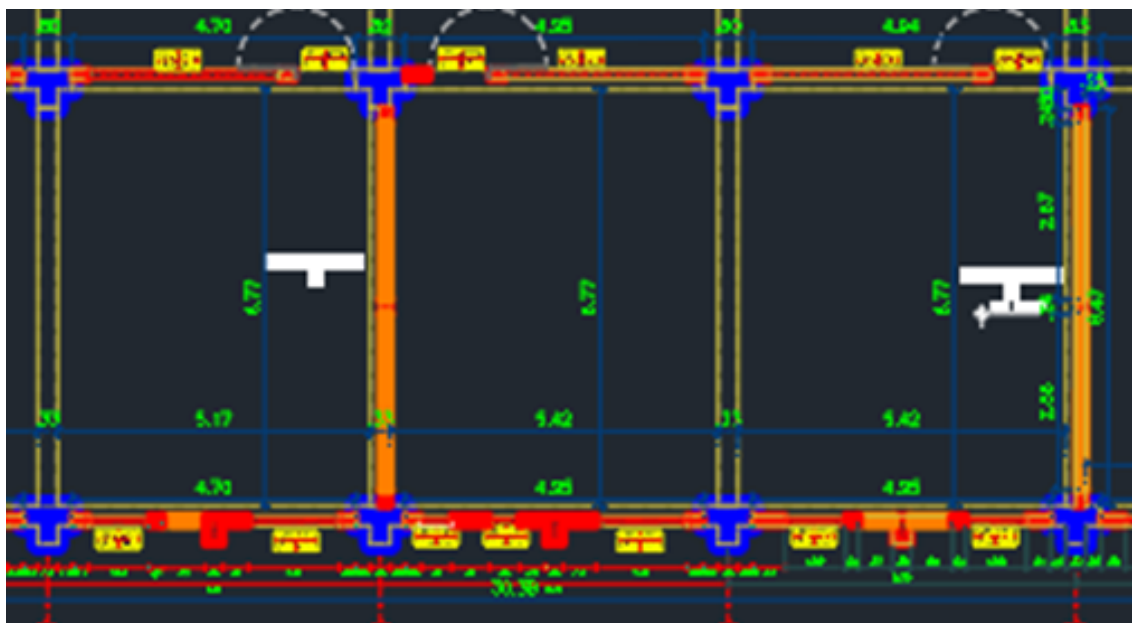
A continuación, se hará una explicación mas detallada como se mejoró la productividad, con el objetivo de anexarlo a la conclusión 1.

Primero necesitamos entender que para mejorar o comparar una muestra necesitamos estudiar la misma muestra o área de estudio de 2 diferentes formas, una de ellas aplicando la metodología LPS y la otra sin aplicar dicha metodología. De preferencia esta muestra debe ser lo más parecida posible ya que con ello nos aseguramos de que la metodología a aplicar sea lo más verídica posible. En nuestro caso utilizamos la misma muestra o área de estudio que se detalla a continuación:

Área de estudio: Tenemos un total de 08 columnas en el 2do piso del módulo B (Una parte del módulo B) durante el mes de mayo. (La precisión de las fechas se detallará a continuación)

Podemos observar del expediente técnico tenemos:

Figura 45. Adjuntamos las 08 columnas del 2do piso del Bloque B.



Fuente: Expediente Técnico 2024

En este caso lo que vamos a realizar será comparar las mismas partidas(COLOCADO DE ACEROS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO Y VACIADO DE CONCRETO de la misma área de estudios(08 columnas del Bloque B del segundo piso).A continuación lo primero que haremos será calcular los rendimientos proyectados en el expediente técnico de esas 03 partidas y luego comparamos las mismas partidas pero usando la metodología Last Planner System insitu).Es importante resaltar en este punto que el expediente técnico proyectado en meses anteriores junto con lo ejecutado está en desbalance, esto quiere decir que no se está avanzando lo que se proyecta que es algo muy común en obras por administración directa ya que una principal razón es que su personal obrero no se encuentra capacitado formalmente o simplemente no debería cumplir esa función, esto se debe mayoritariamente a que estos obreros ingresan a la obra a través de temas políticos entre otros lo que genera que rara vez se cumpla o este en sinergia el avance físico real con el avance proyectado. Bajo esta premisa, el hecho de si quiera llegar a la igualdad del avance proyectado y el avance ejecutado usando la metodología de LPS ya sería un argumento solido de mejora de productividad ya que como vemos en anteriores mese ni siquiera se esta llegando el avance físico a lo proyectado. Con esto aclarado, procedemos a extraer la información del expediente técnico proyectado:

COLOCADO DE ACEROS:

Partida	02.05.04.01	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 EN COLUMNAS					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 220.0000	EQ. 220.0000	Costo unitario directo por : kg			9.03
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0364	26.51	0.96	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0364	20.83	0.76	
						1.72	
	Materiales						
0202040009	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.0600	6.50	0.39	
0202970043	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0000	6.87	6.87	
						7.26	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.72	0.05	
						0.05	

Cantidad de personal de Cuadrilla:

01 operario.

01 oficial.

Rendimiento 220 kg/día. (Esto lo sacamos del expediente técnico-Análisis de costos unitarios)

Metrado de Acero corrugado: 1530.032kg

Se adjunta el Metrado del acero como evidencia (x8 columnas)

METRADO ACERO X8 COLUMNAS							
Acero	Ø	N° de veces	Cant	Long	Total	Densidad	Total(kg)
vert 1	3/4	8	6	3.8	182.4	2.23	406.752
vert2	5/8	8	13	3.8	395.2	1.55	612.56
Esribos	3/8	8	30	3.8	456	0.56	510.72
				TOTAL	1530.032	kg	

Total de días: Metrado/Rendimiento = 6.954 días.

Explicación: Lo que realizamos fue generar el metrado del expediente técnico y ya que teníamos el rendimiento lo que hicimos fue dividir estos dos para sacar el número de días hábiles en que demorara en construirse esta partida. Una vez obtenido ello procederemos a comparar cuanto salió en días hábiles aplicando LPS y cuanto salió sin aplicar para dicha muestra.

Lo mismo haremos con la siguiente partida:

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS:

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0801002	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE FORMACION PROFESIONAL EN LA FACULTAD DE MEDICINA HUMANA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA MODULOS UNSCH - AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO						Fecha presupuesto	16/08/2023
Subpresupuesto	002	ESTRUCTURA							
Partida	02.05.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : m2				90.98	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO			hh	1.0000	1.0000	26.51	26.51	
0147010003	OFICIAL			hh	1.0000	1.0000	20.83	20.83	
0147010004	PEON			hh	0.5000	0.5000	18.84	9.42	
								56.76	
	Materiales								
0202010065	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"			kg		0.1700	6.50	1.11	
0202050052	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8			kg		0.3000	6.50	1.95	
0243010003	MADERA TORNILLO			p2		5.1600	5.71	29.46	
								32.52	
	Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	56.76	1.70	
								1.70	

Mano de Obra:

01 operario

01 oficial

01 peón.

Rendimiento: $8m^2/día$.

Metrado de encofrado:

$$2.3 \times 3.6 \times 8 = 66.24m^2$$

$$METRADO/RENDIMIENTO = 8.28 \text{ días.}$$

Y por último con esta:

CONCRETO EN COLUMNAS:

Partida	02.05.04.03	CONCRETO EN COLUMNAS f'c=210 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : m3			693.08
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	2.0000	26.51	53.02	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	2.0000	20.83	41.66	
0147010004	PEON	hh	8.0000	8.0000	18.84	150.72	
						245.40	
Materiales							
0205000042	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - 3/4"	m3		0.7000	90.00	63.00	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.6300	113.00	71.19	
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	bol		9.2000	30.00	276.00	
0239050100	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.2300	4.23	0.97	
						411.16	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	245.40	12.27	
0348010081	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	0.7500	0.7500	11.02	8.27	
0348010086	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	1.0000	8.48	8.48	
0349070001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	1.0000	7.50	7.50	
						36.52	

Mano de obra:

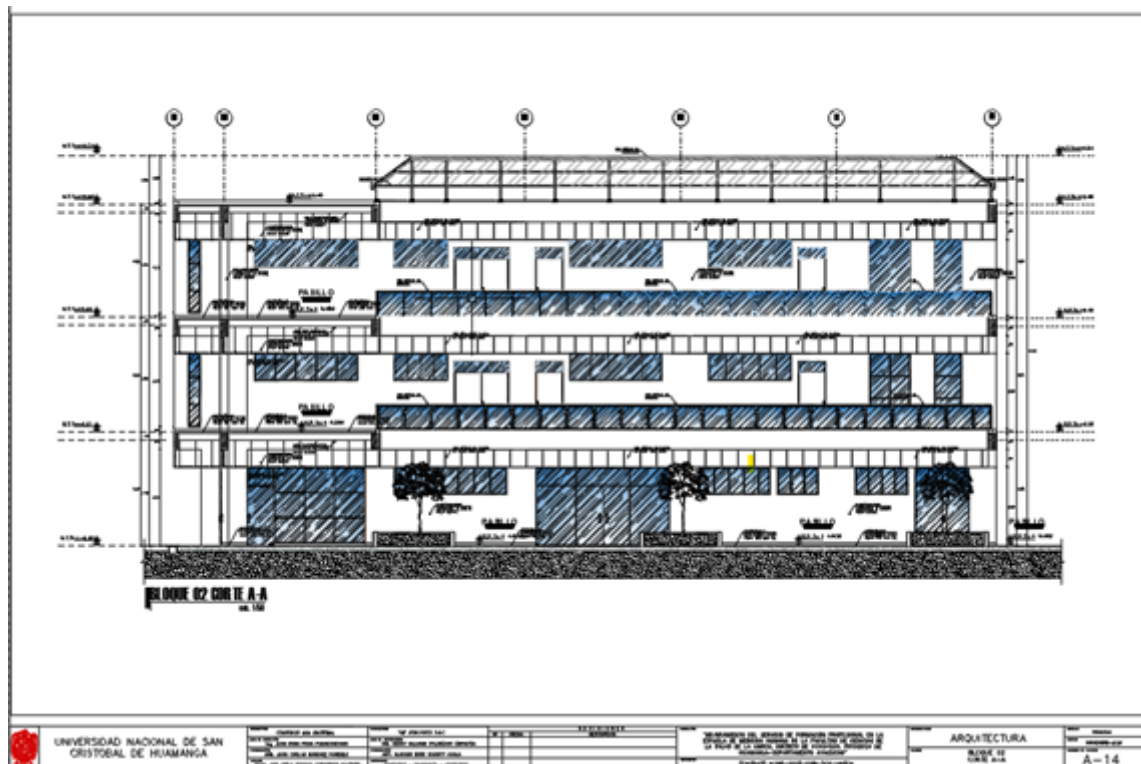
02 operarios

02 oficiales

Cantidad de Días = $9.504/8=1.188$ días.

