

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Evaluación de la productividad mediante la aplicación
de Last Planner System con el uso de andamios
colgantes eléctricos en acabados de exteriores de
una edificación de gran altura, Lima, 2024**

Mauricio Daniel Axl Muñoz Gomez
Axel Cristopher Valladares Mena

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2024

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Jorge Aurelio Ticlla Rivera
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 11 de Diciembre de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

Evaluación de la productividad mediante la aplicación de Last Planner System con el uso de Andamios Colgantes Eléctricos en acabados de exteriores de una edificación de gran altura, Lima, 2024

Autores:

1. Mauricio Daniel Axl Muñoz Gomez – EAP. Ingeniería Civil
2. Axel Christopher Valladares Mena – EAP. Ingeniería Civil

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas: 0 SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

ÍNDICE

ASESOR:	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
ÍNDICE	V
LISTA DE TABLAS	IX
LISTA DE FIGURAS	XIII
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT	XVII
INTRODUCCIÓN	XVIII

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO..... 20

1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	20
1.1.1. Planteamiento del problema	20
1.1.2. Formulación del problema.....	21
1.1.2.1. Problema general.....	21
1.1.2.2. Problemas específicos	21
1.1.3. Objetivos	22
1.1.3.1. Objetivo general.....	22
1.1.3.2. Objetivos específicos.....	22
1.1.4. Justificación e Importancia.....	23
1.2. Hipótesis y descripción de variables.....	23
1.2.1. Hipótesis.....	23
1.2.1.1. Hipótesis general.....	23
1.2.1.2. Hipótesis específicas	23
1.2.2. Identificación de variables.....	24
1.2.2.1. Variable Independiente.....	24
1.2.2.2. Variable Dependiente	24
1.2.2.3. Operacionalización de variables	25

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO 26

2.1. Antecedentes de la investigación.....	26
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	26
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	29
2.2. Bases teóricas	35
2.2.1. <i>Lean Construction</i>	35
2.2.1.1. Definición.....	35
2.2.2. Metodología <i>Last Planner</i>	36
2.2.2.1. Definición	36
2.2.2.2. Pasos para la metodología de <i>Last Planner</i>	41
2.2.2.2.1. Creación de programa maestro	41
2.2.2.2.2. Creación de calendario de fases.....	43
2.2.2.2.3. Planificación anticipada	44
2.2.2.2.4. Desarrollo de registros semanales.....	45
2.2.2.2.5. Desarrollo de reuniones de aprendizaje continuo	47
2.2.2.3. Sistema de control <i>Last Planner</i>	49
2.2.2.4. Principios.....	51
2.2.2.5. Aspectos del <i>Last Planner</i>	52
2.2.2.5.1. Rendimiento personal	52
2.2.2.5.2. Ahorro de materiales.....	54

2.2.3.	Andamios colgantes eléctricos	55
2.2.3.1.	Plataformas de trabajo	56
2.2.3.2.	Mecanismo de elevación (soporte)	58
2.2.3.3.	Cables de suspensión	60
2.2.3.4.	Seguridad	60
2.2.4.	Partida de acabados en exteriores	60
2.2.5.	Productividad	61
2.2.6.	Asignación de Recursos y Capacidades	61
2.2.6.1.	Utilización de recursos	61
2.2.6.2.	Cumplimiento de estándares de calidad	61
2.2.7.	Reducción de Desperdicios	62
2.2.7.1.	Índice de desperdicio de materiales	62
2.2.7.2.	Reducción de Retrabajo	62
2.2.7.3.	Eficiencia de utilización de equipo	62
2.2.8.	Planificación colaborativa	62
2.2.8.1.	Nivel de participación de recursos	63
2.2.8.2.	Calidad de recursos	63
2.2.9.	Proceso constructivo	63
2.2.9.1.	Fase de planificación inicial	63
2.2.9.2.	Fase de ejecución	64
2.2.9.3.	Fase de control y seguimiento	64
2.2.9.4.	Fase de entrega y cierre	64
2.2.9.5.	Lista de actividades a realizar	65
2.2.9.6.	Cantidad de recursos	65
2.2.10.	Plazo de ejecución de la partida acabado de exteriores	65
2.2.10.1.	Enfoque con <i>Last Planner System (LPS)</i>	66
2.2.10.2.	Enfoque con andamio colgante eléctrico	66
2.2.11.	Costos de ejecución de acabado de exteriores	67
2.2.11.1.	Enfoque con <i>Last Planner System (LPS)</i>	67
2.2.11.2.	Enfoque con andamio colgante eléctrico	67
2.2.12.	Nivel de riesgos	68
2.2.12.1.	Enfoque con <i>Last Planner System</i> en nivel de riesgos (LPS)	68
2.2.12.2.	Enfoque con andamio colgante eléctrico en nivel de riesgos	69
2.2.13.	Simplificación de procesos constructivos	69
2.2.13.1.	Enfoque con <i>Last Planner System</i> en procesos constructivos (LPS)	70
2.2.13.2.	Enfoque con andamio colgante eléctrico en procesos constructivos	70