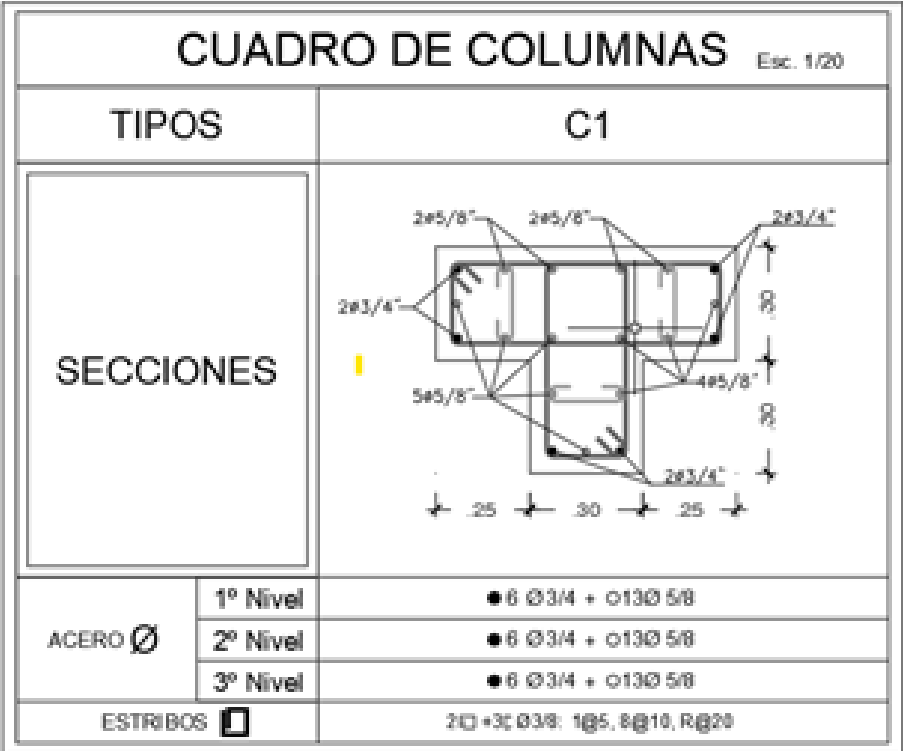
[illegible]

Figura 47. Se adjunta Corte A-A Arquitectura Bloque B.



Fuente: Expediente Técnico 2024

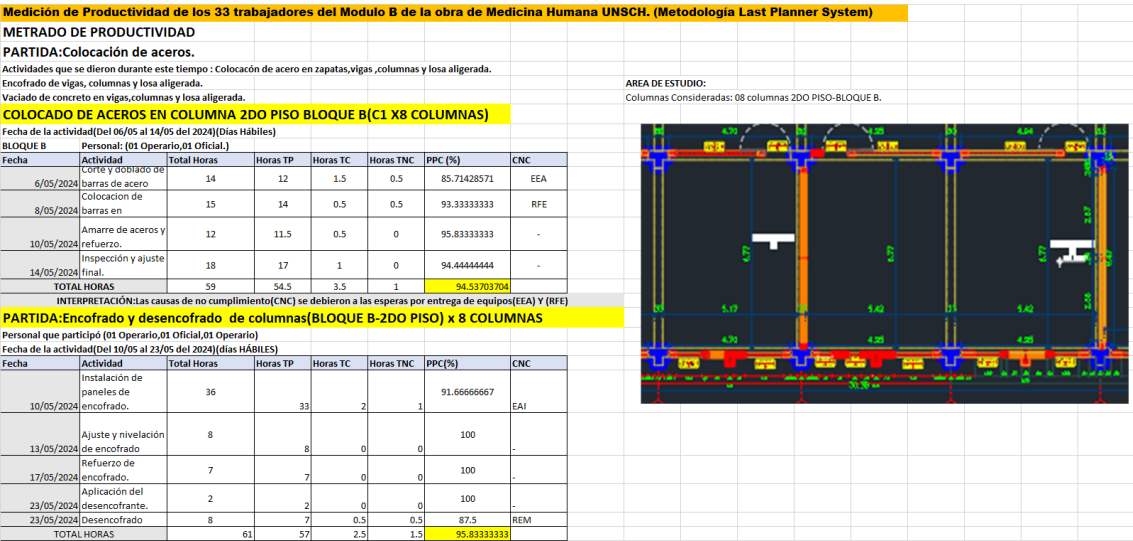
Figura 48. Se adjunta el cuadro de columnas de las columnas del bloque B



Fuente: Expediente Técnico 2024

Ahora vamos a utilizar la metodología de Last Planner System para esta muestra para ello durante las fechas establecidas como se muestra en la figura se tomaron esos datos reales: **Productividad usando la Metodología Last Planner System (para la misma área de estudio en este caso las 08 columnas del bloque B de la obra Medicina Humana UNSCH)**

Figura 49. Se adjunta los metrados de colocado de acero en columna y Encofrado y desencofrado en la misma área de estudio.



Observamos que el plan de porcentaje completado (PPC) es del 94.53%, para la partida de colocado de aceros en la columna y para la partida de encofrado y desencofrado de columnas fue de 95.83% (PPC)

Figura 50. Se adjunta los metrados de vaciado de concreto en el área de estudio.

PARTIDA:Vaciado de concreto en columnas,vigas y Losa(BLOQUE B- 2DO PISO X8 COLUMNAS)							
Personal que participó (02 Operarios,02 Oficiales,08 PEONES)							
Fecha de la actividad(22/05 el 2024)							
Fecha	Actividad	total Horas	Horas TP	Horas TC	Horas TNC	PPC(%)	CNC
22/05/2024	Colocación y nivelación de concreto.	4	3	0.5	0.5	75	ELC
22/05/2024	Vibrado de concreto	2	2	0	0	100	-
22/05/2024	Acabado superficial del concreto.	2	1.5	0	0.5	75	RPL
TOTAL DE HORAS		8	6.5	0.5	1	83.33333333	

El PPC del vaciado de concreto en columnas fue de 83.33%

Figura 51. Se adjunta el resumen de partidas de la aplicación del Last Planner System.

RESUMEN DE PARTIDAS APLICACIÓN DE LAST PLANNER SYSTEM:							
Se sabe que:							
El total de horas programables para la partida de COLOCACION DE ACEROS es de:							
59h							
convertidos a días útiles equivale a:							
7.375 días útiles.							
De donde obtenemos que el PPC(porcentaje del plan cumplido es de:							
94.53%(PROGRAMADO)							
0.9453 6.9715875							
Equivale a que se logro ejecutar 6.97 días de lo programado, con un porcentaje de partidas cumplidas de 94.53%							
SUSTENTACIÓN:							
No se logró alcanzar el 100% del PPC debido a que tuvimos como causa de no cumplimiento esperas por entrega de aceros y retraso debido a falta de equipos, donde se desperdicio 30 minutos.							
PARA LOGRAR UNA PARTIDA COMPLETADA AL 100% SE REQUIRIÓ:(7.375)-(7.375-6.97) DÍAS ÚTILES.							
7.778125 DÍAS ÚTILES.							
Se sabe que:							
El total de horas programables para la partida de ENCOFRADOS Y DESENCOFRADOS PARA 8 COLUMNAS DEL BLOQUE B-2DO PISO es de:							
61h							
convertidos a días útiles equivale a:							
7.625 días útiles.							
De donde obtenemos que el PPC(porcentaje del plan cumplido es de:							
95.83%(PROGRAMADO)							
0.9583 7.3070375							
Equivale a que se logro ejecutar 7.307 días de lo programado, con un porcentaje de partidas cumplidas de 95.83%							
SUSTENTACIÓN:							
No se logró alcanzar el 100% del PPC debido a que tuvimos como causa de no cumplimiento debido a que tuvimos esperas por aprobación de inspección y reprocesos por errores de montaje.							
PARA LOGRAR UNA PARTIDA COMPLETADA AL 100% SE REQUIRIÓ:(7.625)-(7.625-7.307) DÍAS ÚTILES.							
7.9429625 DÍAS ÚTILES.							
Se sabe que:							
El total de horas programables para la partida de VACIADO DE CONCRETO PARA 8 COLUMNAS DEL BLOQUE B-2DO PISO es de:							
8h							
convertidos a días útiles equivale a:							
1 días útiles.							
De donde obtenemos que el PPC(porcentaje del plan cumplido es de:							
83.33%(PROGRAMADO)							
0.8333 0.8333							
Equivale a que se logro ejecutar 0.83 días de lo programado, con un porcentaje de partidas cumplidas de 83.33%							
SUSTENTACIÓN:							
No se logró alcanzar el 100% del PPC debido a que tuvimos como causa de no cumplimiento debido a que tuvimos esperas por aprobación de inspección y reprocesos por errores de montaje.							
PARA LOGRAR UNA PARTIDA COMPLETADA AL 100% SE REQUIRIÓ:(1)-(1-0.833) DÍAS ÚTILES.							
1.1667 DÍAS ÚTILES.							

Como podemos observar en el resumen de partidas ya que tenemos los días útiles que van a demorarse en construir esa partida según el expediente técnico proyectado y una vez hallando los días útiles que se demoró usando la metodología LPS nos sale lo siguiente:

Colocado de aceros :7.778 días útiles. (100% PPC)

Encofrado y desencofrados:7.942 días útiles(100% PPC)

Vaciado de concreto:1.1667 días útiles (100% de PPC)

Esto nos quiere decir que se demoraron en total ese tiempo de días útiles utilizando la metodología LPS, ahora lo que vamos a realizar es comparar con los días útiles que obtuvimos del expediente técnico y ver donde se avanzo mas o menos. Recordando que

lo que nuestra tesis busca como objetivo es encontrar un grado de correlación entre estas variables los cuales son la implementación de este sistema y la productividad que produce no importando si sea de tipo negativo o positivo, lo importante es que tenga un tipo de correlación. Entonces continuando con esta comparativa conseguimos lo siguiente:

Figura 52. Comparativa de Productividad entre Last Planner System y el proyectado en el expediente técnico-Bloque B (08 Columnas) 2do piso.

COMPARATIVA DE PRODUCTIVIDAD ENTRE LAST PLANNER SYSTEM Y EL PROYECTADO EN EL EXPEDIENTE TECNICO- BLOQUE B (8 COLUMNAS) 2DO PISO.									
COLOCACION DE ACEROS EN ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNA/ VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS									
PROYECTADO EXPEDIENTE	LPS	PROYECTADO EXPEDIENTE	LPS			PROYECTADO EXPEDIENTE	LPS		
6.954	7.778	8.28	7.94			1.18	1.1667		
USANDO LA FORMULA PARA CALCULAR EL PORCENTAJE DE MEJORA:									
$\text{Porcentaje de Mejora} = \left(\frac{\text{Producción Después de LPS} - \text{Producción Antes de LPS}}{\text{Producción Antes de LPS}} \right)$									
11.849295 %		-4.10628019 %				-1.1271186 %			
CONCLUSION:									
Existe una Porcentaje negativa de productividad aplicando LPS para la partida de colocado de aceros, sin embargo podemos observar que para las partidas de Encofrado y Vaciado de concreto, el uso de la metodología generó una mejora mínima con respecto a lo proyectado al expediente técnico.									

Figura 53. Leyenda de TP, TC y TNC.

ENCOFRADOS			
Leyenda de TP , TC, TNC.			
ENCOFRADO.			
1	Montaje de paneles de encofrado	MPE	TP
2	Ajuste y nivelacion de encofrado.	ANE	
3	Aplicación del Desencofrante.	AD	
4	Refuerzo de encofrados	RE	
5	Inspeccion de seguridades de encofrado	ISE	
6	Preparacion y transporte de encofrado	PTE	TC
7	Limpieza y mantenimiento de paneles de encofra	LPE	
8	Organización del area de trabajo.	O	
9	Comunicación y coordianción.	CC	TNC
10	Esperas por aprobación de inspección.	EAI	
11	Retrasos debido a la falta de materiales.	RFM	
12	Reprocesos por errores en el montaje.	REM	
13	Demoras por condiciones climaticas adversas.	DCA	
14	Tiempo de espera para el retiro de encofrados.	TER	
COLOCACIÓN DE ACEROS			
	Corte y doblado de barras	CDB	TP
	Colocacion de barras de acero	CBA	
	Amarre de aceros	AA	
	Colocacion de estribos y anclajes.	CEA	
	Transporte de barras de acero	TBA	TC
	Verificacion de los planos estructurales.	VPE	
	Preparacion y transporte de barras de acero.	PTBA	
	Mantenimiento de herramientas.	MH	TNC
	Esperas por al entrega de acero.	EEA	
	Retrasos debido a la falta de equipos.	RFE	
	Reprocesos por errores de colocación.	REC	
	Condiciones Climaticas Adversas.	CCA	
	Tiempo de espera para la inspeccion.	TEI	
VACIADO DE CONCRETO.			
	Preparacion y limpieza de superficies de encofra	PLE	TP
	Colocación y nivelación de concreto.	CNC	
	Vibrado de concreto	VC	
	Revisión de calidad del concreto	RCC	
	Acabado superficial del concreto.	ASC	TC
	Transporte del concreto al sitio del vaciado.	TC	
	Mantenimiento de equipos de vaciado.	MEV	
	Coordinacion entre cuadrillas	CCL	
	Preparación de juntas de construcción.	PJC	
	Control de suministro de concreto.	CSC	TNC
	Espera por llegada de camiones mezcladores	ELC	
	Interrupciones por fallas en el equipo.	IFE	
	Retroceso debido a problemas logísticos.	RPL	
	Condiciones Climaticas Adversas.	CCA	
	Reprocesos	R	

90

Entonces, podemos observar lo siguiente:

- Existe un **porcentaje negativo de productividad aplicando LPS del 11.84%** para la partida de colocado de aceros con respecto a lo proyectado en el expediente técnico, sin embargo, podemos observar que para las partidas de encofrado y desencofrado de columnas y vaciado de concreto en columnas, el uso de dicha metodología generó una mejora con respecto a lo proyectado en el expediente técnico. (4.10% y 1.127%) sustentado respectivamente en las figuras 10,11 y 12. Esto nos quiere decir que tan solo al implementar en una pequeña parte del proyecto y por un periodo corto de tiempo se ven resultados de productividad que incluso llegan al proyectado y superando por poco (Caso de encofrado y vaciado de concreto), pero que en el colocado de aceros esto se ve en una reducción del 11.84% respecto al proyectado que es prácticamente lo mismo que el ejecutado sin LPS, esto se debe al factor de que se implementó en la obra de forma posterior esta metodología pero justamente por eso están las causas de no cumplimiento (CNC), los alcances de investigación para esta parte de la presente tesis fueron durante el proceso constructivo de las partidas mencionadas (mes de mayo) y se vio un aumento de productividad en 2 de 3 partidas lo cual es un indicativo que la metodología en obras de este tipo tiene mucho potencial en los meses a transcurrir y con esto queda demostrado el grado de correlación existente entre esta metodología LPS y la mejora en la productividad del personal en dichas partidas, por un lado negativo (colocado de acero) y por otro lado positivo (encofrado y vaciado de concreto).
- A pesar de tener un personal más calificado, no se logra llegar a un rendimiento establecido, debido a la mala capacitación y/o función asignada del personal de obra, es decir, el operario no está al 100% capacitado para ejercer dicha función por temas políticos, etc.
- Por otro lado, tampoco se llega a alcanzar los rendimientos estándares debido a que existe una injerencia externa al proceso ingenieril. (Obra por administración directa, procesos burocráticos, etc.)

Calculo del coeficiente de correlación de Pearson para esas 3 partidas:

- **Variable 1 (LPS):**

Colocado de aceros: -1

Encofrado: +1

Vaciado de concreto: +1

- **Variable 2 (Productividad):**

Colocado de aceros: -11.84

Encofrado: 4.11

Vaciado de concreto: 1.127

Calculo del coeficiente de correlacion de Pearson		
	LPS	Productividad
	-1	-0.001184
	1	0.000411
	1	0.01127
R	0.3976753	

4.2 Discusión

Interpretación de los Resultados

- ¿Qué explica la disminución del 11.84% en la eficiencia del personal técnico en el colocado de acero después de implementar LPS y RV con respecto al marco de referencia del expediente proyectado?

La disminución se atribuye a una implementación tardía de dicho sistema, junto con una traba burocrática en términos de que el desafío del proyecto es de tipo Obra por administración directa, otra atribución corresponde a que el operario que se encuentra trabajando en dicha obra no está al 100% capacitado para la función que cumple, es por ello que aunque la planificación este correctamente ejecutado en la medida de lo posible, el hecho que el personal obrero no sea 100% capacitado no va permitir que se ejecuten las partidas en los plazos establecidos.

- ¿Cuáles fueron los factores específicos del LPS y RV que más contribuyeron a estos resultados positivos en las partidas de encofrado y vaciado de concreto en

las columnas con respecto a la proyección del expediente?

Los factores específicos que contribuyeron a esta superación mínima en términos de productividad usando LPS son la correcta planificación y la correcta identificación de los TP,TC y TNC, recordemos que estos son solo los inicios de dicha implementación y que la tendencia indica que existirá un gran avance en mejora de productividad durante el pasar de los meses de ejecución.

Comparación con Estudios Previos

- **¿En qué medida los resultados obtenidos coinciden con los hallazgos de investigaciones anteriores sobre LPS y RV?**

Los resultados brindados por estudios previos tienen cierta relación inicial debido a que por el desafío de implementar una metodología nueva a los inicios se vera una baja productividad e incluso una tendencia negativa como fue el caso de nuestro estudio, sin embargo con el pasar de los meses los estudios indican que esto generara una nueva cultura y aumentara la productividad.

Los resultados son congruentes con estudios previos, como los de [Ballard \(2000\)](#) y [Boton \(2020\)](#), sin embargo recordemos que nuestro estudio aporta un plus debido a que existen numerosos estudios como los mencionados anteriormente que están aplicadas a obras por contrata, sin embargo el presente estudio de implementación esta aplicado a obras por administración directa.