CAPÍTULO III METODOLOGÍA	71	
3.1.	Método y alcance de la investigación	71
3.1.1.	Método de la investigación	71
3.1.2.	Tipo de la investigación	71
3.1.3.	Nivel de la investigación	72
3.2.	Diseño de la investigación	72
3.3.	Población y muestra	72
3.3.1.	Población	72
3.3.2.	Muestra	73
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	73
3.4.1.	Técnicas e instrumentos de investigación	73
3.4.2.	Validez de instrumentos de investigación	78
3.4.2.1.	Validez aparente	78
3.4.2.2.	Ecuación de Aiken	79

3.4.3.	Procedimientos de recolección de datos.....	81
3.4.3.1.	Diagrama de flujo de recolección de datos.....	81
3.4.3.2.	Identificación del proyecto.....	81
3.4.3.3.	Revisión del expediente técnico.....	91
3.4.3.3.1.	Análisis de precios unitarios de las partidas de acabados de exteriores del expediente técnico.....	92
3.4.3.3.2.	Especificaciones Técnicas de las partidas de acabados de exteriores del expediente técnico.....	95
3.4.3.3.3.	Hoja de metrados en base al área de trabajo(130m ²).....	104
3.4.3.3.4.	Cronograma de obra según el expediente técnico.....	106
3.4.3.3.5.	Presupuesto de obra según el expediente técnico.....	106
3.4.3.3.6.	Evaluación de riesgos con respecto a andamios metálicos según el expediente técnico.....	107
3.4.3.4.	Registro de datos reales de la fachada este a través de la observación...	108
3.4.3.5.	Registro de datos reales de la fachada oeste a través de la observación.	113
3.4.3.5.1.	Planificación con <i>Last Planner System</i>	113

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN 127

4.1.	Resultados del tratamiento y análisis de la información.....	127
4.1.1.	Análisis de tiempo de ejecución de actividades.....	128
4.1.1.1.	Análisis de tiempo de ejecución de tarrajeo de placas de concreto e = 1.5cm mezcla 1:5.....	128
4.1.1.2.	Análisis de tiempo de ejecución de tarrajeo en columnas e = 1.5cm mezcla 1:5	132
4.1.1.3.	Análisis de tiempo de ejecución de tarrajeo en vigas e = 1.5cm mezcla 1:5	135
4.1.1.4.	Análisis de tiempo de ejecución de bruñas según detalle (1x1 cm).....	138
4.1.1.5.	Análisis de tiempo de ejecución de instalación de ladrillos fachaleta en fachadas	142
4.1.1.6.	Análisis de tiempo de ejecución de las partidas de acabados de exteriores	146
4.1.2.	Análisis económico de ejecución de actividades.....	150
4.1.2.1.	Análisis económico de ejecución de actividades según la ejecución programada del expediente técnico.....	150
4.1.2.2.	Análisis económico de ejecución de actividades según la ejecución real del expediente técnico.....	151
4.1.2.3.	Análisis económico de ejecución de actividades según la ejecución real aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos.....	154
4.1.3.	Análisis de evaluación de riesgos de ejecución de actividades.....	163
4.1.3.1.	Evaluación de riesgo.....	163
4.1.4.	Análisis de Procesos Constructivos de ejecución de actividades.....	175
4.1.4.1.	Análisis de Procesos Constructivos de tarrajeo de placas de concreto e = 1.5cm mezcla 1:5.....	175
4.1.4.2.	Análisis de Procesos Constructivos de tarrajeo en columnas e = 1.5cm mezcla 1:5.....	186
4.1.4.3.	Análisis de procesos constructivos de tarrajeo en vigas e = 1.5cm mezcla 1:5	196
4.1.4.4.	Análisis de Procesos Constructivos de bruñas según detalle (1x1 cm)..	206
4.1.4.5.	Análisis de procesos constructivos de instalación de ladrillos fachaleta	215
4.1.4.6.	Análisis de procesos constructivos totales de las partidas de acabados de exteriores.....	225

4.2. Discusión de resultados.....	228
CONCLUSIONES	231
RECOMENDACIONES.....	232
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	233
ANEXOS	237

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de operacionalización de variables.....	25
Tabla 2: Ficha de datos del proyecto.....	74
Tabla 3: Ficha de tiempos de ejecución.....	75
Tabla 4: Ficha de costos de ejecución.....	76
Tabla 5: Ficha de riesgos de accidentes.....	77
Tabla 6: Ficha de procesos constructivos.....	77
Tabla 7: Datos de expertos.....	79
Tabla 8: Clasificación de la V de Aiken.....	80
Tabla 9: Validez de instrumentos.....	80
Tabla 10: Datos del Proyecto. Elaboración propia.....	91
Tabla 11: Análisis de precios unitarios de la partida tarrajeo de placas.....	92
Tabla 12: Análisis de Precios unitarios de la partida tarrajeo en columnas.....	93
Tabla 13: Análisis de precios unitarios de la partida tarrajeo en vigas.....	94
Tabla 14: Análisis de precios unitarios de la partida bruña según detalle.....	94
Tabla 15: Análisis de precios unitarios de la partida instalación de ladrillos fachaletas.....	95
Tabla 16: Metrados por partidas entre el piso 2.....	105
Tabla 17: Formato de control de riesgo (andamios metálicos).....	107
Tabla 18: Ficha de tiempos de ejecución aplicada en la fachada este.....	109
Tabla 19: Ficha de costos de ejecución y rendimiento aplicada en la fachada este.....	110
Tabla 20: Ficha de riesgos de accidentes aplicada en la fachada este.....	110
Tabla 21: Ficha de procesos constructivos de la fachada este.....	111
Tabla 22: Ficha de procesos constructivos de la fachada este.....	112
Tabla 23: Metrados de partidas por sectores.....	115
Tabla 24: Calculo tren de trabajo.....	116
Tabla 25: Tren de actividades.....	117
Tabla 26: Personal para cada día de trabajo.....	118
Tabla 27: Tren de actividades por duración de partidas.....	119
Tabla 28: Tren de actividades por productividad del personal.....	120
Tabla 29: Tren de actividades semanal.....	121
Tabla 30: Personal para cada día de trabajo semanal.....	121
Tabla 31: Tren de actividades por duración de partidas semanal.....	122
Tabla 32: Tren de actividades por productividad del personal semanal.....	122
Tabla 33: Ficha de tiempos de ejecución de la fachada oeste.....	123
Tabla 34: Ficha de costos de ejecución y rendimiento de la fachada oeste.....	124
Tabla 35: Ficha de procesos constructivos de la fachada oeste.....	125
Tabla 36: Ficha de procesos constructivos de la fachada oeste.....	126
Tabla 37: Análisis de tiempo – Ejecución programada del expediente técnico del tarrajeo de placas.....	128
Tabla 38: Análisis de tiempo – Ejecución real del expediente técnico del tarrajeo de placas.....	128
Tabla 39: Análisis de tiempo – Ejecución real aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos del tarrajeo de placas.....	129
Tabla 40: Evaluación de Tiempo Comparativo de tarrajeo de placas de concreto e = 1.5cm mezcla 1:5.....	129
Tabla 41: Análisis de tiempo – Ejecución programada del expediente técnico del tarrajeo en columnas.....	132
Tabla 42: Análisis de tiempo – Ejecución real del expediente técnico del tarrajeo en columnas.....	132