- **¿Qué novedades o diferencias aporta este estudio en comparación con investigaciones anteriores?**

Este estudio aporta evidencia específica del contexto peruano, destacando la efectividad de LPS y RV en un proyecto de construcción en Ayacucho. Además, integra la gestión visual con realidad virtual, representando una combinación más avanzada de tecnologías. Principalmente aporta la novedad que se esta aplicando bajo un contexto de administración directa donde se carece de buena planificación y además se tiene muchas trabas burocráticas.

Implicaciones de los Resultados

- **¿Qué impacto tienen estos resultados en la planificación y ejecución de futuros proyectos de construcción en Ayacucho y otras regiones similares?**

La adopción de LPS y RV puede transformar la gestión de proyectos de construcción, mejorando significativamente la eficiencia, reduciendo desperdicios y retrasos, y elevando la calidad del trabajo. Estos resultados pueden servir como modelo para otros proyectos en la región y más allá.

- **¿Cómo pueden estos hallazgos influir en las políticas y prácticas de las empresas de construcción?**

Las empresas de construcción podrían adoptar LPS y RV como estándares en sus proyectos, fomentando una cultura de mejora continua y colaboración. Esto podría resultar en una mayor competitividad y sostenibilidad en el sector.

Limitaciones del Estudio

- **¿Cuáles son las principales limitaciones de este estudio y cómo podrían haberse mitigado?**

Una de las principales limitaciones es que el estudio se centró en un único proyecto, lo que puede limitar la generalización de los resultados. Para mitigar esto, futuras investigaciones deberían considerar una muestra más amplia de proyectos y contextos diferentes. Sobre todo, el tiempo de estudio.

- **¿Qué aspectos del diseño del estudio podrían mejorarse en investigaciones futuras?**

En futuras investigaciones, sería beneficioso incluir un período de seguimiento a largo plazo para evaluar la sostenibilidad de las mejoras en eficiencia. Además, la incorporación de un análisis de costos más detallado podría proporcionar una visión más completa de los beneficios económicos de implementar LPS y RV.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

1. Se determino que existe una correlación muy baja ($R=0.39$) entre la implementación de la Planificación colaborativa y la gestión visual en el marco que en la partida de Colocación de aceros para 08 columnas del 2do piso se tuvo una productividad negativa del 11.84% con respecto al marco de referencia del expediente técnico proyectado. Sin embargo, para la misma área de estudio, en las partidas de encofrado y vaciado de concreto de logro una mejora en la productividad del 4.10% y 1.127% respectivamente con respecto al proyectado en el expediente. Esto se debe posiblemente a los problemas de implementación tardía de la metodología y por el tipo de obra por administración directa, trabas burocráticas, etc.
2. Se determino que existe un grado de influencia con respecto a la implementación de la planificación colaborativa y la satisfacción y productividad del personal técnico.
3. El plan maestro, generador de hitos en la obra efectivamente tiene un grado de importancia con relación al rendimiento eficiente del personal técnico ya que existe mayor claridad hacia el futuro cercano del proyecto, cuantificado en un porcentaje mínimo (4.10% y 1.127%) para las partidas de encofrado y vaciado de concreto en el proceso constructivo de columnas (08) del bloque B.
4. Finalmente concluimos que el grado de influencia entre la implementación de la gestión visual, usando realidad virtual, imágenes en 3D y realidad aumentada con apoyo de diferentes softwares con respecto al rendimiento eficiente del personal es significativo demostrado en el coeficiente de correlación de Pearson logrando demostrar nuestros objetivos planteados al inicio de la presente tesis.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

1. **Capacitación Continua del Personal:** La implementación de este tipo de nuevas metodologías toma tiempo y sobre todo requiere información de todos los interesados por ello es sumamente necesario capacitarlos continuamente.
2. **Adopción de Tecnología BIM y RV:** Al momento de la integración en su primera fase del sistema LPS siempre hubo contratiempo por parte de los colaboradores de obra, además de problemas por falta de un uso adecuado de tecnologías BIM como tablets, etc. Se recomienda el uso de estos materiales que si bien es cierto puede generar gastos iniciales, sin embargo, al final se generará una mayor productividad.
3. **Mejorar la Comunicación y Colaboración:** Se recomienda fomentar una cultura de comunicación abierta y colaboración entre todos los miembros del equipo de proyecto. Como el equipo de residencia hizo un esfuerzo de implementar este sistema en su etapa inicial es necesario.
4. **Fomento de la Cultura Lean:** Por último, lo más importante es fomentar en nuestro entorno ayacuchano el uso de esta cultura, en nuestra alma mater UNSCH de la misma forma. Es necesario e imprescindible en nuestros días el saber Lean Construction y todo lo que ello implica.

CAPITULO VII: TRABAJOS FUTUROS

- Se plantea que en trabajos futuros se use esta presente tesis para el uso en mas proyectos de la relación del sistema Last Planner System y así se enriquezca el uso en Perú de esta nueva metodología.
- Se espera que se evalúe a largo plazo el impacto de la relación entre la planificación colaborativa y la gestión visual.
- Se puede realizar una comparación de metodologías con el objetivo de enriquecer la información.
- Con el auge de las nuevas tecnologías en construcción se espera poder integrar nuevas tecnologías a este proceso como la Inteligencia Artificial o el internet de las cosas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alkay, E., & Watkins, C. (2023). *Effectiveness of the new planning system in transforming housing markets in turkey*. Town Planning Review, 1–22.
- Alpízar-Ávalos, G. d. I. Á. (2017). Aplicación de lean construction a través de la metodología last planner a proyectos de vivienda social de fuprovi.
- Amorim, A. (2016). *Desenvolvimento de uma ferramenta de gestao visual para controle de produtividade de obras*. . Universidad Federal Fluminense(2016), pp. 34–37.
- Andújar-Montoya, G.-G. A. E.-I. V., M. D., & Rizo-Maestre, C. (2020). *BIM-LEAN as a methodology to save execution costs in building construction—an experience under the spanish framework*. Applied Sciences, Vol.10, (6), 1913.
- Ballard, H. G. (2000). *The last planner system of procution control*. School of Civil Engineering Faculty of Engineering The University of Birmingham.
- Ballard, H. G. (2003). *The last planner system of production control*. School of civil engineer Faculty og Engineering The university of Birmingham.
- Boton, C. (2003). *Investigating the challenges related to combining BIM and LPS on cosntruction sites*. Higher Education Press 2020, Springer.
- Brioso, X. (2017). *Synergies between Last Planner System and OHSAS 18001 - A general overview*. Machi Grupo Editor S.A.
- Campos Deza, C. J. G., & Guadaña Chacón, O. A. (2019). Implementación del sistema Last Planner en construcción de puentes metálicos.
- Coricaza, E. (2021). *La implementacion de un sistema de gestion visual ubicada en Arequipa en Peru*. Universidad Nacional de San Agustin(2021), pp. 75–83.
- Gastelo, V. (2023). *Implementacion del sistema Last Planner en el proyecto edificio multifamiliar Kenko*. Universidad de Piura (2022).
- Glegg, S. (2019). *A visual Management tool for program planning,proect management and evaluation in a paedaitric health care*. Evaluation and program planning V.72., pp. 16–23.
- Gutiérrez Ricapa, A. (2019). *Aplicación de la herramienta Last Planner System para incrementar el nivel de cumplimiento de la orden de trabajo en la empresa Multiservicios Cros EIRL de la ciudad de Lima, 2018*.
- Guzmán Arana, G. P., & Vela Cieza, J. P. (2018). Integración sistémica y evaluación de herramientas de la filosofía lean construction: last planner system y pull planning en la planificación y control de un túnel de trinchera cubierta en el Perú.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill Education.

- Huatuco, R. (2017). *Mejorando la visualización y la comunicación en el LAST PLANNER SYSTEM a través del uso de modelos BIM*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Ibáñez Valenzuela, F. I. (2018). *Análisis y definición de estrategias para la implementación de las herramientas del Lean Construction en Chile*.
- Jevons, W. S. (1871). *The theory of political economy*. Macmillan.
- Juárez Jara, Z. E., & Meza Infantes, J. M. (2021). *Aplicación de last planner system para determinar la productividad en la construcción de la IEN° 80897 caserio de cushuro, distrito de Huamachuco-la libertad*.
- Karaz, M., & Teixeira, y.-p., J. M. C. (n.d.). *A SYSTEM DYNAMIC MODELLING APPROACH FOR INTEGRATED LEAN-BIM PLANNING AND CONTROL METHODS*.
- Koskela, L. (1992). *Application of the New Production Philosophy to Construction*. McGraw Hill, pp. 44–54.
- Krijnen, A. (2007). *The toyota way:14 management principles from the world's greatest manufacturer,2007*. Bookman Sao Paulo(2021), pp. 75–83.
- Marín Aravena, J. A. (2015). Recomendaciones para extender y sostener prácticas lean a través del tiempo en la industria de la construcción.
- Marín Chaparro, P. (2018). *Metodologías de programación en construcción de obras implementando last planner system*. (Master's thesis, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla).
- Marx, K. (1867). El capital: crítica de la economía política.
- Menger, C. (1871). *Principios de economía política. barcelona: Ediciones orbis*.
- Moyano Mendiburu, K. M., & Ventura Inga, J. M. (2019). *Evaluación de la aplicación del last planner system en la construcción de edificios multifamiliares, en Trujillo, la libertad*.
- Musa, S. I. M. I. Y., M. M., & Dandajeh, M. A. (2023). *Assessment of Awareness and Barriers to the Application of Lean Construction Techniques in Kano State, Nigeria*. Journal of Construction Business and Management, Vol.6, (1), 33–42.
- Neve, W. S. L. S. T. J., H., & Lerche, J. (2022). *Learning to see value-adding and non-value-adding work time in renovation production systems*. Production planning control, Vol.33, (8), 790–802.
- Oglesby, C. (1989). *Productivity Improvement In Cosntruction*. McGraw Hill.Inc.
- Ograbe, A. (2004). *A case of study of last planner system implementation in Nigeria*. Actas IGLC-21,Fortaleza,Brasil, pp. 234–148.

- Rebai, A. W. H. O., S., & Lafhaj, Z. (n.d.). *LEAN CONSTRUCTION AND AWP: SIMILARITIES, DIFFERENCES, AND OPPORTUNITIE*.
- Rodriguez Cremades, D. (n.d.). *El método de producción Just in Time*.
- Roshan, P. (2020). *Last Planner System and Scrum: Comparative analysis and suggestions for adjustments*. New york university Abhu dabhi(NYUAD), pp. 75–83.
- Sari, I. A. P. W. M. A. S. J. P., E. M., & Praja, A. K. A. (2022). *Project Delivery Systems: The Partnering Concept in Integrated and Non-Integrated Construction Projects*. Sustainability, Vol.15, (1), 86.
- Sbiti, B. K. B. D. P. R., M., & Mazari, B. (2021). *Toward BIM and LPS data integration for lean site project management: A state-of-the-art review and recommendations*. Buildings, Vol.11, (5), 196.
- Schimanski, M. C. P. M. G., C. P., & Matt, D. T. (2020). *The Last Planner system and building information modeling in construction execution: From an integrative review to a conceptual model for integration*. Applied Sciences, Vol.10, (3), 821.
- Schultz, A. (2017). *Integrating Lean and Visual management in facilities*. Department of Construction Management ,Pratt institute,New York (2017), pp. 75–78.
- SILVA, L. M. D. (2020). *Novas tecnologias para concepção e representação de projetos: uso de realidade aumentada e aplicação em canteiro de obra pública na cidade de Paulista-PB*.
- Smith, A. (1776). Investigación acerca de la naturaleza y causa de la riqueza de las naciones. *Barcelona: Folio*.
- Tayeh, A. H. K. A. F. A. H. A. W. S., B. A., & Kim, S. Y. (2018). *Success factors and barriers of last planner system implementation in the gaza strip construction industry*. The Open Construction Building Technology Journal, Vol.12, (1).
- Turone, M. A., R., & Da Silva, W. (2020). *Aplicações das principais ferramentas de gestão visual*. X Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção-CONBREPRO, pp. 75–83.
- Uusitalo, S. O. L. E. P. A., P., & Olivieri, H. (2019). *Applying level of detail in a BIM-based project: An overall process for lean design management*. Buildings, Vol.9, (5), 109.
- Vaagen, H. (2020). *Extending the last Planner System to the entire Project*. Lean construction Journal, pp. 42–177.
- Wu, Z. W. M. T., X., & Yang, Z. (2019). *Improving the efficiency of highway construction project management using lean management*. Sustainability, Vol.11, (13), 3646.

- Zegarra Traverso, L. J. (2020). *Diagnóstico y evaluación de indicadores generales de productividad en obras de edificaciones multifamiliares en la ciudad de Arequipa*.
- Zhao, Y. L. D. J. H. X. W. P., Y., & Xie, H. (2023). *Robust Planning System for Fast Autonomous Flight in Complex Unknown Environment Using Sparse Directed Frontier Points*. Drones, Vol.7, (3), 219.

LISTA DE ABREVIATURAS

LPS	: Last Planner System
RV	: Realidad Virtual
BIM	: Building Information Modeling (Modelado de Información de Construcción)
PPC	: Percent Plan Complete (Porcentaje de Plan Completado)
DSR	: Design Science Research (Investigación en Ciencia del Diseño)
CT	: Contributivo (Trabajo que apoya a generar valor)
TP	: Trabajo Productivo (Trabajo que genera valor)
TNC	: Trabajo No Contributivo (Trabajo que no genera valor)
VR	: Visual Management (Gestión Visual)
UNSCH	: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga
KPI	: Key Performance Indicator (Indicador Clave de Desempeño)
LBS	: Location-Based Scheduling (Programación Basada en la Ubicación)
IP	: Índice de Productividad
ET	: Expediente Técnico
PFC	: Planificación Fases y Compromisos
CLT	: Collaborative Lean Thinking (Pensamiento Lean Colaborativo)
HH	: Horas Hombre

GLOSARIO

1. **BIM (Modelado de Información de Construcción):** Técnica colaborativa de gestión de proyectos que utiliza modelos digitales en 3D para representar de manera detallada las características físicas y funcionales de una construcción.
2. **Gestión Visual (RV):** Método del enfoque Lean que emplea señales visuales como gráficos y diagramas para mejorar la comunicación y la eficiencia en la gestión de proyectos.
3. **Last Planner System (LPS):** Sistema de planificación que involucra a todos los participantes de un proyecto en la programación de actividades, mejorando la previsibilidad y el flujo de trabajo.
4. **Lean Construction:** Filosofía de gestión en proyectos de construcción que busca maximizar el valor para el cliente y minimizar el desperdicio mediante la mejora continua y la eficiencia.
5. **Productividad:** Indicador de la eficiencia con la que se utilizan los recursos en un proyecto, generalmente medido como la cantidad de trabajo completado por unidad de tiempo.
6. **Planificación Colaborativa:** Enfoque de planificación que involucra a todos los miembros del equipo del proyecto en la toma de decisiones, promoviendo la transparencia y la comunicación efectiva.
7. **Realidad Aumentada:** Tecnología que superpone elementos digitales al mundo real, utilizada en la gestión visual para mejorar la comprensión y la toma de decisiones en proyectos de construcción.
8. **Indicadores de Productividad:** Métricas utilizadas para evaluar el rendimiento y la eficiencia de las actividades y procesos en un proyecto de construcción.
9. **Pull Planning:** Técnica de planificación colaborativa que comienza con el objetivo final y trabaja hacia atrás para identificar y programar las actividades necesarias.
10. **Flujo de Trabajo:** Secuencia de procesos y actividades diseñadas para llevar a cabo un proyecto de manera eficiente y efectiva.
11. **Encadenamiento de Actividades:** Organización secuencial de tareas en un proyecto, asegurando que cada una comience solo cuando la anterior haya sido completada.

12. **Software Augin:** Herramienta tecnológica utilizada para implementar BIM y realidad virtual en la gestión de proyectos de construcción.
13. **Encuestas y Datos Estadísticos:** Métodos de recolección de información utilizados para evaluar la implementación y el impacto de diversas metodologías en un proyecto.
14. **Metodología DSR (Investigación en Ciencia del Diseño):** Enfoque de investigación que diseña y evalúa artefactos como sistemas y métodos para resolver problemas prácticos.
15. **Cuadro de Mando Integral:** Herramienta de gestión que mide y controla el desempeño de una organización en relación con sus objetivos estratégicos, utilizando diversas métricas.

ANEXOS

ANEXOS 1:
FOTOGRAFÍAS DEL PROYECTO.



Figura 54. *Casco 2do piso Modulo B.*



Figura 55. Evaluación de la implementación de LPS. Partida de obras de concreto Armado vigas Acero corrugado $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ grado 60 en vigas.



Figura 56. Colocado de acero Corrugado $f'y=4200\text{kg/cm}^2$ grado 60 en escaleras-Modulo B.



Figura 57. *Encofrado y Desencofrado de Placas Modulo A- Simulando el proceso Constructivo en el modulo B.*



Figura 58. *Vista de losa aligerada*



En las Figuras se muestra el avance físico del proyecto durante el mes de abril y mayo del 2024.

REUNIONES SEMANALES DE PRODUCCIÓN.

Figura 59. *El Lookahead Planning, la Sectorización y el cuadro de Análisis de Restricciones propuesto por el sistema Lean como herramienta el Last Planner System. se encontraban en una sala de Reuniones de Producción Semanales ambientada con pizarras y Post-it.*



Figura 60. La imagen muestra cómo los responsables del proyecto (jefe de producción, asistente, maestros analizan los trabajos a realizar bajo el enfoque del Last Planner System.



Figura 61. *La residencia, la producción, la Oficina Técnica, la administración y la Salud Ocupacional (SSOMA) participaron en la reunión de reporte a la gerencia.*



Figura 62. Se muestra la sectorización (LPS) Y la gestión visual del bloque B del módulo de medicina Humana-UNSCH.