Tabla 43: Análisis de tiempo – Ejecución real aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos del tarrajeo en columnas.	133
Tabla 44: Evaluación de tiempo comparativo de tarrajeo en columnas e = 1.5cm mezcla 1:5.	133
Tabla 45: Análisis de tiempo – Ejecución programada del expediente técnico del tarrajeo en vigas.....	135
Tabla 46: Análisis de tiempo – Ejecución real del expediente técnico del tarrajeo en vigas.	135
Tabla 47: Análisis de tiempo – Ejecución real aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos del tarrajeo en vigas.	136
Tabla 48: Evaluación de Tiempo Comparativo de tarrajeo en vigas e = 1.5cm mezcla 1:5..	136
Tabla 49: Análisis de tiempo – Ejecución programada del expediente técnico de bruñas según detalle (1x1 cm).....	138
Tabla 50: Análisis de tiempo – Ejecución real del expediente técnico de bruñas según detalle.	139
Tabla 51: Análisis de tiempo – Ejecución real aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos de bruñas según detalle.	139
Tabla 52: Evaluación de tiempo Comparativo de bruñas según detalle (1x1 cm).	139
Tabla 53: Análisis de tiempo – Ejecución programada del expediente técnico de instalación de ladrillos fachaleta en fachadas.	142
Tabla 54: Análisis de tiempo – Ejecución real del expediente técnico de instalación de ladrillos fachaleta.....	142
Tabla 55: Análisis de tiempo – Ejecución real aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos de instalación de ladrillos fachaleta.	143
Tabla 56: Evaluación de Tiempo Comparativo de instalación de ladrillos fachaleta en fachadas.	143
Tabla 57: Evaluación de Tiempo Comparativo de partidas de acabados exteriores.	147
Tabla 58: Presupuesto de obra según la ejecución programada del expediente técnico.	151
Tabla 59: Análisis de precios unitarios de tarrajeo de placas según la ejecución real del expediente técnico.	151
Tabla 60: Análisis de precios unitarios de tarrajeo en columnas según la ejecución real del expediente técnico.	152
Tabla 61: Análisis de precios unitarios de tarrajeo en vigas según la ejecución real del expediente técnico.	152
Tabla 62: Análisis de precios unitarios de bruñas según detalle (1x1 cm) según la ejecución real del expediente técnico.	153
Tabla 63: Análisis de precios unitarios de instalación de ladrillos fachaleta según la ejecución real del expediente técnico.	153
Tabla 64: Presupuesto de obra según la ejecución real del expediente técnico.	154
Tabla 65: Análisis de precios unitarios de tarrajeo de placas según la ejecución real aplicando <i>Last Planner</i> con andamios colgantes eléctricos.	155
Tabla 66: Análisis de precios unitarios de tarrajeo en columnas según la ejecución real aplicando <i>Last Planner</i> con andamios colgantes eléctricos.	156
Tabla 67: Análisis de precios unitarios de tarrajeo en vigas según la ejecución real aplicando <i>Last Planner</i> con andamios colgantes eléctricos.	157
Tabla 68: Análisis de precios unitarios de bruñas según detalle según la ejecución real aplicando <i>Last Planner</i> con andamios colgantes eléctricos.	157
Tabla 69: Análisis de precios unitarios de instalación de ladrillos fachaleta según la ejecución real aplicando <i>Last Planner</i> con andamios colgantes eléctricos.	158
Tabla 70: Presupuesto de obra según la ejecución real aplicando <i>Last Planner</i> con andamios colgantes eléctricos.	158

Tabla 71: Evaluación Económica Comparativa de partidas de acabados exteriores con respecto al costo directo.....	159
Tabla 72: Evaluación económica comparativa de partidas de acabados exteriores con respecto al presupuesto total.....	161
Tabla 73: Clasificación de índices de riesgo.....	164
Tabla 74: Calendario de Personas expuestas – Ejecución real aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos.....	165
Tabla 75: Índice de personas expuestas – Ejecución programada del expediente técnico – Ejecución real del expediente técnico–Ejecución real aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos.....	165
Tabla 76: Índice de condiciones de seguridad y salud en el trabajo existentes – Ejecución programada del expediente técnico.....	166
Tabla 77: Índice de condiciones de seguridad y salud en el trabajo existentes – Ejecución real del expediente técnico.....	167
Tabla 78: Índice de condiciones de seguridad y salud en el trabajo existentes – Ejecución real aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos.....	167
Tabla 79: Índice de capacitación y entrenamiento – Ejecución programada del expediente técnico.....	168
Tabla 80: Índice de capacitación y entrenamiento – Ejecución real del expediente técnico.....	168
Tabla 81: Índice de capacitación y entrenamiento – Ejecución real aplicando <i>Last Planner System</i> y andamios colgantes eléctricos.....	169
Tabla 82: Índice de exposición al riesgo – Ejecución programada del expediente técnico – Ejecución real del expediente técnico–Ejecución real aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos.....	169
Tabla 83: Categorización del valor de la severidad.....	170
Tabla 84: Severidad – Ejecución programada del expediente técnico–Ejecución real del expediente técnico.....	170
Tabla 85: Severidad –Ejecución real aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos.....	171
Tabla 86: Valoración de riesgo.....	171
Tabla 87: Interpretación de valoración de riesgo.....	172
Tabla 88: Nivel de riesgo.....	173
Tabla 89: Interpretación de nivel de riesgo.....	173
Tabla 90: Evaluación de nivel de riesgo.....	174
Tabla 91: Análisis de Proceso Constructivos – Ejecución programada del expediente técnico de tarrajeo de placas.....	177
Tabla 92: Análisis de procesos constructivos – Ejecución real del expediente técnico de Tarrajeo de Placas.....	180
Tabla 93: Análisis de procesos constructivos – Ejecución real aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos de tarrajeo de placas.....	183
Tabla 94: Evaluación de procesos constructivos comparativo de tarrajeo de placas de concreto e = 1.5cm mezcla 1:5.....	183
Tabla 95: Análisis de proceso constructivos – Ejecución programada del expediente técnico de tarrajeo en columnas.....	188
Tabla 96: Análisis de procesos constructivos – Ejecución real del expediente técnico de tarrajeo en columnas.....	191
Tabla 97: Análisis de procesos constructivos – Ejecución real aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos de tarrajeo en columnas.....	193
Tabla 98: Evaluación de Procesos Constructivos Comparativo de tarrajeo en columnas e = 1.5cm mezcla 1:5.....	194

Tabla 99: Análisis de proceso constructivos – Ejecución programada del expediente técnico de tarrajeo en vigas.	198
Tabla 100: Análisis de procesos constructivos – Ejecución real del expediente técnico de tarrajeo en vigas.....	200
Tabla 101: Análisis de procesos constructivos – Ejecución real aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos de tarrajeo en vigas.	203
Tabla 102: Evaluación de Procesos Constructivos Comparativo de tarrajeo en vigas e = 1.5cm mezcla 1:5.	204
Tabla 103: Análisis de Proceso Constructivos – Ejecución programada del expediente técnico de bruñas según detalle.	208
Tabla 104: Análisis de procesos constructivos – Ejecución real del expediente técnico de bruñas según detalle.....	210
Tabla 105: Análisis de procesos constructivos – Ejecución real aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos de bruñas según detalle.	213
Tabla 106: Evaluación de procesos constructivos comparativo de bruñas según detalle (1x1 cm).....	213
Tabla 107: Análisis de proceso constructivos – Ejecución programada del expediente técnico de instalación de ladrillos fachaleta.	217
Tabla 108: Análisis de procesos constructivos – Ejecución real del expediente técnico de instalación de ladrillos fachaleta.....	220
Tabla 109: Análisis de procesos constructivos – Ejecución real aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos de Instalación de ladrillos fachaleta.	222
Tabla 110: Evaluación de procesos constructivos comparativo de instalación de ladrillos fachaleta en fachadas.	223
Tabla 111: Análisis de procesos constructivos – Ejecución programada según el expediente técnico de las partidas de acabados de exteriores.	225
Tabla 112: Análisis de procesos constructivos – Ejecución real según el expediente técnico de las partidas de acabados de exteriores.	225
Tabla 113: Análisis de procesos constructivos – Ejecución real aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos de las partidas de acabados de exteriores.	225
Tabla 114: Evaluación de procesos constructivos comparativo de partidas de acabados de exteriores.	226

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: <i>Last Planner System</i>	41
Figura 2: Muestra de rutina semanal.....	47
Figura 3: Esquema general del sistema <i>Last Planner</i>	51
Figura 4: Esquema andamio colgante eléctrico.....	56
Figura 5: Andamio Colgante TDT.....	57
Figura 6: Andamio Colgante SKY.....	57
Figura 7: Andamio colgante eléctrico.....	58
Figura 8: Andamio Colgante TDT.....	58
Figura 9: Sistema tipo Prensa Parapeto.....	59
Figura 10: Sistema tipo Deslizante.....	59
Figura 11: Diagrama de Flujo de recolección de datos.....	81
Figura 12: Ubicación de PEZET 195.....	82
Figura 13: Plano arquitectónico del proyecto “PEZET 195, elevación frontal.....	83
Figura 14: Ejecución real de “PEZET 195”, elevación frontal a la fecha 15/07/2024.....	84
Figura 15: Elevación de la fachada oeste del primer edificio.....	85
Figura 16: Fachada oeste del primer edificio en fase de acabados de exteriores a la fecha 15/07/2024.....	86
Figura 17: Elevación de la fachada este del segundo edificio.....	87
Figura 18: Fachada este del segundo edificio en fase de acabados de exteriores de placas a la fecha 15/07/2024.....	88
Figura 19: Área de trabajo en ambas fachadas.....	89
Figura 20: Llegada de los andamios colgantes eléctricos a obra por parte de M & V.....	90
Figura 21: Suministro completo por parte de M & V (equipos, materiales de montaje y mano de obra).....	90
Figura 22: Plano listo para la elaboración de metrados.....	104
Figura 23: Cronograma de obra de las partidas de análisis.....	106
Figura 24: Presupuesto de obra de las partidas de análisis en base al área de análisis.....	106
Figura 25: Proyecto “PEZET 195, elevación fachada oeste.....	114
Figura 26: Plano dividido en sectores.....	114
Figura 27: Programación maestra.....	115
Figura 28: Evaluación de tiempo en días para la ejecución real del tarrajeo de placas aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.....	130
Figura 29: Evaluación de tiempo en porcentaje para la ejecución real del tarrajeo de placas aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.....	131
Figura 30: Evaluación de tiempo en días para la ejecución real del tarrajeo en columnas aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.....	133
Figura 31: Evaluación de tiempo en porcentaje para la ejecución real del tarrajeo en columnas aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.....	134
Figura 32: Evaluación de Tiempo en Días para la ejecución real del Tarrajeo en Vigas aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.....	137
Figura 33: Evaluación de tiempo en porcentaje para la ejecución real del tarrajeo en vigas aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.....	137

Figura 34: Evaluación de tiempo en días para la ejecución real de bruñas según detalle (1x1 cm) aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.....	140
Figura 35: Evaluación de tiempo en porcentaje para la ejecución real de Bruñas según detalle (1x1 cm) aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.	141
Figura 36: Evaluación de tiempo en días para la ejecución real de Instalación de ladrillos fachaleta en fachadas aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.....	144
Figura 37: Evaluación de tiempo en porcentaje para la ejecución real de Instalación de ladrillos fachaleta en fachadas aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.....	145
Figura 38: Cronograma de ejecución programada del expediente técnico de las partidas de acabados de exteriores.	146
Figura 39: Cronograma de ejecución real del expediente técnico de las partidas de acabados de exteriores.	146
Figura 40: Cronograma de ejecución real aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos de partidas de acabados de exteriores.	147
Figura 41: Evaluación de tiempo en días para la ejecución real de las partidas de acabados de exteriores en fachadas aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.....	148
Figura 42: Evaluación de tiempo en porcentaje para la ejecución real de partidas de acabados de exteriores aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.	149
Figura 43: Evaluación de costo directo en soles para la ejecución real de las partidas de acabados de exteriores en fachadas aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.....	159
Figura 44: Evaluación de costo directo en porcentaje para la ejecución real de partidas de acabados de exteriores aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.....	160
Figura 45: Evaluación de presupuesto total en soles para la ejecución real de las partidas de acabados de exteriores en fachadas aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.....	162
Figura 46: Evaluación de presupuesto total en porcentaje para la ejecución real de partidas de acabados de exteriores aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.....	162
Figura 47: Evaluación de nivel de riesgo aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.....	174
Figura 48: Evaluación de procesos constructivos en cantidad para la ejecución real del tarrajeo de placas aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.....	184
Figura 49: Evaluación de cantidad de procesos constructivos en porcentaje para la ejecución real del tarrajeo de placas aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.....	185
Figura 50: Evaluación de procesos constructivos en cantidad para la ejecución real del tarrajeo en columnas aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.....	194

Figura 51: Evaluación de cantidad de procesos constructivos en porcentaje para la ejecución real del tarrajeo en columnas aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.....	195
Figura 52: Evaluación de procesos constructivos en cantidad para la ejecución real del tarrajeo en vigas aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.	204
Figura 53: Evaluación de cantidad de procesos constructivos en porcentaje para la ejecución real del tarrajeo en vigas aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.....	205
Figura 54: Evaluación de procesos constructivos en cantidad para la ejecución real de bruñas según detalle aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.	213
Figura 55: Evaluación de cantidad de procesos constructivos en porcentaje para la ejecución real de bruñas según detalle aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.....	214
Figura 56: Evaluación de procesos constructivos en cantidad para la ejecución real de instalación de ladrillos fachaleta aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.....	223
Figura 57: Evaluación de cantidad de procesos constructivos en porcentaje para la ejecución real de instalación de ladrillos fachaleta aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.	224
Figura 58: Evaluación de procesos constructivos en cantidad para la ejecución real de las partidas de acabados de exteriores aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.....	226
Figura 59: Evaluación de cantidad de procesos constructivos en porcentaje para la ejecución real de las partidas de acabados de exteriores aplicando <i>Last Planner System</i> con andamios colgantes eléctricos respecto a la ejecución programada y real del expediente técnico.	227

RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo determinar la influencia del método *Last Planner System* con el uso de andamios colgantes eléctricos en la evaluación de la productividad de los trabajos de acabados de exteriores de una edificación de gran altura en la ciudad de Lima, este sistema se enfoca en el cumplimiento de metas a través de una secuencia ajustada de actividades y son reflejadas en un cronograma, ayuda a optimizar recursos, disminuir desperdicios e incrementa los ingresos en el proyecto. La investigación tiene un enfoque cuantitativo, es de tipo aplicada, nivel descriptivo y diseño de grupo control y experimental.

Se utilizó como técnica de recolección de datos el Análisis de Documentos y Registros, el cual permitió hacer una revisión del expediente técnico del proyecto y la aplicación del mismo en la ejecución física del proyecto para luego aplicar el método *Last Planner System* mediante la elaboración de un Plan Maestro, Plan *Lookhead*, Plan semanal y análisis de Nivel de riesgo de seguridad. Y como instrumentos de investigación se utilizó la Ficha técnica de Recolección de Datos e Informe de Análisis de Productividad, el cual permitió registrar y comparar los datos técnicos de las partidas de acabados de exteriores del expediente técnico del proyecto y ejecución real de obra, con y sin la aplicación del *Last Planner System* con los andamios colgantes eléctricos.

En los resultados se analizó los tiempos de ejecución de obra, costos y presupuesto de obra, nivel de riesgos y procesos constructivos para cinco partidas de acabados de exteriores con respecto a los tres tipos de ejecución. Concluyendo que aplicar los andamios colgantes eléctricos y cumpliendo con dicha programación, resultó todo un éxito ya que la ejecución real aplicando *Last Planner System* con los andamios colgantes eléctricos demuestra que cumplió con la planificación de obra con *Last Planner System*.

Palabras clave: *Last Planner System*, Plan maestro, Plan intermedio, Plan semanal, Nivel de riesgo, Andamio colgante eléctrico.

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the influence of the *Last Planner System* method and the use of electric hanging scaffolds in the evaluation of productivity of the exterior finishing works of a high-rise building in the city of Lima, this system focuses on the fulfillment of goals through a tight sequence of activities and are reflected in a schedule, helps to optimize resources, reduce waste and increase income in the project. The research has a quantitative approach, is applied, descriptive, and has a control and experimental group design. descriptive and experimental and control group design.

The data collection technique used was the Analysis of Documents and Records, which made it possible to review the technical file of the project and its application in the physical execution of the project and then apply the *Last Planner System* method through the preparation of a Master Plan, Lookhead Plan, Weekly Plan and Safety Risk Level analysis. The research instruments used were the Data Collection Data Sheet and Productivity Analysis Report, which allowed recording and comparing the technical data of the exterior finishing items of the project's technical file and the actual execution of the work, with and without the application of the *Last Planner System* and the electric hanging scaffolding.

The results analyzed the construction execution times, construction costs and budget, risk management and construction processes for five items of exterior finishes with respect to the three types of execution. The conclusion was that the application of the electric suspended scaffolding and compliance with the schedule was a success, since the actual execution using the *Last Planner System* and the electric suspended scaffolding showed compliance with the *Last Planner System* construction schedule.

Keywords: *Last Planner System*, Master plan, Lookhead planning, Weekly plan, Risk level, Electrical suspended scaffolding.