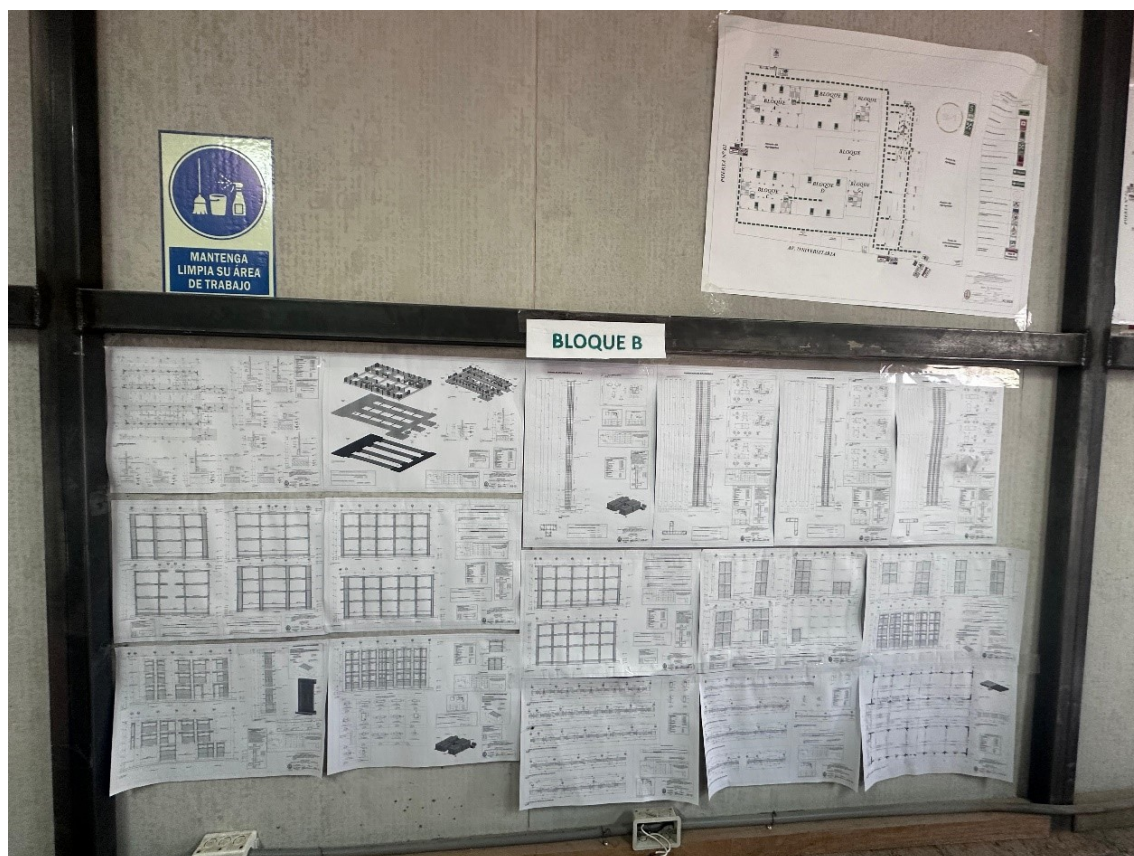


Figura 63. *Capacitación en Last Planner System al personal obrero del bloque B de la obra Medicina Humana-UNSCH.*



Figura 64. Colocación de códigos Qr del plano de estructuras en Revit para la realidad virtual insitu en el Bloque B del proyecto Medicina Humana-UNSCH.



Figura 65. Colocación de Estación 2 (Plano Estructuras-REVIT)-Con colocación del Last Planner System en forma sustancial para capacitación.

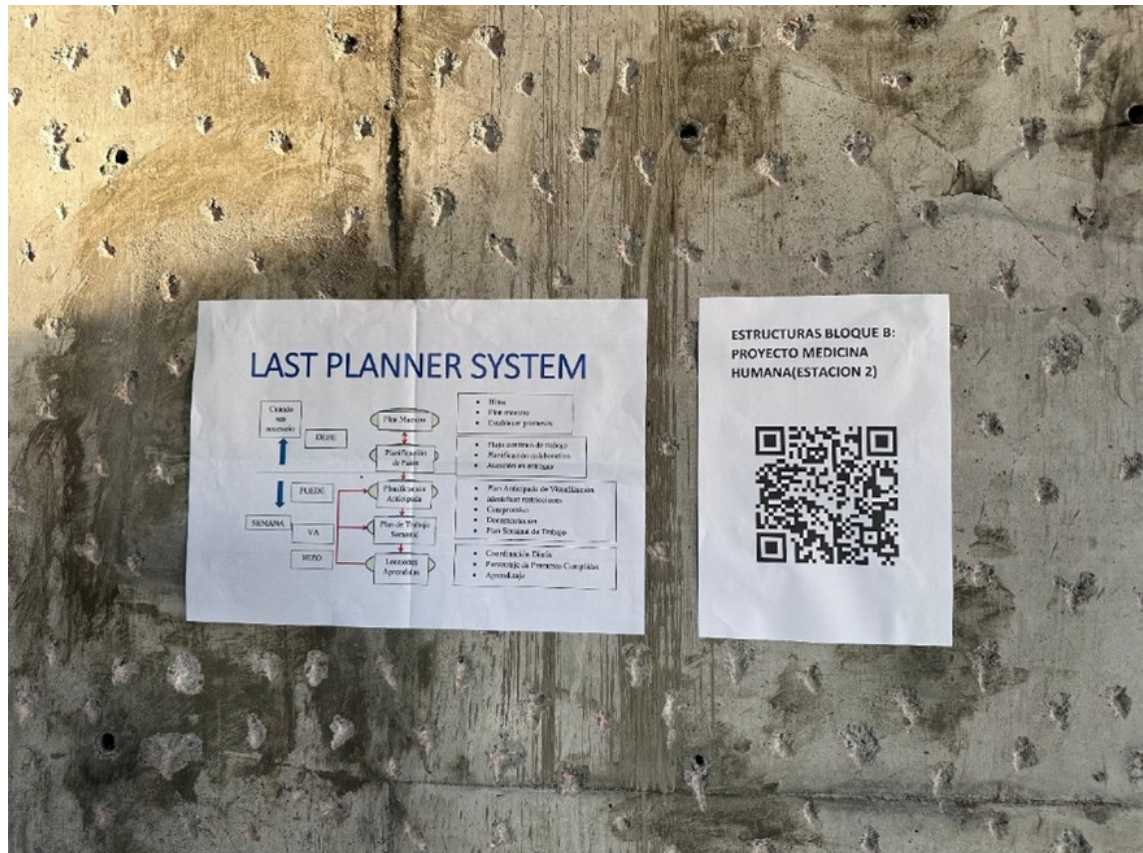


Figura 66. Gestión Visual usando paneles fotográficos de la obra de medicina Humana-UNSCH.



Figura 67. Panel fotográfico del proceso constructivo en el Bloque B(Encofrados , vaciado de concreto y losa aligerada) como parte de la gestion visual.

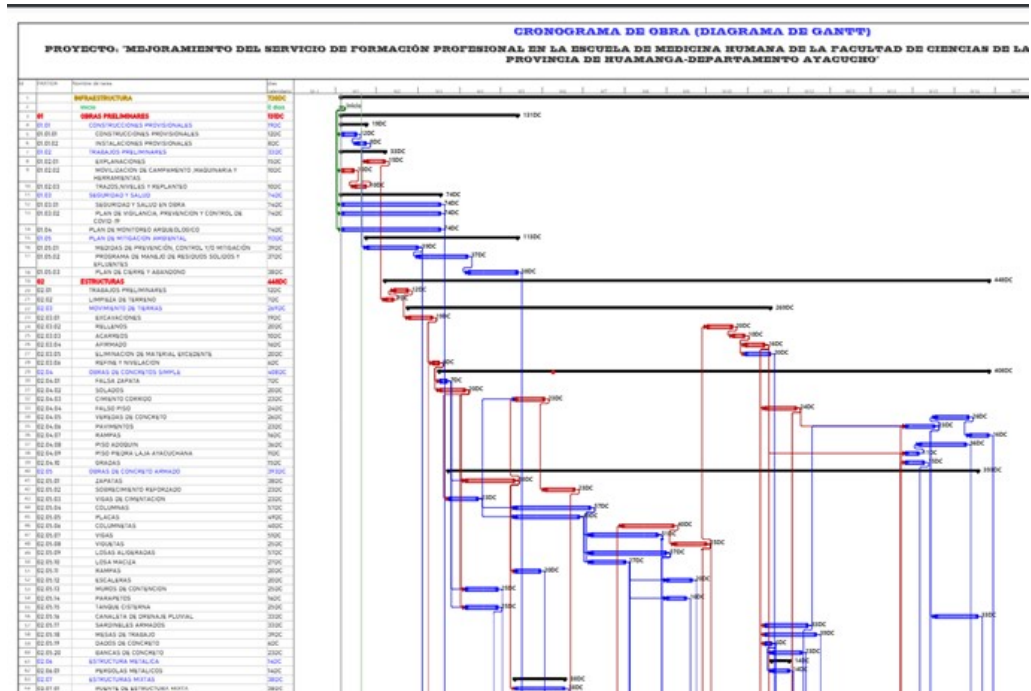


Figura 68. *Bloque B terminado parte estructural*



ANEXO :
PLANOS
DIAGRAMA GANTT.

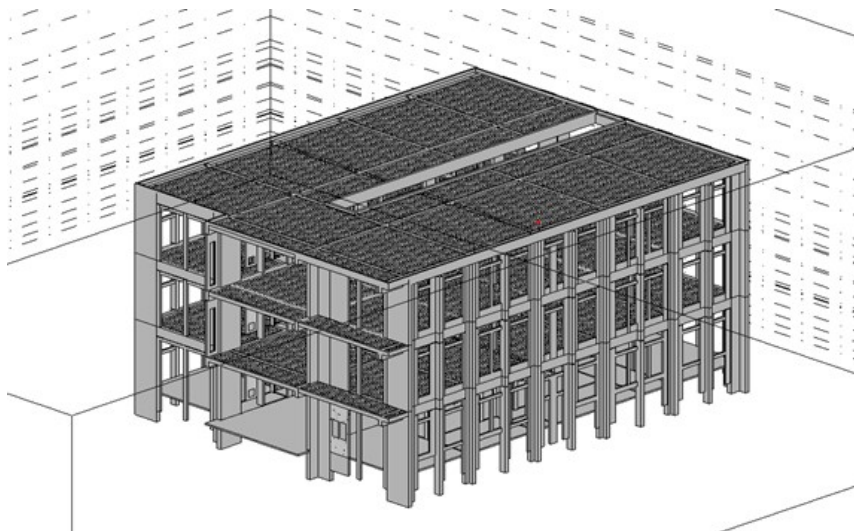
Figura 69. *Diagrama Gantt solo de la parte de estructuras*



Fuente: Expediente técnico actualizado 2024.

CRONOGRAMA VALORIZADO.
LAYOUT DE OBRA.
LOTES DE PRODUCCIÓN (MODULO A Y B).

Figura 70. *Modulo B modelado en Revit.*



Fuente: Expediente técnico Actualizado.

PLAN MAESTRO – TREN DE TRABAJO.

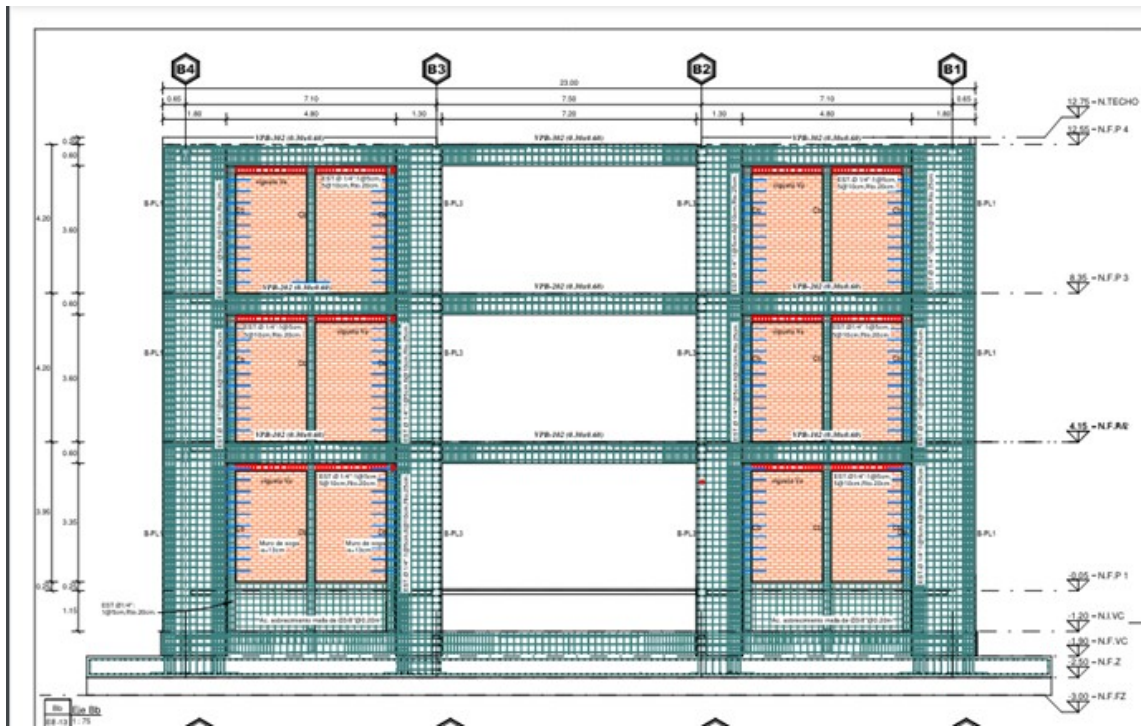
Tren de trabajo en Obra:

Figura 71. *Trabajadores En el grupo B en vibrado de una columna de concreto.*



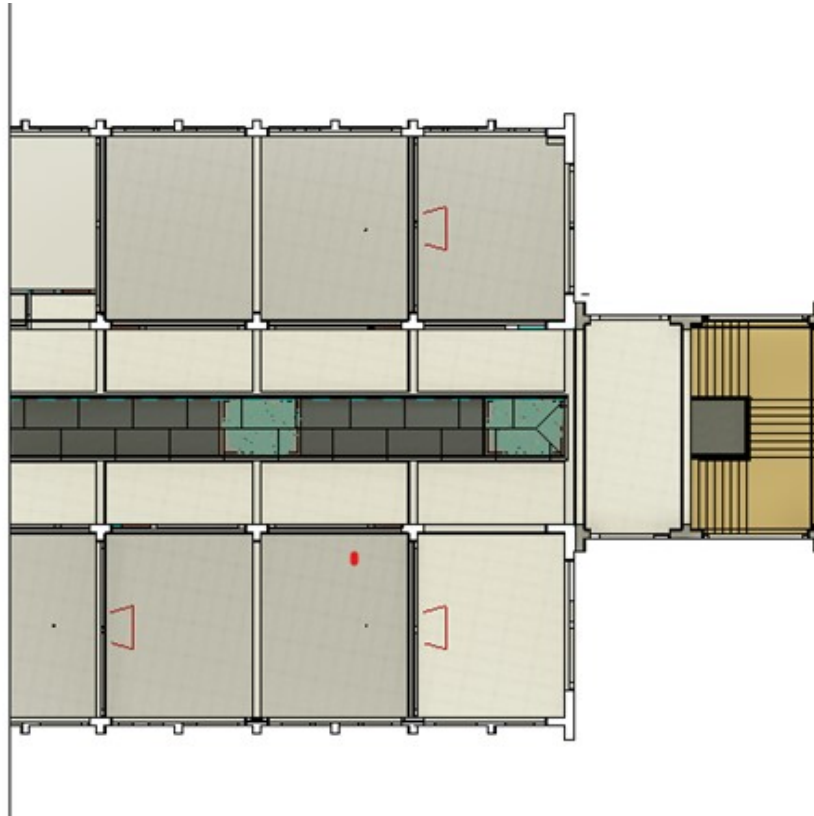
PLANOS DE OBRA.

Figura 72. Pórticos del Bloque B.



Fuente: Especialidad BIM- Expediente Técnico.

Figura 73. *Vista superior(planta)- Modulo B*



Fuente: Especialidad BIM- Expediente Técnico.

Figura 74. *Vista lateral Modulo B*



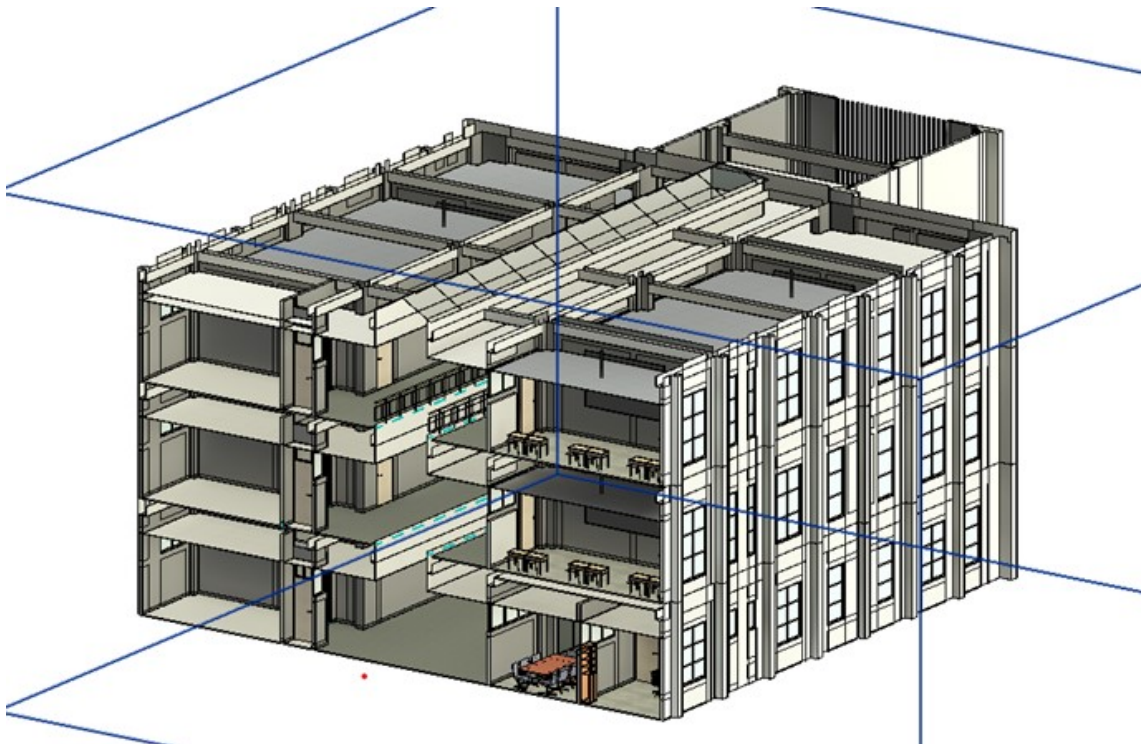
Fuente: Especialidad BIM- Expediente Técnico.

Figura 75. *Vista Perfil Modulo B*



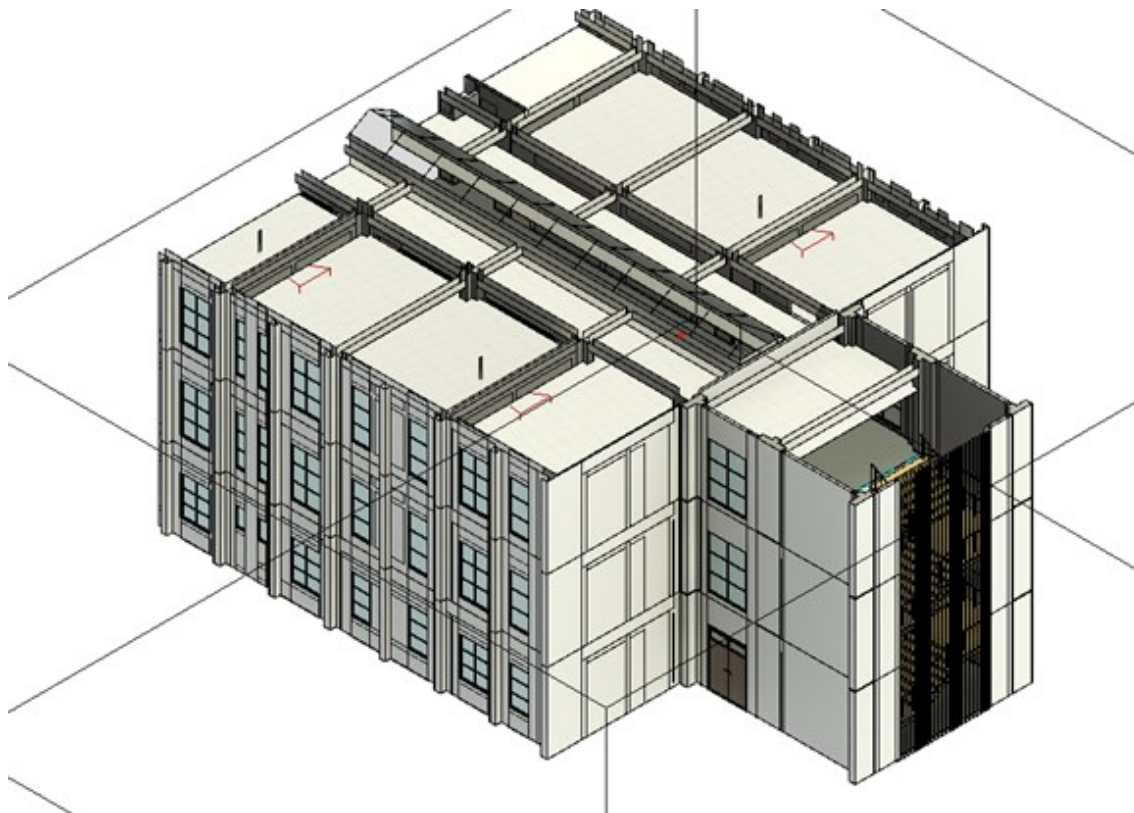
Fuente: Especialidad BIM- Expediente Técnico.

Figura 76. *Vista en 3D posterior-Modulo B.*



Fuente: Especialidad BIM- Expediente Técnico.

Figura 77. *Vista Frontal 3D del Módulo B.*



Fuente: Especialidad BIM- Expediente Técnico.

Figura 78. A continuación se realiza la aplicación in situ del programa Augin con el objetivo de observar en campo. En la figura se muestra el escaneo del código Qr.

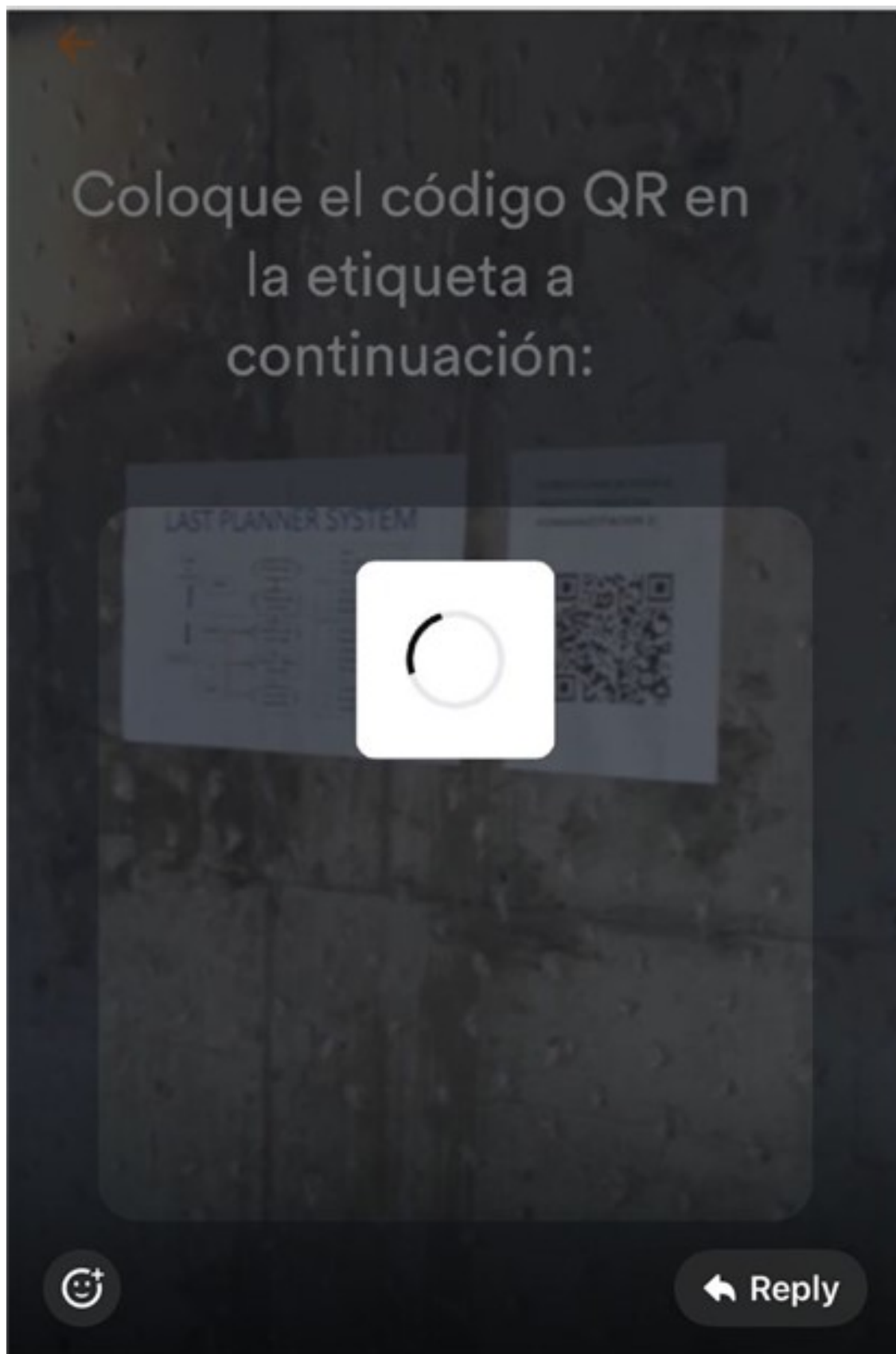


Figura 79. *Se empezó con el módulo B de estructuras.*



Figura 80. Se observa que Augin nos da las diferentes características y propiedades de los elementos constructivos que se exportaron de formato IFC del Revit.



Figura 81. *Se observa el detalle arquitectónico del modulo dentro del programa Augin.*



Figura 82. Podemos observar la arquitectura del módulo B en realidad Aumentada.



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 057-2024-FIMGC

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

En la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga de la ciudad de Ayacucho, en cumplimiento a la **Resolución Decanal N° 583-2024-FIMGC-D**, a los seis días del mes de setiembre de 2024, siendo las 10:00 a.m, reunidos en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, bajo la presidencia del MSc. Ing. José Ernesto ESTRADA CÁRDENAS y los miembros; MSc. Ing. Adolfo LINARES FLORES y MSc. Ing. Hemerson LIZARBE ALARCÓN, actuando como secretario docente el MSc. Ing. Kelvis BERROCAL ARGUMEDO, para proceder a la sustentación de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, del bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil:

Gabriel Andres PILLACA LEON

Quien presentó la tesis denominada:

Relación entre la implementación de la planificación colaborativa (LPS) y la gestión visual (RV) para mejorar la eficiencia del personal técnico del proyecto: Medicina Humana-Ayacucho, 2024

Los señores miembros del jurado luego de expuesto la tesis y absueltas las preguntas, delibera y lo declaran:

APROBADO CON NOTA QUINCE (15)

Siendo las 12:15 p.m. del día 06 de setiembre de 2024, culmina el acto de sustentación de tesis, y en conformidad a lo actuado los miembros del jurado firmamos al pie del presente.



MSc. Ing. José Ernesto ESTRADA CÁRDENAS
Presidente



MSc. Ing. Adolfo LINARES FLORES
Miembro



MSc. Ing. Hemerson LIZARBE ALARCÓN
Miembro



MSc. Ing. Kelvis BERROCAL ARGUMEDO
Secretario docente de la FIMGC

cc:
Archivo



UNSCH

FACULTAD DE
INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA N° 116-2024-FIMGC/ASIH

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajos de tesis de pregrado con el software Turnitin, de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la **Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil**; en cumplimiento a la **Resolución de Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU**, Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y **Resolución Decanal N° 476-2023-FIMGC-UNSCH-D**, deja constancia de originalidad de trabajo de investigación, que el/la Sr./Srta.

Apellidos y Nombres : GABRIEL ANDRES PILLACA LEON
Escuela Profesional : INGENIERÍA CIVIL
Título de la Tesis : RELACIÓN ENTRE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN COLABORATIVA (LPS) Y LA GESTIÓN VISUAL (RV) PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL PERSONAL TÉCNICO DEL PROYECTO: MEDICINA HUMANA-AYACUCHO, 2024
Evaluación de la Originalidad : 9 % Índice de Similitud
Identificador de la entrega : 2471667592

Por tanto, según los Artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es **PROCEDENTE** otorgar la **Constancia de Originalidad** para los fines que crea conveniente.

En señal de conformidad y verificación se firma la presente constancia

Ayacucho, 01 de octubre del 2024


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA**
Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil
Msc. Ing. Alex Sander IRCAÑAUPA HUAMANI
Verificador de Originalidad de Trabajos de Tesis de Pregrado
Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil

Con depósito para Sustentación y Tramites
Cc. Archivo.

Relación entre la implementación de la planificación colaborativa (LPS) y la gestión visual (RV) para mejorar la eficiencia del personal técnico del proyecto: Medicina Humana-Ayacacucho, 2024

por GABRIEL ANDRES PILLACA LEON

Fecha de entrega: 01-oct-2024 11:38a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2471667592

Nombre del archivo: Tesis_Gabriel_Pillaca_Leon.pdf (14.75M)

Total de palabras: 23012

Total de caracteres: 125446

Relación entre la implementación de la planificación colaborativa (LPS) y la gestión visual (RV) para mejorar la eficiencia del personal técnico del proyecto: Medicina Humana-Ayacacucho, 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	9%	2%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
4	abepro.org.br Fuente de Internet	1%
5	enlinea2.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
7	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1%

repositorio.unap.edu.pe

8

Fuente de Internet

<1 %

9

repositorio.unh.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

10

repositorio.upla.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo