

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**Integración del Last Planner System y el método CBA para la mejora de la
planificación y selección de materiales en la construcción de un colegio
público en Piura usando modelos BIM**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Civil

AUTORA:

Claudia Rossana Arias Domínguez

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR:

Caleb Zamora Rivera

ASESOR:

Xavier Max Brioso Lescano

Lima, abril, 2023

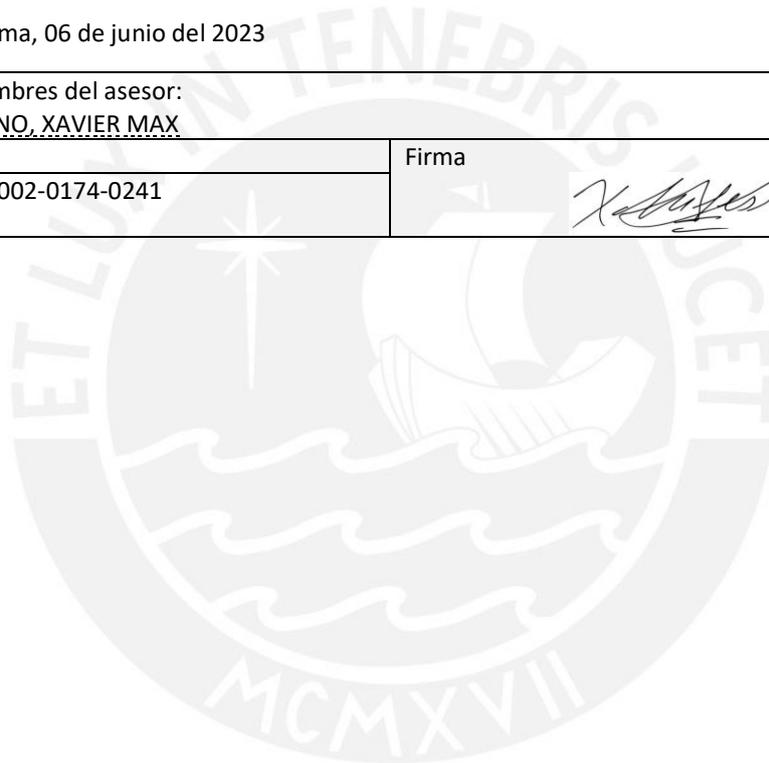
Informe de Similitud

Yo, XAVIER MAX BRIOSO LESCANO, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada INTEGRACIÓN DEL LAST PLANNER SYSTEM Y EL MÉTODO CBA PARA LA MEJORA DE LA PLANIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE MATERIALES EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN COLEGIO PÚBLICO EN PIURA USANDO MODELOS BIM de los autores CLAUDIA ROSSANA ARIAS DOMÍNGUEZ, CALEB ZAMORA RIVERA, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 15%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 06/06/2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 06 de junio del 2023

Apellidos y nombres del asesor: <u>BRIOSO LESCANO, XAVIER MAX</u>	
DNI: 09856898	Firma 
ORCID: 0000-0002-0174-0241	



RESUMEN

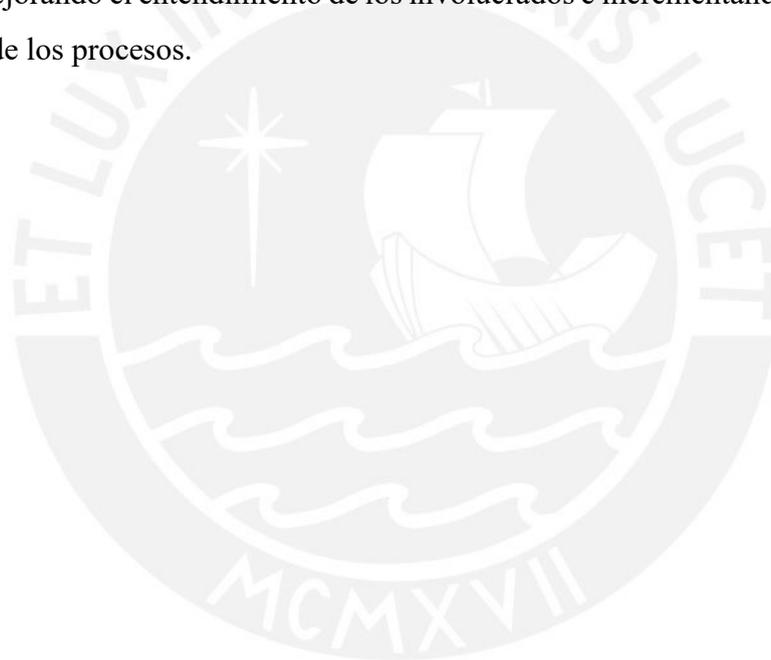
En la actualidad, el sector educativo presenta ineficiencias en su infraestructura, lo cual se evidencia en muchos colegios al interior del país, situación que se incrementó por los desastres naturales provocados por el fenómeno del niño costero del 2017 (Varas, 2019). Por ello, el Gobierno del Perú creó una entidad autónoma para revertir, a la brevedad posible, las infraestructuras dañadas a través de un plan integral de la Reconstrucción con Cambios (Reconstrucción con Cambios, 2022). Asimismo, en la actualidad existen 54,800 colegios en el Perú de los que aproximadamente 41,600 deben ser demolidos o reforzados a nivel estructural y 21,100 están clasificados en el nivel de riesgo extremo debido a sus pésimas condiciones (Giese, 2022). Por eso, es necesario que la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios promueva la inversión adecuada, mediante la implementación de buenas prácticas, estrategias de gestión y construcción para optimizar los diseños, recursos y tiempos (Fraguela et al., 2021).

Por otro lado, debido a la pandemia provocada por la COVID-19 se ha mantenido el distanciamiento social obligatorio en toda la población para reducir su propagación. Sin embargo, desde inicios del 2022 se quitó esta restricción y se consideró solo la emergencia sanitaria hasta agosto del presente año. A pesar de ello, la implementación de protocolos COVID-19 aprobados por el MINSA resultan de carácter obligatorio en muchas empresas del sector industrial y construcción. Debido a estas medidas, es necesario considerar los aforos máximos permitidos, habilitación de áreas con ventilación y contar con un eficiente sistema integrado de gestión, dado que el contexto actual es muy volátil e impide que se trabaje como en la etapa prepandemia.

Además, se conoce que en la fase de arquitectura o acabados se cuenta con mayor cantidad de actividades y se tiende a incurrir en retrasos o no conformidades del producto final; también, es importante considerar que para la selección del mejor material a emplear en obra se debe analizar las partidas que requieren un mayor control para el avance de obra y factores fundamentales como impacto medioambiental, rendimiento, indicadores de presupuesto, entre otros. Por ello, es imprescindible la implementación de nuevas metodologías colaborativas como la implementación de la herramienta Last Planner System y el método multicriterio de toma de decisiones Choosing by Advantages (CBA) y metodología BIM, las cuales se han aplicado exitosamente en diversos proyectos de construcción de manera integrada (Brioso y Calderón-Hernández, 2019). Así, la presente tesis presenta como objetivo principal proponer una metodología de integración del Last Planner System y método CBA para la toma de

decisiones del mejor tren de actividades y materiales de construcción en la etapa de acabados en proyectos educativos públicos aplicando modelos BIM, cuyos objetivos específicos son los siguientes: (1) Realizar la programación de la fase de arquitectura de una edificación mediante la herramienta Last Planner System; (2) Proponer la aplicación de la metodología Choosing by Advantages (CBA) para la selección de los mejores materiales de construcción y programación de la fase de arquitectura en proyectos de construcción; (3) Aplicar ambas metodologías a un proyecto educativo público el cual se diseñará mediante modelos BIM y (4) Validar la propuesta de planificación elegida y materiales de construcción mediante encuestas y entrevistas a especialistas para obtener mayor confiabilidad en las decisiones.

Entonces, de lo mencionado líneas arriba, se concluye que la integración del Last Planner System, Choosing by Advantages y tecnología BIM se puede adaptar exitosamente a este tipo de proyectos, mejorando el entendimiento de los involucrados e incrementando la transparencia y colaboración de los procesos.



AGRADECIMIENTOS

Después del arduo esfuerzo que conllevó la elaboración de la presente tesis queremos agradecer a nuestro asesor, el Ing. Xavier Brioso Lescano por habernos guiado en todo este proceso y, sobre todo, porque a través de sus años de experiencia en el rubro, pudo facilitarnos toda la información teórica y recomendaciones necesarias para la culminación con éxito de este trabajo de investigación. Asimismo, agradecer el apoyo de nuestra familia, quienes desde que fuimos estudiantes de pregrado nos brindaron todo su apoyo incondicional para, así, cumplir con nuestros objetivos y hacer realidad el sueño de obtener el título de Ingeniero Civil y. A ustedes, gracias por todo.



Índice

Capítulo 1: Generalidades.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.1.1. Objetivo general:.....	4
1.1.2. Objetivos específicos:.....	4
1.2. Hipótesis y justificación.....	5
2. Marco Teórico.....	7
2.1. Estado del arte y metodología.....	7
2.1.1. Estado del arte.....	7
2.1.2. Metodología.....	10
2.2. Impacto de la COVID-19 en el sector construcción.....	15
2.2.1. Proyecciones del sector construcción para los próximos años.....	16
2.3. Filosofía Lean Construction:.....	18
2.3.1. Definición de Lean Construction:.....	18
2.3.2. Casos de aplicación de la filosofía Lean Construction.....	20
2.4. Herramienta Last Planner System.....	22
2.4.1. Definición de Last Planner System.....	23
2.4.2. Casos de aplicación de Last Planner System.....	26
2.5. Comparación del sistema tradicional con el Sistema Last Planner System.....	27
2.6. Choosing by Advantage (CBA).....	29
2.6.1. Definición de la metodología.....	29
2.6.2. Implementación de la metodología.....	29
2.6.3. Aplicación de casos de estudio.....	31
2.7. Building Information Modelling (BIM).....	34
2.8. Validación de la metodología.....	38
Capítulo 3: Situación de los proyectos educativos públicos.....	39
3.1. Situación de los colegios públicos antes y después del Fenómeno del niño Costero 2017.....	39
3.2. Implementación de un plan de seguridad por el MINSA para el sector construcción.....	42
3.3. Principales problemas en la ejecución de colegios públicos.....	44
3.3.1. Problemas logísticos durante la ejecución de obras.....	44
3.3.2. Impacto debido a la COVID-19.....	45
Capítulo 4: Aplicación de la metodología a un caso de estudio.....	46
4.1. Aplicación del Sistema Last Planner System a un colegio público de lima.....	46
4.1.1. Sistema de programación actual.....	47
4.1.2. Propuesta de trenes de actividades.....	48
4.1.2.1. Sectorización.....	50
4.1.2.2. Trenes de actividades obtenidos.....	58
Capítulo 5: Aplicación de tecnologías colaborativas.....	60

5.1. Modelos BIM 3D	60
5.2. Modelos BIM 4D	63
Capítulo 6: Resultados	64
6.1. Integración del Last Planner System, método CBA y modelos en 3D	64
6.2. Caso de estudio: Colegio público de Piura	67
6.3. Aplicación de la metodología de integración.....	69
6.3.1. Selección de materiales en la etapa de acabados.....	70
6.3.1.1. Entrevistas y capacitación en CBA con especialistas	73
6.3.1.2. Presentación y definición de alternativas y factores	79
6.3.1.3. Asignación de puntajes y toma de decisión	81
6.3.1.4. Análisis de resultados.....	97
6.3.2. Selección del tren de actividades para la etapa de acabados húmedos	100
6.3.2.1. Entrevistas y capacitación en CBA con especialistas	101
6.3.2.2. Presentación y definición de alternativas y factores	105
6.3.2.3. Asignación de puntajes y toma de decisión	105
6.3.2.4. Análisis de resultados.....	110
Capítulo 7: Conclusiones y comentarios.....	111
7.1. Conclusiones	111
7.2. Comentarios y/o recomendaciones	113
Capítulo 8: Referencias.....	115
9. Anexos	122
9.1. Planta de Arquitectura y distribución de mobiliario del piso 1.....	122
9.2. Planta de Arquitectura y distribución de mobiliario del piso 2.....	123
9.3. Planta de Arquitectura y distribución de mobiliario del piso 3.....	124
9.4. Primera propuesta de tren de actividades.....	125
9.5. Segunda propuesta de tren de actividades.....	126
9.6. Sectorización de la primera propuesta de tren de actividades.....	127
9.6.1. Sectorización de parasoles, meson y viga solera para aulas	127
9.6.2. Sectorización de columneta para aulas	128
9.6.3. Sectorización de contrapiso para aulas	129
9.6.4. Sectorización de muro de bloquetas para aulas.....	130
9.6.5. Sectorización de poyos para aulas.....	131
9.6.6. Sectorización de solaqueo para aulas.....	132
9.6.7. Sectorización de tarrajeo, cielorraso, solaqueo para aulas	133
9.6.8. Sectorización de viga solera.....	134
9.6.9. Sectorización de columneta para baños	135
9.6.10. Sectorización de muro de bloquetas 1era parte y 2da parte para baños.....	136
9.6.11. Sectorización de tarrajeo vertical para baños.....	137
9.6.12. Sectorización de columneta y viga solera para corredores	138

9.6.13. Sectorización de contrapiso acabado semipulido para corredores	139
9.6.14. Sectorización de muro de bloquetas de parapeto para corredores.....	139
9.6.15. Sectorización de solaqueo para corredores	141
9.6.16. Sectorización de fachada frontal	142
9.7. Sectorización de la segunda propuesta de tren de actividades	143
9.7.1. Sectorización de columneta para corredores.....	143
9.7.2. Sectorización de columneta para aulas	144
9.7.3. Sectorización de columneta para baños	145
9.7.4. Sectorización de contrapiso para aulas	146
9.7.5. Sectorización de contrapiso para baños	147
9.7.6. Sectorización de contrapiso de acabado semipulido para corredores	148
9.7.7. Sectorización de fachada frontal para fachadas	149
9.7.8. Sectorización de muro de bloquetas 1era parte y 2da parte para aulas	150
9.7.9. Sectorización de muro de bloquetas 1era parte y 2da parte para baños	151
9.7.10. Sectorización de muro de bloquetas de parapeto para corredores.....	152
9.7.11. Sectorización de parasoles para aulas	153
9.7.12. Sectorización de poyos para aulas.....	154
9.7.13. Sectorización de solaqueo para aulas.....	155
9.7.14. Sectorización de solaqueo para corredores	156
9.7.15. Sectorización de solaqueo para aulas.....	157
9.7.16. Sectorización de tarrajeo para baños.....	158
9.7.17. Sectorización de viga solera para aulas.....	159
9.8. Entrevistas CBA.....	160
9.8.1. Entrevistas CBA para la selección del mejor ladrillo de arcilla para albañilería	160
9.8.2. Entrevistas CBA para la selección del mejor tipo de ladrillo para albañilería.....	168
9.8.3. Entrevistas CBA para la selección del mejor sistema de tarrajeo	176
9.8.4. Entrevistas CBA para la selección del mejor tren de actividades	184
9.9. Encuesta de validación de la metodología	192
9.10. Link de Plan de Vigilancia, Prevención y control de la salud ante la COVID-10	193

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología de integración.....	14
Figura 2. Evolución del PBI y participación del sector construcción.....	17
Figura 3. Evolución del PBI del sector construcción.....	17
Figura 4. Diferencias entre la filosofía lean y el sistema tradicional.....	19
Figura 5. Proceso de la filosofía Lean Construction.....	20
Figura 6. Herramienta Last Planner System.....	22
Figura 7. Flujo de planificación mediante Last Planner System.....	23
Figura 8. Fases de la Herramienta Last Planner System.....	25
Figura 9. Flujo de preparación de actividades en el Lookahead.....	26
Figura 10. Diferencias entre el sistema de gestión tradicional y el Last Planner System.....	28
Figura 11. Pasos de la Metodología Choosing By Advantages.....	31
Figura 12. Contexto de la Industria BIM en el Perú.....	36
Figura 13. Avances del Plan BIM Perú.....	36
Figura 14. Usos BIM.....	37
Figura 15. Definición y componentes del LOIN.....	37
Figura 16. Roles BIM.....	38
Figura 17. Daños generados en los establecimientos de salud por el Fenómeno del Niño 2017.....	40
Figura 18. Proyectos en ejecución contractual.....	42
Figura 19. Distribución de pabellones y aulas del colegio La Brea.....	47
Figura 20. Cronograma contractual del proyecto La Brea.....	48
Figura 21. Propuesta de sectorización preliminar de los MBRs.....	51
Figura 22. Propuesta de sectorización de asentado para primera parte de la actividad muro de bloquetas.....	52
Figura 23. Propuesta de sectorización de asentado para la segunda parte del muro de bloquetas.....	53
Figura 24. Sectorización de la actividad de solaqueo en la fachada posterior.....	53
Figura 25. Sectorización de la actividad de tarrajeo cielorraso para aulas.....	56
Figura 26. Sectorización de la actividad de tarrajeo vertical solaqueo para aulas.....	56
Figura 27. Sectorización de la actividad de asentado de muro de bloquetas 1era parte para aulas.....	56
Figura 28. Sectorización de la actividad de asentado de muro de bloquetas 2da parte para aulas.....	57
Figura 29. Tren de actividades para el frente de aulas.....	59
Figura 30. Modelo BIM 3D del aulario del MBR 433.....	61
Figura 31. Modelo BIM 3D de la vista de la escalera del MBR 431.....	62
Figura 32. Modelo BIM 3D del corte transversal de un aula del MBR 431.....	62
Figura 33. Modelo BIM 3D del corte lateral de los SS. HH del MBR 431.....	63
Figura 34. Programación 4D de la primera propuesta de sectorización.....	64
Figura 35. Pasos a seguir para la aplicación de la metodología Choosing By Advantages.....	66
Figura 36. Gráfica de puntaje total vs costo por m2 para la elección de la mejor marca de ladrillo de arcilla.....	87
Figura 37. Gráfica de puntaje total vs costo por m2 para la elección del mejor tipo de ladrillo para muros de albañilería.....	92
Figura 38. Gráfica de puntaje total vs costo total para la selección del mejor sistema de tarrajeo.....	97

Índice de tablas

Tabla 1. Metrado de frente de aulas para la primera propuesta de sectorización	54
Tabla 2. Metrado de frente de baños para la primera propuesta de sectorización	54
Tabla 3. Metrado de frente de baños para la primera propuesta de sectorización	55
Tabla 4. Metrado de frente de aulas para la segunda propuesta de sectorización.....	57
Tabla 5. Metrado de frente de baños para la segunda propuesta de sectorización.....	57
Tabla 6. Metrado de frente de corredores para la segunda propuesta de sectorización	58
Tabla 7. Matriz preliminar para la elección de la mejor marca y tipo de ladrillo para muros de albañilería.....	72
Tabla 8. Matriz preliminar para la elección del mejor sistema de tarrajeo	73
Tabla 9. Matriz CBA final para la elección de la mejor marca de ladrillo de arcilla.....	82
Tabla 10. Matriz CBA final para la elección del mejor tipo de ladrillo.....	83
Tabla 11. Resultados de las entrevistas a stakeholders para la elección de la mejor marca de ladrillos de arcilla.....	84
Tabla 12. Análisis de precios unitarios del ladrillo King Kong 18 huecos	85
Tabla 13. Análisis de precios unitarios del ladrillo King Kong Fortaleza	86
Tabla 14. Análisis de precios unitarios del ladrillo King Kong 10 huecos	86
Tabla 15. Resultados finales de costo vs puntaje para las marcas de ladrillo de arcilla	87
Tabla 16. Resultados de las entrevistas a stakeholders para la elección del mejor tipo de ladrillo para muros de albañilería.....	88
Tabla 17. Análisis de precios unitarios del ladrillo King Kong 18 huecos.....	89
Tabla 18. Análisis de precios unitarios para la bloqueta de concreto	90
Tabla 19. Análisis de precios unitarios para el ladrillo sílico calcáreo	91
Tabla 20. Resultados finales de costo vs puntaje total para la elección del mejor tipo de ladrillo para muros de albañilería.....	92
Tabla 21. Matriz CBA final para la elección del mejor sistema de tarrajeo	93
Tabla 22. Resultados de las entrevistas a stakeholders para la elección del mejor sistema de tarrajeo	94
Tabla 23. Análisis de precios unitarios para el tarrajeo proyectable.....	95
Tabla 24. Análisis de precios unitarios para el tarrajeo pre-dosificado	95
Tabla 25. Análisis de precios unitarios para el tarrajeo convencional.....	96
Tabla 26. Resultados finales de puntaje total vs costo por m2 para la elección del mejor sistema de tarrajeo	97
Tabla 27. Matriz CBA preliminar para la elección del mejor tren de actividades de la fase de acabados húmedos	107
Tabla 28. Matriz CBA final para la elección del mejor tren de actividades de la fase de acabados húmedos	108
Tabla 29. Resultados finales de las entrevistas a stakeholders para la elección del mejor tren de actividades de la fase de acabados húmedos.....	109
Tabla 30. Resultados finales de puntaje total vs costo total (S/.) para la elección del mejor tren de actividades.....	109

Capítulo 1: Generalidades

1.1.Introducción

En la actualidad, el sector educativo presenta ineficiencias en su infraestructura. Esto se evidencia en muchos colegios al interior del país, como consecuencia de los desastres naturales provocados por el fenómeno del niño costero del 2017. Debido a esto, el Gobierno del Perú creó una entidad autónoma para revertir, a la brevedad posible, las infraestructuras dañadas a través de un plan integral de la Reconstrucción con Cambios. Por otro lado, debido a la COVID-19, la Contraloría General de la República, realizó el operativo “Buen inicio del Año Escolar 2022” realizado el 15 de marzo del año 2022 para informar sobre la situación actual en la que se encuentran algunos colegios en provincias, y en la cual se evidenció que más del 50% presentaban infraestructura inapropiada, carencia de servicios básicos y limitadas medidas de bioseguridad frente a la COVID-19 para recibir alumnos y trabajadores dentro de sus instalaciones (Diario Gestión, 2022).

Asimismo, según el diario El Peruano, en la actualidad, existen 54,800 colegios del Perú en el que aproximadamente 41,600 colegios debe ser demolidos o reforzados a nivel estructural y 21,100 colegios están clasificados como bajo nivel de riesgo extremo debido a las condiciones en la que se encuentran (El Peruano, 2022). Por ello, es necesario que la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios promueva la inversión adecuada mediante la implementación de buenas prácticas, estrategias de gestión y construcción para optimizar los diseños, recursos y tiempos para revertir la brecha y contribuir con el desarrollo educativo de muchos niños y jóvenes del país.

Por otro lado, debido a la pandemia provocada por la COVID-19 se mantuvo el distanciamiento social obligatorio hasta el año 2021 y a inicios del año 2022 se consideró solo la emergencia sanitaria hasta agosto del mismo año, por lo que se quitaron ciertas restricciones. A pesar de ello, la implementación de protocolos COVID-19 aprobados por el MINSA son de carácter obligatorio en muchas empresas del sector industrial y construcción. En el presente año, es

necesario considerar los aforos máximos permitidos, habilitación de áreas con ventilación y contar con un eficiente sistema integrado de gestión. Adicionalmente, se conoce que en la fase de arquitectura o acabados de los proyectos educativos se cuenta con una mayor cantidad de actividades y tiende a incurrir en retrasos o no conformidades del producto final que generan actividades que no agregan valor; también, es importante considerar que para la selección del mejor material a emplear en obra se debe analizar las partidas que requieren un mayor control para el avance de obra y factores fundamentales como impacto medioambiental, rendimiento, indicadores de presupuesto, entre otros; por ello, es imprescindible la implementación de nuevas herramientas digitales y metodologías colaborativas. Así, se han venido realizando diversas investigaciones respecto a la integración de tres metodologías: Choosing by Advantages, lean construction y metodología BIM; por ejemplo, en el año 2017 se aplicó esta integración, la cual permitió seleccionar el mejor flujo de trabajo para optimizar la construcción de un edificio mediante el método CBA a partir de la elección por ventajas en base a criterios y factores de cada proceso constructivo y contexto del proyecto. También, se utilizaron modelos BIM 4D para mejorar la comprensión de los procesos constructivos y reducir la incertidumbre de la elección de la mejor alternativa (Murguía & Brioso, 2017).

En esta investigación se propondrá una metodología de integración del Last Planner System y método CBA para la toma de decisiones del mejor tren de actividades y materiales de construcción en un proyecto educativo público en Piura. Se presentarán las propuestas de sectorización para la elaboración de los trenes de trabajo de la fase de acabados húmedos de la etapa de arquitectura y de los materiales de construcción seleccionados; y mediante la elaboración de la matriz Choosing by Advantages, se validará mediante encuestas y entrevistas a especialistas.

Principales preguntas de investigación

El sector construcción es uno de los pilares más importantes de la economía, por lo que es imprescindible realizar una adecuada evaluación económica de los diversos proyectos de construcción que se vienen desarrollando en el país e identificar los principales percances que permitan analizar las lecciones aprendidas, tal que se reduzcan, paulatinamente. Sobre todo, por consecuencias de la COVID-19 en la que se ha podido observar el impacto negativo que generó durante los meses de marzo a mayo del 2020 por la paralización de muchas obras.

Posteriormente, para el reinicio de las actividades fue de carácter obligatorio que todas las empresas constructoras, empresas de supervisión, entre otros hayan implementado el Plan de seguridad, vigilancia y salud ante la COVID-19 aprobado por el MINSA y, especialmente, que cumplan con los principales lineamientos para controlar la propagación del virus y salvaguardar la salud de los trabajadores; de lo contrario, no podían retomar las labores. A partir de este contexto y desde tiempos previos, ha sido posible observar con mayor frecuencia los principales percances que ocurren en el sector construcción: incumplimientos en los plazos de entrega, la escasa planificación de personal y materiales de construcción. Estos incumplimientos, durante el proyecto, pueden generar impacto negativo, sobre todo, en el aspecto económico.

A partir de lo mencionado, se plantea lo siguiente: ¿Cómo mejorar la planificación de los procesos constructivos tal que se cumpla con el cronograma y no perjudique a otras partidas de construcción? de darse el caso hipotético de que el contratista pudiera seleccionar el material ideal en cierta partida de construcción, ¿Qué criterio o metodología sería conveniente aplicar para la selección del mejor material de construcción a fin de cumplir con los factores más importantes que son la calidad, eficiencia, ser eco amigable, costo alcanzable, entre otros? Además, se ha podido evidenciar que realizar constantes seguimientos y control a los proyectos de construcción ha ayudado a identificar los conflictos que suelen ocurrir en obra, sobre todo

entre especialidades que dependen de otras. Por ello, ¿Qué metodología o tecnología aplicar para el constante control y monitoreo de todas las especialidades de construcción, a fin de reducir las interferencias y monitorear los costos del proyecto? Aunque existen nuevas metodologías y herramientas tecnológicas que son compartidas por diversas consultorías nacionales e internacionales mediante charlas de capacitación y talleres de implementación a profesionales que deseen involucrarse, aún existe otro grupo de empresas, en su mayoría, pertenecientes a entidades del sector público que desconocen de las propuestas y que se espera que en menos de una década las acepten e interioricen como oportunidad de mejora en sus procesos o proyectos que están en plan de ejecución o inversión.

A partir de los frecuentes incumplimientos mencionados y preguntas formuladas, ¿qué se espera con la elaboración de este trabajo de investigación? y ¿cómo saber si las metodologías que se aplicarán serán las más eficientes? Mediante el desarrollo de la literatura, principales fuentes y tomando como ejemplo algunos casos de aplicación con éxito en base a investigaciones pasadas se plantearán las metodologías que durante el desarrollo se explicarán.

Objetivos:

1.1.1. Objetivo general:

Proponer una metodología de integración del Last Planner System y método CBA para la toma de decisiones del mejor tren de actividades y materiales de construcción en etapa de acabados en proyectos públicos aplicando modelos BIM.

1.1.2. Objetivos específicos:

- Realizar la programación de la fase de arquitectura de una edificación mediante la herramienta del Last Planner System.
- Proponer la aplicación de la metodología Choosing by Advantages para la selección de los mejores materiales de construcción y programación de la fase de arquitectura en proyectos de construcción.

- Aplicar ambas metodologías a un proyecto educativo público en el cual se diseñará mediante modelos BIM.
- Validar la propuesta de planificación elegida y materiales de construcción mediante entrevista a especialistas y modelos BIM para obtener mayor confiabilidad en las decisiones.

1.2. Hipótesis y justificación

Hipótesis:

Es posible controlar la planificación del cronograma de proyectos educativos públicos mediante la herramienta Last Planner System y mejorar la toma de decisiones durante la elección de materiales de construcción y sistemas de planificación con la aplicación de la metodología CBA, usando modelos BIM para obtener una mayor confiabilidad durante la toma de decisiones.

Justificación:

Se conoce que el sector construcción brinda uno de los principales aportes al PBI del país; sin embargo, esto se ha visto perjudicado desde mediados de marzo del 2020 debido a la pandemia generada por la COVID-19 la cual impactó de forma negativa en la economía del país, por la cantidad de obras que fueron paralizadas desde marzo de 2020 hasta mayo del mismo año. Para el reinicio de las actividades cada empresa tuvo que presentar su plan prevención y control contra la COVID-19 aprobados por el MINSA en el que se enfatizó los aforos máximos por frente de trabajo y distanciamiento mínimo que controle la propagación del virus. Dentro de estos cambios se pudo observar que la planificación fue una de las etapas más importantes para cumplir con el cronograma del proyecto en base a un adecuado seguimiento de cada proceso constructivo; por ejemplo: actividades de cada partida de construcción que presentan una cantidad de días como tiempo límite para no alterar la secuencia de otra actividad.

También, los costos de muchos materiales de construcción se incrementaron por el alza de

precios en materias primas y del sector energía, la cual genera un impacto directo en los precios de transporte del material, elaboración del producto y mano de obra. Por ello, si se diera el caso hipotético en el que el contratista ejecutor de obra o proyectista pudiera seleccionar los materiales de construcción en base a situaciones ajenas a lo esperado, la aplicación de una metodología de toma de decisiones ayudaría a reducir la incertidumbre durante la selección de materiales de construcción en diferentes partidas de obra. Muchas veces se opta por el más económico sin analizar los factores más relevantes que cumplan con la calidad necesaria que se requiere; sin embargo, mediante la aplicación de la matriz Choosing by Advantages se obtendrán resultados en base a opiniones de especialistas en el sector. De la misma manera para optar por el mejor sistema de planificación, ya que se pueden proponer diversos trenes de actividades para cumplir el cronograma del proyecto en el plazo esperado y, como parte de la metodología, analizar algunos factores como cantidad del personal por frente de trabajo para cumplir con los protocolos COVID-19 y, así, no solo entregar mayor valor al cliente, sino garantizar la seguridad y salud de los trabajadores.

Adicionalmente, el uso de herramientas colaborativas como cronogramas, pizarras o softwares garantizan un mayor seguimiento y control a diversos proyectos en diferentes sectores. Por ello, el Ministerio de Economía y Finanzas ha publicado el Plan de implementación BIM que permitan gestionar mejor las inversiones públicas y respectivos proyectos. Si bien es cierto, existen muchas empresas del sector privado que, actualmente, presentan un equipo BIM que se encarga de monitorear y detectar interferencias para reportarlas inmediatamente mediante softwares y en comunicación directa con cada involucrado de la especialidad para reducir incremento de costos y tiempo; sin embargo, existen otras empresas que aún no insertan la metodología, por lo que se espera que hasta el 2030 todas las empresas públicas y privadas lo empleen para mejorar el sistema de gestión.

2. Marco Teórico

2.1. Estado del arte y metodología

2.1.1. Estado del arte

Actualmente, se informa que existen instituciones educativas públicas que carecen de infraestructura y servicios básicos y los cuales superan más del 50% que en su mayoría se encuentran en las regiones de Cajamarca, Junín y Cusco. También, se informó que estos centros educativos no se encontrarían en estado de iniciar las clases escolares presenciales con la implementación de medidas de bioseguridad contra la COVID-19, puesto que pondrían en riesgo la integridad y salud de diversos escolares y trabajadores. (Diario Gestión, 2022). Visitas de inspección realizadas informaron que, del total de colegios visitados, aproximadamente 511 se encuentran cerrados, lo cual generó alerta a las poblaciones. Adicionalmente, se detectó que las deficiencias de infraestructura representan un 62.4%, correspondiente a daños en puertas; 61% para techos deteriorados; 60% presentan ventanas en mal estado, entre otras deficiencias. (La Contraloría, 2022).

Para manejar una construcción sin pérdidas y cumplir con el costo, tiempo y calidad, es importante adquirir una visión Lean como nueva forma de metodología de implementación en proyectos de construcción para que brinde mayor seguridad, confiabilidad y satisfacción al cliente (Babalola et al., 2019). La filosofía Lean Construction tuvo como finalidad eliminar los inventarios, enfocarse en la productividad del trabajador, cumplir con los objetivos para el desarrollo de un proyecto de construcción, maximizar el desempeño del cliente, diseñar simultáneamente el producto y el proceso; y, llevar a cabo el control de la producción (Uddin, 2020). A pesar de que se ha adoptado con éxito en muchas industrias o empresas contratistas, generando mejoras de procesos de planificación, existen barreras para su implementación por el escaso conocimiento del tema (Ivina, Daria & Nils, 2020). Asimismo, para llevar un control y planificación del proyecto existe una herramienta que facilita la producción de un flujo

confiable y proceso colaborativo, a través de compromisos y promesas generando mayor seguridad, calidad, productividad y reducción de costos (Ebbs, 2019). Esta herramienta es el Last Planner System que, previo a su implementación, se han venido realizando diversos estudios en proyectos de construcción; sin embargo, pocos han registrado su aplicación en proyectos de infraestructura (Kassab et al., 2020). Estudios publicados para un proyecto de infraestructura deportiva en Perú, indican que su implementación ayudó a que el equipo actúe rápidamente antes de alguna variabilidad afecte al proyecto; hubo aprendizaje, mejora continua y comportamientos orientados a objetivos y el indicador PPC se incrementó con las reuniones de planificación (Erazo-Rondinel et al., 2020).

Asimismo, existe un método colaborativo de toma de decisiones llamado Choosing by Advantages o CBA el cual ha sido empleado en decisiones simples y complejas de diversos proyectos de construcción (Suhr, 1999). Una de los principales usos del método CBA es brindar soporte en la correcta selección de alternativas y, sobre todo, entender la importancia de su selección en base a características propias en diversos aspectos y contextos de su uso. Para tomar la decisión es imprescindible la identificación de ventajas y desventajas de cada alternativa las cuales serán evaluadas mediante puntajes del 0 al 100 por especialistas o stakeholders: luego, mediante análisis de la variable costo y realizando un gráfico de puntaje total vs costo se tomará la decisión final (Rodríguez, 2020). El método CBA es una de las herramientas de la filosofía Lean Construction que refuerza la toma de decisiones, debido a que se realiza con transparencia a través de opinión de especialistas y que permite guiar a decisiones oportunas por las limitaciones generadas por la coyuntura actual como consecuencia de la COVID-19. (Espinoza et al., 2021). Dentro de sus aplicaciones se tiene el de la construcción de un hospital en Perú, en el cual se requería la incorporación de un nuevo miembro para el área de control de proyectos que cumpla con los requisitos necesarios para que sume al equipo. Se empleó el método CBA para la selección; sin embargo, se realizó una

capacitación previa que incluyan ejemplos de aplicación tanto en proyectos simples como complejos. Posteriormente, para las entrevistas personalizadas a especialistas se utilizó la plataforma Microsoft Teams y la plataforma colaborativa Mural para la elaboración de la matriz que resulte lo más interactivo posible y, así, sea posible la selección óptima del mejor postor. (Paucar-Espinoza., et al, 2021).

También, la aplicación del método Delphi permite realizar un trabajo colaborativo mediante análisis y reflexión de especialistas en la materia para obtener una conclusión sobre el problema planteado, usando como referencias opiniones o investigaciones de autores. (Landeta, 2020). Las características principales de la metodología consisten en la aplicación de un proceso colaborativo, el cual implica que los stakeholders brinden sus opiniones en varias rondas de entrevistas, con la finalidad de revalidar o mejorar su opinión. Las entrevistas realizadas deben permanecer en anonimato para evitar influencias en las respuestas obtenidas y respecto a cada participante. El coordinador de las reuniones debe brindar un feedback a cada participante respecto al problema que se va a analizar, en el que se mencione algún aporte importante de una investigación; y, considerar que en caso el especialista brinde respuestas numéricas, se usará la mediana de cada respuesta. (Dalkey, 2017).

“Adicionalmente, la tecnología BIM es utilizada para integrar diseño, construcción y operación de los proyectos de construcción; y, estudios recientes indican que su implementación en el Perú ha aumentado entre 25% a 39% entre los años 2017 y 2020 y que su mejor beneficio es el aumentar la calidad de la información del proyecto. Asimismo, para obtener un progreso tanto en el sector público como privado se debe empezar a aumentar las capacidades digitales y colaboración de los proyectistas”. (Murguía, 2021, pág.25). Algunos estudios indican que la integración del Last Planner System con BIM genera beneficios en la planificación de proyectos de construcción como permitir la identificación y eliminación eficiente de restricciones en la planificación a mediano plazo. Mediante el BIM 4D es posible brindar

mayor potencial para modelar las limitaciones a mediano plazo y las causas a corto plazo (Etges et al.,2020).

A partir de estos recientes estudios, se propondrá la herramienta Last Planner System para la mejora de planificación, control y adecuado seguimiento de proyectos en el sector construcción, enfocado en proyectos educativos públicos, en el que se propondrán trenes de actividades para la partida de acabados húmedos que resulten viables a fin de cumplir con los tres parámetros de la filosofía Lean Construction: costo, tiempo y calidad. También, se implementará la metodología de toma de decisiones Choosing by Advantages para la selección del mejor tren de actividades y de los materiales de construcción ideales para la fase de acabados húmedos de la partida de arquitectura. Las buenas prácticas estarán basadas en la correcta propuesta de factores y parámetros para, posteriormente, realizar las entrevistas a stakeholders, tabular los puntajes obtenidos y realizar la gráfica de puntaje vs costo para determinar la decisión.

2.1.2. Metodología

La metodología a utilizar en la presente tesis es de tipo mixta; es decir, cualitativa y cuantitativa; sin embargo, previo al desarrollo de cada paso es necesario la revisión de la literatura de los siguientes temas de estudio: la filosofía Lean construction, Last Planner System, el método CBA, método Delphi y la aplicación de la metodología BIM. Asimismo, conocer los procedimientos constructivos que implica la fase de acabados húmedos en edificaciones y obtener mayor comprensión en la aplicación e integración de las metodologías y conocimiento de las restricciones dado los acontecimientos políticos y consecuencias de la COVID-19 en el país.

Asimismo, la investigación se basa en el análisis de los procesos constructivos de la fase de acabados húmedos de la partida de arquitectura de un colegio público para la selección del mejor material de construcción en albañilería y tarrajeo y selección del mejor tren de

actividades para la optimización de la planificación y flujo de trabajo a partir de la metodología Choosing by Advantages y Last Planner System mediante modelos BIM 3D-4D. De esta manera, se explicarán los siguientes pasos:

Paso 1: Analizar los procesos constructivos de las partidas de arquitectura para la fase de acabados húmedos y los materiales de construcción empleados en la misma fase para proponer alternativas de selección y seleccionar la mejor propuesta.

Paso 2: Realizar el modelo en 3D a nivel de detalle LOD 400 tomando en consideración todos los procedimientos constructivos propios de la fase de acabados húmedos en la construcción de colegios.

Paso 3: Proponer dos trenes de actividades para la fase de acabados húmedos a partir de la etapa de planificación de la herramienta Last Planner System. Será necesario que para obtener una adecuada sectorización se propongan frentes de trabajo que presenten características propias respecto a los procesos constructivos de las actividades involucradas. Posterior a la sectorización, analizar y verificar que los avances cumplan con las características que debe poseer los trenes de actividades para su aplicación en campo.

Paso 4: Realizar el modelo BIM en 4D mediante el software Naviswork considerando lo descrito en el paso 3 si se verifica que cumple con el avance de las actividades por sector en campo; de lo contrario, repetir el paso 3 considerando sugerencias o criterios de stakeholders del rubro.

Paso 5: Definir factores propios que presente cada alternativa. Estos deben adecuarse a los objetivos de la tesis; de lo contrario, se procede a definir otros. Por ejemplo: para el caso de estudio dentro de los aspectos o categorías que se ha considerado para materiales de construcción es el impacto ambiental, mientras que para trenes de actividades los avances diarios de las partidas.

Paso 6: Definir criterios de cada factor según indicación o recomendación de cada stakeholder

que contribuya con la mejora del proyecto. Por ejemplo, para el factor rendimiento, el criterio recomendado sería que, a mayor rendimiento, mejor, dado que representa la cantidad de avance diario por m² para los muros de albañilería.

Paso 7: Definir y describir los atributos que representan las características propias de cada propuesta. Por ejemplo, según el factor de resistencia a la compresión para albañilería, el atributo el ladrillo King Kong 18 huecos es de 130 kg/cm², mientras que para la bloqueta de concreto es 71.4 kg/cm².

Paso 8: Seleccionar a mínimo 8 stakeholders o especialistas en el rubro para las entrevistas y llenado de la matriz Choosing by Advantages. Estos deben contar con suficiente experiencia en el sector para que puedan retroalimentar o mejorar la matriz y calidad de cada uno de sus componentes.

Paso 9: Diseñar y realizar las entrevistas a los stakeholders seleccionados en reuniones colaborativas en el que se explique brevemente en que consiste la metodología del caso de estudio y se absuelvan dudas para, así, mejorar la calidad de las respuestas; si luego de ello, se da conformidad a los factores y atributos seleccionados se continúa con el proceso, si no, se debe proceder a actualizar los factores propuestos inicialmente.

Paso 10: Identificar el atributo menos preferido para cada factor y colocar la ventaja del atributo de cada alternativa por factor en base a la de menor preferencia. Por ejemplo: se tienen tres alternativas cuyo factor “rendimiento” con criterio “más es mejor” y atributos son 9m²/día, 9.5m²/día y 8m²/día, respectivamente, siendo el de menor preferencia el de atributo 8m²/día, entonces se procede a restar los otros dos atributos con el de menor preferencia para determinar su ventaja de cada uno.

Paso 11: Asignar importancia a cada factor, el cual consiste en que cada entrevistado debe establecer un rango de puntaje a cada factor según su preferencia y conocimientos en el rubro. Por ejemplo, el stakeholder puede brindar el rango de 100-95 al aislamiento térmico y después

90-95 a la seguridad estructural. Luego de establecer los rangos, se asignan los puntajes a cada alternativa, siendo 100 la mejor calificación de la alternativa.

Paso 12: Evaluar costo vs puntaje, la cual consiste en realizar la suma total de los puntajes de cada alternativa y, mediante la herramienta de Excel, elaborar un cuadro de puntaje total y costo de cada alternativa para analizar cada propuesta y de ser el caso elaborar una gráfica de costo total vs puntaje y analizar las pendientes para la toma de decisión.

Considerar que en el paso N.º 11 se debe analizar los puntajes totales obtenidos de cada alternativa en base a los objetivos de la tesis y lo que se desea obtener como mejora, por lo que para no incurrir en observaciones por parte de otros stakeholders se debe realizar las entrevistas en dos a tres sesiones y, así, obtener mayor confiabilidad en los resultados. También, se debe realizar una encuesta a todos los participantes de las entrevistas a partir de premisas o preguntas cuyos puntajes se encontrará en el rango de 1 al 5, según escala de Likert respecto a las metodologías de integración: Choosing by Advantages, herramienta Last Planner System, Metodología BIM y su aplicación, modelos 4D, entre otros. A continuación, se adjunta la figura 1 correspondiente al diagrama de flujo de la metodología para el caso de estudio.

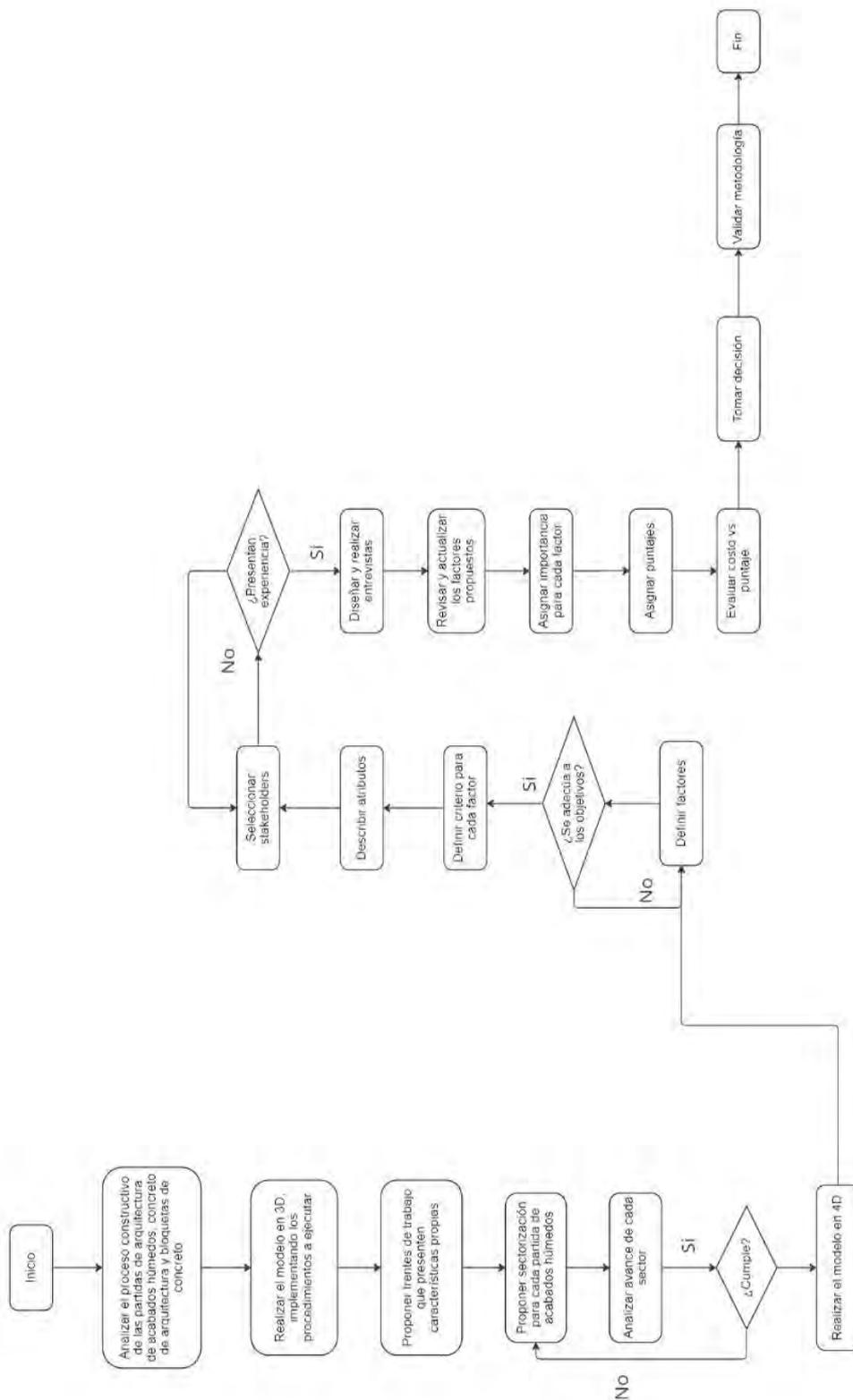


Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología de integración

Fuente propio

2.2. Impacto de la COVID-19 en el sector construcción

El sector construcción está considerado entre las principales actividades más importantes del país, ya que permite dinamizar la demanda interna y promover empleo (El Peruano, 2022). Sin embargo, el 15 de marzo del 2020, el ex-presidente Martín Vizcarra declaró emergencia sanitaria a nivel Nacional, la cual implicó el aislamiento social obligatorio de los ciudadanos y la paralización de actividades alrededor de dos a tres meses del sector agropecuario, pesca, minería, manufactura, construcción, entre otros para evitar incrementar la cantidad de contagios mientras se trabaja en un plan de reactivación que deberá adoptar cada empresa para el reinicio de sus actividades.

A partir de esta paralización de las actividades, se pudo observar, también, que los proveedores del sector construcción también se vieron fuertemente afectados, debido a la paralización de las actividades y a las dificultades del suministro de materiales por problemas logísticos y de transporte hacia obras ubicadas en diferentes departamentos del Perú. Entre marzo a junio del 2020 y, particularmente en abril, se presencié una caída del sector construcción, el cual se evidenció en una fuerte caída del 89%, aproximadamente; sin embargo, a partir de la primera fase de reactivación económica en mayo del 2020 se empezó a revertir, paulatinamente, para las empresas constructoras e inmobiliarias que estaban por empezar la fase de arquitectura o acabados y aquellas que se encontraban ejecutando obras antes de pandemia, mediante previo acuerdo con el Ministerio de Vivienda y Construcción y, posteriormente, presentar su plan de Seguridad y Salud en el Sector Construcción en base a los lineamientos aprobados por el MINSA (La Cámara de Comercio de Lima, 2021).

A pesar de la afectación mencionada, el sector construcción incrementó su contribución a la economía nacional en un 7.4% del PBI durante los meses de octubre a diciembre del 2020 y un crecimiento del 38% entre los meses de julio 2020 y junio 2021 como reflejo de la progresiva reactivación económica y la correcta implementación de las medidas de seguridad contra la

COVID-19 por parte de empresas contratistas e inmobiliarias (COMEXPERU,2022). No obstante, al finalizar el año 2021, según la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), el sector construcción decreció a 35%, debido a la crisis política que viene atravesando el país, la cual está generando impactos negativos en los costos de materiales importados para obra (Cámara Peruana de la Construcción, 2022).

Asimismo, para el año 2022 se sigue manteniendo la crisis política, por el cual algunos empresarios de grandes empresas constructoras sienten temor en participar en proyectos de inversión pública y privada que impulsen el crecimiento económico del país.

2.2.1. Proyecciones del sector construcción para los próximos años

La industria de la construcción es una de las que más aporta al PBI del país, por lo que el incremento de la actividad económica podría generar mayores oportunidades de empleo a nivel nacional, cuya mayor concentración se centraría en Lima Metropolitana. Este sector durante los primeros meses del año 2020 se vio afectado por la paralización total de las obras como consecuencia de la COVID-19; sin embargo, con la reactivación económica gradual y la aprobación de los lineamientos COVID-19 planteados por el MINSA para el reinicio de las obras, a fines del año 2020 se incrementó el PBI en un 7.4% (ComexPerú, 2022). A continuación, en la figura 2 y figura 3 se puede observar la evolución del PBI y la participación del sector construcción desde el año 2019 hasta el 2021.



Figura 2. Evolución del PBI y participación del sector construcción

Tomado de Desarrollo del Sector Inmobiliario en 2021 y expectativas para el 2022, por Comex Perú, 2022

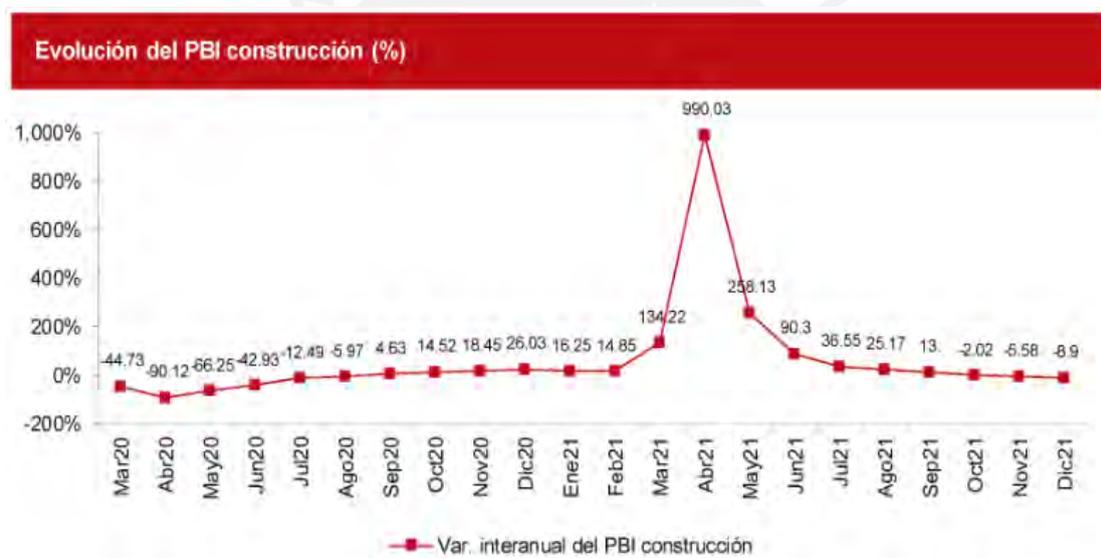


Figura 3. Evolución del PBI del sector construcción

Tomado de Desarrollo del Sector Inmobiliario en 2021 y expectativas para el 2022, por Comex Perú, 2022

A pesar de que el PBI ha estado en crecidas y bajadas durante los años mencionados, se tienen proyecciones negativas que podrían perjudicar las inversiones públicas y privadas para el año 2022 si perdura la crisis política que se viene atravesando desde el 2021. Algunos empresarios del sector construcción viven bajo la incertidumbre de la crisis política y el alza de precios en los materiales de construcción, el escaso abastecimiento y el déficit de mano de obra calificada

que limita la decisión de realizar una inversión y por el cual el Gobierno debería promover iniciativas y soluciones para erradicar la problemática, ya que estos proyectos impactan en el flujo de actividades económicas desarrolladas en la ubicación de cada uno para satisfacer su demanda durante el transcurso de actividades (ComexPerú, 2022).

2.3. Filosofía Lean Construction:

El término Lean proviene de la palabra en inglés que traducida al español significa “sin pérdidas”. Desde 1990 fue utilizado por un grupo de investigadores del MIT como “Lean Manufacturing” o “Lean production” (Orihuela, 2011). También, fue desarrollado por el ingeniero Taiichi Ohno en la industria automotriz, cuando se comprobó la eficiencia de la producción de Toyota. Esta filosofía busca generar una producción sin pérdidas, eliminar los desperdicios o actividades que no agregan valor, dejar de lado el enfoque de producción por especialidad y priorizar la producción del trabajador o masiva. Asimismo, en el año 1992, el profesor Lauri Koskela, quien se encontraba haciendo su tesis de doctorado en el Centro de Investigación Técnica de Finlandia, afirmó que el sector construcción debería adquirir un eficiente sistema de producción que genere oportunidades de mejora en tiempo, plazo y calidad, por eso, propuso que la filosofía lean también sea aplicada en el sector construcción que, posteriormente, se realizaron diversos estudios y aplicaciones que trajo consigo la creación de Lean Construction Institute en agosto de 1997 (Porrás et al., 2014).

2.3.1. Definición de Lean Construction:

La filosofía Lean Construction estuvo basada, inicialmente, en la etapa operativa de los proyectos de construcción con la finalidad de reducir las pérdidas y obtener oportunidades de mejora en la productividad. Manejar un proyecto de construcción bajo esta filosofía significa que se debe tener objetivos claros para desarrollar el proyecto, se debe diseñar de forma simultánea el producto y el proceso, maximizar el desempeño para el cliente y realizar supervisión de la producción durante el ciclo del proyecto. El enfoque Lean asegura que no se

contribuya con la variación del flujo de trabajo, sino que exista una adecuada planificación que implique definir criterios para el éxito y produzca estrategias para lograrlo; también, que no resulte imposible su control, tal que se puedan realizar eventos para ajustar el plan y desencadenar el aprendizaje y la planificación. Este enfoque es, también, importante porque mide los niveles de desempeño y desperdicio (waste) en la construcción y los clasifica como trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y no contributorio (TNC) (Porrás et al., 2014).

Para continuar promoviendo los fundamentos teóricos, mejorar métodos y principios se creó el grupo internacional de Lean Construction (IGLC), el cual se encuentra constituido por profesionales con pasión en el rubro de investigación, entre ellos ingenieros y arquitectos con capacidad de responder retos a futuro. Esta organización está dedicada a organizar conferencias, reuniones, y seminarios con la finalidad de informar sobre la factibilidad, eficiencia y calidad y, sobre todo, animar a gerentes generales de múltiples empresas constructoras, inmobiliarias, entre otros a implementarlo. A continuación, en la figura 4 se presentará un resumen del marco conceptual lean que compara la filosofía lean con el enfoque tradicional y en la figura 5, el proceso de aplicación de la filosofía Lean.

LEAN	TRADICIONAL
Foco en el sistema de producción	Foco en las transacciones y contratos
Metas TFV (transformación-flujo-valor)	Metas transformación
Actores tardíos involucrados en decisiones tempranas	Decisiones secuenciales tomadas por especialistas e impuestas a los demás
Producto y proceso diseñados en conjunto	Se completa el diseño del producto y sólo después comienza el diseño del proceso
Actividades realizadas en el "último momento responsable"	Actividades realizadas lo antes posible
Esfuerzos sistemáticos para reducir la respuesta de la cadena de abastecimiento	Las distintas organizaciones se vinculan por medio de las reglas del mercado y obtienen lo que este les ofrece
El aprendizaje se incorpora en el proyecto, la empresa y la cadena de abastecimiento.	El aprendizaje ocurre esporádicamente (no se planea)
Alineamiento de los intereses de los participantes del proyecto.	No existe alineamiento de los intereses de los participantes del proyecto.
Los buffers se dimensionan y ubican de modo de absorber la variabilidad del sistema	Los participantes crean grandes inventarios para proteger sus propios intereses

Figura 4. Diferencias entre la filosofía lean y el sistema tradicional

Tomado de BSG Institute

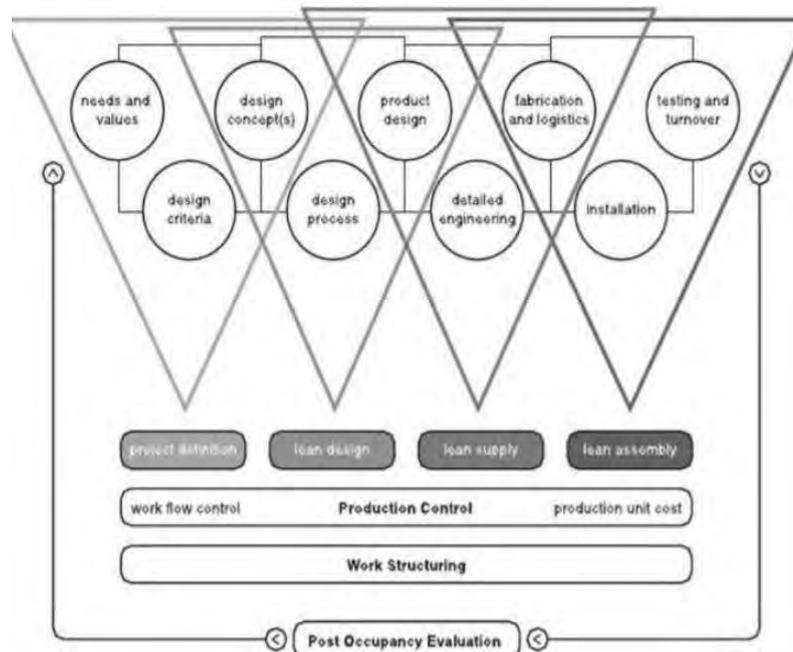


Figura 5. Proceso de la filosofía Lean Construction

Tomado por BSG-Institute

2.3.2. Casos de aplicación de la filosofía Lean Construction

A lo largo de los años, se ha podido evidenciar la gran acogida que ha tenido la implementación de este enfoque en diversas empresas del sector construcción a nivel mundial. Cabe resaltar que los estudios e investigaciones han continuado realizándose desde su primer caso de implementación hasta la actualidad, con la finalidad de seguir identificando las razones de las deficiencias presentadas en producción y reducir su impacto en costo y tiempo. También, las conferencias y reuniones que brinda el grupo IGLC han incentivado a muchos profesionales del sector a ser partícipe de esta experiencia enriquecedora, a partir de conocimientos y experiencias y poder intercambiar opiniones que brinden oportunidades de mejora.

La filosofía Lean construction ha tenido muchas aplicaciones en diferentes especialidades como es el caso de la “Contribución de los principios Lean Construction para responder a los retos de desarrollo sostenible”, en la que se enfatizan los procesos de información y el aporte de los materiales al desarrollo sostenible del ciclo de vida de los edificios. Para contribuir con

la construcción sostenible, se optó por agregar mayor valor al cliente, en este caso, la minimización del agotamiento de los recursos, la contaminación y eliminar las actividades de desperdicio tales como residuos de materiales. Sin embargo, hay que considerar que existen diferentes puntos de vista a analizar como el caso del propietario, en el que es importante enfatizar los procesos comerciales, la localización, los costos del ciclo de vida, las condiciones, las decisiones de inversión, entre otros; respecto a temas medioambientales, la importancia radica en las cargas ambientales en funcionamiento y la vida útil de la instalación de un material en específico. Para el contratista, lo importante será analizar la comodidad, seguridad, y los costos que podrían generar la implementación de algunos materiales de construcción. Entonces, el desafío de lean construction sería identificar y analizar qué material a instalar influirá de forma negativa en el medioambiente, a corto plazo, generando sobrecostos en la construcción y externos (Hovela & Koskela, 1998).

Otro caso de aplicación se observó en el rubro de movilidad y transporte; sin embargo, aún se encuentra en sus inicios el uso de esta herramienta para las prácticas constructivas. El paper “Investigation of the use of lean construction practices in transportation construction projects”, en la conferencia anual organizada por el IGLC en el 2020 muestra que existen pocos estudios sobre el uso de lean en proyectos civiles y de transporte. Entonces, el aporte de esta investigación se centró en identificar oportunidades en la que el uso de lean construction generó grandes ahorros para el Estado y brindó bienestar a la población vulnerable con la entrega a tiempo de los proyectos, presupuesto y calidad. Los estudios de productividad, análisis de riesgos y problemas legales también cumplieron un rol muy importante, puesto que para poder cambiar la forma como lleva a cabo un proyecto de construcción, se debe promover el uso de técnicas lean (Mohammad, Alves & Lakrori, 2020).

2.4.Herramienta Last Planner System

“El Last Planner System (LPS) es un método de flujo de trabajo utilizado mayormente en el sector Construcción que permite aumentar la productividad y la responsabilidad de los colaboradores” (Conexión ESAN, 2021). Sus primeros inicios fueron durante la planificación de la tripulación en los años 1980, en la que Ballard tenía el cargo de gerente de producción en los Estados Unidos y en la que se practicó algunos de los principales principios como la optimización del flujo de trabajo e incremento de confiabilidad en las actividades diarias. Cabe resaltar que, años después, con el trabajo del profesor Lauri Koskela se completó la aplicación de estos principios con su investigación en la mejora de productividad en la construcción y que, a su vez, impulsó a la creación del grupo internacional de Lean Construction en 1993. Dentro de los principales aportes de la herramienta Last Planner System se encuentra uno de los importantes proyectos de refinería en Venezuela y en la que su implementación tuvo mucho éxito entre los años 1993 y 1994 (Lean Construction México, 2019). Posteriormente, se explicará un caso de aplicación de la integración de la herramienta Last Planner System con BIM, el cual fue desarrollado a fin de aumentar el trabajo colaborativo y reducir desperdicios a partir del control y seguimiento del proyecto mediante la creación digital en 4D (Wickramasekara et al, 2020). A continuación, en la figura 6 se muestra la secuencia de beneficios de la aplicación de esta herramienta y en la figura 7 el flujo de planificación que conlleva su aplicación.

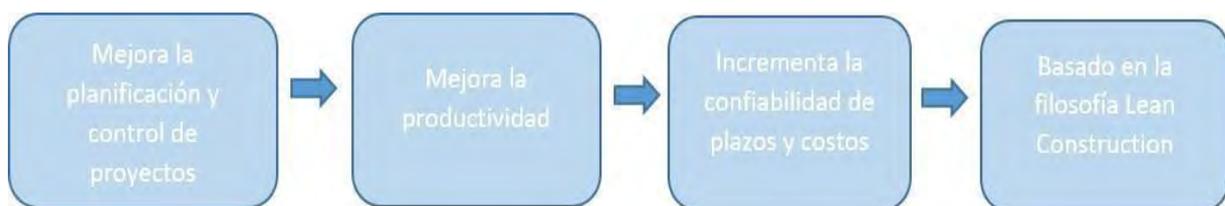


Figura 6. Herramienta Last Planner System

Fuente propio

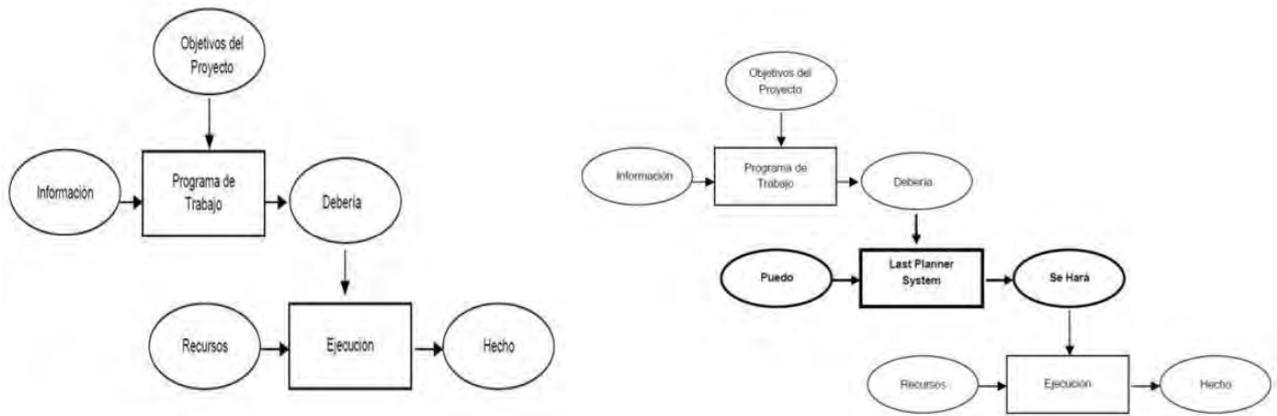


Figura 7. Flujo de planificación mediante Last Planner System

Tomado de “Planificación inicial, mediante Last Planner System” por Glenn Ballard (2000)

2.4.1. Definición de Last Planner System

El Last Planner System es una herramienta basada en la filosofía Lean Construction, cuya finalidad principal es incrementar la fiabilidad de la planificación, mejorar el desempeño e incremento de la confiabilidad de los planes de trabajo y reducir la incertidumbre en los proyectos de construcción, tomando acciones en las diferentes etapas de planificación que abarca esta herramienta.

Para medir el desempeño se tomará en cuenta el porcentaje planeado completo (PPC), el cual será calculado como el cociente del número de compromisos cumplidos entre el número de compromisos totales. Algunas de las funciones que no deben considerarse son las tareas realizadas que no se encuentran planificadas y la interpretación de los valores obtenidos, ya que, si se obtienen resultados muy altos, indicaría que la tarea estuvo muy fácil; caso contrario, es imposible su ejecución (BSG Institute, 2020). A continuación, se detallarán los niveles de planificación (CONSTRUCTIVO, 2021):

- Plan maestro: Se realiza apenas se dé inicio al proyecto y se genera el presupuesto y el cronograma. Uno de los hitos fundamentales de esta etapa es la identificación y el análisis del

avance del proyecto, considerando que el progreso debe ser continuo y exitoso. Además, en el cronograma debe estar especificada la fecha de inicio y finalización de cada tarea, así como las fechas de compra y el costo total de los materiales de construcción que se requerirán para desarrollar las tareas posteriores. Los mapas de actividades, la asignación de responsables para cada trabajo en específico y la información necesaria para que cada uno complete su labor de forma óptima serán fundamentales para la coordinación de estas actividades. Asimismo, la elaboración del WBS (Work Breakdown Structure) es una de las herramientas más útiles para la subdivisión de cargos, ya que especifica las actividades que desarrollarán cada uno de los involucrados desde la mayor hasta la menor función.

- Programa de fases: Consiste en realizar la revisión de las actividades llevadas a cabo en el plan maestro y colocarlas en el Lookahead; es decir, el cronograma del proyecto con ejecución de mediano plazo, en la que se detallan el plazo y la ubicación del proyecto. Para una adecuada ejecución, debe ser realizada en tres meses antes de dar inicio a cada una y evaluar si el proyecto es de gran envergadura. En caso resulte afirmativo, se tendrá que separar en fases o tareas al cronograma maestro, el cual se realizará en la planificación inicial. Además, se utiliza un enfoque en el que se respeta la secuencia de compromisos que se le ha designado a cada responsable y dar comienzo a la secuencia de actividades a partir de la condición final requerida en cada etapa del proyecto. Esta etapa brinda la información necesaria para determinar lo que podría acontecer en el proyecto, a corto plazo, y las medidas que se debería tomar durante el ingreso de las empresas contratistas.

- Planificación intermedia (Lookahead): Se lleva a cabo durante la cuarta y sexta semana de iniciado el proyecto y presenta como principal objetivo controlar el flujo de trabajo, que involucra el diseño de planos, recursos de información, proveedores, materiales, entre otros. Su principal función es que los últimos planificadores identifiquen si existe algún tipo de obstáculo para la elaboración de tareas posteriores para anticipar algún tipo de inconveniente

y enfocarse en las tareas que deben ser culminadas con mayor proximidad. Aquellas restricciones que no permitan el avance de las demás tareas y, sobre todo, que retrasen las posteriores por falta de personal, material, entre otros, tendrán que ser numeradas y registradas en un cuaderno para analizar si existe corrección y trasladarlas al listado de inventario de trabajo disponible. Estos problemas, normalmente, ocurren en proyectos de gran envergadura, ya que los plazos de entrega son bastante amplios y cuando no se opta por un criterio realista al separar las fases del cronograma maestro. A partir de ello, para lograr una planificación óptima, es indispensable evaluar lo que es posible realizar en base a la obtención real de recursos y el cumplimiento de los compromisos previos. Mediante un adecuado cumplimiento, se podrá detallar el presupuesto del proyecto y evitar que se realicen actividades cuando no se dispone de las herramientas necesarias para su cumplimiento.

A continuación, en la figura 8 se puede observar el resumen de las fases que conlleva su aplicación:



Figura 8. Fases de la Herramienta Last Planner System

Fuente propia

Asimismo, en la figura 9 se aprecia el flujo de preparación de las actividades que conllevan el lookahead para la programación de 4 a 6 semanas:

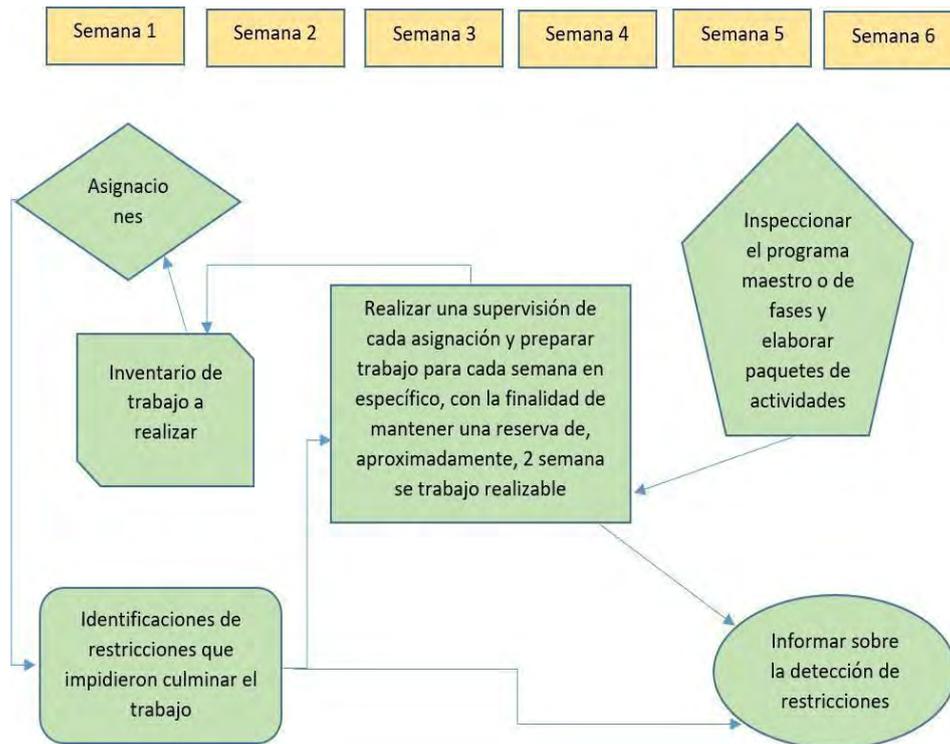


Figura 9. Flujo de preparación de actividades en el Lookahead

Fuente propia

2.4.2. Casos de aplicación de Last Planner System

Es una de las herramientas de gestión implementadas en muchos proyectos de construcción de pequeña y gran envergadura. Se han realizado conferencias a nivel internacional, con la finalidad de informar sobre la aplicación de casos exitosos e incentivar a profesionales del rubro de ingeniería y arquitectura a formar parte de este grupo de investigación.

Dentro de las principales aplicaciones, se tiene el artículo publicado en el IGLC24 en Boston, Massachussets, USA, que consistió en la implementación de la metodología Last Planner System en un proyecto de construcción en Marruecos en el año 2015. El proyecto estuvo conformado por un inmobiliario de 4 bloques con, aproximadamente, 396 viviendas, cuyos responsables fueron los propietarios del proyecto. Durante la implementación de la metodología, se identificaron las fortalezas de esta herramienta, se observó la adecuada jerarquía del proyecto y el trabajo colaborativo, como fue el caso del capataz y su equipo que se encargaban de la planificación de las tareas semanales y el director del proyecto, cuya

función fue la toma de decisiones y el control del proyecto. Además, este caso de investigación señaló que el éxito de aplicación de se encuentra vinculada a los compromisos por parte de cada empresa para resolver los casos de las restricciones durante el plan semanal. (Hichman, Habichi, et al, 2016).

Otro caso de implementación se observó en el artículo publicado por el IGLC28, organizado en Berkeley, California, Estados Unidos, el cual consistió en la exploración de la integración del Last Planner System, metodología BIM y simulación de la construcción; y que tuvo como desarrollo el caso de la transformación del modelo conceptual a un modelo de computadora. Durante la integración de estas herramientas, se realizaron diversos estudios para el mejoramiento del Last Planner System, mediante la aplicación de BIM, con la finalidad de lograr la reducción de residuos e incrementar el trabajo colaborativo entre las partes involucradas del proyecto. También, se hizo énfasis en la programación 4D, reuniones de coordinación BIM, detección de conflictos, plan de trabajo semanal, entre otros. Adicionalmente, se presentaron algunas ventajas de integrar estas dos metodologías como fue el caso de mejoramiento de desempeño en gestión de proyectos de construcción, en el que se enfatizó mayor importancia en el modelado 4D para lograr un adecuado plan semanal y planificación anticipada (Toledo et al, 2016). De esta manera, se pudo concluir, a través de las investigaciones realizadas, que la contribución de algunas funciones BIM como el modelado 3D y 4D, permitieron incrementar el rendimiento del Last Planner System y que el uso de estas metodologías en conjunto facilitará que el área de producción de la empresa pueda obtener mayor confiabilidad durante la toma de decisiones (Wickramasekara et al, 2020).

2.5.Comparación del sistema tradicional con el Sistema Last Planner System

La implementación de la filosofía Lean Construction ha generado impactos positivos en el cumplimiento esperado del proyecto; sobre todo, porque permite el cumplimiento de los tres parámetros fundamentales: costo, tiempo y calidad. La herramienta Last Planner System se

caracteriza por pertenecer a la filosofía que se encuentra enfocada en el control y seguimiento de cronograma de obra y en la prevención e identificación de tareas que atentarían con los plazos establecidos, mediante las reuniones colaborativas semanales (Acosta, 2018).

El sistema de gestión tradicional, por su parte, realiza las tareas en el plazo indicado en el cronograma de obra pactado en el expediente técnico y, los residentes, ingenieros de campo o supervisores de obra son capaces de detectar algunas incompatibilidades durante la ejecución de la tarea. Sin embargo, la detección de incompatibilidades en el momento podría generar, en muchas ocasiones, la paralización o atraso de tareas posteriores y perjudicar el flujo de trabajo, teniendo que agregar más días o incrementar las horas de trabajo del personal. Además, la ausencia de reuniones semanales o trabajo colaborativo podría incurrir a la disminución del compromiso de cada trabajador y a que cada uno de ellos sea individualista y vele por sus propios beneficios respecto a costos (Álvarez et al., 2020).

En resumen, en la figura 10 se identificarán diferencias generales de la programación tradicional y herramienta Last Planner System, mediante el siguiente cuadro:

Sistema Tradicional	Last Planner System
Solo una persona realiza la planificación	Se asignan responsables para cumplir con el alcance del proyecto
Normalmente solo un grupo de personas están comprometidas con el trabajo	Existe mayor compromiso a través de reuniones colaborativas y capacitaciones constantes
No se propicia la transmisión de conocimientos mediante trabajo colaborativo	Reuniones constantes para intercambiar ideas
Existe poca conexión entre participantes del proyecto	Mayor nivel de conexión entre cada participante del proyecto
No se asignan tareas con anticipación	Se sigue un plan semanal y se asignan tareas a cada equipo y responsables para cumplir con el control y seguimiento del proyecto
Existe escaso seguimiento de las actividades o tareas de cada responsable	Los seguimientos realizados son constantes a fin de cumplir con lo proyectado de acuerdo a los tres parámetros de la filosofía lean: costo, tiempo y calidad

Figura 10. Diferencias entre el sistema de gestión tradicional y el Last Planner System

Fuente propia

2.6. Choosing by Advantage (CBA)

2.6.1. Definición de la metodología

La metodología Choosing by advantages consiste en un sistema multicriterio de toma de decisiones que permite realizar reuniones colaborativas con especialistas en el tema a estudiar para obtener resultados con mayor índice de confiabilidad y transparencia durante la toma de decisiones (Suhr, 1999). Asimismo, presenta cuatro principios fundamentales: “Los stakeholders deben estar dispuestos a aprender el uso de métodos eficientes de toma de decisiones, las decisiones se basan en importancia de cada ventaja, cada decisión debe encontrarse vinculada a cada hecho relevante y las diferentes decisiones requieren diferentes métodos para tomar decisiones” (Arroyo et al., 2013).

2.6.2. Implementación de la metodología

La metodología Choosing by Advantages posee varios beneficios que superan los métodos tradicionales, la cual se observa en la implementación con éxito de diversos proyectos del sector construcción. También, se observa que ha contribuido con el aporte de beneficios a los métodos tradicionales de toma de decisiones multicriterio, tales como la argumentación e indagación de las decisiones a tomar, el trabajo colaborativo entre partes interesadas y, sobre todo, la reducción de incertidumbre en el proceso de evaluación de las decisiones, las cuales se desarrollarán, posteriormente, en el numeral 2.6.3 correspondiente a aplicación de casos de estudio. “También, la metodología CBA fomenta el uso de datos correctos según cada contexto, ya que relaciona las decisiones en hechos relevantes y el significado de las diferencias entre las ventajas de cada alternativa propuesta” (Suhr, 1999). Así, de acuerdo con la investigación de Lisseth R. Espinoza, Xavier Brioso y Rodrigo F. Herrera para la aplicación del método CBA para la elección del mejor método de excavación en tiempos del COVID-19, propone la siguiente serie de pasos (Espinoza et al., 2020):

- Paso 1: Identificar y proponer alternativas en base al contexto que se desea analizar.

- Paso 2: Definir factores y criterios los cuales se obtienen a partir de la investigación de cada alternativa propuesta. El correcto análisis de los usos, impactos medioambientales, resistencia, trabajabilidad, entre otros, permiten, también, identificar los factores ideales para su aplicación; y, respecto a los criterios, dependerá de qué resulta más conveniente o aplicable para cada caso de estudio.
- Paso 3: Definir atributos los cuales estarán basados en cada factor considerado. Para eso, será necesaria la investigación de las características propias de cada alternativa con respecto a cada factor. Si las alternativas son materiales de construcción, la consulta con fichas técnicas será importante considerar para obtener datos más precisos; en el caso de procesos constructivos, la previa consulta con especialistas, diferentes a los stakeholders a entrevistar, será importante tomarlo en cuenta, ya que existen variaciones entre lo teórico y lo que se ejecuta en obra.
- Paso 4: Identificar las ventajas que representan la diferencia que existe entre los atributos de cada alternativa que serán determinados posteriores a la colocación de los puntajes.
- Paso 5: Realizar entrevistas a especialistas que, dependerá del caso de estudio y experiencia previa para su selección. Las entrevistas podrán ser realizadas virtualmente o presencial y, previamente, se les deberá explicar, individualmente, en qué consiste la metodología Choosing by Advantages, con la finalidad de que puedan realizar un correcto llenado de la matriz. Además, las entrevistas serán alternadas con la aplicación del método Delphi que consiste en una técnica prospectiva para llegar a un consenso con el grupo de especialistas invitados de forma presencial y que se caracteriza por promover la interacción entre los participantes. Para la colocación de puntajes, cada stakeholder deberá ordenar cada factor respecto a la importancia que representa según el caso de estudio y, posterior a ello, colocar los puntajes del 0-100 siguiendo el orden

mencionado. Para el cálculo de cada ventaja se restará el atributo mayor con los menores.

- Paso 6: Identificar la mejor alternativa, según las ventajas de cada una respecto a las demás. También, analizar los puntajes totales obtenidos de cada una.
- Paso 7: Evaluar y analizar el costo de cada alternativa para tomar la decisión. Para ello, puede ayudar la elaboración de una gráfica de puntaje total vs costo de cada alternativa.

De lo mencionado, se observa en la figura 11 el resumen de los pasos de la aplicación de la metodología Choosing by Advantages:

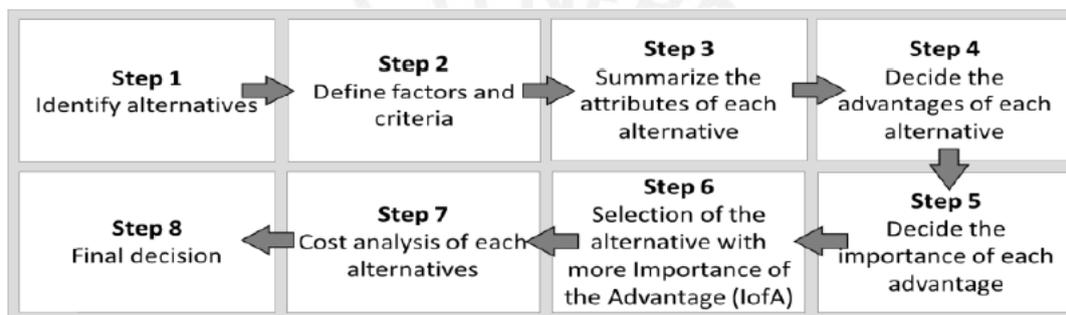


Figura 11. Pasos de la Metodología Choosing By Advantages

Fuente: Tomado de “Applying CBA to decide the best excavation method: scenario during the COVID-19 pandemic” (Arroyo et al. 2013; Brioso et al. 2019; Espinoza et al. 2021)

2.6.3. Aplicación de casos de estudio

La metodología Choosing by Advantages ha tenido diversas aplicaciones con éxito en el sector construcción, debido a la transparencia y confiabilidad que brinda la toma de decisiones basadas en colaboración con especialistas de cada rubro. Sus principales aportes se pueden encontrar en los artículos publicados por el “International Group for Lean Construction” (IGLC) liderado por grupos de investigadores a nivel mundial, cuya finalidad es difundir conocimientos e interés en el rubro mediante reuniones, conversatorios y conferencias, así como las buenas prácticas de la metodología. A continuación, se mencionarán algunos casos exitosos de aplicación:

Krishna Chauhan, Antti Peltokorpi, Rita Lavikka y Olli Seppänen realizaron una investigación

para decidir entre emplear la prefabricación y construcción en sitio bajo la metodología Choosing by Advantages en el año 2020. Primero, organizaron dos grupos conformados por veinte stakeholders con experiencia en el sector construcción y diseño para evaluar los factores de impacto de las alternativas y su importancia de cada una; luego, en la segunda reunión, se presentó la medición de cada factor y cómo impactaría en diferentes aspectos cuantitativos y cualitativos. Después de ser validado cada factor se aplicó cada paso de la metodología CBA y; para el tercer paso, luego de analizar el contexto del proyecto y evaluar exhaustivamente cada alternativa, se tomó la decisión. De esta manera, se concluyó que la metodología Choosing by Advantages, al estar basada en análisis de factores e impactos, generan mayor confiabilidad y transparencia para la toma de decisiones (Chauhan et al., 2020).

Ian Vázquez-Rowe , Cristina Córdova-Arias, Xavier Brioso y Sandra Santa-Cruz realizaron una investigación para encontrar un método para incluir los resultados del análisis del ciclo de vida en los resultados de la metodología Choosing by Advantages para la rehabilitación sísmica en las escuelas primarias peruanas en el que, primeramente, se explica la alta vulnerabilidad estructural que presentan muchos centros educativos con respecto a la llegada de desastres naturales como sismos de gran magnitud e inundaciones; y, la importancia de contar con la infraestructura y tecnologías adecuadas para garantizar seguridad a la sociedad. Así, se presentaron las siguientes propuestas: refuerzo de columnas y muros de mampostería de relleno con malla metálica (MARM), Incorporación de arriostramientos de acero (ACMAC) y Refuerzo de marcos e incorporación de muros de concreto armado (IMACA). Posteriormente, se aplicó la herramienta de gestión ambiental Análisis del ciclo de vida, para comparar el perfil ambiental de las tres alternativas mencionadas; para ello, se seleccionaron tres métricas ambientales: emisiones de gases de efecto invernadero, material particulado o fino, cuyo enfoque fueron las condiciones climáticas que se encuentran los colegios; y, finalmente, los impactos humanos que consistió en los daños provocados por la sociedad al medio ambiente.

Se realizó la integración de impactos ambientales con la metodología CBA para conocer la técnica que presenta impactos ambientales relativamente bajos; en este caso, fue aquella que estaba basada en mampostería o MARM. A partir de ello, se concluyó que la implementación de la metodología Choosing by Advantages resulta una opción atractiva para tomar decisiones basadas en factores ambientales y reforzar el concepto de sostenibilidad en el sector construcción integrando los modelos BIM (Vasquez-Rowe et al., 2020).

Lisset R. Espinoza, Xavier Brioso y Rodrigo Herrera realizaron una investigación sobre la Aplicación de la metodología Choosing by Advantages para seleccionar el método óptimo de excavación en contexto COVID-19, en el que se empleó como caso de estudio un proyecto de edificación destinado a oficinas. Para la construcción de bases para estacionamientos y depósitos en el que se realizará excavación profunda de aproximadamente 30 m de profundidad. En la etapa de excavación que se estaba ejecutando en el 2020, la obra quedó paralizada debido al contexto COVID-19; sin embargo, para su reinicio se decidió seleccionar un método eficiente de excavaciones en cimentaciones profundas y, así, no perjudicar el cronograma de ejecución de obra. Dentro de las alternativas propuestas se identificaron tres: excavación retirada por cinta transportadora anclada en paredes, excavación con cinta transportadora sin anclaje en paredes y el sistema de elevación vertical. Entonces, se procedió a implementar la metodología Choosing by Advantages. Se comenzó definiendo los criterios, factores y atributos en cada alternativa para realizar las entrevistas, considerando el correcto cumplimiento de los protocolos COVID-19 como uno de los factores fundamentales y, así, obtener los puntajes totales. Posteriormente, se determinó que la alternativa con mayor puntaje era la tercera: sistema de elevación vertical; sin embargo, la variable costo permitió evaluar independientemente cada alternativa, obteniendo como mejor a la segunda: excavación con cinta transportadora sin anclaje en paredes. Con este caso exitoso de aplicación, se puede decir que la metodología CBA es de gran utilidad, ya que la decisión se toma de forma colaborativa,

con ayuda de profesionales que conocen el método, a pesar de que existieron algunas limitaciones como entrevistas realizadas a trabajadores de una sola empresa (Espinoza et al., 2020).

2.7. Building Information Modelling (BIM)

El término BIM proviene de las palabras en inglés Building Information Modelling, que consiste en una metodología de gestión y creación en proyectos de construcción, cuyo objetivo es recopilar toda la información en un modelo virtual; es decir, consiste en una metodología de trabajo colaborativo, la cual abarca las fases más importantes de un proyecto: diseño, construcción y mantenimiento. Además, en las diferentes etapas de gestión y diseño para la creación digital destacan siete dimensiones (Diario Gestión, 2018) que, a continuación, se describirán:

- Primera dimensión (1D): Esta etapa consiste en determinar las características generales del proyecto como localización o ubicación y condiciones estructurales, entre otros.
- Segunda dimensión (2D): Luego de la estructurar la etapa inicial, se definen las características generales del proyecto: material a utilizar, arquitectura, dimensiones, cargas estructurales, entre otros, a fin de realizar el modelo en el software.
- Tercera dimensión (3D): Posterior a la definición de las características generales, se elabora el modelo en 3D en el software, teniendo en cuenta los detalles que brinde el proyecto.
- Cuarta dimensión (4D): Consiste en la vinculación del modelo 3D con la información correspondiente a la programación establecida del proyecto, la cual proporcionará información importante para determinar el avance de cada partida con respecto al cronograma contractual.
- Quinta dimensión (5D): Consiste en la estimación y control del costo del proyecto respecto al avance ejecutado con o sin modificaciones, de ser el caso. Estafase nos

permite generar proyecciones presupuestarias del proyecto en caso sean requeridas por la empresa ejecutora o Entidad.

- Sexta dimensión (6D): Consiste en identificar, evaluar la sostenibilidad o rentabilidad del proyecto; es decir, permite simular diferentes alternativas para determinar cuál es más viable y que cumpla con los requisitos o criterios medioambientales que maneja el área donde se encuentra el proyecto y optimizar los recursos naturales, de ser el caso.
- Séptima dimensión (7D): Esta fase permite analizar la gestión del ciclo de vida del modelo realizado, a fin de que exista compatibilidad con cada componente del activo (especialidades y componentes).

Asimismo, a lo largo de los años, se ha optado por la adopción BIM, en diversos países del mundo, de manera progresiva, sin ser el Perú una excepción, ya que desde el año 2019 se viene implementando, de tal manera que podrá garantizar una adecuada inyección de capital en estructuras relacionadas al sector público, facilidad de componentes constructivos, mejoramiento de la administración de datos en proyectos complejos y creación digital, los cuales facilitarán el análisis y comprensión del proyecto. Adicionalmente, dentro del proceso de adopción BIM existen algunos desafíos para el sector público y privado, por lo que se deben esclarecer estrategias para aprovechar los beneficios que podrían generar en las inversiones públicas y privadas (Diario Gestión, 2018). Según el Ministerio de Economía y Finanzas, el objetivo de este plan, para el sector público, es mejorar la eficiencia, calidad y transparencia de las inversiones, por lo que es imprescindible estar preparados para afrontar los siguientes desafíos para su correcta implementación: concientización que se debe optar por la nueva gestión de proyectos mediante herramientas digitales como la metodología BIM, involucrarse en el desarrollo de proyectos, impulsar su uso dentro de cada organización e inversión, trabajo colaborativo con el sector privado para su correcta adaptación, generar alianzas de difusión y apoyo, entre otros. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019). En la figura 12 y 13 se puede

observar el contexto de la industria BIM a nivel nacional y los avances del Plan BIM Perú, respectivamente:



Figura 12. Contexto de la Industria BIM en el Perú

Fuente: Tomado del Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad del Foro Económico Mundial, 2019.

AVANCES DEL PLAN BIM PERÚ

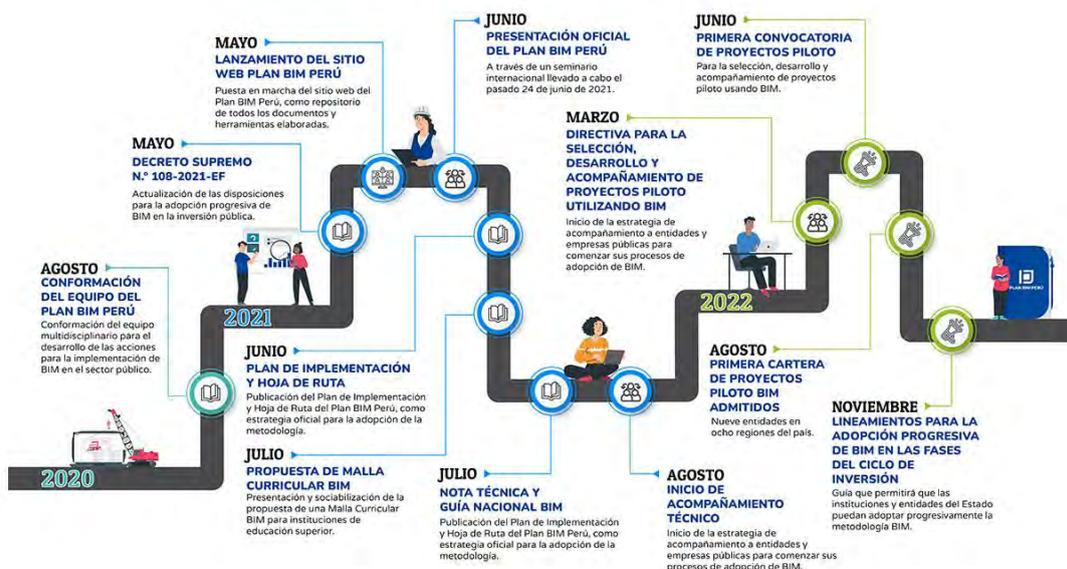


Figura 13. Avances del Plan BIM Perú

Fuente: Tomado por el Plan BIM Perú del Ministerio de Economía y Finanzas, 2022.

Adicionalmente, el Plan BIM Perú define los estándares BIM como, “conjunto de acuerdos sobre cómo compartir e intercambiar información de manera estructurada y consistente entre todas las partes involucradas en el desarrollo de una infraestructura pública, a lo largo del ciclo de inversión, fomentando el trabajo colaborativo e interdisciplinario” (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021), los cuales están conformados por Usos BIM, LOIN (nivel de información necesaria) y Roles BIM. A continuación, las figuras 14, 15 y 16 mostrarán las definiciones de cada componente según el MEF:

- Usos BIM



Figura 14. Usos BIM

Fuente: Tomado de Guía Nacional BIM del Ministerio de Economía y Finanzas, 2021

- LOIN

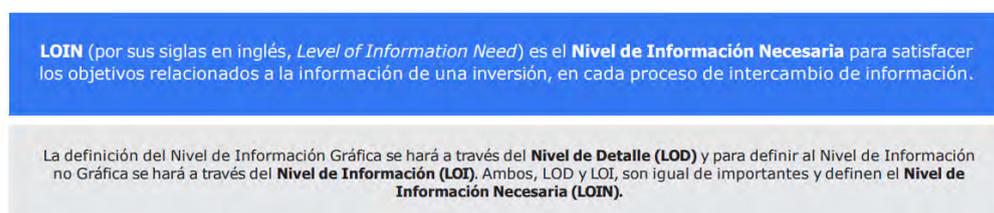


Figura 15. Definición y componentes del LOIN

Fuente: Tomado de Guía Nacional BIM del Ministerio de Economía y Finanzas, 2021

- Roles BIM



Figura 16. Roles BIM

Fuente: Tomado de Guía Nacional BIM del Ministerio de Economía y Finanzas, 2021

2.8. Validación de la metodología

Para el cumplimiento de los objetivos de la investigación se deberá validar la propuesta de integración, la cual se mostrará en el anexo 9.9 a través de encuestas de validación con respecto a las tres metodologías de planificación y toma de decisiones para la selección de los mejores materiales de construcción en fase de acabados húmedos de la especialidad de arquitectura, así como el óptimo flujo de trabajo para el caso de estudio con el apoyo de todos los stakeholders que participarán en las sesiones de entrevistas.

La implementación de encuestas para la validación consiste en el diseño de preguntas o premisas sobre el uso del CBA y demás metodologías de integración, las cuales estarán conformadas por respuestas mediante la escala de Likert del 1 al 5, en el que 1 es “definitely disagree”, 2 es “mostly disagree”, “neither agree or disagree”, 4 es “mostly agree” y 5 es “definitely agree” (Brioso, Xavier & Calderón-Hernández, 2019).

Como caso de aplicación se observó en la investigación realizada sobre el uso de la metodología CBA y modelos 4D para la selección del mejor tren de actividades en la construcción de una residencial, en el que se diseñó una encuesta que permitió expresar las

percepciones como oportunidad de mejora en la simulación de procesos constructivos para los estudiantes antes y después de la implementación de modelos 4D para la selección del mejor tren de actividades y, así contribuir con el aprendizaje y mejorar la calidad en las decisiones (Murguía, Danny & Brioso, 2017).

Otro caso de aplicación se observó la investigación sobre la comparación de tres métodos de programación: takt-time, líneas de flujo y relaciones de precedencia punto a punto (PTPPR) usando modelos BIM en el Last Planner System aplicado a un proyecto educativo en el cual se realizaron talleres a alumnos en varias sesiones para captar las percepciones de cada uno en relación a los métodos propuestos y herramienta digital empleado a partir de una encuesta que se realizó finalizando los talleres y que tuvo lecciones aprendidas y aprendizaje constante (Brioso et al., 2017).

Capítulo 3: Situación de los proyectos educativos públicos

3.1. Situación de los colegios públicos antes y después del Fenómeno del niño Costero 2017

El fenómeno del niño es un desastre natural caracterizado por presencia de lluvias torrenciales anómalas y que afecta con mayor intensidad a zonas localizadas en América del Sur, Indonesia y Australia. Se denomina “niño”, debido a que se presenta en la cuarta semana de diciembre o temporadas navideñas, siendo las principales consecuencias lo siguiente: inundaciones, pérdidas pesqueras, enfermedades como el dengue, aumento de temperaturas, entre otros.

A lo largo de los años ha habido cinco fenómenos del niño extraordinarios, siendo el último el ocurrido la cuarta semana de diciembre del 2016 hasta fines de mayo del 2017, generando huaycos, inundaciones, derrumbes, deslizamientos, entre los principales eventos que dañaron la infraestructura pública y salud de las personas (Cuba & Álvarez, 2020). La intensidad de las precipitaciones fue tan fuerte que afectó a muchos establecimientos de salud a nivel nacional, sobre todo en el departamento de Piura, tal como lo observado en la figura 17. Por ello, el Ministerio de Salud declaró emergencia sanitaria hasta controlar los hechos para las

siguientes regiones del norte: Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Cajamarca y Ancash.

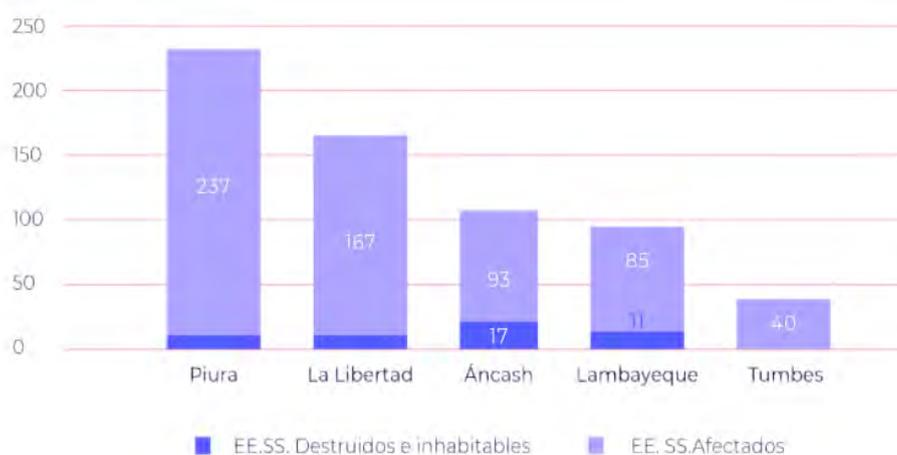


Figura 17. Daños generados en los establecimientos de salud por el Fenómeno del Niño 2017

Fuente: Tomado del Estudio de brechas de género en el desastre del niño costero 2017 en el Perú y en la respuesta del Estado, 2020.

Además, la ocurrencia de este fenómeno y sus consecuencias agresivas mencionadas eran de esperarse; por ello, el sector educación había planteado algunas estrategias y medidas para controlarlo: traslado de colegios, adelantar vacaciones, habilitación de aulas prefabricados, entre otros. También, se han realizado inspecciones que permitan conocer la cantidad de colegios públicos y privados a nivel nacional con riesgo de sufrir daños ante la ocurrencia de este evento, encontrando que, aproximadamente, el 25% de 65,496,000 colegios identificados clasifican en ese grupo, sobre todo, aquellos que se localizan en zonas aledañas a ríos o cuencas. (La República, 2019). “Los elementos con mayor riesgo de colapso que presentan las provincias cercanas a las zonas mencionadas son las siguientes: techos, sistemas de drenaje y muros de contención, por lo que es importante la determinación de estos puntos críticos” (PREDES, 2019).

Así, ocurrido el fenómeno del niño costero del 2017, aproximadamente 20% de las escuelas públicas a nivel nacional quedaron inhabitables, dentro de las cuales el 28% se encuentra en estado grave y 70% deben pasar por mantenimiento o inspección (Zegarra, E; 2017). Esto implica que el Estado debe invertir en infraestructura educativa y reconstruir escuelas para

que los escolares puedan retornar a las clases y no se vean perjudicados por la ineficiente gestión del Gobierno. Posteriormente, se realizaron inspecciones a diferentes instituciones educativas públicas de la provincia de Lambayeque, especialmente aquellas localizadas en zonas rurales, por parte del equipo técnico del Programa Nacional de Infraestructura Educativa (PRONIED) para determinar los daños causados en los ambientes de las aulas e incluirlo en el Plan Integral de la Reconstrucción con Cambios, cuya finalidad es revertir los daños en la infraestructura, equipamiento y bienes públicos que afectó el fenómeno del niño del 2017.

Actualmente, La Autoridad para la Reconstrucción con cambios viene desarrollando diversas obras educativas, agricultura, carreteras, puentes, veredas, saneamiento y salud; y de las cuales la mayor cantidad de obras culminadas y en ejecución se encuentran en el sector agricultura y educación.

Según la directora ejecutiva de la ARCC, Amalia Moreno, en una entrevista realizada por TV Perú, precisó que se han reconstruido 584 colegios de las provincias afectadas por este evento y que en los próximos meses 1500 escuelas terminarán de construirse y adaptarse para el reinicio de clases escolares. Asimismo, enfatizó que “para asegurar el correcto desarrollo de proyectos de gran envergadura se ha implementado la estrategia de constituir una unidad ejecutora de colegios emblemáticos” (Moreno, A; 2022). También, en la figura 18, se identifican mayores montos de inversión para los proyectos en ejecución hasta el año 2022 de los departamentos del norte de país, siendo Piura el de mayor monto debido a las consecuencias nefastas que dejó el fenómeno del niño del 2017.



Figura 18. Proyectos en ejecución contractual

Fuente: Tomado de Proyectos en ejecución contractual de Autoridad para la Reconstrucción con cambios, 2022

3.2. Implementación de un plan de seguridad por el MINSA para el sector construcción

Desde el 15 de marzo del 2020 el Perú y el mundo viene atravesando por una pandemia a causa de la COVID-19, por lo que el Gobierno Peruano tuvo que declarar emergencia sanitaria por los primeros 90 días, mediante el Decreto Supremo N°008-2020-SA, con la finalidad de que se reduzca la propagación del virus en lugares con mayor afluencia de personas (Contraloría General de la República, 2021). A pesar de eso, el virus continuó expandiéndose y se tuvieron

que suspender las actividades laborales hasta abril del 2020, llegando al más bajo nivel económico registrado en los últimos años; y, siendo uno de los más perjudicados el sector construcción (El Comercio, 2020).

Esta pandemia denotó la ineficiencia de autoridades para ejercer una correcta gestión pública, la escasa planificación y recursos de los centros de salud en todo el país, el cual se pudo observar con las largas colas en los pasillos de los hospitales, la ineficiente atención de médicos y enfermeras, el sistema de atención para agendar citas, la falta de equipamientos médicos y medicamentos, entre otros factores. Además, la inconciencia de personas, el bajo nivel de conocimiento sobre las consecuencias de contraer el virus y el incorrecto uso de la mascarilla generaron un aumento masivo de casos en el Perú. Así, desde la llegada del virus a Latinoamérica, el Ministerio de Salud (MINSA) aprobó el Plan Nacional de Preparación y Respuesta frente a la COVID-19 el 31 de enero del 2020, con la finalidad de controlar la propagación del virus y reducir la letalidad del caso con el correcto uso de los implementos de protección de seguridad obligatorio. (Ministerio de Salud, 2020).

Asimismo, el Plan para la Vigilancia, Prevención y Control de COVID-19 en el Trabajo ha tenido modificaciones con el transcurrir de los meses, por lo que el 5 de enero de 2021 se oficializó el nuevo plan, en el cual se promueve el conocimiento y adquisición de una adecuada cultura de prevención de riesgos en el trabajo y prevención y control de la propagación que deben conocer las personas que laboran tanto en espacios públicos como privados (El Peruano, 2021). A continuación, en el anexo 9.10 se podrá observar a través de un link el Plan de Vigilancia, Prevención y Control de la salud de los Trabajadores con riesgo de exposición a SARS-COV2 (COVID-19) que adoptó la empresa constructora que ejecutó el proyecto del caso de estudio.

3.3. Principales problemas en la ejecución de colegios públicos

3.3.1. Problemas logísticos durante la ejecución de obras

El sector construcción es una industria que presenta una mayor variabilidad por la cantidad de actividades que deben realizarse para obtener un producto final y que, a su vez, puede generar restricciones que afectarían el flujo de actividades de un proyecto; por ejemplo: falta de materiales en obra, subcontratistas no calificados, problemas de transporte y ausencia de mano de obra calificada. Esto conllevaría a sobrecostos de mano de obra y retrasos que incurrirían en alteraciones del cronograma contractual y presupuesto meta si es que no se identifican las restricciones para la ejecución de cada actividad.

En primer lugar, durante la coyuntura actual por la COVID-19, se pudo identificar que las empresas de la industria de la construcción tuvieron reducción de la producción, debido a la restricción del aforo que seguía los lineamientos del MINSA y protocolos COVID-19, además de la reducción de mano de obra por contagios masivos durante la primera y segunda ola; y también, por la gran cantidad de proyectos que quedaron paralizados a inicios de la primera ola de la COVID-19 y que, posteriormente, reiniciaron sus labores. Se necesitó abastecer de materiales de construcción del mercado peruano, por ejemplo: cal y cemento, y que a pesar de que muchas empresas estaban aprobadas para dar inicio a sus actividades, se vieron perjudicadas en atrasos, ya que las productoras de estos materiales no contaban con la aprobación de los protocolos de seguridad para dar inicio a sus actividades (El Comercio, 2020).

Por otro lado, existen muchas empresas subcontratistas en la industria de la construcción peruana que carecen de un sistema de gestión; es decir, no cuentan con la documentación necesaria para cumplir con los estándares de seguridad y calidad adecuada para el desarrollo de sus actividades. Estas faltas pueden incurrir en atrasos para el cronograma de actividades por la falta de requerimientos que exige el área administrativa, seguridad y calidad para el

ingreso del personal a obra y, además, generan sobrecostos generales que pueden repercutir negativamente al presupuesto meta. De la misma manera, la falta de accesos y caminos para proyectos en ejecución en provincias, donde se observa una falta de mantenimiento en las carreteras por donde debe circular los camiones; también, se presentan bloqueos por conflictos sociales y por desastres naturales. Por ejemplo: derrumbes, huaycos, paro de transportistas, paro agrario, entre otros. En algunos casos, se ha podido observar que los transportistas no presentan la documentación completa principal: SCTR, carnet de vacunación con 3 dosis, licencia de conducir vigente, características propias del medio de transporte, generando retrasos y gestiones imprevistas.

3.3.2. Impacto debido a la COVID-19

Desde marzo del 2020, el país y el mundo viene atravesando una crisis sanitaria a causa de la COVID-19. Este virus no solo tuvo como impacto negativo el deceso de muchas personas y la pérdida de empleos de muchos de ellos, sino que generó una baja en la economía del país y el cierre definitivo de muchas empresas. El sector construcción es uno de los pilares fundamentales del país, no solo porque brinda mayores oportunidades de trabajo a personal profesional y técnico, sino que es, también, uno de los mayores contribuyentes al PBI del país. Es cierto que durante el 2019 se tuvo un alza considerable en este sector, lo cual generó mayor estabilidad laboral a su personal y, por ende, crecimiento de medianas y pequeñas empresas contratistas; sin embargo, desde el 2020, el sector construcción sigue luchando para recuperar las pérdidas que generó la paralización de este sector.

Además, se sabe que parte de la fase 2 de reactivación económica, se reanudaron algunos proyectos que formaban parte del Plan Integral para la Reconstrucción con Cambios (PIRCC) y aquellas que no pertenecían a este plan iban a ser reanudadas con posterioridad. Asimismo, para la inversión en proyectos pertenecientes a instituciones educativas, se ha visto un impacto favorable que, probablemente, mantenga índices de productividad altos de forma progresiva y,

por eso, debe ser considerada como objetivo de inversión pública (Roca, 2021). Esta inversión tiene un impacto en la economía del país, por lo que es necesario que se cuente con una óptima producción por parte de los trabajadores pertenecientes al sector, siendo uno de los factores más influyentes, la óptima condición de salud que debe presentar cada trabajador para optar por un buen desempeño y poder observar resultados favorables. Por ello, el plan de seguridad y salud aprobado por el MINSA, cumpliría uno de los roles más importantes con respecto a la reducción de índices de contagios en los lugares de trabajo, sobre todo, en aquellos proyectos de gran envergadura, los cuales requieren contratar mayor cantidad de personal, entre operarios, técnicos y profesionales.

Por otro lado, se mencionó que es indispensable que se opte por una infraestructura adecuada en los colegios para la obtención de mejores resultados en cuanto a desempeño de los estudiantes. El rol fundamental que cumple el hecho de que las instituciones públicas cuenten con espacios renovados y amplios, pues estos podrían aumentar el interés de los estudiantes y maestros, en cuanto al aprendizaje. Así, algunas de las respuestas, ante la COVID- 19, sería mejorar los ambientes de estudio; es decir, que cuenten con una buena iluminación, internet, ventilación, entre otros, con la finalidad de brindar mayor comodidad a estudiantes y docentes; construir espacios adecuados para que los estudiantes puedan desarrollar otras habilidades artísticas como la danza o para algunos talleres que requieran espacios altos; y, la construcción de amplias bibliotecas para incitar la lectura e investigación desde el colegios.

Capítulo 4: Aplicación de la metodología a un caso de estudio

4.1. Aplicación del Sistema Last Planner System a un colegio público de lima

Para la aplicación de esta herramienta se ha propuesto los MBR 431 y 433 de un colegio público de Piura, ubicado en la provincia de Talara, ubicado en el distrito de la Brea, cuyo monto contractual de la obra fue de S/. 18 134 246.86 y que el tipo de contratación fue de concurso privado. Dentro de las características del proyecto en la figura 19 se puede observar que cuenta

con un área de terreno de 4275,10 m² y un área construida de 3,742.34 m² y, a su vez, se encuentra constituida por 3 pabellones con la siguiente distribución. Además, se espera una población escolar de 600 alumnos de secundaria para la primera etapa.

ZONA	MBR		PROGRAMA	NIVELES
SECUNDARIA (13 AULAS)	PABELLON 1	M 6.2.3 U	02 AULAS + 1SSH+ ESCALERA+ PASADIZO	2
			02 AULAS + 1SSH+ ESCALERA+ PASADIZO	1
		M 4.2.5 U	01 ADMINISTRACION + SSHH Prof. + PASADIZO	2
			01 COCINA + COMEDOR/SUM + ALMACEN	1
	PABELLON 2	M 4.3.1 U	01 AULA + 1 SSH+ ESCALERA + PASADIZO	3
			01 AULA + 1 SSH+ ESCALERA + PASADIZO	2
			01 AULA + 1 SSH+ ESCALERA + PASADIZO	1
		M 4.3.3 U	02 AULAS + PASADIZO	3
			02 AULAS + PASADIZO	2
			02 AULAS + PASADIZO	1
		M 4.2.2 U	01 AIP + ESCALERA + PASADIZO	2
	01 BIBLIOTECA + ESCALERA + PASADIZO		1	
	PABELLON 3	M 1.1.2 U	DEPOSITO/ ALMACEN GENERAL Y/O DEPOSITO DE EDUCACION FISICA	1
		M 4.1.5 U	LABORATORIO + DEPOSITO + PASADIZO	1

Figura 19. Distribución de pabellones y aulas del colegio La Brea

Fuente propia

Asimismo, se mostrarán la planta de arquitectura y distribución del mobiliario de los tres pisos de los MBR 431 y 433 en los anexos 9.1, 9.2 y 9.3.

4.1.1. Sistema de programación actual

El sistema de gestión que se ha implementado para la ejecución de este proyecto de construcción es bajo la implementación del sistema tradicional en el que las tareas son realizadas en el plazo que indica el cronograma de obra del expediente técnico y con el cual se realizará el seguimiento respectivo para el cumplimiento en el plazo indicado. En el caso de

estudio se identificarán las partidas que involucren mayor volumen de trabajo de la fase de arquitectura de acabados húmedos para su análisis, entre los cuales se encuentra muros de bloquetas de concreto, tarrajeo, solaqueo, cielorraso, contrapiso, entre otros.

En el cronograma de obra se puede observar que la fase de arquitectura es la que conlleva mayores tiempos de espera de partidas y que cada partida presenta mayor cantidad de actividades para entregar el producto final. Además, en obra se ha identificado mayores incompatibilidades en los cuadros de vanos, detalles con respecto a los modelos 3D y los planos 2D, así como dificultades en la ejecución de procesos constructivos. Ante ello, se dieron propuestas de cambio de materiales de construcción como fue el caso del mobiliario interior, el cual se reemplazó con drywall o tecnopor de alta densidad para disminuir los tiempos de ejecución de las partidas correspondientes y cumplir con la fecha fin de obra contractual. A continuación, en la figura 20 se puede observar una parte del cronograma contractual.

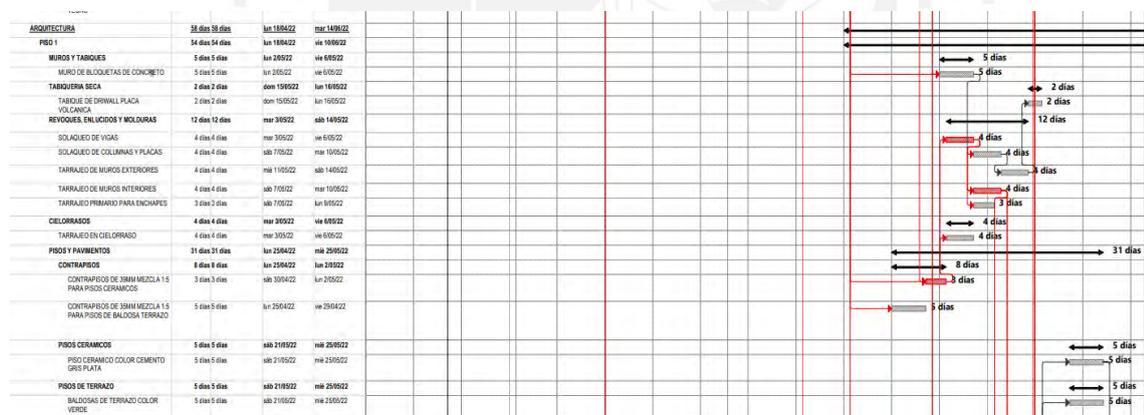


Figura 20. Cronograma contractual del proyecto La Brea

Fuente: Tomado del expediente técnico del proyecto educativo La Brea

4.1.2. Propuesta de trenes de actividades

Primero, se definieron las cantidades de sectores a iterar para presentar las propuestas a los stakeholders con experiencia en construcción de colegios públicos mediante reuniones colaborativas. Estas reuniones no solo contribuyeron con el aprendizaje continuo, sino que ayudaron a identificar oportunidades de mejora en los tiempos de ejecución y costos de

procesos constructivos para cumplir con la programación planteada. Para llevar a cabo esta gestión, se empleó la herramienta Last Planner System en la etapa de pull planning de la fase de acabados húmedos de arquitectura. Para el caso de estudio se propusieron dos trenes de actividades que se mostrarán en los anexos 4 y 5 que permitirán optimizar la planificación de la construcción de un colegio público de Piura, considerando que existen procesos constructivos que se pueden realizar en paralelo o transcurridos pocos días, tal que permitan optimizar los tiempos de ejecución o el uso de equipos que disminuyan los tiempos de espera y eficiencia de los trabajadores. Posteriormente, se mostrarán algunas sectorizaciones que involucra la fase de arquitectura de acabados húmedos, tales como las siguientes: muros de bloquetas de concreto, tarrajeo, solaqueo, cielorraso, acabados de concreto.

Principales consideraciones

Para la elaboración de las propuestas se tuvo como soporte a un Ingeniero Civil egresado de la PUCP, con experiencia en planeamiento de obras de construcción de colegios públicos, quién recomendó la sectorización para realizar el tren de actividades, considerando los siguientes criterios:

- **Procesos constructivos:** Cada aulario presenta detalles distintos, por ejemplo, las zonas de las escaleras en vez de presentar muros de albañilería, presentan celosías de concreto; asimismo los baños, ya que presentan diferente enchape en comparación con las aulas, mientras que las escaleras y corredores están compuestas por un acabado final de piso de concreto.
- **Limitaciones:** Existen limitaciones por uso de andamios y por espacios, debido a que los recientes colegios en construcción presentan una altura de relleno considerable para evitar inundaciones provocadas por el fenómeno del niño. También, por la procura de los materiales y las deficiencias en acuerdos con empresas subcontratistas.
- **Cantidad de aforo:** La coyuntura actual provocada por la COVID-19 obliga a que las

empresas subcontratistas de mano de obra en arquitectura presenten limitaciones en el ingreso del personal para compensar su bajo rendimiento. Además, el área de SSOMA verifica que por cada frente de trabajo se cumpla con lo mencionado en los lineamientos del MINSA respecto al distanciamiento mínimo obligatorio de 1.5m.

- Tiempos de espera por actividad: Ciertas actividades predecesoras presentan tiempos de espera por el propio proceso constructivo. Por ejemplo, para la partida de pintura, el tarrajeo, previamente, debe presentar un porcentaje mínimo de humedad, el cual implica considerar tiempos de espera de 14 días.
- Estimación de gasto de andamios: El gasto de alquiler de andamios impacta en los costos de la partida de actividades preliminares del proyecto.

A partir de los criterios mencionados, se decidió realizar las actividades por frentes de trabajo, ya que cada actividad de cada ambiente presenta características propias, por lo que la sectorización es variable por cada actividad ejecutada.

4.1.2.1. Sectorización

Propuesta preliminar

En la figura 21 se observa la primera propuesta preliminar en la que se dividieron los MBR 431 y 433 en 5 sectores los cuales están compuestos por tres salones de clases, un baño, un corredor, fachadas y una escalera. Los sectores presentan la siguiente nomenclatura: S1, S2 y S4 identificados con los colores crema, verde y rojo; S3 de anaranjado y S5 de amarillo. Como se mencionó anteriormente, se tomaron en cuenta principales criterios para desarrollar de forma efectiva las actividades de la fase de arquitectura, considerando ciertos detalles constructivos que cada ambiente. Por ejemplo, los enchapes de los salones son de baldosas de terrazo y los baños, de cerámico, los cuales presentan detalles técnicos en su instalación y, por ende, se ha decidido sectorizar por ambientes. Si bien es cierto, los colegios diseñados por la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios presentan similitudes en su diseño y dimensiones; sin

embargo, es posible obtener sectores no homogéneos y de mayores dimensiones con la finalidad de encontrar la máxima optimización de tiempos de ejecución que mejoren la planificación.

Sectorización de MBRs de la propuesta preliminar



Figura 21. Propuesta de sectorización preliminar de los MBRs

Fuente: Fuente propia

Propuesta final

La propuesta final se definió con los criterios discutidos en las reuniones con algunos stakeholders previo a las entrevistas a realizar, en el cual se observó los detalles de arquitectura y materiales que se emplearon en las diferentes áreas de cada MBR. Por ejemplo: cada ambiente presenta diferente acabado de piso como es el caso de baldosa de terrazo de las aulas, cerámicos en los baños y cemento semi-pulido en los corredores y escaleras. Además, con respecto a la cantidad de metrado a ejecutar de bloquetas de concreto, tarrajeo vertical y solaqueo para cada área se observó que los baños presentan tres veces más metros cuadrados de bloquetas y tarrajeo con respecto a las aulas. Por ello, de acuerdo con lo mencionado, se definió que se divida la fase de arquitectura de acabados húmedos en frentes de trabajo conformado por aulas, baños, escalera, corredor y fachada; además, como no se presenta pisos típicos y planos homogéneos la sectorización varía para cada actividad priorizando que cada sector tenga similar cantidad de trabajo a ejecutar.

A partir de los criterios mencionados se realizaron dos propuestas con distintos tiempos de ejecución en el cual se priorizó el proceso constructivo y el uso efectivo de los recursos. A continuación, en la figura 22, 23 y 24 se observa la sectorización de la actividad de asentado de la primera parte del muro de bloqueta, sectorización de la actividad de asentado de la segunda parte del muro de bloqueta y sectorización de la actividad de solaqueo en la fachada posterior para la primera propuesta, respectivamente; y, las sectorizaciones de las demás actividades serán presentadas en los anexos 9.6 y 9.7 para la primera y segunda propuesta, respectivamente.

Sectorización de la primera propuesta

Sectorización de la actividad de asentado de la primera parte del muro de bloqueta

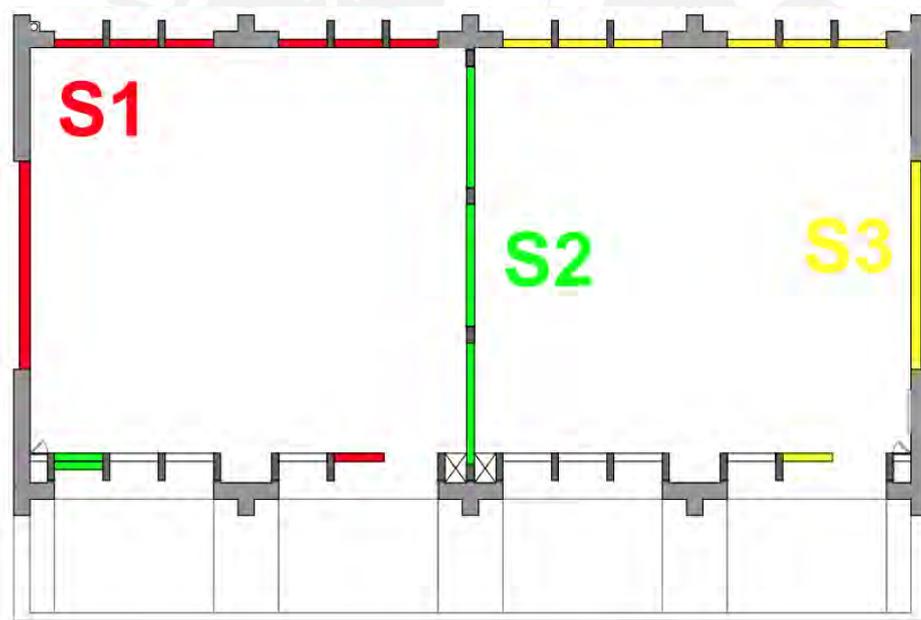


Figura 22. Propuesta de sectorización de asentado para primera parte de la actividad muro de bloquetas

Fuente propia

Sectorización de la actividad de asentado de la segunda parte del muro de bloqueta

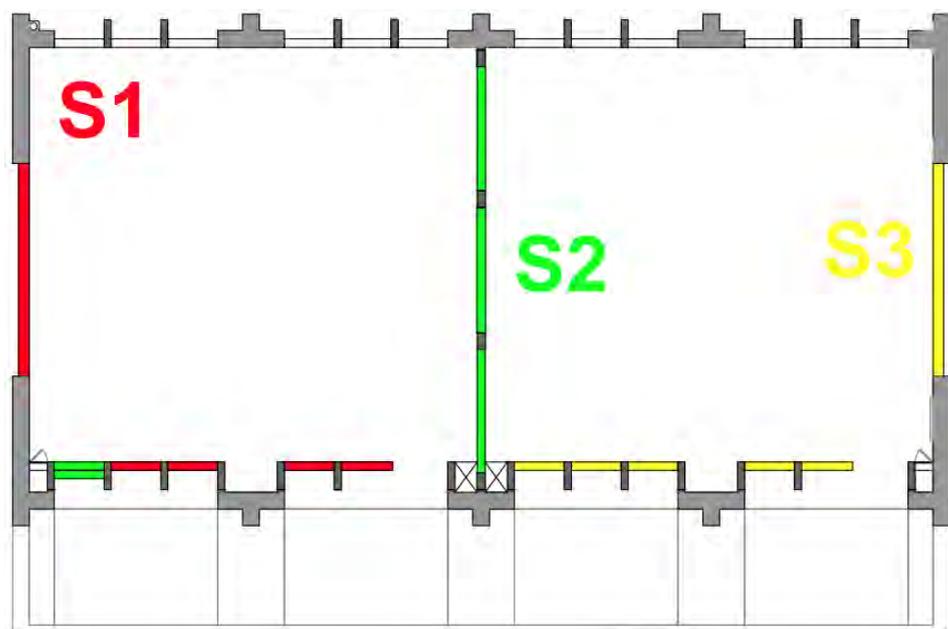


Figura 23. Propuesta de sectorización de asentado para la segunda parte del muro de bloquetas

Fuente propia

Sectorización de la actividad de solaqueo en la fachada posterior



Figura 24. Sectorización de la actividad de solaqueo en la fachada posterior

Fuente propia

Asimismo, para el sustento de las sectorizaciones se realizaron los metrados de cada actividad por sector, tal como se observa en la tabla 1, para el metrado de frente de aulas de la primera sectorización, tabla 2, para el metrado de frente de baños y tabla 3, para el metrado de frente de corredores de la primera propuesta de sectorización.

Metrados de la primera propuesta

Metrado de frente de aulas

ACTIVIDAD	UND	FRENTE DE AULAS				
		METRADO				
		S1	S2	S3	S4	S5
ASENTADO DE BLOQUETA PRIMERA PARTE	M2	12.975	11.15	12.975	9.395	9.75
ASENTADO DE BLOQUETA SEGUNDA PARTE	M2	9.525	11.15	10.215	5.725	4.8
SOLAQUEO DE VIGAS (DESBASTE, SOLAQUEO Y EMPORRE)	M2	12.09	12.09	12.09	12.09	-
CIELORRASO	M2	45.85	45.85	45.85	45.85	-
SOLAQUEO-LIMPIEZA DE REBABAS DESGASTE Y PICADO- COLUMNA Y VIGA	M2	18.84	17.65	18.45	17.56	-
SOLAQUEO-LIMPIEZA DE REBABAS DESGASTE Y PICADO- PARASOLES	M2	8.45	8.45	8.45	8.45	-
TARRAJEO MURO	M2	24.564	23.546	21.56	27.865	-
SOLAQUEO-PRIMER- COLUMNAS Y VIGA	M2	32.54	33.45	36.85	33.64	-
SOLAQUEO-PRIMER- PARASOLES	M2	18.84	17.65	18.45	17.56	-
SOLAQUEO-EMPORRE- COLUMNAS Y VIGA	M2	32.54	33.45	36.85	33.64	-
SOLAQUEO-EMPORRE- PARASOLES	M2	16.45	16.45	16.45	16.45	-

Tabla 1. Metrado de frente de aulas para la primera propuesta de sectorización

Fuente propia

Metrado de frente de baños

ACTIVIDAD	UND	FRENTE DE BAÑOS		
		METRADO		
	UND	S1	S2	S3
ASENTADO DE BLOQUETA PRIMERA PARTE	M2	12.975	11.15	12.975
ASENTADO DE BLOQUETA SEGUNDA PARTE	M2	9.525	11.15	10.215
SOLAQUEO DE VIGAS (DESBASTE, SOLAQUEO Y EMPORRE)	M2	12.09	12.09	12.09
SOLAQUEO-LIMPIEZA DE REBABAS DESGASTE Y PICADO- COLUMNA Y VIGA	M2	18.84	17.65	18.45
SOLAQUEO-LIMPIEZA DE REBABAS DESGASTE Y PICADO- PARASOLES	M2	8.45	8.45	8.45
TARRAJEO MURO	M2	24.564	23.546	21.56
SOLAQUEO-PRIMER- COLUMNAS Y VIGA	M2	9.45	9.45	8.45
SOLAQUEO-EMPORRE- COLUMNAS Y VIGA	M2	9.45	9.45	8.45

Tabla 2. Metrado de frente de baños para la primera propuesta de sectorización

Fuente propia

Metrado de frente de corredores

ACTIVIDAD	FRENTE DE CORREDORES				
	METRADO				
	UNIDAD	S1	S2	S3	S4
ASENTADO DE KING BLOQUE PARAPETO	M2	12.45	12.45	-	-
SOLAQUEO-LIMPIEZA DE REBABAS DESGASTE Y PICADO- COLUMNAS Y PLACAS	M2	8.452	8.452	8.452	8.452
SOLAQUEO-LIMPIEZA DE REBABAS DESGASTE Y PICADO- VIGAS	M2	8.452	8.452	8.452	8.452
TARRAJEO VERTICAL PARAPETO	M2	8.452	8.452	8.452	8.452
SOLAQUEO-PRIMER- COLUMNAS Y PLACAS	M2	8.452	8.452	8.452	8.452
SOLAQUEO-PRIMER- VIGAS	M2	8.452	8.452	8.452	8.452
SOLAQUEO-EMPORRE- VIGAS	M2	8.452	8.452	8.452	8.452
SOLAQUEO-EMPORRE- VERTICALES PARASOLES, COLUMNAS Y PLACAS	M2	8.452	8.452	8.452	8.452
SOLAQUEO-LIMPIEZA DE REBABAS DESGASTE Y PICADO- VIGAS	M2	8.452	8.452	8.452	8.452
SOLAQUEO-EMPORRE- VIGAS	M2	8.452	8.452	8.452	8.452
SOLAQUEO DE PARAPETOS	M2	8.452	8.452	8.452	8.452

Tabla 3. Metrado de frente de baños para la primera propuesta de sectorización

Fuente propia

Estos metrados de los sectores planteados se realizaron considerando cantidades de trabajo aproximados, ya que el avance de cada sector se debe realizar en un día con la misma cantidad de cuadrillas destinadas para esa misma actividad. Además, para la definición de los sectores se tomaron las partidas con mayor cantidad de metrado y, así, sectorizar la etapa de acabados húmedos, siendo estas las siguientes: asentado de bloquetas, solaqueo, tarrajeo de muros, cielorraso, contrapiso y fachadas. Además, como complemento de los metrados presentados, en el anexo 9.1 se presentará los sustentos de los metrados para el frente de fachada larga, fachada corta y escalera.

Sectorización de la segunda propuesta

De la misma manera que para la primera propuesta, en la figura 25, 26, 27 y 28 se puede observar la sectorización de la actividad de tarrajeo de cielorraso para aulas, tarrajeo vertical de solaqueo para aulas vertical y solaqueo, asentado de muro de bloquetas 1era parte para aulas y asentado de muro de bloquetas 2da parte para aulas, conformado por cinco y seis sectores con su respectivo sustento de metrados de la tabla 4, 5 y 6.

Sectorización de la actividad de tarrajeo cielorraso para aulas

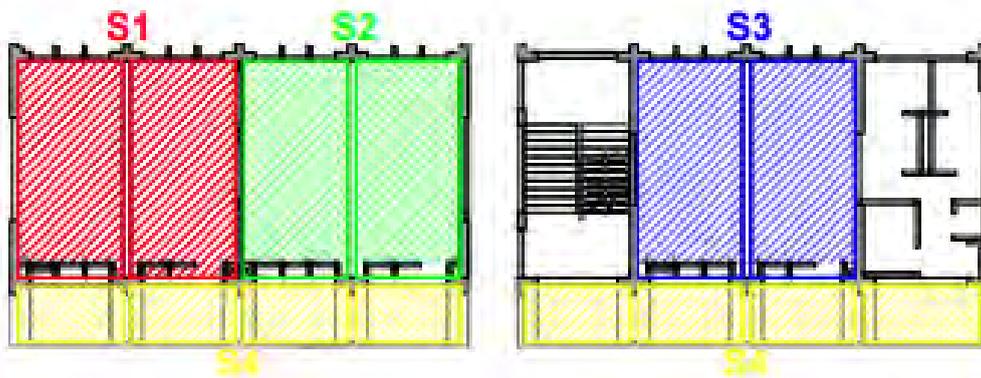


Figura 25. Sectorización de la actividad de tarrajeo cielorraso para aulas

Fuente propia

Sectorización de la actividad de tarrajeo vertical solaqueo para aulas

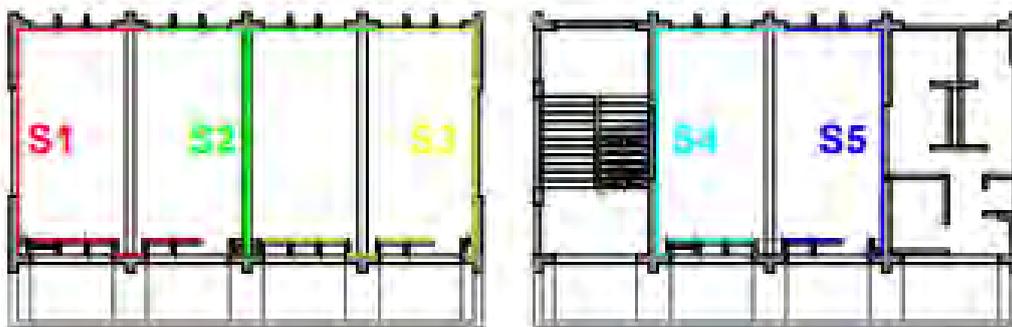


Figura 26. Sectorización de la actividad de tarrajeo vertical solaqueo para aulas

Fuente propia

Sectorización de la actividad de asentado de muro de bloquetas 1era parte para aulas

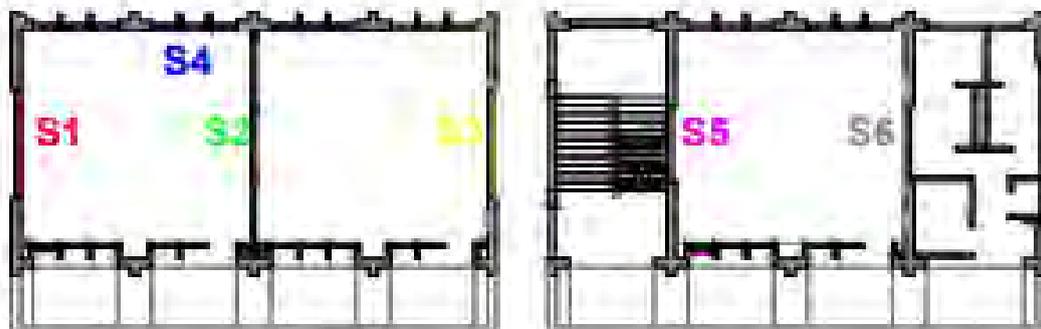


Figura 27. Sectorización de la actividad de asentado de muro de bloquetas 1era parte para aulas

Fuente propia

Sectorización de la actividad de asentado de muro de bloquetas 2da parte para aulas

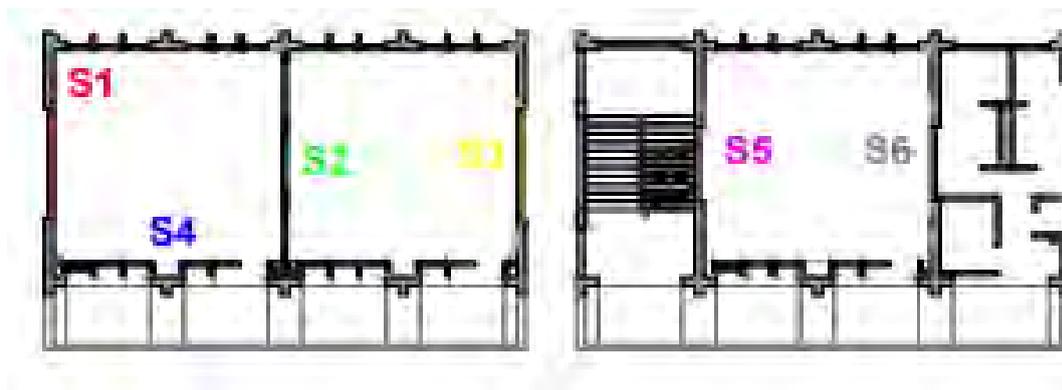


Figura 28. Sectorización de la actividad de asentado de muro de bloquetas 2da parte para aulas

Fuente propia

Metrado de frente de aulas

ACTIVIDAD	UNIDAD	FRENTE DE AULAS					
		METRADO					
		S1	S2	S3	S4	S5	S6
ASENTADO DE BLOQUETA PRIMERA PARTE	M2	8.235	9.23	9.005	8.88	8.96	7.98
ASENTADO DE BLOQUETA SEGUNDA PARTE	M2	7.335	7.275	7.335	7.65	6.955	6.75
SOLAQUEO DE VIGAS (DESBASTE, SOLAQUEO Y EMPORRE)	M2	11.89	11.89	11.89	11.89	11.89	11.89
CIELORRASO	M2	38.32	38.32	38.32	38.32	45.85	45.85
SOLAQUEO-LIMPIEZA DE REBABAS DESGASTE Y PICADO- COLUMNA Y VIGA	M2	11.89	11.89	11.89	11.89	11.89	11.89
SOLAQUEO-LIMPIEZA DE REBABAS DESGASTE Y PICADO- PARASOLES	M2	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76
TARRAJEO MURO	M2	16.37	16.37	16.37	16.37	16.37	16.37
SOLAQUEO-PRIMER- COLUMNAS Y VIGA	M2	21.45	20.45	21.68	20.47	21.258	21.52
SOLAQUEO-PRIMER- PARASOLES	M2	12	12	12	12	12	12
SOLAQUEO-EMPORRE- COLUMNAS Y VIGA	M2	21.45	20.45	21.68	20.47	21.258	21.52
SOLAQUEO-EMPORRE- PARASOLES	M2	12	12	12	12	12	12

Tabla 4. Metrado de frente de aulas para la segunda propuesta de sectorización

Fuente propia

Metrado de frente de baños

ACTIVIDAD	UNIDAD	FRENTE DE BAÑOS			
		METRADO			
		S1	S2	S3	S4
ASENTADO DE BLOQUETA PRIMERA PARTE	M2	8.99	7.415	6.71	7.69
ASENTADO DE BLOQUETA SEGUNDA PARTE	M2	7.58	7.19	7.36	7.125
SOLAQUEO DE VIGAS (DESBASTE, SOLAQUEO Y EMPORRE)	M2	9.12	9.25	9.12	9.25
SOLAQUEO-LIMPIEZA DE REBABAS DESGASTE Y PICADO- COLUMNA Y VIGA	M2	13.735	13.45	13.24	13.2
TARRAJEO MURO	M2	17.45	18.45	16.45	16.45
SOLAQUEO-PRIMER- COLUMNAS Y VIGA	M2	6.84	6.15	6.47	6.125
SOLAQUEO-EMPORRE- COLUMNAS Y VIGA	M2	6.84	6.15	6.47	6.125

Tabla 5. Metrado de frente de baños para la segunda propuesta de sectorización

Fuente propia

Metrado de frente de corredores

ACTIVIDAD	FRENTE DE CORREDORES				
	METRADO				
	UNIDAD	S1	S2	S3	S4
ASENTADO DE KING BLOQUE PARAPETO	M2	12.45	12.45	-	-
SOLAQUEO-LIMPIEZA DE REBABAS DESGASTE Y PICADO- COLUMNAS Y PLACAS	M2	8.452	8.452	8.452	8.452
SOLAQUEO-LIMPIEZA DE REBABAS DESGASTE Y PICADO- VIGAS	M2	8.452	8.452	8.452	8.452
TARRAJEO VERTICAL PARAPETO	M2	8.452	8.452	8.452	8.452
SOLAQUEO-PRIMER- COLUMNAS Y PLACAS	M2	8.452	8.452	8.452	8.452
SOLAQUEO-PRIMER- VIGAS	M2	8.452	8.452	8.452	8.452
SOLAQUEO-EMPORRE- VIGAS	M2	8.452	8.452	8.452	8.452
SOLAQUEO-EMPORRE- VERTICALES PARASOLES, COLUMNAS Y PLACAS	M2	8.452	8.452	8.452	8.452
SOLAQUEO-LIMPIEZA DE REBABAS DESGASTE Y PICADO- VIGAS	M2	8.452	8.452	8.452	8.452
SOLAQUEO-EMPORRE- VIGAS	M2	8.452	8.452	8.452	8.452
SOLAQUEO DE PARAPETOS	M2	8.452	8.452	8.452	8.452

Tabla 6. Metrado de frente de corredores para la segunda propuesta de sectorización

Fuente propia

De la misma manera que el metrado de la primera sectorización, se mantuvo la nomenclatura para aulas, baños, escaleras y zócalos. Sin embargo, para este caso se decidió dividir en más sectores para obtener una cantidad de trabajo menor y, así, controlar el avance diario, cumpliendo con el aforo adecuado del personal que va a supervisar el proceso constructivo de cada sector. Además, de la misma manera que para la primera propuesta, en el anexo 9.10 se presentarán los sustentos de metrados para el frente de fachada larga, fachada corta y escaleras.

4.1.2.2. Trenes de actividades obtenidos

Luego de haber realizado la sectorización y metrados se procedió con el armado del tren de actividades para cumplir con el proceso constructivo, respetando los tiempos de ejecución de cada actividad y cumpliendo los estándares de calidad, bajo los criterios mencionados. Algunos ingenieros especialistas en planeamiento y producción brindaron el soporte necesario con la secuencia de actividades y mejoras en los detalles técnicos de cada partida. Por ejemplo, es ideal ejecutar la colocación de pintura de primera mano que el enchape o realizar el acabado de piso a la par con el acabado de piso. Además, se han contemplado en el tren de actividades los tiempos de espera para el inicio de una actividad; por ejemplo, tarrajeo. Adicionalmente, debido a la alta competitividad en el sector construcción, los tiempos de ejecución son reducidos, por lo que los días laborables son completos, a excepción del domingo que se trabaja

hasta mediodía, considerándolo como un buffer de actividades. A continuación, en la figura 29 se mostrará una parte del tren de actividades para frente de aulas de la primera propuesta y en los anexos 9.4 y 9.5 se mostrará el desarrollo completo de los trenes de actividades para la primera y segunda propuesta con 76 y 83 días de duración, respectivamente:

Actividad	DIA 16	DIA 17	DIA 18	DIA 19	DIA 20	DIA 21	DIA 22	DIA 23	DIA 24	DIA 25	DIA 26	DIA 27	DIA 28	DIA 29	DIA 30	DIA 31	DIA 32	DIA 33	
FRENTE AULARIO																			
BLOQUETAS																			
TRAZADO Y EEMPLANTILLADO	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P2S5	P2S6	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4	P3S5	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P1S5			
ASENTADO DE BLOQUETA PRIMERA PARTE	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P2S5	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4	P3S5	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P1S5				
ACERO DE BLOQUETA PRIMERA PARTE	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P2S5	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4	P3S5	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P1S5				
ARMADO DE ANDAMIOS	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P2S5	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4	P3S5	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P1S5				
ASENTADO DE BLOQUETA SEGUNDA PARTE			P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P2S5	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4	P3S5	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P1S5		
ACERO DE BLOQUETA SEGUNDA PARTE			P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P2S5	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4	P3S5	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P1S5		
RELLENO GROUT				P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P2S5	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4	P3S5	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P1S5	
ACERO DE COLUMNETA							P2						P3					P1	
ENCOFRADO DE COLUMNETA							P2						P3					P1	
CONCRETO DE COLUMNETA							P2						P3					P1	
ACERO DE VIGA SOLERA								P2					P3						P1
ENCOFRADO DE VIGA SOLERA								P2					P3						P1
CONCRETO DE VIGA SOLERA								P2					P3						P1

Figura 29. Tren de actividades para el frente de aulas

Fuente propia

Se ha contemplado elaborar el tren de actividades en frentes de trabajo, debido a los diferentes tiempos de ejecución del casco estructural. Por ejemplo: losas, vigas y escaleras. Por otro lado, se contempla que las instalaciones sanitarias de los baños son colgantes y presentan varios montantes, que conlleva a que se realicen antes de colocar las bloquetas de concreto. También, se observa que la zona de baños contempla una mayor cantidad de metrado de muros de bloquetas y mayor cantidad de solaqueo y tarrajeo. Cada frente de trabajo implica diferentes tipos de acabados, por lo tanto, para poder identificarlo en el tren de actividades se ha dividido por sectores que se caracterizan por poseer similares acabados.

La sectorización del frente de trabajo de las aulas para la partida de bloquetas de concreto tuvo un avance de 12.5 m2 de muro. Se identificó, también, que debido al proceso constructivo del acero de columneta y el asentado del muro, estas actividades deben realizarse en paralelo, ya que el acero horizontal de las bloquetas de concreto se engancha en las columnetas. Asimismo, para proceder a realizar las vigas soleras, ya que se realiza después de haber rellenado el muro

de bloquetas y el vaciado de las columnetas. Adicionalmente, durante la ejecución se identificó que se tuvo una duración de 15 días para la culminación del muro de bloquetas de concreto, así como la secuencia de su proceso constructivo, siguiendo los procedimientos brindados por calidad.

Capítulo 5: Aplicación de tecnologías colaborativas

5.1. Modelos BIM 3D

Para el desarrollo del trabajo de investigación se ha propuesto la creación de modelos 3D mediante el uso del software Revit y cargados hacia un Entorno Común de Datos (ECD), dentro de sus principales funciones de esta nube se encuentran los siguientes hechos: participación colaborativa de todos los interesados por especialidad del proyecto para el análisis de verificación de la fase de diseño, anticipar posibles interferencias, mejoramiento en la gestión de cada procedimiento dada la actualización en tiempo real del modelo, generación de reportes para el levantamiento de futuras observaciones por especialidad, y designación de roles y entregables en las fechas pactadas.

A partir de la creación digital en 3D, será posible visualizar de forma virtual el flujo de vida, desde la etapa de diseño, construcción; y, operación y mantenimiento de la edificación a nivel de detalle por especialidad. En este caso, la investigación se enfoca en la fase de acabados húmedos de un colegio público en Piura, tal como las partidas de bloquetas de concreto, tarrajeo, solaqueo, cielorraso, contrapiso, entre otros, en el cual será necesario, el apoyo de arquitectos e ingenieros civiles que colaboren con la creación de un modelo BIM 3D LOD400 que cumpla con obtener metrados precisos para proponer sectorizaciones que cumplan con los principios de elaboración de trenes de actividades de los módulos seleccionados. Finalmente, luego de verificar las dos propuestas de sectorización se plasmará en el BIM 4D para la organización de las actividades de los procesos constructivos y generar cronogramas o trenes de actividades en tiempo real con los colores predeterminados que se elegirán durante la sectorización de la fase seleccionada.

A continuación, en la figura 30, 31, 32 y 33 se presentará una parte del modelo en 3D de los MBR 431 y 433 del colegio público La Brea, ubicado en la provincia de Talara, departamento de Piura, en el cual se observan los aularios, vista de la escalera y SS.HH. En este modelo se podrá identificar en cada familia el material empleado que cumpla con las especificaciones técnicas del proyecto en albañilería armada, contrapiso, cielorraso, tarrajeo, solaqueo, entre otros. Con los modelos BIM 3D a nivel LOD400 es posible identificar los detalles constructivos de cada ambiente, anticipando las actividades necesarias para el cumplir el alcance total del proyecto, evitando futuras observaciones durante su comisionamiento. Adicionalmente, estos modelos brindarán mayor confianza durante la toma de decisiones de la matriz Choosing by Advantages para los trenes de actividades propuestos, ya que exhiben el producto final, cumpliendo con la calidad esperada.



Figura 30. Modelo BIM 3D del aulario del MBR 433

Fuente propia



Figura 31. Modelo BIM 3D de la vista de la escalera del MBR 431

Fuente propia

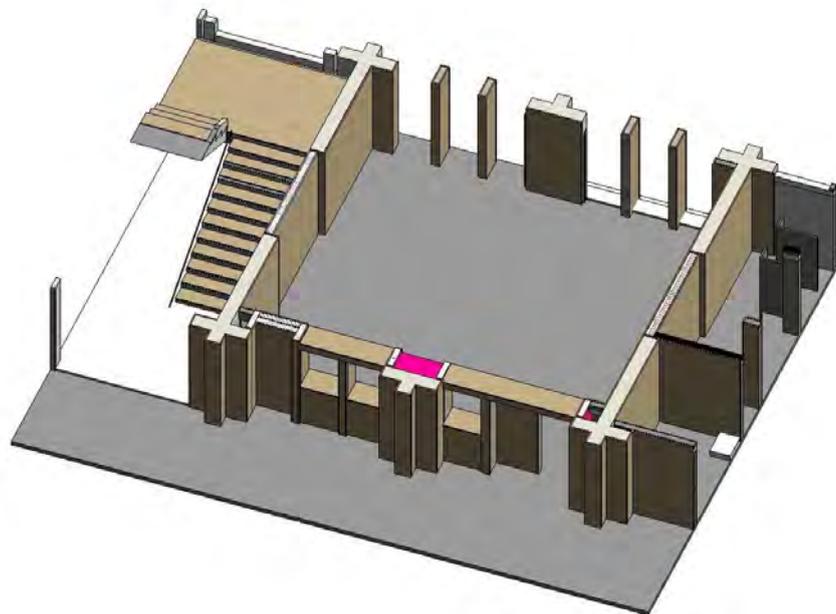


Figura 32. Modelo BIM 3D del corte transversal de un aula del MBR 431

Fuente propia



Figura 33. Modelo BIM 3D del corte lateral de los SS. HH del MBR 431

Fuente propia

5.2. Modelos BIM 4D

Asimismo, se propuso la creación de modelos BIM 4D LOD400 mediante el uso del software Navisworks a partir del modelo BIM 3D creado en Revit. Esta creación digital contribuyó al desarrollo de las propuestas de trenes de actividades de acuerdo al modelo 3D realizado.

Una de las consideraciones más relevantes para realizar el modelo en 4D fue la secuencia de actividades, respetar los tiempos técnicos de ejecución de cada una y mantener un control del histograma de mano de obra, por ejemplo: tiempo de secado de tarrajeo de muros y solaqueo, instalación de andamios, asentado de bloquetas hasta cierta altura, vaciado de parasoles, vaciado de vigas soleras, entre otros y así evitar posibles interferencias entre las actividades que conforman la fase de acabados húmedos del proyecto.

De esta manera, en la figura 34 se procederá a mostrar una parte del video que incluye la programación en 4D obtenido a partir del modelo 3D de una de las propuestas de trenes de actividades.

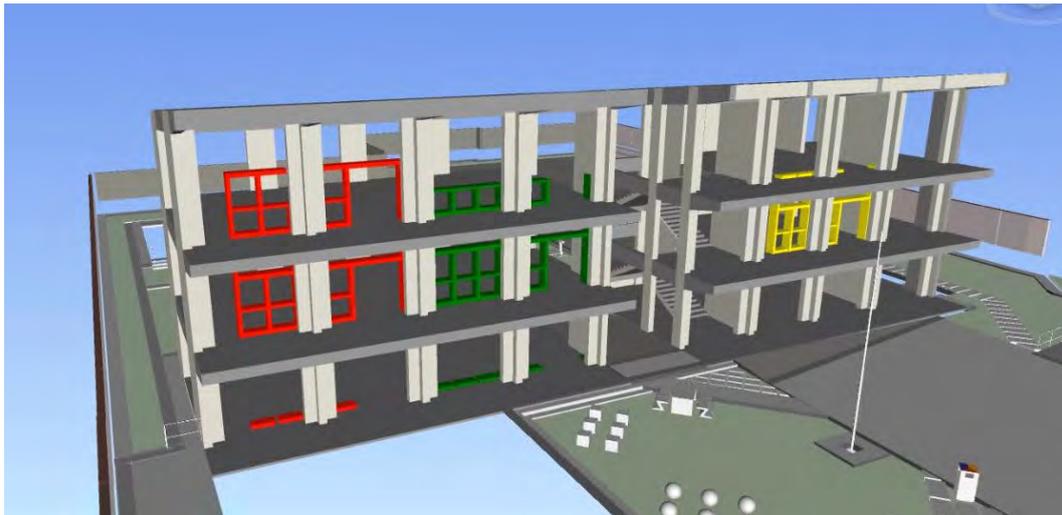


Figura 34. Programación 4D de la primera propuesta de sectorización

Fuente propia

Capítulo 6: Resultados

6.1. Integración del Last Planner System, método CBA y modelos en 3D

La integración de la herramienta Last Planner System y metodología Choosing by Advantages se generó a partir de sesiones pull para identificar hitos, especificaciones técnicas, características, estrategias de trabajo, actividades, entre otros, por parte de especialistas en planificación de proyectos educativos públicos y que, posteriormente, se le dio los ajustes necesarios para que se adapten a los procesos constructivos de cada fase. También, se emplearon modelos 3D que permitieron identificar los detalles de los materiales que se están empleando en la construcción del colegio; y, así, tomar la decisión con mayor grado de confiabilidad respecto a la mejor propuesta del tren de actividades.

Para la elaboración de las matrices Choosing by Advantages de los trenes de actividades y materiales de construcción se seleccionó la fase de arquitectura para acabados húmedos, ya que en esta es donde es posible identificar mayor cantidad de conflictos respecto a tiempos de ejecución, problemas logísticos, abastecimiento, costo, entre otros. La matriz CBA se encuentra compuesta por criterios, factores y atributos que dependerán de cada alternativa propuesta, por lo que será necesario la revisión de fichas técnicas para materiales de construcción y revisión

de la literatura, recomendaciones de especialistas en el rubro y cierta experiencia para el caso de trenes de actividades. El factor costo será evaluado de forma independiente cuando se obtengan los puntajes totales de cada matriz y, para tomar la decisión bastará con elaborar un gráfico de puntaje total vs costo y evaluar mediante la mayor pendiente del gráfico obtenido y el menor costo a decisión propia.

La aplicación de la metodología CBA genera transparencia y confiabilidad para la toma de decisiones mediante la evaluación de alternativas en la que se analiza el impacto de cada factor respecto al contexto que se desea aplicar, además que para la toma de decisiones los participantes de cada entrevista son especialistas en el rubro, el cual reduciría el nivel de preguntas conflictivas para la toma de decisiones (Espinoza et al, 2021). Entonces, es necesario que la generación de la matriz preliminar esté basada en factores indispensables que se adapten a las características del proyecto del caso de estudio y, sobre todo, que entreguen mayor valor al resultado. Además, la metodología CBA presenta ventajas importantes de su implementación que se encuentran referenciados en casos de implementación a proyectos de pequeña a gran envergadura, por lo que la adecuada revisión de la literatura es indispensable y considerar que la toma de decisiones no debería estar basada en preferencias personales (Parrish & Tommelein, 2009).

Para el caso de estudio, se consideró uno de los siguientes motivos que permitieron el planteamiento de las alternativas: en la partida de tarrajeo se presenta mayor metrado en la fase de arquitectura, además que se debe culminar en el plazo establecido por el tiempo de espera para llegar a la mínima humedad recomendada y cumplir con los tiempos técnicos para la aplicación del emporre (cal nieve + cemento + sellador + cola) con la finalidad de brindar un acabado final. Adicionalmente, se tiene que cumplir la cantidad de aforo mínimo que dependerá del área de trabajo y del procedimiento constructivo, ya que, si se aumenta la cantidad de personal por un área de trabajo menor, se interrumpiría el procedimiento y generaría bajos

rendimientos. Así, se propusieron tres alternativas para cada matriz que variarán con las características propias del colegio.

Los factores y criterios, en su mayoría, son definidos por el grupo de especialistas, quienes deben conocer el contexto del caso de estudio (Karakhan et al., 2016) y dada la coyuntura actual por la COVID-19 deben seguir las restricciones que aún existen para el cumplimiento de lo establecido en los lineamientos del MINSA, tal es el caso del factor de rendimiento para muros de albañilería, ya que durante el traslado del material para el asentado se debe evitar el mínimo contacto entre el operario y peón para cumplir con el distanciamiento mínimo entre la mano de obra. Asimismo, considerar factores medioambientales, dado que durante el corte del material se debe aislar o controlar la polución producida al realizar la acción, con la finalidad de contribuir con el orden en el entorno de la obra y no generar problemas sociales por causas de contaminación ambiental, considerando medidas para mitigar impactos ambientales que, en la actualidad, están aumentando el nivel de importancia en el mundo; por ello es que es fundamental considerarlo como uno de los factores.

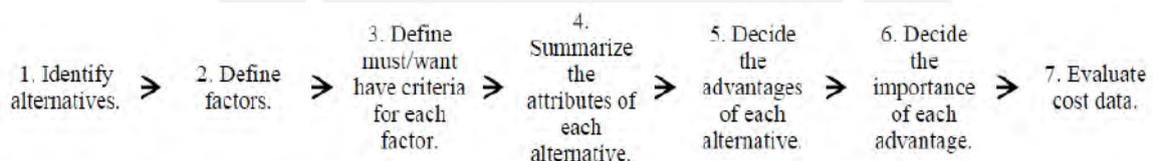


Figura 35. Pasos a seguir para la aplicación de la metodología *Choosing By Advantages*

Fuente: (Schottle et al, 2015)

A partir de los pasos descritos en la figura 35, para la elaboración de la matriz CBA para la selección del mejor tren de actividades se ha delimitado por dos diferentes sectorizaciones y un diseño en 4D del proyecto, debido a que la integración de la metodología *Choosing by Advantages* con modelos 4D son medios útiles para lograr una mejor comprensión de las alternativas constructivas (Murgia & Brioso, 2017). Así, a partir de las sectorizaciones propuestas se generan los modelos BIM 4D para las dos propuestas de tren de actividades.

Para la elaboración de las matrices, se recolectó información de fichas técnicas de materiales

de construcción y revistas, como fue para el caso de los tipos de ladrillos y marcas y para sistema de tarrajeo. De esta manera, se obtuvieron los criterios más importantes a tener en cuenta durante el momento de seleccionar el material más óptimo a emplear en obra. A partir de ello, se propusieron los factores de cada alternativa, con su respectivo criterio. Para el caso de la matriz del tren de actividades, se tuvo en consideración otros detalles importantes como los procesos constructivos en obra, medición de eficiencia, rendimiento, opinión de ingenieros con experiencia en construcción de colegios y, sobre todo, las consecuencias de la COVID-19, la cual influenció en la cantidad de personal involucrado en cada actividad desarrollada por partida. Por ello, se debe cumplir con los protocolos sanitarios de seguridad y salud empleados en obra para salvaguardar la salud de los trabajadores y evitar atrasos que perjudiquen el cumplimiento de obra.

6.2. Caso de estudio: Colegio público de Piura

La situación de muchas empresas contratistas, subcontratistas y consultorías del sector privado, respecto a las deficiencias en la planificación de obra demuestra que existe un escaso desarrollo en el sector, dado que no emplean metodologías colaborativas para las buenas prácticas de la gestión en la construcción para el desarrollo y control de proyectos. Una adecuada implementación mantendría una organización eficiente entre el personal involucrado, incrementaría los indicadores de seguridad y calidad, evitaría los sobrecostos y podría aumentar la productividad en obra. Asimismo, en el sector público existe una gran ausencia de planificación y gestión en los proyectos de inversión pública, lo cual es bastante preocupante, ya que al contar con tres fases: pre-inversión, inversión y post-inversión, de forma conjunta son los encargados de realizar proyectos sostenibles que brinden calidad a los ciudadanos, por lo que es necesario la implementación de nuevas herramientas colaborativas que reduzcan los problemas de obras sobre valorizadas, ampliaciones de plazos, paralizaciones, obras sobredimensionados, entre otros.

En el presente caso de estudio se ha seleccionado un colegio público del distrito de Negritos, ubicado en la provincia de Talara, departamento de Piura, Institución Educativa La Brea. El interés de la aplicación de integración de la metodología de toma de decisiones Choosing by Advantages y la herramienta Last Planner System al caso de estudio surgió por los problemas de planificación, logísticos, entre otros que han acontecido durante el contexto COVID-19. La crisis económica, debido a la paralización de las actividades fue la mayor detonante para que, posteriormente, se originen problemas de abastecimiento de materiales de construcción por el incremento de precios que superaban el presupuesto inicial de licitación, además de la contratación de medios de transporte para el traslado de equipos y herramientas para obras localizadas en provincia, el difícil acceso que presenta cada zona por la poca importancia que toman los Gobiernos Regionales, entre otros.

La propuesta de integración abarcará la identificación de materiales de construcción de la fase de arquitectura en la partida de acabados húmedos del colegio mencionado en el que se seleccionarán las mejores alternativas para el sistema de tarrajeo y albañilería, considerando que la mejor selección debe cumplir con el presupuesto del proyecto. Asimismo, se seleccionará el óptimo tren de actividades para la ejecución de la fase de acabados húmedos de la partida de arquitectura, ya que se evidenció que para la ejecución del presente colegio utilizan el sistema de gestión tradicional, basado en un diagrama de Gantt en el que las actividades realizadas en obra no están desglosadas en sub-actividades, lo cual dificulta que se realice un mayor seguimiento para un eficiente cumplimiento de las tareas asignadas. Adicionalmente, la implementación de la metodología BIM mediante modelos en 3D y 4D permitirán una mayor comprensión y análisis de cada factor previo a la toma de decisiones del mejor tren de actividades, además de una mayor confiabilidad por parte de los stakeholders al tomar la decisión final.

6.3. Aplicación de la metodología de integración

Para aplicar la metodología de integración Choosing by Advantages (CBA) se establecieron una secuencia de actividades a realizar para llegar al objetivo, el cual consistió en seleccionar la mejor alternativa. Para ello, primero, se identificaron las partidas de construcción en la que suelen existir ciertos percances o incertidumbre durante el momento de decidir que marca o tipo de material usar, como es el caso de la partida de acabados secos y húmedos de la especialidad de arquitectura. De la misma manera para los trenes de actividades propuestos por los stakeholders, en la que se utilizará una matriz CBA con las alternativas para escoger la mejor opción que cumpla con la programación de obra en un tiempo esperado.

Para el primer caso, se seleccionaron los materiales con mayor variación de alternativas y que cumplan con algunos estándares y usos correctos, dependiendo de cada sub-partida. De esta manera, habiendo revisado la literatura de investigación, se procedió a definir los factores y criterios, que van a variar dependiendo de la experiencia y punto de vista de cada especialista, mientras que, para el segundo caso, se construyeron dos trenes de actividades bajo criterio de especialistas en programación de obra con amplia experiencia en construcción de colegios

Para una mayor comprensión de la metodología de aplicación, se realizaron reuniones colaborativas con cada ingeniero o arquitecto, en la que se obtuvieron los puntajes que establece la matriz CBA, por orden de importancia y considerando que en estas reuniones también se podrá retroalimentar la matriz construida inicialmente, a fin de poder establecer datos más reales con perspectivas diferentes.

A partir de estas reuniones y datos del propio expediente técnico, se realizaron algunas propuestas de otros materiales de construcción que podrían emplearse en un caso hipotético en la que la empresa contratista pueda tener la opción de elegir a su conveniencia tomando como referencia opiniones transmitidas por profesionales de alta experiencia. Finalmente, se evaluará la variable costo, el cual dependerá de quien sea el proveedor de los materiales que se

presentarán como alternativas.

6.3.1. Selección de materiales en la etapa de acabados

Para la construcción de la matriz CBA se identificaron algunos materiales de construcción de la partida de arquitectura y fase de acabados húmedos del proyecto de colegio público. Previo a la selección de alternativas de materiales, se evaluaron algunas de las sub-partidas en las que suele existir incertidumbre durante la elección de algún tipo de material o marca específica y también se consideró la optimización del proceso constructivo para ahorrar tiempos en la ejecución o instalación de los materiales, lo cual podría generar ciertos beneficios en la implementación, si se diera el caso hipotético de que la empresa contratista tuviera la opción de poder seleccionar alternativas diferentes a lo que indica el expediente técnico o para recomendaciones futuras en proyectos de construcción públicos.

Así, con ayuda del expediente técnico, consultas con especialistas en construcción de colegios y conocimientos adquiridos en la universidad, se propusieron las siguientes alternativas de las sub-partidas seleccionadas que permitirán construir la matriz: muros de albañilería y sistema de tarrajeo. Para el caso de muros de albañilería, se tuvo como referencia la revista CONSTRUCTIVO, en el que se mencionaban algunas especificaciones como el nivel de acústica que porta cada elemento, la durabilidad del material en construcción, el rendimiento, entre otros.

La revisión de las fichas técnicas permitió conocer la información más específica de cada material de construcción, tal que resulte posible realizar una evaluación más exhaustiva sobre qué alternativas considerar para la elaboración de la matriz CBA y considerando que los candidatos a entrevistar cumplan con la experiencia suficiente en construcción y planificación de proyectos educativos públicos. Por otro lado, la recopilación de información técnica estuvo basada en la revisión de algunas páginas web de tiendas virtuales como SODIMAC y PROMART. Con ello, se procedió a seleccionar algunas alternativas para la matriz de muros

de albañilería, como fue el caso de las tres marcas de ladrillos de arcilla más empleadas en construcción de ladrillo de arcilla, entre las cuales se encuentra el ladrillo King Kong Fortaleza H10 14x24 cm, ladrillo King Kong 18 huecos, ladrillo King Kong Hércules 10 huecos 10x14x24 cm, las cuales se compararán independientemente a los otros tipos de ladrillo, entre los que se encuentran el sílico calcáreo y bloquetas de concreto. Para el caso de la selección del sistema de tarrajeo, se evaluaron tres alternativas: tarrajeo convencional, tarrajeo pre-dosificado y tarrajeo proyectable, para las cuales se revisó la página web de Cementos Pacasmayo para obtener las fichas técnicas de cada producto, consultas y recomendaciones de ingenieros civiles con especialización en el rubro de concreto y opiniones y recomendaciones de algunos ingenieros quienes han participado en construcción de colegios. A partir de ello, se pudieron establecer los factores y criterios iniciales que se presentarán a continuación en la tabla 7 y tabla 8 respecto a las matrices de muros de albañilería y sistema de tarrajeo, respectivamente.

Matrices CBA preliminares

Matriz CBA para la elección de la mejor marca y tipo de ladrillo para muros de albañilería

Factor y criterio	Ladrillo de arcilla						Sílico calcáreo	Bloqueta de concreto		
	Ladrillo King Kong Fortaleza H10 14x24 cm		Ladrillo King Kong 18 huecos		Ladrillo King Kong Hércules 10 huecos 10x14x24 cm					
1. Aislamiento térmico criterio: más es mejor	Atributo: presenta aislamiento térmico-acústico		Atributo: no especifica		Atributo: térmico-acustico		Atributo: buen aislamiento térmico debido a su alta densidad y solidez		Atributo: Buen aislamiento térmico-acustico por ser de bloques gruesos	
	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
2. Peso por unidad criterio: menos es mejor	Atributo: 3.82 kg		Atributo: 2.8 kg		Atributo: 3.7 kg		Atributo: 6.5 kg		Atributo: 12.3 kg	
	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
3. Tiempo de proceso de instalación criterio: mas es mejor	Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por sus acabados casi perfectos		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por el tamaño de los bloques y acabados	
	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
4. Resistencia a la compresión criterio: mas es mejor	Atributo: 100 kg/cm2		Atributo: 130 kg/cm2		Atributo: 130 kg/cm2		Atributo: 80 kg/cm2		Atributo: 71.4 kg/cm2	
	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
5. Rendimiento criterio: más es mejor	Atributo: 34 u x m2		Atributo: 39 u por m2		Atributo: 34 u por m2		Atributo: 2.5 u por m2		Atributo: 12.5 u por m2	
	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:

Tabla 7. Matriz preliminar para la elección de la mejor marca y tipo de ladrillo para muros de albañilería

Fuente propia

En esta propuesta preliminar para la selección del mejor material propuesto para muros de albañilería se consideraron los siguientes factores: aislamiento térmico, peso por unidad, tiempo de proceso de instalación y rendimiento. Los factores propuestos se basaron en conocimientos propios en base a experiencia laboral e investigaciones de cada material. Cabe resaltar que las entrevistas a especialistas ayudarán a retroalimentar la matriz, corregir o mejorar información de los atributos y, tal vez, agregar aquellos factores que resulten indispensables para la construcción de colegios públicos y que, sobre todo, cumplan con los requisitos mínimos que se debe considerar o que deberían ser considerados como oportunidades de mejora para futuros proyectos.

Para sistema de tarrajeo

Factor y criterio	Tarrajeo					
	Tarrajeo convencional		Tarrajeo pre-dosificado		Tarrajeo proyectable	
1. Mayor rendimiento criterio: mas es mejor	Atributo: 8 m2/dia		Atributo: 15 m2 /dia		Atributo: 55 m2/dia	
	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
2. Desperdicio criterio: menos es mejor	Atributo: Mas		Atributo: Bajo		Atributo: Bajo	
	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica		Atributo: Disminuye la huella del CO 2		Atributo: Disminuye la huella del CO 2	
	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
4. Trabajabilidad criterio: mas es mejor	Atributo: Baja		Atributo: Media		Atributo: Alta	
	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
5. Calidad criterio: más es mejor	Atributo: Baja calidad		Atributo: Control de calidad proceso industrializado		Atributo: Control de calidad proceso industrializado	
	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:

Tabla 8. Matriz preliminar para la elección del mejor sistema de tarrajeo

Fuente propia

De la misma manera, para la selección del mejor sistema para tarrajeo, se consideraron preliminarmente los siguientes factores: rendimiento, desperdicio, eco-amigable, trabajabilidad y calidad, siendo el factor de rendimiento uno de los más relevantes que se consideró de principio. Sin embargo, se espera que los stakeholders puedan confirmar y retroalimentar los factores y criterios colocados, así como evaluar los criterios que recomienden añadir para brindar mayor confiabilidad en la toma de decisiones.

6.3.1.1. Entrevistas y capacitación en CBA con especialistas

De acuerdo con la metodología de implementación, se realizaron entrevistas presenciales y virtuales para la selección de las alternativas de materiales de construcción en muros de albañilería y método de aplicación de tarrajeo para la construcción de un colegio público en Piura. Durante cada sesión se explicó la definición de las metodologías de toma de decisiones Choosing by Advantages y Delphi, los componentes de la matriz, la asignación de puntajes y los beneficios de su aplicación en diferentes industrias. Algunas reuniones se realizaron de

forma presencial, en las cuales se prefirió que los entrevistados sean los participantes de la obra en ejecución; para el caso de las entrevistas remotas, dado el contexto COVID-19, se seleccionaron ingenieros civiles y arquitectos que presenten amplia experiencia en construcción de colegios públicos en diferentes especialidades, también, se implementaron plataformas colaborativas para mantener buena interacción con cada especialista.

Luego de la explicación, se brindó un espacio para la ronda de preguntas en caso los especialistas tengan alguna consulta teórica o aplicada. Posteriormente, se realizaron las rondas de entrevistas con la matriz CBA preliminar, elaborado en base a la revisión de la literatura, conocimientos del curso de materiales de construcción, revisión de artículos académicos y conferencias del IGLC. En las dos primeras sesiones de entrevistas se solicitó que cada stakeholder brinde sus comentarios, retroalimentación o sugerencias a las matrices CBA, con la finalidad de afinar los factores, atributos para la versión final de entrevistas. Seguidamente, se procedió con la última entrevista y respectiva colocación de puntajes, obteniendo resultados más exactos y reales para el caso de estudio que cumplan con los estándares de seguridad y calidad que requieren las instituciones educativas. A continuación, se explicará brevemente cada entrevista realizada a 8 stakeholders.

- Primer stakeholder

El primer entrevistado fue una ingeniera Civil de Arequipa, colegiada, con amplia experiencia en oficina técnica y, actualmente, desempeña el cargo de jefa para proyectos educativos en sector público y privado. Para la entrevista se tuvo una conversación previa con el profesional y propuso la idea de realizar la reunión presencial, puesto que es una de las integrantes del staff para la construcción del colegio en Piura, la reunión se dio de forma colaborativa, ya que fue en presencia de otros profesionales del staff que contribuyen a la mejora y retroalimentación de la matriz CBA. Para la reunión se contó con información propia del colegio que fue necesario usarlo para el correcto llenado de la matriz, como fue el caso de la información

específica de los materiales de construcción. El profesional observó algunos detalles en los factores y atributos preliminares para las alternativas del caso del método de la aplicación de tarrajeo, el cual, posteriormente, se corroboró y verifico mediante el uso de bibliografía. Además, dio mayor importancia al desperdicio y almacenamiento del método de aplicación, ya que en proyectos educativos se presentan varios frentes de trabajo que impide el almacenamiento de excesivos materiales en la zona de trabajo.

- Segundo stakeholder

Como segundo entrevistado se tuvo a un ingeniero civil de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, titulado, colegiado habilitado y que se ha desempeñado como coordinador BIM en proyectos de edificación educativa. Actualmente, se desempeña como coordinador BIM para la empresa subcontratista que realiza la construcción del proyecto del caso de estudio. En este caso, se realizó la entrevista de forma virtual, mediante la plataforma zoom, debido a que el profesional no se encontraba en la localidad de negritos. Durante la reunión se tuvo que armar, detalladamente, la matriz CBA con una breve explicación que tomó alrededor de 20 minutos. Este ingeniero, en base a su amplia experiencia en proyectos de construcción, resalto a los factores de mayor rendimiento y almacenamiento como fundamentales, ya que en proyectos educativos con plazos cortos se obtiene varios frentes de trabajo que impide el almacenamiento de materiales. Al día siguiente de la reunión, el stakeholder se comunicó para dar detalles de lo que, según su experiencia profesional, se debía corregir y, así, levantar las observaciones para la versión final.

- Tercer stakeholder

El tercer stakeholder fue un ingeniero civil egresado y titulado por la Universidad Nacional de Ingeniería y colegiatura vigente, quien se desempeña como Gerente de sitio del proyecto en mención. Para la entrevista se realizó una llamada telefónica en la que se explicó la metodología de aplicación del CBA y se indicó que, debido a la confianza que ha demostrado su amplia

experiencia, la retroalimentación y sugerencias serán útiles para mejorar la matriz y obtener la versión final. En este caso, no se obtuvieron muchas observaciones, pero se agregó un factor más para la matriz de tarrajeo: complejidad de ejecución. El uso de equipos para realizar cierta actividad es una de las medidas que se debe considerar, ya que conlleva a reducir la mano de obra calificada y empresas sub-contratistas que cumplan con las especificaciones. Además, la logística para el mantenimiento y reparación de equipos a emplear es complejo para proyectos en provincia.

- Cuarto stakeholder

El cuarto stakeholder fue una ingeniera Civil, colegiada habilitado, con experiencia en construcción de obras para el sector privado y público. Actualmente, se desempeña como ingeniera de producción en el proyecto educativo público en mención. En este caso la reunión se llevó a cabo de forma presencial para conversar sobre los factores propuestos inicialmente. Primero, se proyectó la matriz de tarrajeo, en la que se explicó la parte de la metodología del caso de estudio y poder calificar del 0-100 cada alternativa, según cada factor. Así, la ingeniera brindó mayor importancia al factor de rendimiento, ya que al tener mayor avance en una partida que apertura el avance de otras actividades, aumenta el porcentaje de avance semanal y se cumple el PPC meta. Por otro lado, dio importancia al manejo del acarreo del material, ya que el traslado eficiente de este hacia el área de trabajo aumentará la productividad de la mano de obra calificada y se controlará y disminuirá los tiempos de trabajo no contributarios como la espera por material en piso, espera por tiempo de mezclado, entre otros. Respecto a la matriz CBA de albañilería, la ingeniera refutó el factor estético, puesto que consideró que es uno de los menos relevantes y que a la mayoría de las alternativas se les debe realizar acabado final. Además, recalcó que las características propias de los ladrillos King Kong, caravista o de concreto vienen de la misma fábrica

- Quinto stakeholder

El quinto entrevistado fue un ingeniero civil el cual es colegiado de la Universidad Nacional Federico Villarreal, quien presenta una amplia experiencia en el sector construcción de colegios nacionales. Este ingeniero ha trabajado para el Ministerio de Educación por más de 30 años, habiendo obtenido el cargo de residente de obra en sus inicios, para luego ser jefe en el área de proyectos y obras. Para esta entrevista se tuvo que agendar, previamente, una reunión vía zoom, debido al contexto actual de la pandemia por la COVID-19. Durante la reunión se proyectaron las matrices CBA de albañilería y sistema de tarrajeo, iniciando con la matriz de albañilería, en la que se explicó parte de la metodología a cada stakeholder para que califique cada factor de mayor a menor importancia, asignándoles puntajes según criterio propio. Además, según la experiencia del stakeholder, es frecuente que, durante las tareas en ejecución, se observe que el tarrajeo proyectable presente mayor avance por día, debido a que este tipo de proyectos presenta mayor complejidad como consecuencia de la alta presencia de bruñas en los paños de tabiquería, por lo que podría impedir el avance en obra.

- Sexto stakeholder

El sexto entrevistado fue una arquitecta egresada de la Pontificia Universidad Católica del Perú, quien presenta 10 años ejerciendo el trabajo en empresas privadas en la planificación de edificaciones multifamiliares, gimnasios y centros comerciales, pero en los últimos años se ha dedicado al área de construcción de colegios nacionales. Para esta entrevista se pudo tener una reunión presencial, debido a que el ingeniero contaba con tiempo libre para llevar a cabo la reunión en la que se explicó sobre la metodología que se implementará para el correcto llenado de las matrices CBA. Cuando se procedió a explicar los factores y atributos de la matriz de muros de albañilería se cuestionó el uso de bloquetas de concreto y sílico calcáreo, pero tras comentar que el propósito de la matriz era buscar la mejor alternativa aplicado el CBA se

comprendió las propuestas entregadas; por lo que se continuó calificando, según el criterio propio, cuáles factores son más importantes. En este caso, se brindó mayor relevancia al lado estético, por el cual se obtuvieron mayores puntajes en los criterios relacionados; además acotó que el criterio eco amigable debería ser modificado, puesto que en las ventajas no se definen, claramente, en qué aspecto beneficia para el medio ambiente, por lo que se procedió a modificar el criterio a generación de residuos; en el caso del sistema de tarrajeo proyectable brindó mayor importancia al rendimiento, ya que es un atributo con mayor impacto en tiempo y dinero; sin embargo, de acuerdo con la experiencia del stakeholder, no contempló la cantidad de detalles en el tarrajeo, por ejemplo: bruñas.

- Séptimo stakeholder

El séptimo entrevistado fue una ingeniera civil egresada de la Pontificia Universidad Católica del Perú y colegiada habilitada, quien, además de contar con una maestría en Estados Unidos, se encuentra, actualmente, desarrollando un doctorado en Portugal. Ha sido profesora en la Pontificia Universidad Católica del Perú y la universidad USIL, además ha desarrollado trabajos de investigación sobre la restauración de monumentos históricos. Las reuniones con la ingeniera se dieron de forma virtual mediante la plataforma zoom, en la que se pudo realizar una entrevista y charla acerca de la metodología empleada, además de brindarnos su opinión respecto a las matrices CBA. En el caso del tarrajeo, el stakeholder brindó mayor puntaje a la calidad con respecto a los demás, ya que existe mayor control en el proceso de ejecución. Adicionalmente, mencionó que en la matriz CBA de albañilería existía ciertos criterios que no podían ser comparados entre sí, ya que expresan diferentes ventajas en la que ambas presentan beneficio y, por ello, no es posible comparar en importancia.

- Octavo stakeholder

El octavo entrevistado fue un ingeniero civil de la Universidad Nacional de Ingeniería y colegiado habilitado, quien presenta más de 15 años en el sector construcción y que ha venido

desarrollando la labor de supervisión en la ejecución de diversos colegios nacionales. Durante la reunión se explicó y asesoró sobre la metodología CBA para la calificación de las matrices, ya que el ingeniero no tenía tan claro los conocimientos de la calificación de factores. Así, separó los criterios que, según él, tendrían una mayor importancia, calificando de mayor a menor cada uno; sin embargo, tuvo varias dudas como el por qué se seleccionaron estos materiales, ya que, en base a su opinión técnica, algunos de los tipos de ladrillos mencionados no podrían ser ubicados en la construcción de un colegio nacional. Así como los anteriores entrevistados, brindo mayor importancia a la trabajabilidad, ya que el uso de embolsados implica que el elemento se prepare en el mismo lugar y no exista mucho acarreo por parte de los ayudantes, optimizando mano de obra y eliminados desperdicios para el correcto cumplimiento de la filosofía Lean Construction. Finalmente, en base a todas las acotaciones, retroalimentaciones y sugerencias que los stakeholders pudieron brindar en las reuniones colaborativas organizadas como parte de la metodología del caso de estudio, se presentará la versión final de la matriz CBA para elección de las mejores alternativas para muros de albañilería y sistema de tarrajeo.

6.3.1.2. Presentación y definición de alternativas y factores

Para la elaboración de la matriz final CBA de muros de albañilería se ha decidido trabajar con la integración de dos matrices CBA en un solo formato. Es decir, se escogerá la mejor marca de ladrillo de arcilla para, luego, compararlo con los otros dos tipos de ladrillos, entre ellos el sílico calcáreo y bloquetas de concreto.

De acuerdo con las entrevistas, las propuestas mejor fundamentadas estuvieron basadas en la opinión de los stakeholders, quienes nos sugirieron las tres siguientes marcas de ladrillos de arcilla que podían emplearse: Ladrillo King Kong Fortaleza H10 14x24 cm, Ladrillo King Kong 18 huecos y Ladrillo King Kong Hércules 10 huecos 10x14x24 cm. Además, indicaron que las propuestas mencionadas serían opciones viables para emplearlo en posibles

construcciones futuras de colegios del altiplano como en los departamentos de Puno y Huancavelica donde se aprecian las precarias condiciones en las que estudian muchos alumnos de la zona. Algunas de las características que presentan las opciones mencionadas son el aislamiento térmico y acústico que beneficiaría en la calidad y valor que se le puede entregar al cliente.

De la misma manera, para la elección entre dos diferentes tipos de ladrillo, como fue el caso del silico calcáreo y bloquetas de concreto, en el cual algunos stakeholders destacaron mayor importancia sobre su uso, debido a que colaboran con aspectos medioambientales, ya que cada vez que se emplean para construcción arrojan cierta cantidad de CO₂, entre otros, que favorecen al incremento del calentamiento global. Esto no debe ser permitido, puesto que podría generar daños severos en la salud de las personas y desencadenar conflictos sociales.

Para la elaboración de la matriz final CBA de sistema de tarrajeo se han propuesto tres alternativas distintas: tarrajeo convencional, tarrajeo pre-dosificado y tarrajeo proyectable que fueron identificadas y seleccionadas por especialistas en el rubro en base a recomendaciones e investigaciones realizadas para, posteriormente, seleccionar la mejor opción entre ellas.

En el sector construcción es posible emplear los diferentes sistemas de tarrajeo existentes; sin embargo, la preferencia dependerá del avance diario que se desee obtener, optimizando los recursos de mano de obra y materiales. Para el caso del colegio público de Piura, una de las más sugeridas fue el sistema de tarrajeo proyectable, ya que aumenta el rendimiento de las partidas de tarrajeo por la alimentación constante del equipo para proyectar su lanzamiento al área por pañetear; no obstante, respecto al almacenamiento en obra, se debe considerar guardar el equipo que proyecta el mortero y sus materiales en bolsas, a diferencia de las otras opciones en la que solo se guarda el material, facilitando los espacios habilitados. Adicionalmente, se identificó que para el costo se debe realizar un análisis de precios unitarios, considerando los materiales, equipos y mano de obra para su ejecución

Para la selección del tarrajeo pre-dosificado se observó que fue el segundo preferido, debido a su fácil trabajabilidad y almacenamiento, los cuales observa en proyectos con varios frentes de trabajo y espacio mínimo para almacenamiento de materiales. Dentro de los factores propuestos se destacó el de rendimiento por los siguientes motivos: el avance de esta partida es esencial para no afectar la ruta crítica, el flujo de materiales debe ser constante y no presentar sobre excesos de materiales en el almacén de la obra; y, además, para mantener la calidad de la bolsa pre-dosificada es necesario considerar la colocación en un entorno con las características establecidas en la ficha técnica.

Para el tarrajeo convencional se identificaron algunas dificultades de su aplicación en proyectos con varios frentes de trabajo y cortos plazos, impidiendo el almacenaje de cemento y arena para el caso de estudio. Por otro lado, para este sistema se requiere un mayor control de calidad, ya que se necesita observar la dosificación de cemento y arena que se realiza en obra, por lo que se reduciría alternativas de avance del proyecto.

6.3.1.3. Asignación de puntajes y toma de decisión

La asignación de puntajes se llevó a cabo apenas se obtuvo la versión final de la matriz CBA para la selección del mejor material en muros de albañilería y sistema de tarrajeo. Mediante la parcial integración del método Delphi y Choosing by Advantages se realizaron las entrevistas para cada grupo de ocho stakeholders en cada caso. Además, es importante recalcar que cada puntaje asignado por cada entrevistado estuvo basado en su experiencia profesional en el sector construcción con enfoque en colegios públicos, por lo que no existe respuesta incorrecta, sino la obtención de coherencia en los resultados.

Posteriormente, se realizó la suma de los puntajes de cada alternativa en base a cada factor propuesto y el cálculo de las ventajas para las ocho entrevistas realizadas en los dos casos. En el caso de la matriz CBA de albañilería se tuvo dos matrices en una, la primera que consistió en comparar los tipos y marcas de ladrillo King Kong para que, luego se compare el material

seleccionado con las otras dos propuestas que son el sílico calcáreo y la bloqueta de concreto, por lo que se tuvo que elaborar dos tablas comparativas de puntajes vs costo de lo mencionado anteriormente. Finalmente, con la última tabla, se procedió a tomar la decisión en base al resultado de la pendiente del grafico de costo vs puntaje del Excel y a criterio propio.

Matrices CBA finales

Para la selección de ladrillo de arcilla:

Factor y criterio	Ladrillo de arcilla						Sílico calcáreo	Bloqueta de concreto		
	Ladrillo King Kong Fortaleza H10 14x24 cm	Ladrillo King Kong 18 huecos		Ladrillo King Kong Hércules 10 huecos 10x14x24 cm						
1. Aislamiento térmico criterio: más es mejor	Atributo: presenta aislamiento térmico-acústico		Atributo: no especifica		Atributo: térmico-acustico		Atributo: buen aislamiento térmico debido a su alta densidad y solidez		Atributo: Buen aislamiento térmico-acustico por ser de bloques gruesos	
	Ventaja: -	Puntaje: 80	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 84	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
2. Peso por unidad criterio: menos es mejor	Atributo: 3.82 kg		Atributo: 2.8 kg		Atributo: 3.7 kg		Atributo: 6.5 kg		Atributo: 12.3 kg	
	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 1.02	Puntaje: 79	Ventaja: 0.12	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: Ecologicos, anti-inflamables		Atributo: No se especifica		Atributo: ecologico		Atributo: No contienen sales que contaminan el medio ambiente		Atributo: Por cada 36m2, arroja 12 ton de CO2	
	Ventaja: -	Puntaje: 64	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:0	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
4. Seguridad estructural criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica		Atributo: ladrillo macizo, por lo que esta diseñado para soportar cargas		Atributo: Es compacto, por lo que brinda buena resistencia		Atributo: Presenta certificación de resistencia al fuego		Atributo: Elevada resistencia a la compresión axial	
	Ventaja: -	Puntaje:0	Ventaja: -	Puntaje:100	Ventaja: -	Puntaje: 95	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
5. Tiempo de proceso de instalación criterio: mas es mejor	Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por sus acabados casi perfectos		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por el tamaño de los bloques y acabados	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
6. Durabilidad criterio: más es mejor	Atributo: es duradero, por lo que es ideal para construccion		Atributo: Gran durabilidad por ser un ladrillo compacto		Atributo: Compacto de gran durabilidad		Atributo: Gran durabilidad por su resistencia al intemperismo		Atributo: Mayor durabilidad	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 74	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
7. Estética criterio: mayor es mejor	Atributo:Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo:Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo:Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo: mayor acabado final del muro (acabado semi caravista)		Atributo: Mejor acabado, con la mínima capa de tarrajeo (solaqueo)	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
8. Resistencia a la compresión criterio: mas es mejor	Atributo: 100 kg/cm2		Atributo: 130 kg/cm2		Atributo: 130 kg/cm2		Atributo: 80 kg/cm2		Atributo: 71.4 kg/cm2	
	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 30	Puntaje: 94	Ventaja: 30	Puntaje: 94	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
9. Rendimiento criterio: más es mejor	Atributo: 9 m2/día		Atributo: 9.5 m2/día		Atributo: 9 m2/día		Atributo: 8 m2/día		Atributo: 8.5 m2/día	
	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 0.5	Puntaje: 69	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:

Tabla 9. Matriz CBA final para la elección de la mejor marca de ladrillo de arcilla

Fuente propia

Para la selección de tipo de ladrillo

Factor y criterio	Ladrillo King Kong 18 huecos		Sílico calcáreo		Bloqueta de concreto	
1. Aislamiento térmico criterio: más es mejor	Atributo: no especifica		Atributo: buen aislamiento térmico debido a su alta densidad y solidez		Atributo: Buen aislamiento térmico-acustico por ser de bloques gruesos	
	Ventaja: -	Puntaje: 50	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 50
2. Peso por unidad criterio: menos es mejor	Atributo: 2.8 kg		Atributo: 6.5 kg		Atributo: 12.3 kg	
	Ventaja: 9.5	Puntaje: 55	Ventaja: 5.8	Puntaje: 55	Ventaja: 0	Puntaje: 0
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica		Atributo: No contienen sales que contaminan el medio ambiente		Atributo: Por cada 36m ² , arroja 12 ton de CO ₂	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 49	Ventaja: -	Puntaje: 20
4. Seguridad estructural criterio: más es mejor	Atributo: ladrillo macizo, por lo que esta diseñado para soportar cargas		Atributo: Presenta certificación de resistencia al fuego		Atributo: Elevada resistencia a la compresión axial	
	Ventaja: -	Puntaje: 80	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0
5. Tiempo de proceso de instalación criterio: mas es mejor	Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por sus acabados casi perfectos		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por el tamaño de los bloques y acabados	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 87
6. Durabilidad criterio: más es mejor	Atributo: Gran durabilidad por ser un ladrillo compacto		Atributo: Gran durabilidad por su resistencia al intemperismo		Atributo: Mayor durabilidad	
	Ventaja: -	Puntaje: 65	Ventaja: -	Puntaje: 79	Ventaja: -	Puntaje: 65
7. Estética criterio: mayor es mejor	Atributo: Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo: mayor acabado final del muro (acabado semi caravista)		Atributo: Mejor acabado, con la mínima capa de tarrajeo (solaqueo)	
	Ventaja: -	Puntaje: 65	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 44
8. Resistencia a la compresión criterio: mas es mejor	Atributo: 130 kg/cm ²		Atributo: 80 kg/cm ²		Atributo: 71.4 kg/cm ²	
	Ventaja: 58.6	Puntaje: 80	Ventaja: 8.6	Puntaje: 80	Ventaja: 0	Puntaje: 0
9. Rendimiento por día criterio: más es mejor	Atributo: 9.5 m ² /día		Atributo: 8 m ² /día		Atributo: 8.5 m ² /día	
	Ventaja: 1.5	Puntaje: 55	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 0.5	Puntaje: 55

Tabla 10. Matriz CBA final para la elección del mejor tipo de ladrillo

Fuente propia

De las matrices presentadas en las tablas 9 y 10 se observa que el stakeholder entrevistado colocó el intervalo de mayor puntaje a la seguridad estructural, debido a que considera que es una de las características más importantes a considerar para el diseño de los colegios, ya que existen diversas escuelas ubicadas en zonas rurales como Puno, Huancavelica y Ayacucho, en las que se ignora este requerimiento, por lo que podría repercutir de forma negativa en la

seguridad de los estudiantes y perjudicar su constante aprendizaje.

Además, el stakeholder indicó que el factor de aislamiento térmico es importante, sobre todo en aquellas escuelas que se ubican en zonas del altiplano cuyas temperaturas bajas generan enfermedades respiratorias, por lo que señaló que el ladrillo King Kong Fortaleza H10 y el ladrillo King Kong Hércules presentan mayor atributo; sin embargo, el especialista indicó que, según experiencia, los proyectos en los que participó empleaban el ladrillo King Kong 18 huecos y que dependería de lo que el proyectista considere durante la elaboración del expediente técnico. De la misma manera se realizó el análisis para los otros tipos de ladrillo, en el que se observa que el favorito fue la bloqueta de concreto. Asimismo, en los anexos 30 al 37 se mostrarán las entrevistas completas elaboradas a los ocho stakeholders para la selección del mejor tipo de ladrillo de arcilla; y, a continuación, en la tabla 11 se mostrará el resumen de los puntajes obtenidos, según entrevistas realizadas y para cada uno de los stakeholders y los costos obtenidos, de cada uno, según la revista Costos.

Para marcas de ladrillo:

N° entrevista	RESULTADOS		
	Ladrillo King Kong Fortaleza H10 14x24 cm	Ladrillo King Kong 18 huecos	Ladrillo King Kong Hércules 10 huecos 10x14x24 cm
1	236	356	385
2	270	455	245
3	144	347	273
4	148	437	490
5	90	364	289
6	110	239	214
7	65	345	295
8	215	450	345
Puntaje total	1278	2993	2536

Tabla 11. Resultados de las entrevistas a stakeholders para la elección de la mejor marca de ladrillos de arcilla

Fuente propia

Se observa que la puntuación mayor respecto a los demás se obtiene para el Ladrillo King Kong 18 huecos con 2993 puntos. Sin embargo, para la toma de decisión, se deberá realizar el análisis

de precios unitarios para cada ladrillo. A continuación, se presentará las tablas 12, 13 y 14 con los análisis de precios para el ladrillo King Kong 18 huecos, King Kong Fortaleza y King Kong 10 huecos, respectivamente.

Análisis de precios unitarios para marcas de ladrillos

KING KONG 18 HUECOS							
Partida	01.07.06.01.01		MURO DE LADRILLO KK 18 HUECOS				
Rendimiento	m2/DIA	8.0000	EQ.	2.6582	Costo unitario directo por m2		105.72
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	24.28	24.28	
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.5000	17.32	8.66	
32.94							
Materiales							
02160200100002	LADRILLO KK 18 HUECOS	und		34.0000	1.14	38.76	
38.76							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	99.13	4.96	
4.96							
Subpartidas							
010105000202	MORTERO 1:1/2:4 (CEMENTO-CAL-ARENA)	m3		0.0825	352.28	29.06	
29.06							

Tabla 12. Análisis de precios unitarios del ladrillo King Kong 18 huecos

Fuente propia

KING KONG FORTALEZA							
Partida	01.07.06.01.01		MURO DE LADRILLO KK FORTALEZA				
Rendimiento	m2/DIA	8.0000	EQ.	2.6582	Costo unitario directo por m2		111.84
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	1.0000	24.28	24.28
0101010005	PEON		hh	0.5000	0.5000	17.32	8.66
							32.94
	Materiales						
02160200100002	LADRILLO KK FORTALEZA		und		34.0000	1.32	44.88
							44.88
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	99.13	4.96
							4.96
	Subpartidas						
010105000202	MORTERO 1:1/2:4 (CEMENTO-CAL-ARENA)		m3		0.0825	352.28	29.06
							29.06

Tabla 13. Análisis de precios unitarios del ladrillo King Kong Fortaleza

Fuente propia

KING KONG 10 HUECOS							
Partida	01.07.06.01.01		MURO DE LADRILLO KK 10 HUECOS				
Rendimiento	m2/DIA	8.0000	EQ.	2.6582	Costo unitario directo por m2		117.96
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	1.0000	24.28	24.28
0101010005	PEON		hh	0.5000	0.5000	17.32	8.66
							32.94
	Materiales						
02160200100002	LADRILLO KK 18 HUECOS		und		34.0000	1.50	51.00
							51.00
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	99.13	4.96
							4.96
	Subpartidas						
010105000202	MORTERO 1:1/2:4 (CEMENTO-CAL-ARENA)		m3		0.0825	352.28	29.06
							29.06

Tabla 14. Análisis de precios unitarios del ladrillo King Kong 10 huecos

Fuente propia

Del análisis de precios unitarios (APU's) presentado líneas arriba se observan que, para la construcción de muros con ladrillos de albañilería en la que se emplean diferentes marcas o materiales, el costo de herramientas manuales, preparación de mortero y mano de obra serán iguales, por lo que lo único variable será el material empleado. De acuerdo a la aplicación de la metodología Choosing by Advantages, para la selección del mejor material de construcción es importante que, además de la selección y colocación de puntajes respecto al contexto del proyecto, se elija el material de costo menor o razonable; en este caso, el material de bajo costo por m2 es el Ladrillo King Kong 18 huecos con 105.72 soles por m2. A partir de ello, se presentará la tabla 15 que presenta el resumen de puntaje total y costo por m2:

Marca	Puntaje total	Costo por m2 (S/.)
Ladrillo King Kong Fortaleza H10 14x24 cm	1278	118.84
Ladrillo King Kong 18 huecos	2993	105.72
Ladrillo King Kong Hércules 10 huecos 10x14x24 cm	2536	117.96

Tabla 15. Resultados finales de costo vs puntaje para las marcas de ladrillo de arcilla

Fuente propia

A continuación, para completar el análisis se interpretará la pendiente de la gráfica de Puntaje Total vs Costo por m2 mediante la figura 36:

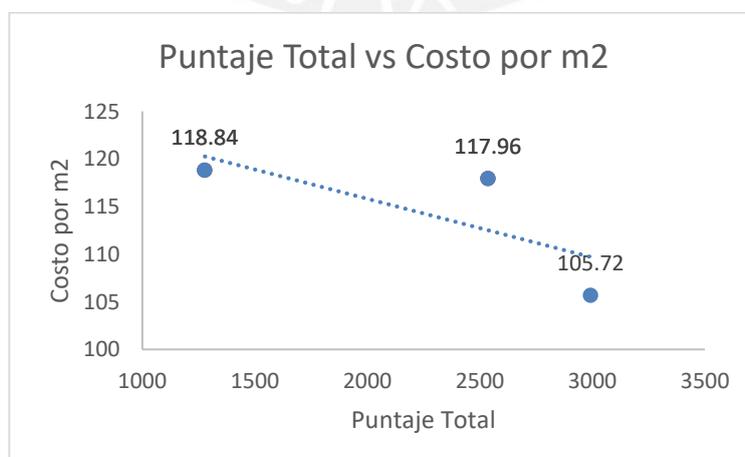


Figura 36. Gráfica de puntaje total vs costo por m2 para la elección de la mejor marca de ladrillo de arcilla

Fuente propia

Para tipos de ladrillo

N° Entrevista	RESULTADOS		
	Ladrillo King Kong 18 huecos	Sílico calcáreo	Bloqueta de concreto
1	356	481	379
2	369	390	290
3	242	394	471
4	426	398	406
5	275	293	340
6	259	220	405
7	345	180	335
8	450	208	420
Puntaje Total	2722	2564	3046

Tabla 16. Resultados de las entrevistas a stakeholders para la elección del mejor tipo de ladrillo para muros de albañilería

Fuente propia

En la tabla 16 se muestra los resultados de puntaje total y costo por m² para tipos de ladrillo y se observa que la puntuación mayor respecto a los demás se obtiene para la bloqueta de concreto. Sin embargo, de igual manera que para el análisis anterior, la toma de decisión dependerá de realizar el análisis de precios unitarios para cada propuesta. A continuación, se presentará las tablas 17, 18 y 19 con los análisis de precios para el ladrillo King Kong 18 huecos, bloqueta de concreto y sílico calcáreo, respectivamente.

KING KONG 18 HUECOS								
Partida	01.07.06.01.01	MURO DE LADRILLO KK 18 HUECOS						
Rendimiento	m2/DIA	8.0000	EQ.	2.6582	Costo unitario directo por m2	105.72		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	24.28	24.28		
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.5000	17.32	8.66		
							32.94	
Materiales								
02160200100002	LADRILLO KK 18 HUECOS	und		34.0000	1.14	38.76		
							38.76	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	99.13	4.96		
							4.96	
Subpartidas								
010105000202	MORTERO 1:1/2:4 (CEMENTO-CAL-ARENA)	m3		0.0825	352.28	29.06		
							29.06	

Tabla 17. Análisis de precios unitarios del ladrillo King Kong 18 huecos

Fuente propia

BLOQUETA DE CONCRETO							
Partida	01.07.06.01.01	MURO DE BLOQUETAS DE CONCRETO TIPO "P", DE 14x39x19cm					
Rendimiento	m2/DIA	8.5000	EQ. 2.6582	Costo unitario directo por m2		151.87	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.9412	24.28	22.85	
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.4706	17.32	8.15	
							31.00
Materiales							
02160200100002	BLOCK DE CONCRETO TIPO "P"14x39x19, F'M=74 KG/CM2, F'B=50 KG/CM2.	und		12.8000	2.43	31.10	
							31.10
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	99.13	4.96	
							4.96
Subpartidas							
010105000202	MORTERO 1:1/2:4 (CEMENTO-CAL-ARENA)	m3		0.0825	352.28	29.06	
010107010101	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 con SUBCONTRATO	kg		4.5100	6.81	30.71	
010108020203	CORTE DE BLOQUES 19x39x19 cm	m2		1.0000	0.52	0.52	
010108020204	ELABORACIÓN DE CONCRETO LIQUIDO	m3		0.0383	578.88	22.17	
010108020205	COLOCACION DE CONCRETO LIQUIDO	m3		0.0383	61.33	2.35	
							84.81

Tabla 18. Análisis de precios unitarios para la bloqueta de concreto

Fuente propia

SÍLICO CALCAREO							
Partida	01.07.06.01.01		MURO DE SILICO CALCAREO				
Rendimiento	m2/DIA	8.0000	EQ. 2.6582	Costo unitario directo por m2		179.91	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	24.28	24.28	
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.5000	17.32	8.66	
							32.94
Materiales							
02160200100002	BLOCK SILICO CALCAREO	und		26.0000	2.20	57.20	
							57.20
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	99.13	4.96	
							4.96
Subpartidas							
010105000202	MORTERO 1:1/2:4 (CEMENTO-CAL-ARENA)	m3		0.0825	352.28	29.06	
010107010101	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 con SUBCONTRATO	kg		4.5100	6.81	30.71	
010108020203	CORTERO DE SILICO CALCAREO	m2		1.0000	0.52	0.52	
010108020204	ELABORACIÓN DE CONCRETO LIQUIDO	m3		0.0383	578.88	22.17	
010108020205	COLOCACION DE CONCRETO LIQUIDO	m3		0.0383	61.33	2.35	
							84.81

Tabla 19. Análisis de precios unitarios para el ladrillo sílico calcáreo

Fuente propia

Del análisis de precios unitarios (APU's) se observa que, para el análisis del tipo de muro de construcción el costo de los equipos a utilizar y subpartidas son variables, ya que el procedimiento de preparación y construcción de cada uno va a depender de que tipo de material se utilice en el proyecto. Por ejemplo, para los casos de construcción de muros de albañilería armada utilizando ladrillo sílico calcáreo y bloqueta de concreto se necesita comprar acero corrugado, el cual, dada la coyuntura política y consecuencias de la pandemia, su costo es uno de los más elevados, a diferencia de la construcción de muros de albañilería con ladrillo de arcilla, en el que no se emplea ese material. De acuerdo con la aplicación de la metodología Choosing by Advantages, para la selección del mejor material de construcción es importante

que, además de la selección y colocación de puntajes respecto al contexto del proyecto, se elija el material de costo menor o razonable; en este caso, el material de bajo costo por m² es el Ladrillo King Kong 18 huecos con 105.72 soles por m²; a continuación, se muestra la tabla 20 con el resumen del puntaje total y costo por m²:

Tipo	Puntaje Total	Costo por m ² (S/.)
Ladrillo King Kong 18 huecos	2722	105.72
Silico Calcareo	2564	179.91
Bloqueta de Concreto	3046	151.87

Tabla 20. Resultados finales de costo vs puntaje total para la elección del mejor tipo de ladrillo para muros de albañilería

Fuente propia

De igual manera que el análisis anterior, se interpretará visualmente la pendiente de la figura 37 que muestra el Puntaje Total vs Costo por m² para poder tomar la decisión mediante lo siguiente:

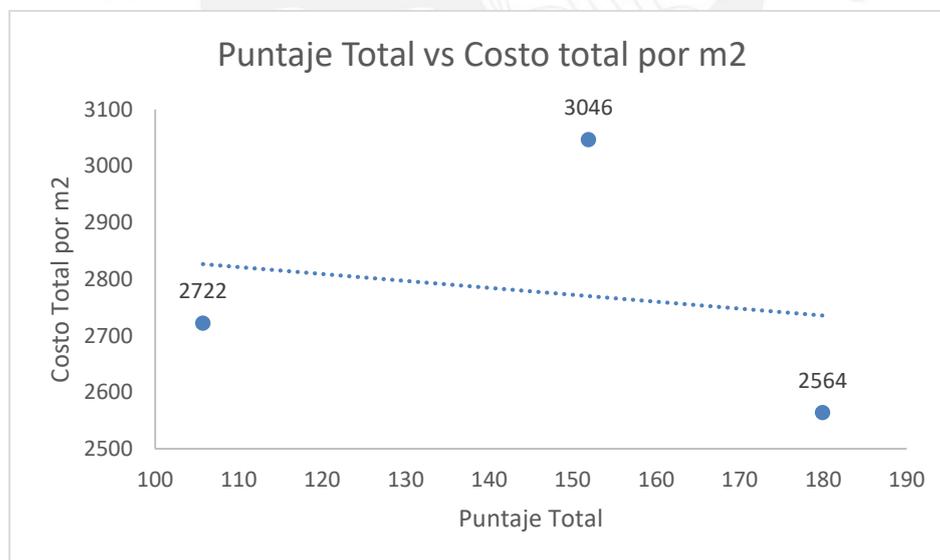


Figura 37. Gráfica de puntaje total vs costo por m² para la elección del mejor tipo de ladrillo para muros de albañilería

Fuente propia

Tarrajeo

Factor y criterio	Tarrajeo					
	Tarrajeo convencional		Tarrajeo pre-dosificado		Tarrajeo proyectable	
1. Mayor rendimiento criterio: mas es mejor	Atributo: 8 m ² /día		Atributo: 15 m ² /día		Atributo: 55 m ² /día	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 7	puntaje: 90	Ventaja: 47	puntaje: 100
2. Desperdicio criterio: menos es mejor	Atributo: Mayor desperdicio		Atributo: Bajo nivel de desperdicio		Atributo: Bajo nivel de desperdicio	
	Ventaja: -	puntaje: 0	Ventaja: -	puntaje: 70	Ventaja: -	puntaje: 65
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica		Atributo: Disminuye la huella del CO 2		Atributo: Disminuye la huella del CO 2	
	Ventaja: -	puntaje: 30	Ventaja: -	puntaje: 40	Ventaja: -	puntaje: 35
4. Trabajabilidad criterio: mas es mejor	Atributo: Baja trabajabilidad		Atributo: Media trabajabilidad		Atributo: Alta trabajabilidad	
	Ventaja: -	puntaje: 0	Ventaja: -	puntaje: 40	Ventaja: -	puntaje: 50
5. Calidad criterio: más es mejor	Atributo: Baja calidad		Atributo: Control de calidad proceso industrializado		Atributo: Control de calidad proceso industrializado	
	Ventaja: -	puntaje: 0	Ventaja: -	puntaje: 90	Ventaja: -	puntaje: 85
6. Almacenamiento criterio: menos es mejor	Atributo: Se almacena cemento y agregados		Atributo: Se almacena solo bolsas de mortero elaborado		Atributo: Se almacena bolsa de mortero elaborado	
	Ventaja: -	puntaje: 0	Ventaja: -	puntaje: 75	Ventaja: -	puntaje: 80
7. Complejidad criterio: menos es mejor	Atributo: intermedia complejidad		Atributo: baja complejidad		Atributo: alta complejidad	
	Ventaja: -	puntaje: 55	Ventaja: -	puntaje: 60	Ventaja: -	puntaje: 0

Tabla 21. Matriz CBA final para la elección del mejor sistema de tarrajeo

Fuente propia

De la matriz presentada en la tabla 21 se puede observar que uno de los stakeholders colocó el intervalo con mayor puntaje al rendimiento, debido a que es un factor que impacta en el presupuesto de obra, el cual es otro criterio de selección según la metodología CBA, además, va relacionado con la complejidad, el cual resulta indispensable considerarlo para optimizar los avances de ejecución de obra, por lo que, a mayor rendimiento, menor complejidad. En este caso, el sistema de tarrajeo que presenta mayor rendimiento es el tarrajeo proyectable con 55 m²/día. Sin embargo, no es el único factor indispensable a considerar a pesar de presentar mayor rango de puntaje según el entrevistado. Por ejemplo, la calidad en su preparación es otro factor indispensable, ya que por ser un producto industrializado debe generar mayor confiabilidad y seguridad durante su aplicación en obra. En este caso, el tarrajeo pre-dosificado presenta mayor control de calidad en su preparación; sin embargo, para una completa

implementación de la metodología se debe analizar, a parte de los factores, la variable costo para la toma de decisión. A continuación, se mostrará en la tabla 22 el resumen de los puntajes obtenidos, según entrevistas realizadas y para cada uno de los stakeholders para, posteriormente, presentar el análisis de precios unitarios de cada uno.

N° ENTREVISTA	RESULTADOS		
	Tarrajeo Convencional	Tarrajeo pre-dosificado	Tarrajeo proyectable
1	85	465	415
2	0	465	475
3	165	465	450
4	160	370	480
5	70	460	405
6	50	470	420
7	115	375	270
8	248	304	117
Puntaje Total	893	3374	3032

Tabla 22. Resultados de las entrevistas a stakeholders para la elección del mejor sistema de tarrajeo

Fuente propia

En la tabla de resultados de puntaje total para cada propuesta de sistema de tarrajeo, se observa que la puntuación mayor respecto a los demás se obtiene para el tarrajeo pre-dosificado con 3374 puntos. Sin embargo, para mayor confiabilidad durante la toma de decisión, se deberá realizar el análisis de precios unitarios de cada sistema de tarrajeo. A continuación, en la tabla 23, 24 y 25 se presentarán los análisis de precios unitarios de cada propuesta.

PROYECTABLE							
Partida	03.03.01.02		TARRAJEO PROYECTABLE				
Rendimiento	m2/DIA	45.0000	EQ.	7.8640	Costo unitario directo por m2	52.36	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.3556	24.28	8.63	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1778	17.32	3.08	
							11.71
Materiales							
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0220	4.55	0.10	
02070200010001	RAPIMIX	bls		0.4405	35.50	15.64	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0055	15.30	0.08	
0231190002	MADERA P/ANDAMIAJE	p2		0.5800	3.50	2.03	
							17.85
Equipos							
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.5000	33.51	0.17	
301010007	MAQUINA DE TARRAJEO	hm	1.0000	0.1778	120.00	21.33	
03010600020008	REGLA DE ALUMINIO	p2		0.0100	130.00	1.30	
							22.80

Tabla 23. Análisis de precios unitarios para el tarrajeo proyectable

Fuente propia

PRE DOSIFICADO							
Partida	03.03.01.02		TARRAJEO PRE-DOSIFICADO				
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ.	7.8640	Costo unitario directo por m2	43.60	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	24.28	16.19	
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.3333	24.28	8.09	
							24.28
Materiales							
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0220	4.55	0.10	
02070200010001	RAPIMIX	Bls		0.4405	35.50	15.64	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0055	15.30	0.08	
0231190002	MADERA P/ANDAMIAJE	p2		0.5800	3.50	2.03	
							17.85
Equipos							
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.5000	33.51	0.17	
03010600020008	REGLA DE ALUMINIO	p2		0.0100	130.00	1.30	
							1.47

Tabla 24. Análisis de precios unitarios para el tarrajeo pre-dosificado

Fuente propia

CONVENCIONAL						
Partida	03.03.01.02	TARRAJEO CONVENCIONAL				
Rendimiento	m2/DIA	7.0000	EQ.	7.8640	Costo unitario directo por m2	55.32
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.1429	24.28	27.75
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.1429	17.32	19.79
						47.54
Materiales						
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0220	4.55	0.10
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0160	65.00	1.04
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0055	15.30	0.08
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1170	25.50	2.98
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0055	15.30	0.08
0231190002	MADERA P/ANDAMIAJE	p2		0.5800	3.50	2.03
						6.31
Equipos						
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.5000	33.51	0.17
03010600020008	REGLA DE ALUMINIO	p2		0.0100	130.00	1.30
						1.47

Tabla 25. Análisis de precios unitarios para el tarrajeo convencional

Fuente propia

Del análisis de precios unitarios (APU's) se observa que, para el análisis del mejor sistema de tarrajeo en construcción, los materiales a emplear y equipos para su preparación son variables. Por ejemplo, en el tarrajeo proyectable en los equipos se emplean, también, las herramientas manuales, mientras que, en los materiales de preparación, el tarrajeo convencional se emplean mayor cantidad de materiales para su preparación como Cemento Portland y arena. Además, de acuerdo con a la aplicación de la metodología Choosing by Advantages, para la selección del mejor material de construcción es importante que, además de la selección y colocación de puntajes respecto al contexto del proyecto, se elija el material de costo menor o razonable; en este caso, el sistema de tarrajeo de bajo costo por m2 es el sistema pre-dosificado con 43.60 soles por m2. A partir de ello, se presentará en la tabla 26 el resumen de puntaje total y costo por m2:

Tipo	Puntaje Total	Costo por m2 (S/.)
Tarrajeo Convencional	893	55.32
Tarrajeo pre-dosificado	3374	43.6
Tarrajeo proyectable	3032	52.36

Tabla 26. Resultados finales de puntaje total vs costo por m2 para la elección del mejor sistema de tarrajeo

Fuente propia

Adicionalmente, para el correcto cumplimiento de la metodología, se interpretará visualmente la pendiente de la figura 38 correspondiente a la gráfica de Puntaje Total vs Costo por m2 para tomar la decisión final mediante la siguiente:

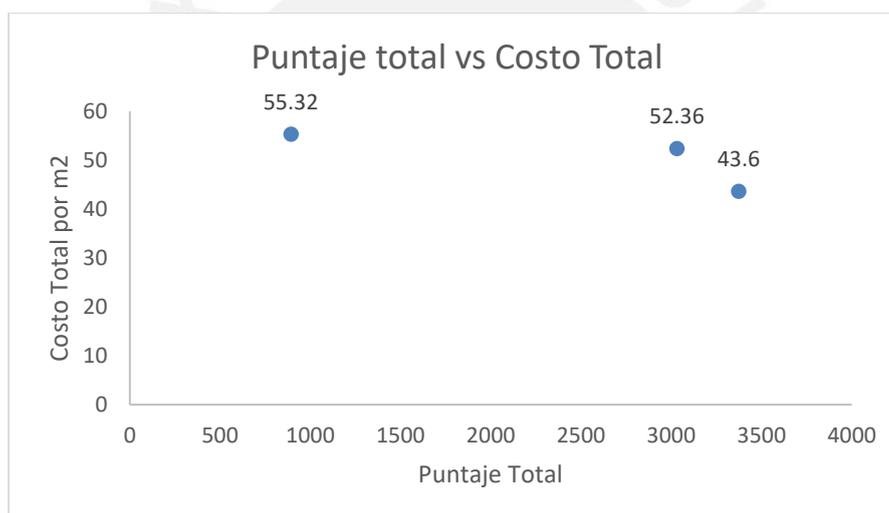


Figura 38. Gráfica de puntaje total vs costo total para la selección del mejor sistema de tarrajeo

Fuente propia

6.3.1.4. Análisis de resultados

Muros de Albañilería

De acuerdo con los pasos de la metodología CBA, se procedió a analizar las alternativas de mayor puntaje obtenidas de las entrevistas realizadas a los stakeholders para la selección del mejor ladrillo de arcilla y, posteriormente, para la selección del mejor material para albañilería a emplear.

Para la matriz final de selección del mejor ladrillo de arcilla, se obtuvo que para el tercer

entrevistado el factor “seguridad estructural” fue el que tuvo mayor ventaja respecto a los demás factores, ya que los entrevistados lo colocaron en el rango de 100 a 95 puntos, siendo 100 la mejor propuesta y 95 la propuesta menos conveniente. Posteriormente, se obtuvo que el “Resistencia a la compresión” fue el segundo factor favorito de este entrevistado, ya que el rango de ventaja se encontraba entre 94 a 90 y, así, sucesivamente con los demás. De los puntajes colocados se puede observar que el Ladrillo King Kong Hércules 10 huecos y Ladrillo King Kong 18 huecos presentan el puntaje mayor de 100 y 95 puntos, respectivamente. De la misma manera, para el segundo factor favorito, en el que se observa que estos mismos materiales obtienen los mayores puntajes en base al rango establecido por el entrevistado; es decir de 94 puntos. De esta manera, se obtiene que el Ladrillo King Kong 18 huecos queda en 1er lugar con 347 puntos, el Ladrillo King Kong Hércules 10 huecos en 2do lugar con 273 puntos y el Ladrillo King Kong Fortaleza con 144 puntos, siendo el ganador, entre los ladrillos de arcilla, el King Kong 18 huecos para este entrevistado.

De la tabla 10, correspondiente a la matriz de selección del mejor tipo de ladrillo para construcción de muros de albañilería en el colegio público de Piura se observa que para el factor de mayor ventaja según el stakeholder mencionado líneas arriba, se obtiene mayor puntaje para el ladrillo de arcilla, ya que se asignan 80 puntos y de la misma manera para el segundo factor, en que se asigna el mismo rango de puntajes que el factor anterior, obteniendo el puntaje del rango mayor, 80 puntos, para el ladrillo de arcilla y sílico calcáreo, mientras que para el bloqueta de concreto, 0 puntos; y así sucesivamente para los demás factores.

Luego de completar las ocho entrevistas del anexo 9.8.1, se obtuvo que para la selección del mejor tipo de ladrillo de arcilla el mayor puntaje total para el Ladrillo King Kong 18 huecos con 2993 puntos, luego el Ladrillo King Kong Hércules 10 huecos con 2536 puntos y finalmente el Ladrillo King Kong Fortaleza con 1278 puntos. Asimismo, al completar las ocho entrevistas para la selección del mejor tipo de ladrillo del anexo 9.8.2 se obtuvo para el sílico

calcáreo, bloqueta de concreto y ladrillo King Kong 18 huecos 2564, 3046 y 2722 puntos, respectivamente.

Posteriormente, de acuerdo al correcto cumplimiento de la metodología CBA, de los tres materiales de construcción ganadores, se analizaron los precios unitarios de cada material: marcas de ladrillo de arcilla y tipos de ladrillos para muros de albañilería en el que se obtuvo que el ladrillo King Kong 18 huecos presenta un costo menor con 105.72 soles por m², mientras que la Bloqueta de concreto presenta un costo de 151.87 soles por m², lo cual el menor monto indica una mayor ventaja para su selección, independientemente del análisis de los factores. Sin embargo, durante la entrevista, el especialista indicó que para la construcción de colegios en provincias es relevante destacar aspectos estructurales como resistencias a la compresión o seguridad estructural, por lo que dentro de los atributos propios de la Bloqueta de Concreto es que presenta “Elevada resistencia a la Compresión” con respecto a los demás materiales propuestos y del diseño propuesto en el expediente técnico.

Adicionalmente, para complementar al análisis se elaboró la gráfica representada en la figura 38, la cual muestra el puntaje versus costo con la finalidad de analizar las pendientes y aquella que presenta mayor que las demás, sería la seleccionada; así, se confirmó que visualmente la Bloqueta de concreto es la elegida.

Tarrajeo

De la misma manera que para la albañilería, se procede a analizar las alternativas de mayor puntaje obtenidas de las entrevistas realizadas para la selección del mejor sistema de tarrajeo durante la construcción de muros de albañilería para un colegio público.

De acuerdo con la tabla 21, correspondiente a la entrevista N°1, se observa que el factor con mayor ventaja es el “mayor rendimiento” con un rango de 100 a 90 puntos, mientras que el segundo con mayor ventaja es la “calidad” con un rango de 90 a 85 puntos establecidos por el stakeholder. De los puntajes asignados, respecto a los factores mencionados, se obtuvo 100

puntos para el tarrajeo Proyectable, mientras que para el Tarrajeo pre-dosificado, 90 puntos; asimismo, para el segundo factor en el que el Tarrajeo pre-dosificado marcó la diferencia con 90 puntos y el proyectable con 85 puntos y, así sucesivamente con los demás factores. De esta manera, finalizada dicha entrevista y habiendo sumado los puntajes totales asignados, se obtuvo en 1er lugar al tarrajeo pre-dosificado con 465 puntos, en 2do lugar al tarrajeo proyectable con 415 puntos y en 3er lugar al tarrajeo convencional con 85 puntos.

Para la toma de la decisión se obtuvieron los puntajes totales de las ocho entrevistas realizadas del anexo 9.8.3 en el que se obtienen para el tarrajeo convencional, tarrajeo pre-dosificado y proyectable 893, 3374 y 3032 puntos, respectivamente; y, posteriormente, se analizaron los costos obtenidos del Análisis de Precios Unitarios de cada propuesta en el que se obtuvo 52.36 soles por m² para el Tarrajeo Proyectable, 43.60 soles por m² para el Tarrajeo pre-dosificado y 55.32 soles por m² para el Tarrajeo Convencional. Desde el punto de vista de vista del puntaje se obtiene que el sistema de tarrajeo ganador es el pre-dosificado, el cual coincide con el sistema aplicado en el proyecto de caso de estudio. Adicionalmente, se realizó el análisis visual de la gráfica de puntaje vs costo, por lo cual se visualizó que la mayor pendiente la presentó el tarrajeo pre-dosificado, eligiéndolo, finalmente, como el ganador oficial.

6.3.2. Selección del tren de actividades para la etapa de acabados húmedos

Se propusieron dos alternativas de trenes de actividades basadas en la metodología Last Planner System en la fase de planificación para la obtención de un trabajo continuo y levantamiento de restricciones que permitan el cumplimiento de la programación del proyecto. La aplicación de esta herramienta permitió anticipar gestiones previas de materiales para continuar con el flujo constante.

En primer lugar, de la misma manera que para materiales de construcción, se realizó una matriz CBA preliminar, cuyos factores y atributos se determinaron en base a conocimientos adquiridos en la universidad, sugerencia de expertos y experiencia previa; posteriormente, se realizaron

entrevistas a especialistas, quienes estuvieron conformados por ingenieros de producción, planeamiento, residentes de obra, arquitectos de producción y jefes de campo de empresas constructoras enfocados en construcción de colegios públicos, pero la mayoría perteneciente al staff del proyecto del caso de estudio, todo ello con la finalidad de retroalimentar y definir adecuadamente los principales factores y atributos en base a las características del proceso constructivo del proyecto en cada sesión de entrevistas. En cada una de estas, es necesario que se deba explicar la metodología de aplicación para obtener resultados congruentes para el caso de estudio.

6.3.2.1. Entrevistas y capacitación en CBA con especialistas

Para la realización de entrevistas se seleccionaron ocho stakeholders a quienes se les explicó la metodología vía plataforma zoom y directamente en obra. Cada explicación tuvo 1 hora de duración para absolver consultas y completar las matrices, adicionalmente, para una mayor comprensión del proyecto y metodología, se presentaron los modelos en 3D y 4D, especialmente, a aquellos stakeholders que no eran partícipe del proyecto. A continuación, se mostrará, brevemente, las entrevistas realizadas:

- Primer stakeholder:

El primer entrevistado fue un ingeniero Civil egresado de la Universidad Nacional de Ingeniería, titulado y colegiado habilitado, quien se desempeña en el cargo de Gerente de sitio de la obra del caso de estudio. Presenta una experiencia de 15 años en el sector construcción para proyectos de edificaciones, habiendo desempeñado funciones de jefe de oficina técnica, residente y gerente de sitio. Para entrevistarle se realizó una breve explicación de la metodología CBA, en la cual se brindó todo el soporte teórico y algunos casos de aplicación exitosos. Posterior a ello, se mostraron las propuestas de trenes de actividades, en la que resaltó que el avance de la bloqueta de concreto no podría ser completado en su totalidad diariamente, debido a que este contempla varias subpartidas que deben realizarse por día. Por ejemplo, el

primer día se realiza la limpieza del piso, escarificación y el trazo de las bloquetas, el segundo día se realiza el asentado y colocación de acero; y, en el tercer día, se procede con el vaciado de las bloquetas con grout. Debido a esto, el primer criterio: “avance de bloquetas por día” se tuvo que modificar a “metrado por asentado de bloquetas por día”.

- Segundo stakeholder

El segundo entrevistado corresponde a una ingeniera civil egresada de la Universidad de Piura, quien cuenta con experiencia en el cargo de ingeniera de campo y producción en proyectos de la refinería y edificaciones. Esta ingeniera, además, cuenta con conocimientos de la filosofía Lean Construction y la metodología Choosing by Advantages, por lo que fue más viable realizarle la entrevista. De acuerdo con los trenes propuestos, este profesional observó que el avance de una partida debe ser realizado por subpartidas; por ejemplo, los muros de asentado de bloquetas de concreto se deben realizar en tres etapas y con diferentes rendimientos. También, observo que la planilla en un proyecto de construcción se debe controlar, ya que la obra puede incurrir en pérdidas, si no se lleva un buen control de horas hombres (HH).

- Tercer Stakeholder

El tercer entrevistado corresponde a un ingeniero civil egresado de la Universidad de Piura con experiencia en el área de calidad en obras públicas y privadas, quien, en la actualidad, se desempeña como jefe de calidad para la obra del caso de estudio. El stakeholder indicó que dentro del tren actividades se coloquen las actividades para el levantamiento de observaciones; por ejemplo, resanes de vigas y columnas, ya que al no tener prevista estas actividades se podría incurrir en retrasos por falta de mano de obra para la actividad mencionada y la falta de colocación de recursos. Por otro lado, se debe recalcar que para cada partida se debe realizar ciertas actividades esenciales para el correcto cumplimiento del protocolo de calidad; por ejemplo: perforación para las varillas lisas en elementos no estructurales. Con respecto a los criterios, brindó mayor importancia al tiempo de ejecución de la fase de acabados húmedos y

el avance diario. Adicionalmente, resaltó que el avance de bloqueta de concreto tendría que realizarse en varios días, debido a la cantidad de subpartidas que presenta.

- Cuarto stakeholder

El cuarto entrevistado fue un ingeniero civil colegiado de la Universidad Nacional de Tumbes, quien presenta experiencia en obras públicas; por ejemplo, centros de salud, colegios regionales y pavimentos urbanos. Para este profesional se tuvo que explicar los conceptos de la metodología CBA, además de una introducción de Lean Construction y su herramienta Last Planner System. Este ingeniero recalcó la gran importancia en la cantidad de días para la ejecución de la fase de acabados húmedos considerando el de mayor puntaje al atributo con menor cantidad de días; sin embargo, afirmó que el avance debe realizarse respetando el flujo de caja de una empresa, ya que, si se realiza varios frentes de trabajo y se acaba en el menor plazo posible sin contar con el flujo de caja de la empresa, podría incurrir en pérdidas por ausencia de planificación en sus gastos.

- Quinto stakeholder

El quinto entrevistado fue un ingeniero civil colegiado y habilitado procedente de la Universidad Nacional de Piura con experiencia en obras públicas y privadas; y, en obras de la refinería de Talara. De la misma manera que los anteriores, también se realizó una explicación de la metodología y de la importancia de elaborar trenes de actividades para planificación. El ingeniero recalcó el criterio de la cantidad de días para acabados húmedos y de los avances diarios de tarrajeo y bloquetas de concreto, pero observó que para la partida de bloquetas de concreto no es posible realizarla en un día, dado que contiene subpartidas para completarlo; por ejemplo, asentado de bloquetas hasta 1.30 metros, colocación de acero, corte de bloqueta y relleno con grout. También, dio observaciones al tren de trabajo como la consideración de actividades para el inicio de las partidas; por ejemplo, colocación de andamios, colocación de puntos para tarrajeo, desarme de andamios, limpieza, entre otros.

- Sexto stakeholder

El quinto entrevistado fue un ingeniero civil colegiado y habilitado procedente de la PUCP con experiencia en docencia de cursos de planeamiento de obras y, profesionalmente, experiencia en planeamiento de proyectos civiles en obras públicas y privadas. En este caso, la entrevista realizada se llevó a cabo mediante la plataforma zoom en la que se explicó brevemente en qué consistía la metodología de aplicación y finalidad. El ingeniero enfatizó mayor prioridad al factor de “cantidad de días”, por lo que se debe respetar los tiempos de ejecución de cada actividad que la conforman y, así, cumplir con los parámetros de la filosofía lean; asimismo, enfatizó en segundo lugar al “metrado por sector de solaqueo”, siendo la primera propuesta de tren de actividades la mejor y, así sucesivamente para los demás factores.

- Séptimo stakeholder

El séptimo entrevistado fue también un ingeniero civil egresado de la PUCP y colegiado habilitado, quien cuenta con experiencia en aplicación de nuevas tecnologías para la información en edificaciones, tal como la metodología BIM, además cuenta con experiencia en gestión de proyectos de construcción y docencia. De la misma manera que el caso anterior, se realizó la sesión zoom en el que se explicó la metodología a aplicar y por la experiencia de este stakeholder, la comprensión fue más rápida con la ayuda de los modelos BIM 4D. Para este entrevistado el factor con mayor ventaja lo brindó a la “cantidad de días” y, en segundo lugar, a la “cantidad de mano de obra necesaria”, ya que ambos factores se relacionan en la cantidad de frentes de trabajo conformados por la mano de obra necesaria para culminar las actividades conformadas por la fase de acabados húmedos y los modelos en 4D permitieron observar en tiempo real la ejecución del proyecto.

- Octavo stakeholder

El octavo stakeholder fue un ingeniero civil de la PUCP con maestría en dirección de proyectos inmobiliarios y experiencia como residente de obra en diversos proyectos de edificación como

hoteles, viviendas multifamiliares y colegios. La reunión con este ingeniero se llevó a cabo mediante la plataforma zoom en el que al igual que los anteriores casos, se le brindó una explicación sobre el proyecto del caso de estudio y la metodología CBA a implementar. Así, resaltó mayor importancia al factor “cantidad de días” y la “cantidad de gasto de personal”, pues es importante llevar un buen control de estos factores para no incurrir en sobrecostos y perjudicar al proyecto; además, recomendó la aplicación de las buenas prácticas bajo el enfoque PMBOK para anticipar los futuros riesgos que podría incurrir en el proyecto, entre otros. El factor de menor importancia le dio al “aforo por área de trabajo”, ya que la situación debido a la COVID-19 ha mejorado y no habría inconvenientes con ello.

6.3.2.2. Presentación y definición de alternativas y factores

Tal como se mencionó con anterioridad, primero se procedió a elaborar la matriz preliminar, en la que se consideraron los siguientes factores en base a conocimientos adquiridos por experiencia laboral y conocimientos de la universidad: cantidad de sectores, cantidad de trabajo de bloquetas de concreto por sector, cantidad de trabajo de tarrajeo por sector, cantidad de mano de obra necesaria por tren y cantidad de días. Sin embargo, cuando se realizaron las entrevistas en tres sesiones recomendaron revisar la mano obrera que impedía el avance continuo de los trabajos retrasando la programación inicial e incumpliendo el cronograma contractual; a pesar que esto amerita a un evento compensable, la incurrancia generaría sobrecostos en los gastos generales, por lo que se tuvo que considerar en la versión final de la matriz CBA.

6.3.2.3. Asignación de puntajes y toma de decisión

Para este caso, se dio de la misma manera que para la matriz de albañilería y tarrajeo: se elaboró una matriz preliminar para el cálculo de diseño de aforo se tomó el área de cada frente de trabajo (aulas, baños, corredores y fachadas) y asignando 4 metros cuadrados de distanciamiento entre cada trabajador. En el primer frente de trabajo de las aulas se tuvo que

durante una jornada en estos ambientes se puede tener máximo 15 trabajadores realizando actividades y con respecto a los baños se puede tener máximo 9 trabajadores realizando actividades.

Para el cálculo de cuadrillas para cada actividad, se determinó realizando sectores con volúmenes de trabajos similares que para el primer modelo el metrado total por frente de trabajo se obtendría los resultados de 65.49 m², 19.48 m², 92.43 m² y 506.56 m² respectivamente, los cuales, mediante el rendimiento diario hallado con los APUS de la obra, equivalente a 6.5 m² diarios, se puede afirmar la cantidad necesaria de cuadrillas para calcular la partida en el tiempo establecido, correspondiente a 13 días. Así, se hallaron los siguientes resultados 1, 1, 2 y 6 cuadrillas, respectivamente, por frente de trabajo; asimismo para el segundo modelo.

Para el resto de factores, tales como duración de trabajo, se consideró, únicamente, el número de días empleados en el tren de actividades; de igual manera para la cantidad de frentes de trabajo, en el que se consideró la sectorización realizada previamente para determinar los recursos necesarios para su ejecución.

Posterior a la presentación inicial de las alternativas y a realizar una primera reunión colaborativa con algunos de los stakeholders para recopilación de información, se procedió con la elaboración más consolidada de la matriz CBA con todos sus componentes. A continuación, en la tabla 27 se mostrará la matriz preliminar para la selección del mejor tren de actividades.

Matriz CBA preliminar para le elección del mejor tren de actividades

Factor y criterio	Alternativa 1		Alternativa 2	
1. Diseño de aforo por piso para el frente 1 criterio: más es mejor	Atributo: 81.71		Atributo: 123.62	
	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
2. Cantidad de cuadrillas de la partida de albañilería criterio: mas es mejor	Atributo: 10		Atributo: 9	
	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
3. Duración del trabajo criterio: menos es mejor	Atributo: 80		Atributo: 85	
	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
4. % de trabajo avanzado por día criterio: más es mejor	Atributo: 1.25%		Atributo: 1.17%	
	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
5. Cantidad de frentes de trabajo criterio: mas es mejor	Atributo: 4 frentes		Atributo: 3 frentes	
	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:

Tabla 27. Matriz CBA preliminar para la elección del mejor tren de actividades de la fase de acabados húmedos

Fuente propia

Luego, se realizó una primera ronda de entrevistas a ocho especialistas en planificación de proyectos de construcción y ejecución de obras públicas, quienes propusieron considerar otros factores como “metrado por sector de bloquetas de concreto”, “metrado por sector de solaqueo”, “cantidad de gastos generales”, el cual se determinó mediante requerimiento del proyecto y el tiempo de ejecución de la fase; “cantidad de gasto de andamios”, el cual se determinó por la cantidad de andamios por m² y cotizaciones, principalmente de las empresas ULMA y LAYHER; “cantidad de gasto de personal”, mediante Análisis de Precios Unitarios (APUS); entro otros más para completar la matriz CBA final y quitar algunos como “cantidad de cuadrillas de la partida de albañilería” y “porcentaje de trabajo avanzado por día”; asimismo, tuvieron criterios diferentes para seleccionar la mejor alternativa. Luego, se realizó la sesión final de entrevistas para el correcto llenado de la matriz y obtención de puntajes finales, como se mencionó en la revisión de la literatura, se procedió a ordenar las alternativas en orden de mayor a menor, en el intervalo del 0 al 100 y, enseguida, enumerar cada atributo de cada factor.

A continuación, en la tabla 28 se mostrará una de las entrevistas realizadas al stakeholder.

Matriz CBA final para la selección del mejor tren de actividades

Factor y criterio	TREN DE ACTIVIDADES			
	TREN 1		TREN 2	
1. Metrado por sector Bloquetas de concreto criterio: más es mejor	Atributo: 12.975 m2		Atributo: 8.54 m2	
	Ventaja: 4.435	puntaje: 39	Ventaja: 0	puntaje: 0
2. Metrado por sector Solaqueo criterio: más es mejor	Atributo: 18.84 m2		Atributo: 13 m2	
	Ventaja: 5.84	puntaje: 49	Ventaja: 0	puntaje: 0
3. Cantidad de mano de obra necesaria criterio: menos es mejor	Atributo: 72		Atributo: 61	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 11	puntaje: 79
4. Aforo por area de trabajo criterio: menos es mejor	Atributo: 7 personas por m2		Atributo: 8 personas por m2	
	Ventaja: 1	puntaje: 28	Ventaja: 0	puntaje: 0
5. Cantidad de gastos generales criterio: menos es mejor	Atributo: S/. 104,458.00		Atributo: S/. 104,458.00	
	Ventaja: 0	puntaje: 59	Ventaja: 0	puntaje: 0
6. Cantidad de gasto de personal criterio: menos es mejor	Atributo: S/. 569,449.00		Atributo: S/. 569,449.00	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 0	puntaje: 0
7. Cantidad de gastos de andamios criterio: menos es mejor	Atributo: 174.6 m2		Atributo: 115.6 m2	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 59	puntaje: 65
8. Cantidad de días criterio: menos es mejor	Atributo: 76 días		Atributo: 83 días	
	Ventaja: 7	puntaje: 100	Ventaja: 0	puntaje: 0

Tabla 28. Matriz CBA final para la elección del mejor tren de actividades de la fase de acabados húmedos

Fuente propia

En esta matriz se puede observar que el stakeholder brindó mayor ventaja al factor “cantidad de días” de la fase de acabados húmedos, ya que se observa que presenta 100 puntos en la alternativa 1 de la primera propuesta. Luego, le continúa la cantidad de gasto de mano de obra con 85 puntos en la alternativa 1, la cantidad de mano de obra con 79 puntos en la alternativa 1 y, así, sucesivamente. Además, se observa el resultado obtenido de las ventajas, las cuales fueron calculadas colocando 0 al que presente el menor puntaje y la diferencia entre el atributo con puntaje mayor y puntaje menor para la otra alternativa. Así, se aplicó para todas las matrices empleadas para los entrevistados. A continuación, en la tabla 29 se muestran los resultados finales de las 8 entrevistas realizadas para cada alternativa:

Nº ENTREVISTA	RESULTADOS	
	Alternativa 1	Alternativa 2
1	275	144
2	276	161
3	356	88
4	366	138
5	366	98
6	350	130
7	300	140
8	300	130
Puntaje Total	2589	1029

Tabla 29. Resultados finales de las entrevistas a stakeholders para la elección del mejor tren de actividades de la fase de acabados húmedos

Fuente propia

Al analizar los costos de las propuestas de trenes de actividades de la fase de acabados húmedos mediante cálculos previos en el que se consideraron aquellos costos que varían con respecto al tiempo como los gastos generales y de personal y en el que no se consideraron gastos de la mano de obra, ya que es fija, se obtuvo que, de acuerdo al análisis de precios unitarios y los metrados respectivos, los montos de ambas propuestas son iguales, siendo estas S/. 673,907.00. A continuación, en la tabla 30 se mostrará el resumen de los puntajes totales, costos y pendientes obtenidas del gráfico de costo vs puntaje, con la finalidad de evaluar la toma de decisión.

Alternativas	Puntaje Total	costo de cada propuesta (S/.)
Alternativa 1	2589	\$ 673,907.00
Alternativa 2	1029	\$ 673,907.00

Tabla 30. Resultados finales de puntaje total vs costo total (S/.) para la elección del mejor tren de actividades

Fuente propia

En este caso, ya no fue necesario realizar el gráfico de puntaje vs costo de cada propuesta, debido a que los resultados indicaban que la propuesta ganadora es la primera con 2589 puntos y S/. 673,907.00, tal como se observa en la tabla 28.

6.3.2.4. Análisis de resultados

De la misma manera que para materiales de construcción, se procedió a analizar las dos alternativas propuestas. De acuerdo con la matriz CBA presentada en la tabla 2, se obtuvo que el stakeholder brindó mayor puntaje al factor de “cantidad de días”, colocando el rango de 100 a 80 puntos. Sin embargo, resaltó que el avance de las actividades de muro de bloquetas, solaqueo y tarrajeo aperturan más actividades que permiten mejorar el avance de obra, pues es posible ejecutar bastantes actividades generando un tren de actividades deseado para la fase de acabados húmedos; en este caso, el puntaje asignado fue mayor para la primera propuesta con 76 días.

También, el stakeholder brindó mayor rango puntaje al factor “cantidad de días”, ya que la fase de acabados húmedos es necesario finalizarlo en el menor tiempo posible porque no genera mayor avance de obra respecto al presupuesto total de un proyecto. Adicionalmente, mayor puntaje a la “cantidad de mano de obra necesaria” en el rango de 79 a 70 puntos, ya que el costo de mano de obra impacta en el resultado operativo de un proyecto; sin embargo, en este caso no se analiza los rendimientos dados en campo, debido a que el cálculo de mano de obra se realizó con el rendimiento del presupuesto contractual; así, se obtuvo que la primera propuesta de tren de actividades presentó un puntaje total de 275 siendo este respecto a la segunda propuesta. De la misma manera se realizó para todas las entrevistas.

Respecto al costo de cada propuesta de tren de actividades, se consideraron para la toma de decisiones los costos variables como el costo de servicios de alquileres de andamios y gastos generales. En el caso del costo del personal, no se consideró debido a que el rendimiento varía en el tiempo, dada las diversas restricciones que se observan durante la ejecución de obra; por ejemplo: mala topografía, mala ejecución de apuntalamiento de andamios, falta de equipos, entre otros. De esta manera, en los resultados finales de las ocho entrevistas del anexo 9.8.4 se obtuvieron los puntajes totales para la alternativa 1 y 2, 2589 y 1029 puntos, respectivamente;

y, los costos iguales de cada una con las consideraciones mencionadas líneas arriba de S/. 673,907.00, siendo el ganador la alternativa 1.

Capítulo 7: Conclusiones y comentarios

7.1. Conclusiones

La herramienta Last Planner System a nivel de planificación resultó una opción viable para programar cada fase del proyecto mediante trenes de actividades. En nuestra investigación nos basamos en la fase de acabados húmedos de la partida de arquitectura, en el cual se tuvo dos opciones de trenes de actividades, las cuales a juicio de expertos y aplicando la metodología colaborativa de toma de decisiones CBA se seleccionó la mejor alternativa que cumpla con el presupuesto meta del proyecto. Asimismo, permitió identificar frentes de trabajo y sus respectivas restricciones; por ejemplo, los baños, en los que su ejecución implica el desarrollo de mayores actividades en diferentes especialidades, tales como instalaciones, arquitectura y obras civiles. A partir de esta información, se generaron trenes de actividades por frentes de trabajo.

El método multicriterio de toma de decisiones CBA permitió analizar y establecer una mejor comparación para la toma de decisiones en la selección de la mejor alternativa de los materiales de construcción y trenes de actividades. Esta herramienta permitió combinar las opiniones de especialistas que participaron en la investigación con la información obtenida de fichas técnicas de cada material. En nuestra investigación se seleccionaron los mejores materiales de construcción para las partidas de muros de albañilería y tarrajeo, dado el caso hipotético en el que el contratista o proyectista pudieran tomar la decisión de cambiar los materiales indicado en el expediente técnico de la obra o durante el estudio del proyecto.

La metodología propuesta permitió implementar diferentes herramientas y nuevas tecnologías para el sector construcción; por ejemplo, la herramienta Last Planner System, el método multicriterio de toma de decisiones CBA y el uso de la tecnología BIM, mediante la generación

de modelos 3D-4D que detallan de forma específica lo que incluye el proyecto. En nuestra investigación se implementó el modelo BIM para la fase de acabados húmedos, mediante la creación de familias con los acabados específicos que indicaba el proyecto.

Mediante la metodología CBA se implementaron toma de decisiones colaborativas. En nuestro caso de estudio, dentro del staff, los especialistas con mayor experiencia en el rubro transmitieron conocimiento a los jóvenes profesionales que, a su vez, aportaron sus amplios conocimientos en herramientas digitales como la tecnología BIM que, hoy en día, agregan mayor valor a los proyectos civiles. De esta manera, la transmisión y adquisición de conocimiento fue redistribuido entre cada participante del proyecto.

Mediante la creación del modelo BIM 3D-4D a nivel LOD 400 se obtuvieron metrados más precisos de todas las partidas que se analizaron en la fase de acabados húmedos. En caso se hubiera aplicado en la construcción del presente proyecto, se hubiera tenido un mayor control en tiempo real del volumen de vaciados de concreto y tarrajeo. Además, al integrarlo con la herramienta Last Planner System, contribuyó con la comprensión de los stakeholders de cada programación de fase, optimizando la toma de decisiones.

Mediante la elaboración e implementación de encuestas a los stakeholders se validó la metodología propuesta de implementación de Last Planner System, CBA y BIM 3D-4D. Se identificó y analizó el impacto de su aplicación mediante la escala de Likert, cuyo rango establecido es del 1 al 5, obteniendo como mayor aprobación de los entrevistados las siguientes premisas: “la herramienta LPS permite controlar las horas hombre mediante la programación del tren de actividades de un proyecto de construcción y la metodología CBA permite identificar posibles mejoras en la selección y comparación de materiales de construcción, mediante la experiencia previa en proyectos anteriores, con la finalidad de obtener mejoras en tiempos de procura y tiempos de ejecución del proyecto”.

De lo mencionado en las líneas precedentes, se demuestra que se implementó exitosamente

una metodología de integración del Last Planner System, CBA y tecnología BIM 3D-4D para la toma de decisiones del mejor tren de actividades y selección de los mejores materiales de construcción en etapa de acabados húmedos en proyectos educativos públicos.

7.2. Comentarios y/o recomendaciones

A continuación, se mostrarán algunos comentarios y/o recomendaciones como futuras oportunidades de mejora en proyectos de construcción de similar alcance:

Para la aplicación de la metodología Choosing by Advantages es preferible que los candidatos a stakeholders pertenezcan al staff de ingenieros o arquitectos del proyecto, ya que comprenderán mejor sobre las mejores propuestas de materiales de construcción y trenes de actividades para posibles oportunidades de mejora en el futuro o aplicación desde anteproyecto para reducir la problemática o tiempos de demora en la ejecución de la fase de acabados húmedos. En caso los profesionales sean externos al proyecto del caso de estudio, las reuniones deben ser totalmente colaborativas para ellos, ya que serán la pieza fundamental para una mayor comprensión, por lo que se sugiere que la explicación de la metodología sea breve, concisa y que se explique sobre el correcto llenado de la matriz y que se transmita la finalidad de su aplicación para que resulte más interactiva la exposición.

Otra consideración fundamental es el número de entrevistados y el rango de edades de los ingenieros, pues una cantidad mayor aumentaría el nivel de confiabilidad que podría obtenerse en cada respuesta, sobre todo, si cuentan con el perfil y experiencia necesario. En este caso, se realizaron entrevistas a 16 personas entre ingenieros y arquitectos, del cual 8 pertenecían al staff del proyecto en ejecución. A pesar que no hubo problemas durante la transmisión de la información a aquellos que no pertenecían al staff, si hubo algunos problemas en cuanto a la comprensión de la metodología, pues algunos ingenieros del otro grupo eran mayores y no contaban con experiencia en aplicación de metodologías colaborativas, pero si con conocimientos técnicos que sumaron a las propuestas de factores y respuestas.

Se recomienda realizar la integración total de la metodología Choosing by Advantages con el método Delphi, ya que resulta una buena técnica de trabajo colaborativo para optimizar la toma de decisiones. Permite analizar cada opinión en base a un consenso o participación colaborativa respecto a las opiniones de cada participante y, conocer las discrepancias y las concordancias de cada uno. También, contribuye con un mayor aprendizaje, ya que a través de las reuniones grupales se pueden absolver las dudas de cada participante. En el caso de esta investigación, se aplicó la integración parcialmente, dado que el personal del staff no contaba con tiempo suficiente para pactar reuniones.

Se recomienda implementar la metodología CBA para el caso de selección de materiales de construcción desde el anteproyecto o ejecución del expediente técnico, ya que resultaría más eficiente y posible la identificación de los materiales más óptimos de obra de acuerdo a estudios, contexto y situación del proyecto para, posteriormente, solicitar cotizaciones, elaborar el presupuesto y realizar los trámites logísticos para compra y transporte, y, así, incentivar las buenas prácticas en la gestión de proyectos, a fin de reducir las disconformidades en la entrega final.

Es importante considerar la creación de modelos BIM 4D LOD400 durante la etapa de diseño, planificación y ejecución del proyecto, sobre todo, si se requiere realizar un mayor análisis de las partidas de obra como es el caso de acabados húmedos, ya que así será posible la visualización a nivel de detalle de toda la información que abarca el proyecto y la obtención de metrados más precisos para, posteriormente, sectorizar y elaborar los trenes de actividades correspondientes en próximas propuestas de mejora.

Capítulo 8: Referencias

Erazo-Rondinel, A., Vila-Comun, A., & Diaz, A. (2020), “*Application of the Last Planner System in a sports Infrastructure Project in Peru*”. Proc. 28th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC28), Berkeley, California, USA. doi.org/10.24928/2020/0091

Contraloría: más del 50% de colegios públicos tiene deficiente infraestructura y carece de servicios básicos. *Diario Gestión*. Disponible 14 de marzo de 2022, <https://gestion.pe/peru/regreso-a-clases-contraloria-mas-del-50-de-colegios-publicos-tiene-deficiente-infraestructura-y-carece-de-servicios-basicos-rmmn-noticia/?ref=gesr>

Landeta, J. (2020) El método Delphi. Recuperado de <https://www.master-doctorado-innovacion.com/2020/04/22/metodo-delphi-jon-landeta-abril2020/>

El Peruano (2022). Infraestructura educativa, la otra pandemia del Perú. Recuperado de <https://elperuano.pe/noticia/141955-infraestructura-educativa-la-otra-pandemia-del-peru>

4ECONSTRUCCIÓN. Guía paso a paso para aplicar Choosing by Advantages. <https://www.4econstruccion.com/blog-4econstruccion/gua-paso-a-paso-para-aplicar-choosing-by-advantages>

Lean Construction Institute. (s.f.). de <https://leanconstruction.org/lean-topics/choosing-by-advantages/>

Viceministerio de Construcción y Saneamiento (2020). *Lineamientos de prevención y control frente a la propagación del COVID-19 en la ejecución de obras de construcción*. Recuperado de [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/671272/Lineamiento de Prevencion y Control del COVID-19 en Obras Construccion.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/671272/Lineamiento_de_Prevenccion_y_Control_del_COVID-19_en_Obras_Construccion.pdf)

Ministerio de Salud (2020). *Tiempos de Pandemia 2020-2021*. Recuperado de <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/5485.pdf>

Dirección General de Epidemiología-Ministerio de Salud (2020). Plan Nacional de Prevención y Respuesta a Crisis por Vacuna contra la COVID-19. Recuperado de <https://www.dge.gob.pe/portalnuevo/wp-content/uploads/2020/04/Plan-Nacional-de-Prevenci%C3%B3n-y-Respuesta-a-Crisis.pdf>

Ivina, D., & Olsson, N.O.E. (2020). “*Lean Construction Principles and Railway Maintenance Planning*”. Proc. 28th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC28), Berkeley, California, USA, doi.org/10.24928/2020/0025, online at iglc.net.

Ebbs, P., & Pasquire, C. (2018). “*Make Ready Planning Using Flow Walks: A New Approach to Collaboratively Identifying Project Constraints*”. Proc. 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), González, V.A. (ed.), Chennai, India, pp. 734–743. DOI: doi.org/10.24928/2018/0448. Available at: www.iglc.net.

Uddin, M. (2020). “*Lean Construction Quality Assurance Opportunities in Highway Construction*”. Proc. 28th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC28), Berkeley, California, USA, doi.org/10.24928/2020/0013,online at iglc.net.

Murguía, D., Vasquez, C., Balboa, M., & Lara, W. (2021). Segundo Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao, Departamento de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

Brioso, X., & Calderón-Hernández, C. (2019). “*Improving the Scoring System with the Choosing by Advantages (CBA) elements to evaluate Construction-Flows using BIM and Lean Construction*”. Lima, Perú.

Suhr, J (1999). The Choosing by Advantages Decision making System, Quorum, Westport, CT, 293 pp

Etges, B., Reck, R., Fireman, M., Rodrigues, J.L., & Isatto, E. (2020). “*Using BIM with the Last Planner System to Improve Constraints Analysis.*”. Proc. 28th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC28), Berkeley, California, USA, doi.org/10.24928/2020/0060, online at iglc.net

INEI (2021). *Informe técnico de producción Nacional*. Recuperado de <https://elperuano.pe/noticia/117058-inei-sector-construccion-crecio-1522>

Kassab, O., Young B., & Laedre, O. (2020). “*Implementation of the Last Planner System in an Infrastructure Project*”. Proc. 28th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC28), Berkeley, California, USA, doi.org/10.24928/2020/0089, online at iglc.net.

Al Heet, M., Alves, T., & Lakrori, N. (2020). “*Investigation of the use of Lean Construction Practices in Transportation Construction Projects*”. Proc. 28th. Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC28), Berkeley, California, USA, doi.org/10.24928/2020/0121, online at iglc.net.

Houvila, P & Koskela, L, N. (1998). “*Contribution of the principles of lean construction to meet the challenges of sustainable development*”. Proc. 6th. Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC6), Guarujá, Brazil, online at iglc.net.

BuildingSMART Spanish Chapter (2021) *¿Qué es BIM?* España. Recuperado de <https://www.buildingsmart.es/bim/>

PlanBim (2020). *Beneficios de BIM*. Planbim. Santiago, Chile. Recuperado de <https://planbim.cl/beneficios-de-bim/>

Habchi, H., Cherradi, T., & Soulhi, A. (2016). *Last Planner System Implementation in a Moroccan Construction Project*. Proc. 24th Ann. Conf. of the Group for Lean Construction, Boston, MA, USA. Available at: <https://www.iglc.net/Papers/Details/1312>.

¿Qué es el Last Planner System?. *Constructivo* (2020). Recuperado de: <https://constructivo.com/noticia/que-es-el-sistema-last-planner-1602256327>

Rodriguez, Fernando (2017). *Last Planner System, el poder de la planificación en equipo*. Salamanca, España. Recuperado de <https://eficienciaconstructiva.com/last-planner-system-el-poder-de-la-planificacion-en-equipo/>

Orihuela, Pablo. (2011). *Lean Construction en el Perú. Corporación Aceros Arequipa. Construcción Integral*. Boletín N°12. Recuperado de http://www.motiva.com.pe/articulos/Lean_Construction_Peru.pdf

4ECONSTRUCCIÓN (2021). Cultura Lean. *La historia del desarrollo del Sistema Last Planner*. Recuperado de <https://www.4econstruccion.com/blog-4econstruccion/la-historia-del-desarrollo-del-sistema-last-planner>

Maldonado, T., & Sebastian, V. (2017). Implementación de Last Planner System en actividades de concreto armado para proyectos de edificación industrial. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10757/623900>

Cámara Peruana de la Construcción. (2020). *Informe económico de la construcción: La construcción en el Perú, de la emergencia a la post pandemia (informe N°29)*. Lima, Perú.

Wickramasekara, A., Gonzalez, V., O'Sullivan, M., Walker, C., Poshdar, M., & Ying, F. (2020). "Exploring the Integration of the Last Planner System, BIM and Construction Simulation". Proc. 28th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC28), Berkeley, California, USA, doi.org/10.24928/2020/0047, online at iglc.net.

Ministerio de Economía y Finanzas. (2019). *Plan BIM Perú*. Recuperado de: https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=100713&view=article&catid=767&id=5898&lang=es-ES

GARRIGUES (2020). *Las obras públicas ante el contexto COVID-19. Reactivación de obras públicas en Latinoamérica: principales medidas adoptadas por los Gobiernos en el marco de la COVID-19*. Recuperado de: https://www.garrigues.com/sites/default/files/documents/reactivacion_de_obras_publicas_en_latinoamerica_principales_medidas_adoptadas_por_los_gobiernos_en_el_marco_del_covid-19.pdf

Roca, Leonie. (11 de marzo del 2021). Coronavirus: inversión sanitaria en colegios tendrá impacto económico positivo en colegios. *ANDINA, AGENCIA DE NOTICIAS*. Recuperado de: <https://andina.pe/agencia/noticia-coronavirus-inversion-sanitaria-colegios-tendra-impacto-economico-favorable-787909.aspx>

Banco de desarrollo de América Latina (2016). *La importancia de tener una buena infraestructura escolar*. Recuperado de <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2016/10/la-importancia-de-tener-una-buena-infraestructura-escolar/>

Schöttle, A., Arroyo, P., & Bade, M. 2015. "Comparing three Methods in the Tendering Procedure to Select the Project Team". In: Proc. 23rd Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Construction. Perth, Australia, July 29-31, pp. 267-276

Karakhan, A., Gambatese, J., & Rajendran, S. (2016). "Application of Choosing By Advantages Decision-Making System to Select Fall-Protection Measures." In: Proc. 24th Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Construction, Boston, MA, USA, sect.11 pp. 33-42.

Ministerio de Salud. (2019). *Lineamientos de prevención y control frente a la propagación de la COVID-19 en la ejecución de obras de construcción*. Recuperado de: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/671272/Lineamiento_de_Prevenio_n_y_Control_del_COVID-19_en_Obras_Construccion.pdf

El Peruano (2021). Oficializan el nuevo “Plan para la Vigilancia, Prevención y Control de COVID-19 en el Trabajo”. Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/oficializan-el-nuevo-plan-para-la-vigilancia-prevencion-y-resolucion-no-0003-2021sbn-1918404-1/>

Shack, N. (2021). El control en los tiempos de Covid-19: Hacia una transformación del control. Contraloría General de la República del Perú. Lima, Peru. Recuperado de https://doc.contraloria.gob.pe/estudios-especiales/documento_trabajo/2020/Documento_de_trabajo_El_control_en_los_tiempos_de_COVID-19.pdf

Instituto Peruano de Economía (octubre 2020). Señales de un sector en construcción. De <https://www.ipe.org.pe/portal/senales-de-un-sector-en-construccion/>

Ministerio de Educación (2015). El Perú debe estar preparado ante el Fenómeno de El Niño. De <http://www.minedu.gob.pe/n/noticia.php?id=34945>

Andina. (2021) Lambayeque: supervisan colegios rurales afectados por El Niño costero. De: <https://andina.pe/agencia/noticia-lambayeque-supervisan-colegios-rurales-afectados-por-nino-costero-693542.aspx>

TV PERÚ (2022). *Autoridad para la Reconstrucción con Cambios reconstruye 584 colegios afectados por fenómeno el niño*. Adaptado de <https://tvperu.gob.pe/noticias/nacionales/autoridad-para-la-reconstruccion-con-cambios-reconstruye-584-colegios-afectados-por-fenomeno-el-nino>

Cuba, L., Álvarez B. (2017) Brechas de género en el desastre del niño costero 2017 en el Perú y en la respuesta del Estado. Extraído de <https://www.proetica.org.pe/wp-content/uploads/2020/07/Informe-sobre-brechas-de-g%C3%A9nero-en-el-desastre-del-Ni%C3%B1o-Costero-en-el-Per%C3%BA-y-la-respuesta-del-Estado.pdf>

El Comercio (2017). *Niño costero: más de 300 mil escolares no podrán iniciar clases*. Adaptado de <https://elcomercio.pe/lima/nino-costero-300-mil-escolares-podran-iniciar-clases-411697-noticia/?ref=ecr>

Autoridad para la Reconstrucción con Cambios. (s.f). Disponible desde el 2017, de <https://www.rcc.gob.pe/2020/main-home/plan-integral/reconstruccion/>

Cativalú. (2017) *Perú: 20% de escuelas públicas quedan inservibles por Niño Costero*. Extraído de <https://www.cutivalu.pe/peru-20-de-escuelas-publicas-quedan-inservibles-por-nino-costero/>

Cativalú. (2021) *Piura: Aún faltan 900 obras por reconstruir a más de 4 años del Niño Costero*. Extraído de <https://www.cutivalu.pe/piura-aun-faltan-900-obras-por-reconstruir-a-mas-de-4->

anos-del-nino-costero/

La Cámara. (2022) *Sector construcción acumula crecimiento de 0,74% entre enero y mayo 2022*. Extraído de <https://lacamara.pe/sector-construccion-acumula-crecimiento-de-074-entre-enero-y-mayo-2022/>

COMEXPERÚ. (2022) *Desarrollo del sector inmobiliario en 2021 y expectativas para el 2022*. Adaptado de <https://www.comexperu.org.pe/articulo/desarrollo-del-sector-inmobiliario-en-2021-y-expectativas-para-2022>

Diario Gestión. (2018) *Las siete dimensiones del BIM, la metodología que cambiará la construcción en América Latina*. Adaptado de <https://gestion.pe/opinion/siete-dimensiones-del-bim-metodologia-cambiara-construccion-america-latina-228053-noticia/?ref=gesr>

Espinoza, L. R., Brioso, X. & Herrera, R.F. (2021). “*Applying CBA to decide the best excavation method: scenario during the COVID-19 pandemic*” Proc. 29th. Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC29), Lima, Perú, doi.org/10.24928/2021/0209, online at iglc.net.

Chauhan, K., Peltokorpi, A., Lavikka., R & Seppanen, O. (2019). “*Deciding Between Prefabrication and On-Site Construction: A Choosing-by-Advantage Approach*” Proc. 27th. Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC27), Dublin, Ireland, doi.org/10.24928/2019/0158, online at iglc.net.

Instituto de Ingenieros de Minas del Perú. (s.f) *Gobierno declara estado de emergencia nacional y aislamiento social obligatorio por 15 días*. Adaptado de <https://iimp.org.pe/raiz/gobierno-declara-estado-de-emergencia-nacional-y-aislamiento-social-obligatorio-por-15-dias>

Instituto Peruano de Economía. (2020) *Informe IPE V: Impacto del COVID-19 en la Economía Peruana*. Adaptado de <https://www.ipe.org.pe/portal/informe-ipe-v-impacto-del-covid-19-en-la-economia-peruana/>

La Cámara. (2021) *Construcción y manufactura habrían crecido 41,3% y 9,2% en primer trimestre*. Adaptado de <https://lacamara.pe/construccion-y-manufactura-habrian-crecido-413-y-92-en-primer-trimestre/>

Diario Gestión. (2020) *Construcción iniciará actividades el 18 de mayo, anuncia el ministro de Vivienda*. Adaptado de <https://gestion.pe/economia/coronavirus-peru-sector-construccion-iniciara-actividades-desde-el-18-de-mayo-anuncia-el-ministro-de-vivienda-covid-19-nndc-noticia/#:~:text=El%20Ministerio%20de%20Vivienda%2C%20Construcci%C3%B3n,avance%20del%20nuevo%20coronavirus%20que>

Cámara Peruana de Comercio. (2021) *Construcción crece 38% entre julio 2020 y junio 2021 pero se contraería en lo que queda del año y en el 2022*. Adaptado de <https://www.capeco.org/entrada-noticia/construccion-crece-38-entre-julio-2020-y-junio-2021-pero-se-contraria-en-lo-que-queda-del-ano-y-en-el-2022>

El Peruano. (2023) *Perú puede tener un boom en la construcción*. Adaptado de [https://elperuano.pe/noticia/119555-peru-puede-tener-un-boom-en-la-construccion#:~:text=25%2F04%2F2021%20%E2%80%9CEl,crecimiento%20del%20PBI%](https://elperuano.pe/noticia/119555-peru-puede-tener-un-boom-en-la-construccion#:~:text=25%2F04%2F2021%20%E2%80%9CEl,crecimiento%20del%20PBI%20)

[20del%20pa%C3%ADs%E2%80%9D.&text=Asimismo%2C%20la%20econom%C3%ADa%20peruana%20en,el%202022%2C%20seg%C3%BAAn%20el%20BCR.](#)

PROCASA. (s.f). Los beneficios de Aplicar la metodología Lean Construction en una empresa. Recuperado de <https://www.procasaproyectos.com/los-beneficios-de-aplicar-la-metodologia-lean-construction-en-una-empresa/>

Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. (s.f). Tarea de construcción 2-tema 6. Adaptado de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-pedro-ruiz-gallo/construccion-ii/tarea-de-construccion-2-tema-6/23096595>

Cementos Pacasmayo. (s.f). Ficha Técnica Bloque Pared 14. Adaptado de https://storage.googleapis.com/pacasmayo-profesional/documents/Ficha_T%C3%A9cnica_B14_B.pdf

BibLus. (2018) Las dimensiones del BIM: una forma intuitiva para esquematizar la complejidad de la información en un diseño “BIM based”. Extraído de <https://biblus.accasoftware.com/es/las-dimensiones-del-bim/>

Inge3D. (s.f). Ventajas BIM Sobre El Dibujo CAD 2D. Extraído de <https://inge3d.com/blog/ventajas-bim-sobre-el-dibujo-cad-2d/>

Butic. (2022) Uso BIM 4D Planificación de la metodología BIM por David Barco Moreno. Extraído de <https://www.butic.es/uso-bim-4d-planificacion/>

Autoridad para la Reconstrucción con Cambios. (2022) Plan Integral. Extraído de <https://www.rcc.gob.pe/2020/main-home/plan-integral/alcance-general/>

Fraguela, P., Gálvez, R., Lloclla, J & Pallarco, H. (2021). “Análisis de la aplicación de contratos a Gobierno para la ejecución de proyectos de infraestructura en el Perú”. [Tesis de Maestría en Finanzas y Derecho Corporativo, Universidad ESAN]. Repositorio Institucional de la Universidad ESAN. Extraído de https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/2721/2021_MAFDC_19-1_05_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Varas, P. (2019). La reconstrucción del norte post fenómeno El Niño Costero: Una mirada a la implementación del Plan Integral para la Reconstrucción con Cambios en los locales escolares del distrito de Tambogrande en el periodo 2017-2019 [Tesis de bachillerato, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional de la Pontificia Universidad Católica del Perú. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/17975/VARAS_HUA_PAYA_PAULA_ESTEFAN%c3%8dA_RECONSTRUCCI%c3%93N_DEL_NORTE.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Giese, R. (2022). Infraestructura educativa, la otra pandemia del Perú. Diario Oficial El Peruano. <https://elperuano.pe/noticia/141955-infraestructura-educativa-laotra-pandemia-del-peru>

Porras, H., Sánchez, O & Galvis, J. (2014). “Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción”. Recuperado de:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6684752>

Murguía, D., & Brioso, X. (2017). “*Using Choosing by Advantages and 4D models to select the best construction-flow option in a Residential building*”. Creative Construction Conference 2017, CCC 2017, 19-22 June 2017, Primosten, Croatia, Procedia Engineering 196 (2017) 470 – 477.

Álvarez, E., Ccahuana, W., Quiroz, C., & Quispe, H (2020). Estudio comparativo del sistema de gestión tradicional versus la metodología BIM, en la etapa de diseño y construcción en las dimensiones 4D y 5D, caso de estudio obra: “mejoramiento de los servicios de salud en el Centro de Salud Ttio – Distrito de Wanchaq – Provincia de Cusco – Región Cusco [Trabajo de investigación para optar el grado académico de Maestro en Dirección de la Construcción, Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Adaptado de: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/655805/AlvarezC_E.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Acosta, D (2018). Aplicación de herramientas de control bajo sistema last planner en dos proyectos de edificaciones de lima metropolitana [Trabajo de suficiencia profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad San Ignacio de Loyola]. Repositorio Académico de la Universidad San Ignacio de Loyola. Adaptado de: <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4b24559b-325d-4891-814e-168ca6359865/content>

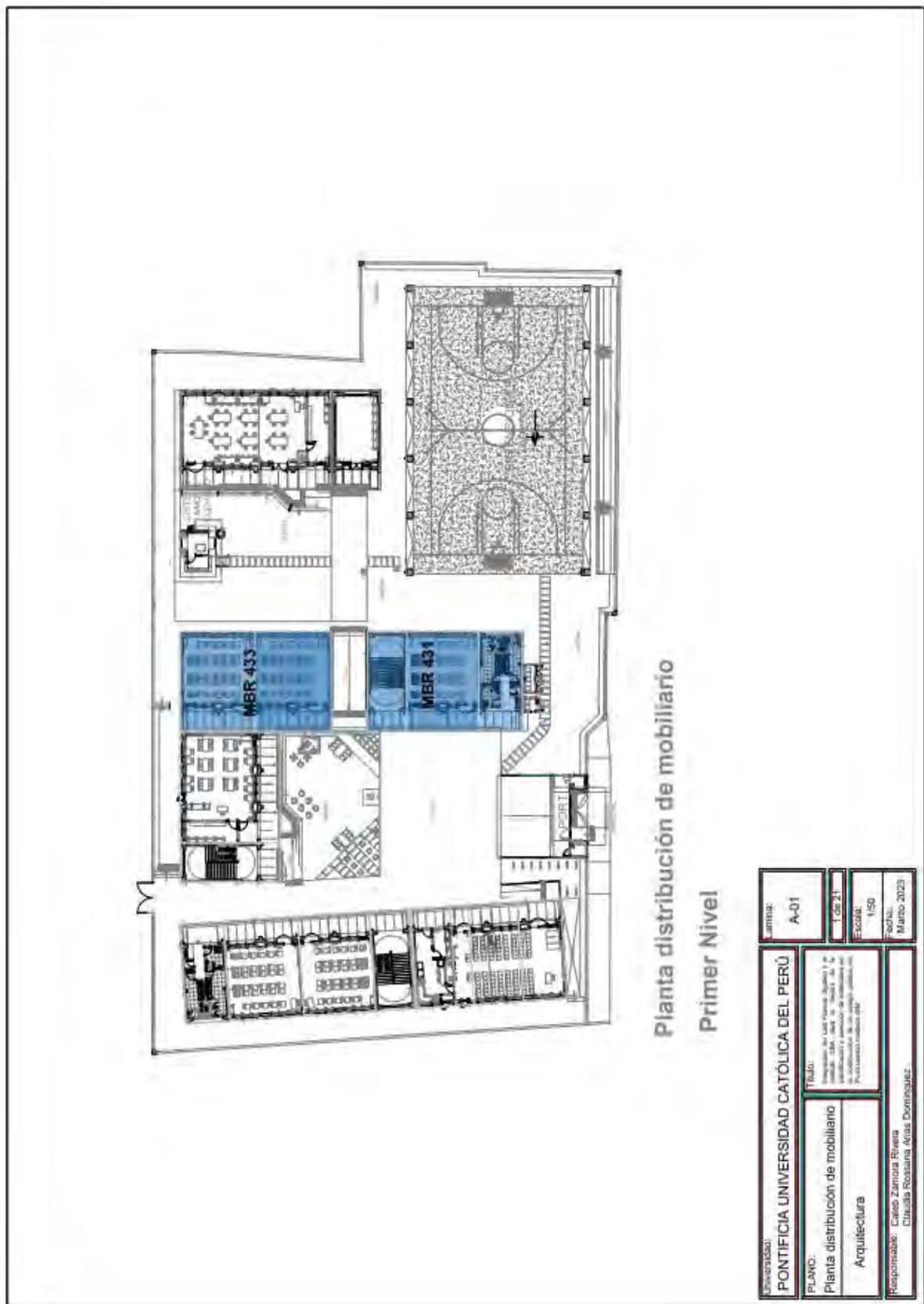
ConexiónEsan (2021). *Last Planner System: ¿Qué es y cómo ponerlo en práctica con éxito?* Adaptado de <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/last-planner-system-que-es-y-como-ponerlo-en-practica-con-exito>

Pérez, J (2019). Lean Construction México. La historia del sistema Last Planner. Adaptado de: <https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/la-historia-del-sistema-last-planner>.

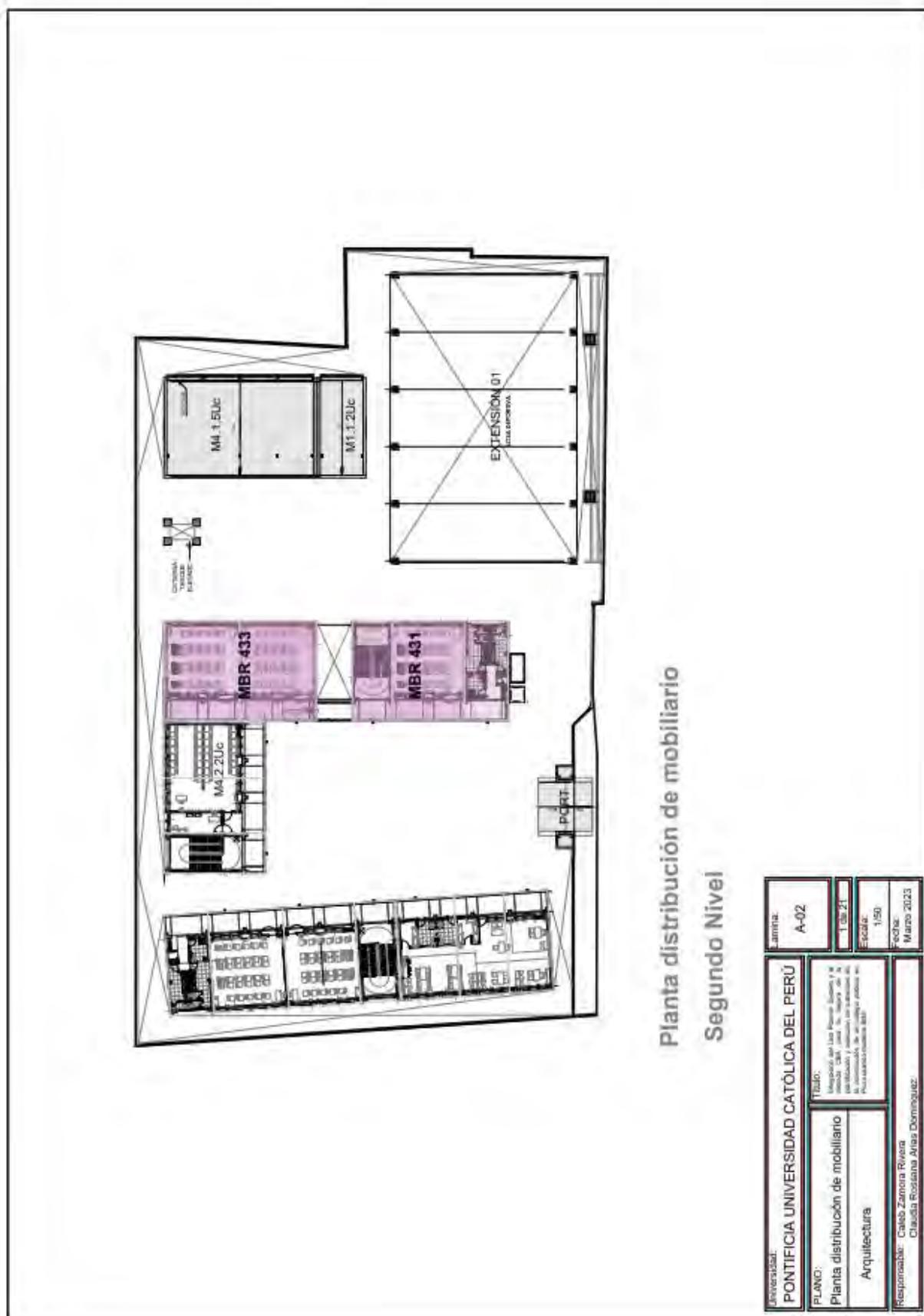
Arroyo, P., Tommelein, I. D. & Ballard, G. (2013). “*Using Choosing by Advantages to Select Tile From a Global Sustainable Perspective*”. Proc. 21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Fortaleza, Brazil, 31-2 Aug 2013. pp 309-318.

9. Anexos

9.1. Planta de Arquitectura y distribución de mobiliario del piso 1



9.2. Planta de Arquitectura y distribución de mobiliario del piso 2

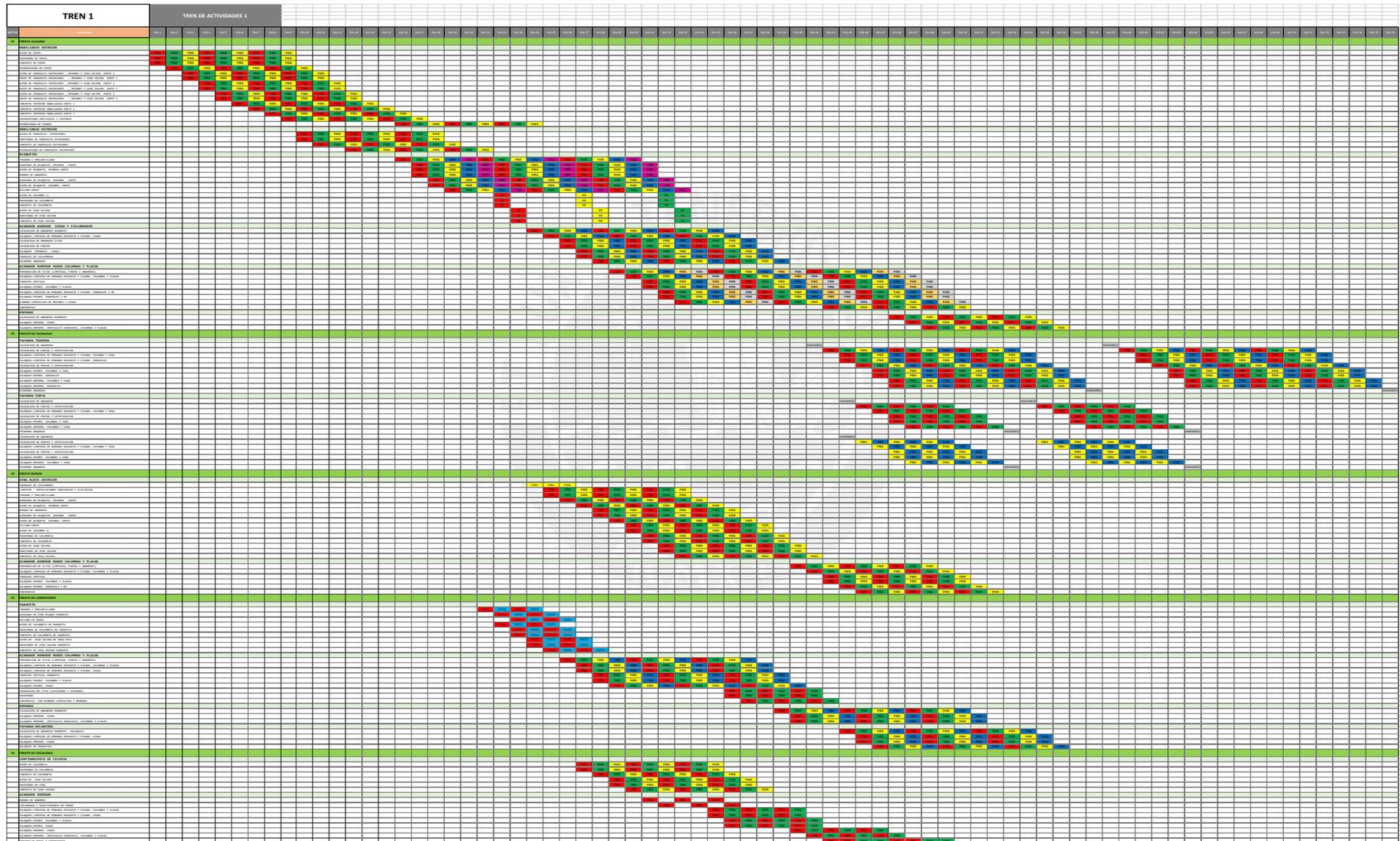


9.3. Planta de Arquitectura y distribución de mobiliario del piso 3

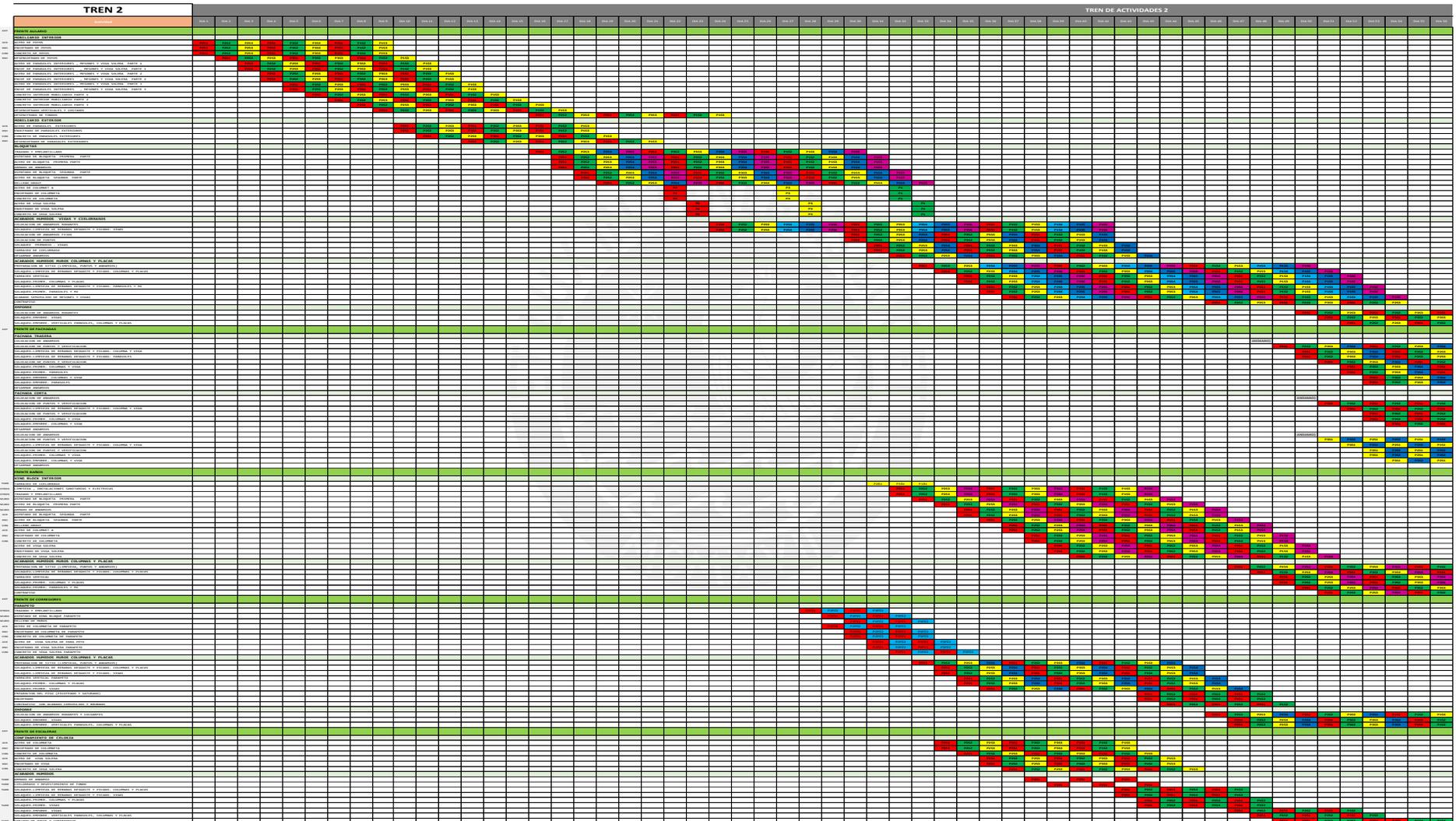


Universidad: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ	Lamina: A-03
PLANO: Planta distribución de mobiliario Arquitectura	Título: Integración del Plan Político Escolar y el Plan de Estudios, para la mejora de la producción y atención de estudiantes de Postgrado en el área de Ingeniería Industrial de PUCP durante el año 2023
Responsable: Caleb Zamora Rivera Claudia Rossana Arias Domínguez	Escala: 1/50
	Fecha: Marzo 2023

9.4. Primera propuesta de tren de actividades

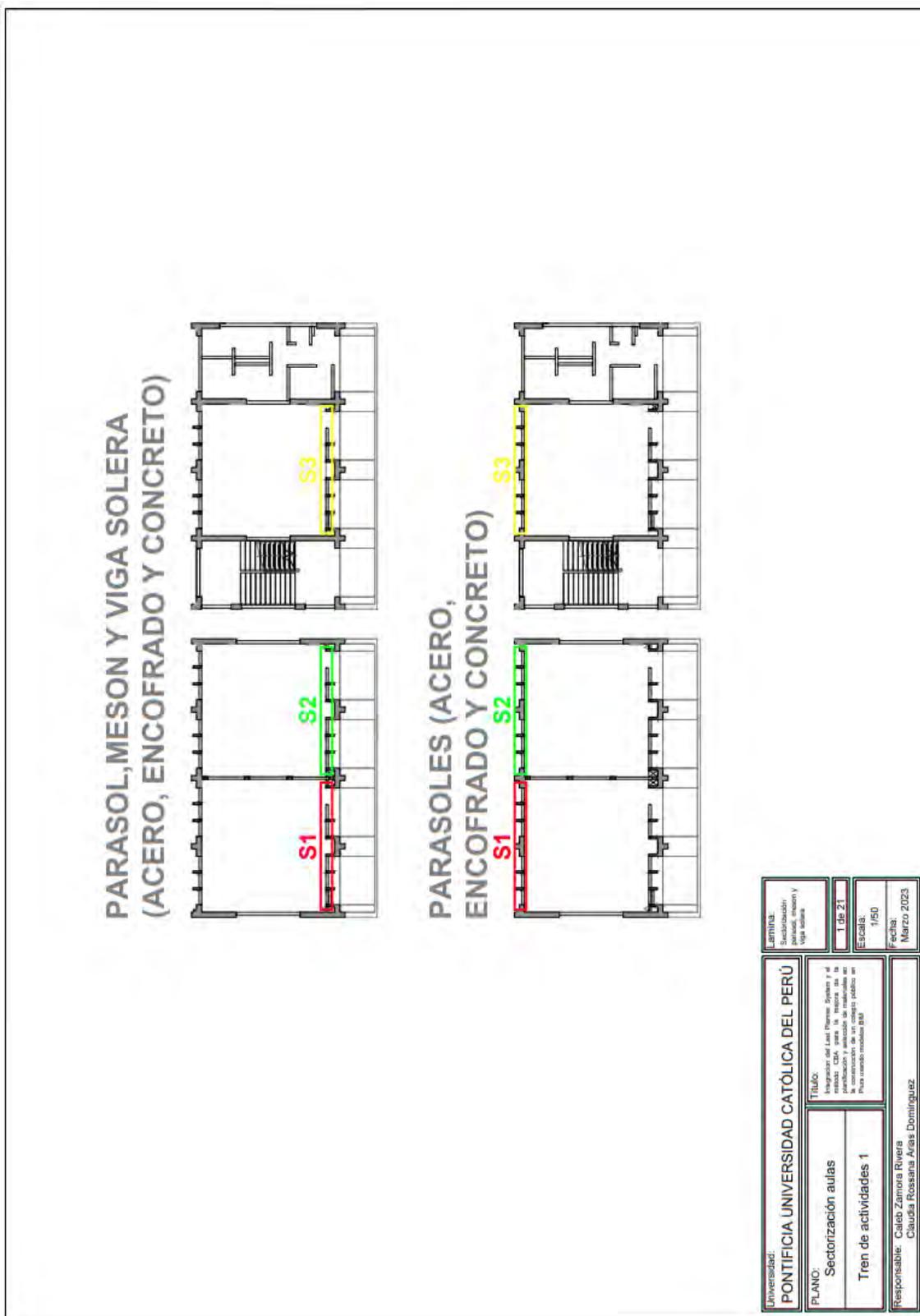


9.5. Segunda propuesta de tren de actividades

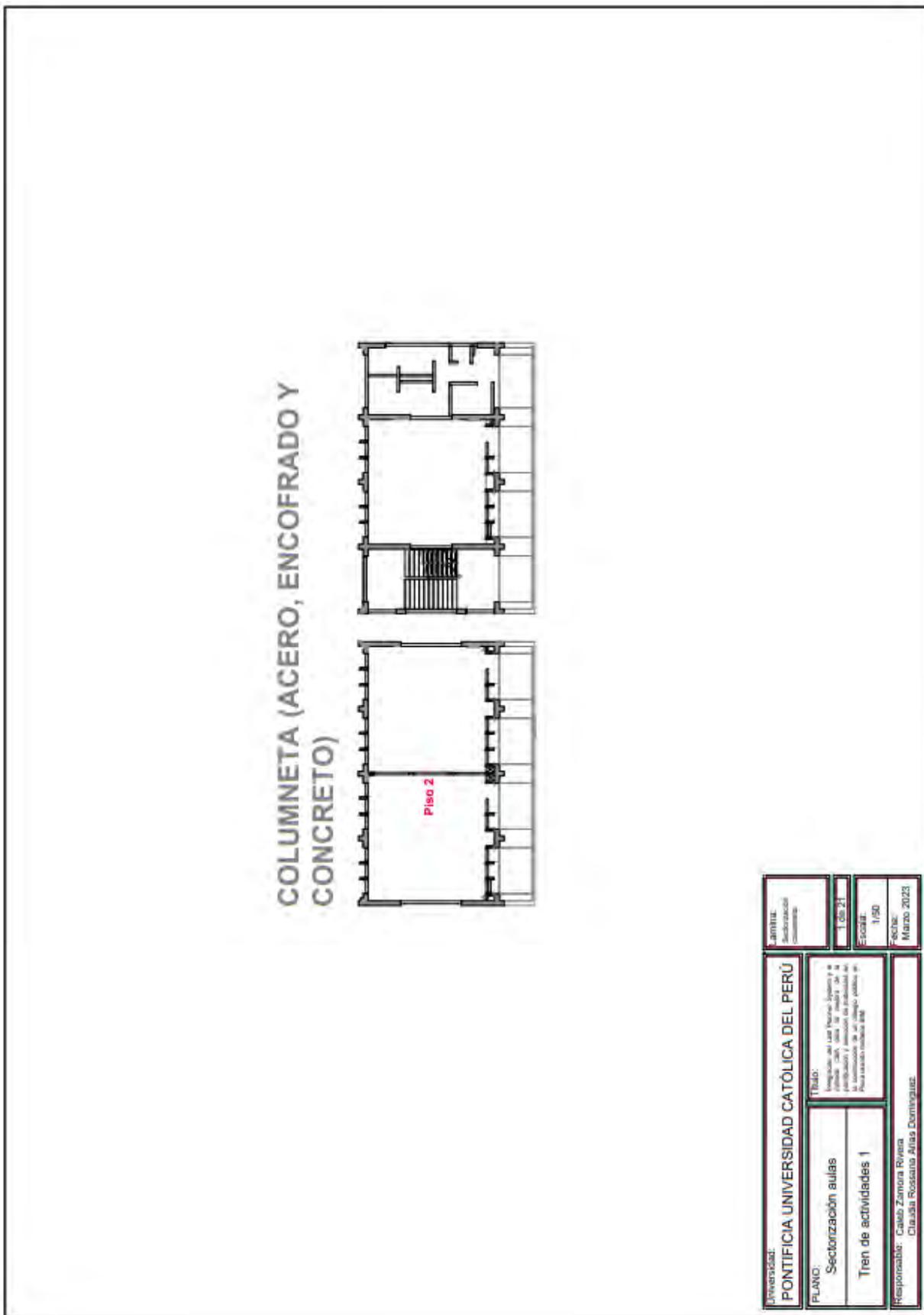


9.6. Sectorización de la primera propuesta de tren de actividades

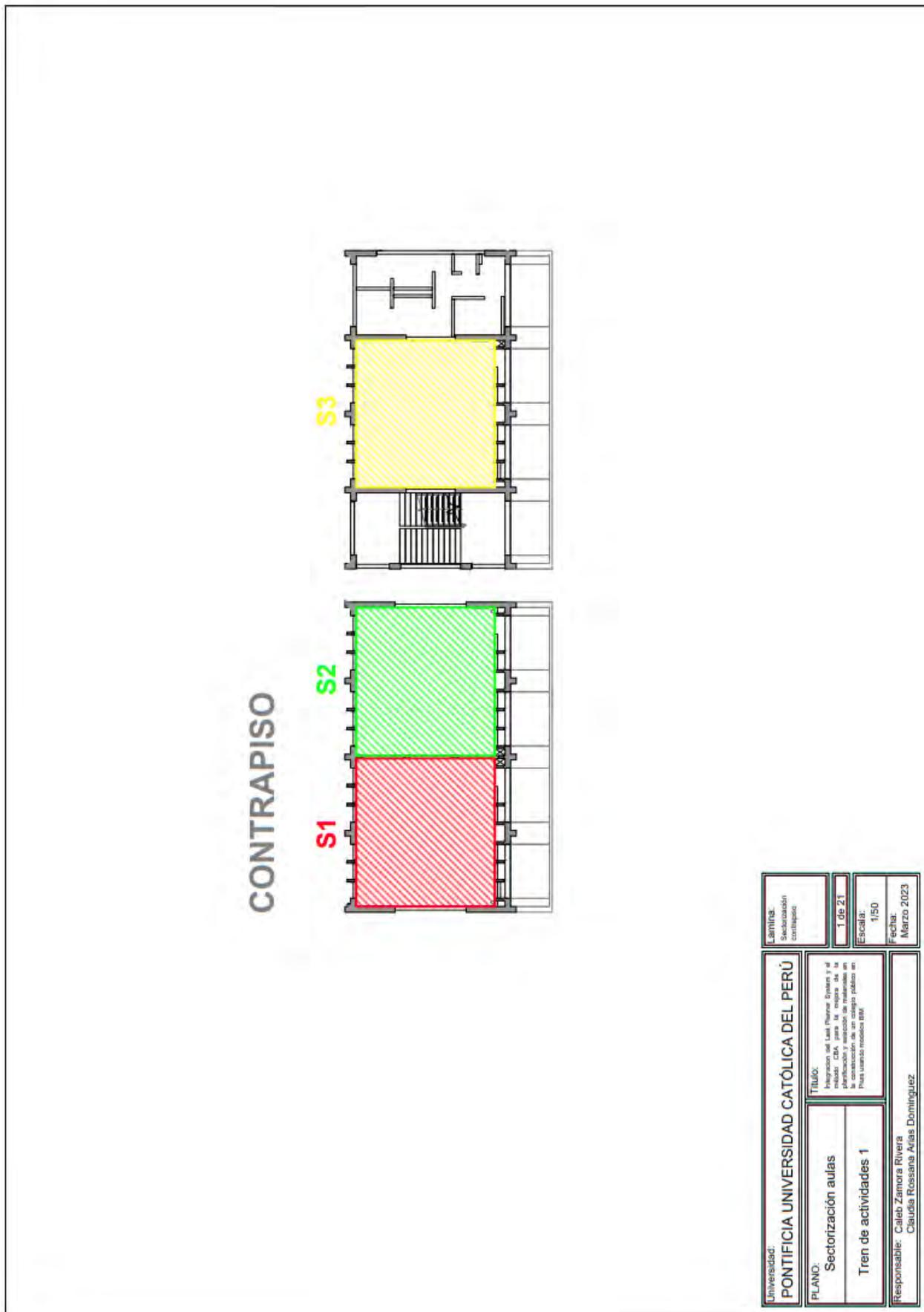
9.6.1. Sectorización de parasoles, meson y viga solera para aulas



9.6.2. Sectorización de columneta para aulas

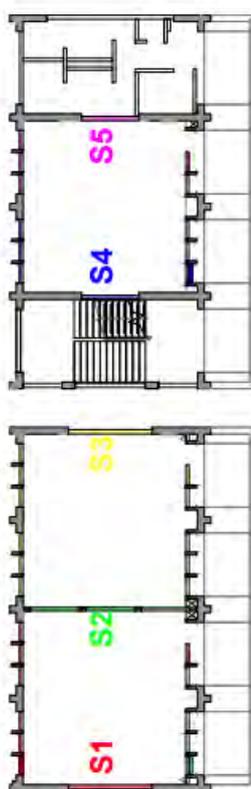


9.6.3. Sectorización de contrapiso para aulas

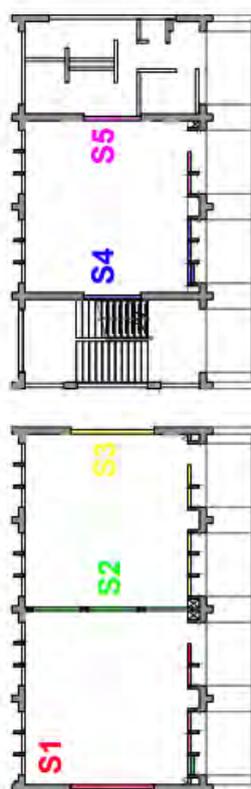


9.6.4. Sectorización de muro de bloquetas para aulas

Muro de bloquetas 1ra parte
Nivel tipico



Muro de bloquetas 2da parte
Nivel tipico



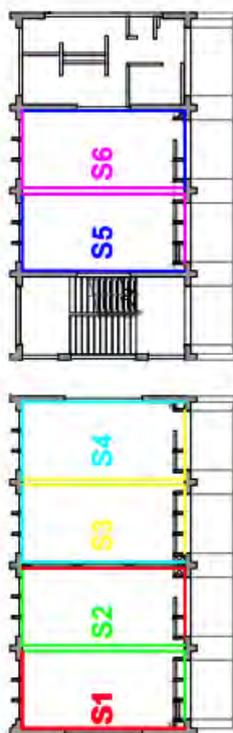
Universidad:	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
PLANO:	Sectorización aulas Tren de actividades 1
Responsable:	Caleb Zamora Rivera Claudia Rossana Arias Dominguez
Objetivo:	Sectorización muro de bloquetas
Título:	Integración del Plan Plurianual y el modelo CBA para la mejora de la infraestructura de la Universidad para la construcción de un campus público en Puno usando modelos BIM.
Fecha:	Marzo 2023
Escala:	1/50
Fecha:	1 de 21

9.6.5. Sectorización de poyos para aulas



9.6.6. Sectorización de solaqueo para aulas

**SOLAQUEO-LIMPIEZA DE REBABAS
DESGASTE Y PICADO- VIGAS**



Universidad: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ	Oficina: Secretaría Subproyecto
PLANO: Sectorización aulas Tren de actividades 1	Título: Integración del Lema Pluribus Unum y el escudo PUC, para la entrega de la autorización de construcción de la construcción de un colegio público en Puno durante modalidad BIM.
Responsable: Caleb Zamora Rivera Claudia Rossana Arías Domínguez	Fecha: Marzo 2023
	T de 21 Escala: 1/50

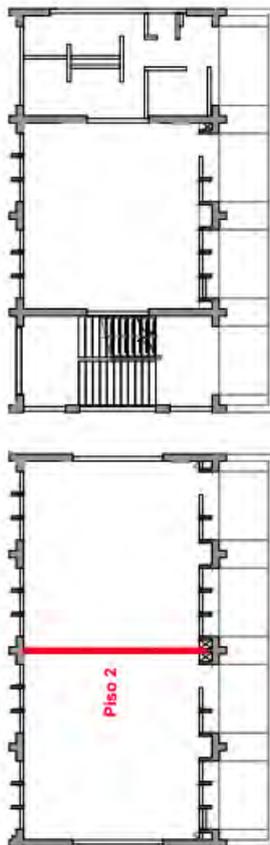
9.6.7. Sectorización de tarrajeo, cielorraso, solaqueo para aulas



Universidad: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ		Ámbito: Sectorización tarrajeo
PLANO: Sectorización aulas		Escala: 1/50
Título: Sectorización aulas Tren de actividades 1		Fecha: Marzo 2023
Responsable: Cabelo Zamora RIVERA Claudia Rosciana ANAS DOMÍNGUEZ		

9.6.8. Sectorización de viga solera

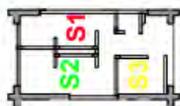
VIGA SOLERA (ACERO, ENCOFRADO Y CONCFRETO)



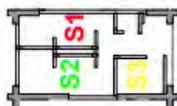
Universidad: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ	Laminia: Sectorización viga solera
PLANO: Sectorización aulas Tren de actividades 1	TÍTULO: Integración del Last Planner System y el método CMA para la mejora de la productividad en la construcción de un colegio público en Pisco usando tecnología BIM
Responsable: Caleb Zamora Rivera Claudia Rossiana Avías Domínguez	Escala: 1/50 Fecha: Marzo 2023

9.6.9. Sectorización de columneta para baños

COLUMNETA (ACERO,
ENCOFRADO Y CONCRETO)



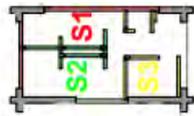
COLUMNETA (ACERO,
ENCOFRADO Y CONCRETO)



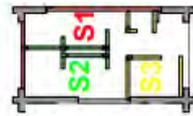
Universidad: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ		Lamina: Sectorización columneta
PLANO: Sectorización baños Tren de actividades 1	TÍTULO: Programa del Listado de Proyectos de Inversión (LPI) para la mejora de la planificación y ejecución de actividades en el sector público en el área de salud (BIM)	Escala: 1/50
Responsable: Cecilia Zamora Rivera Claudia Rossana Añez Domínguez		Fecha: Marzo 2023

9.6.10. Sectorización de muro de bloquetas 1era parte y 2da parte para baños

Muro de bloquetas 1ra parte
Baño típico



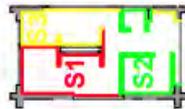
Muro de bloquetas 2da parte
Baño típico



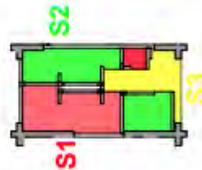
Universidad: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ	Límite: Sectorización muros de bloquetas
PLANO: Sectorización baños Tren de actividades 1	Título: Integración del Linea Personal Operaria y el modelo CBA para la mejora de la planificación y ejecución de materiales en el sector de bloques para el baño Para uso de revisión BIM.
Responsable: Caley Zamora Rivera Claudia Rossana Arias Dominguez	Fecha: Marzo 2023
	Escala: 1:50
	Fecha: Marzo 2023

9.6.11. Sectorización de tarrajeo vertical para baños

TARRAJEO VERTICAL
SOLAQUEO (LIMPIEZA, PRIMERA Y EMPORRE)



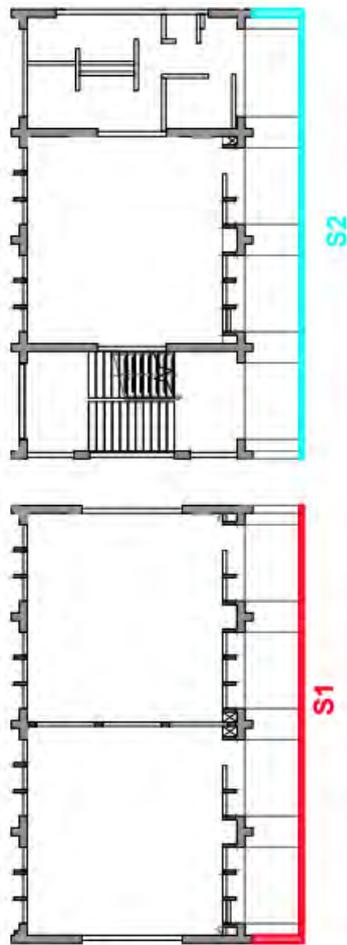
TARRAJEO VERTICAL
SOLAQUEO (LIMPIEZA, PRIMERA Y EMPORRE)



Universidad: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ	Lamina: Sectorización tarrajeo
PLANO: Sectorización baños Tren de actividades 1	Titulo: Ingeniería de San Pedro: Obras y mantenimiento de las edificaciones y servicios de instalaciones en la construcción de un colegio público en Puno (ordenamiento 014)
Responsable: Claudia Zamora Rivera Claudia Rosalva Avila Dominguez	Fecha: Marzo 2023
	Escala: 1/50
	Fecha: Marzo 2023

9.6.12. Sectorización de columneta y viga solera para corredores

Columneta y viga solera
(acero, encofrado y concreto)



Universidad: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ	Lámina: Sectorización columneta
PLANO: Sectorización corredores Tren de actividades 1	TÍTULO: Integración del Local Pastoral Espiritual y al pasado: CDA para la entrega de la posesión de un templo parroquial en la construcción de un complejo pastoral en Pisco cuando posea BIM.
Responsable: Caleb Zamora Rivera Claudia Rossana Avías Domínguez	Escala: 1/50 Fecha: Marzo 2023

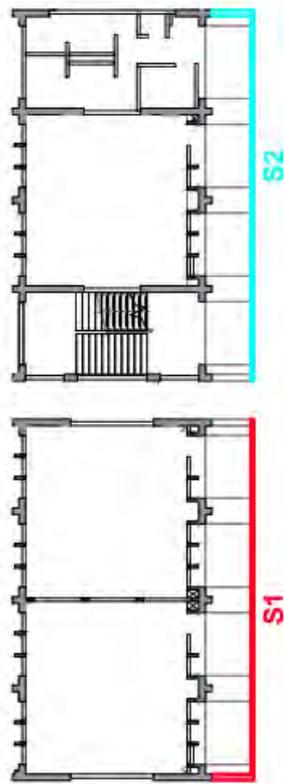
9.6.13. Sectorización de contrapiso acabado semipulido para corredores



Universidad: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ	Límite: Sectorización contrapiso
PLANO: Sectorización corredores Tren de actividades 1	Fecha: 1 de 21
Titulo: Integración del Lúdico (Playroom, System 1) al edificio CBA para la mejora de la experiencia de los usuarios en la comunicación de un colegio público en Lima usando modelos BIM	Escala: 1/50
Responsable: Caleb Zamora Rivera Claudia Rossana Añis Domínguez	Fecha: Marzo 2023

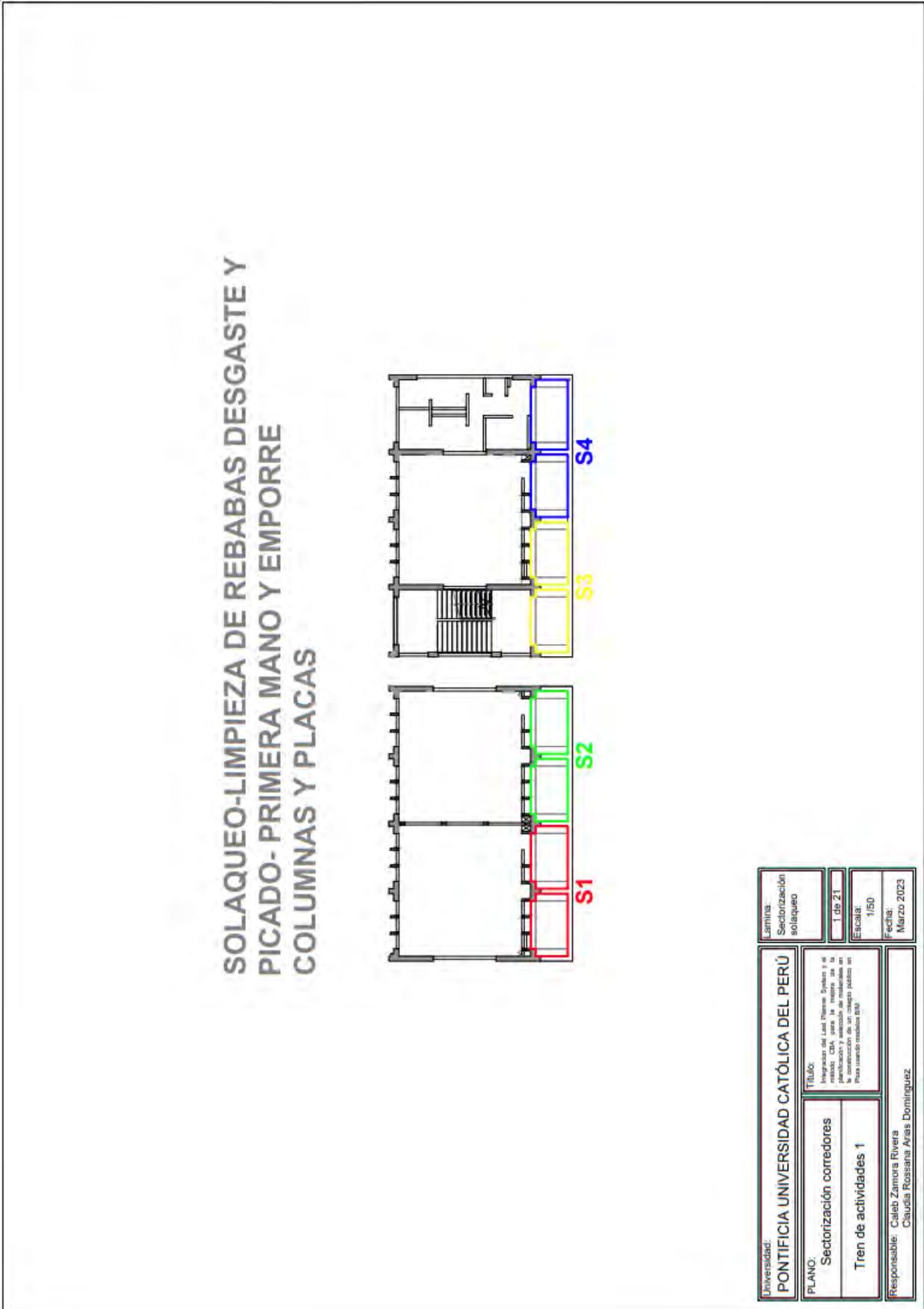
9.6.14. Sectorización de muro de bloquetas de parapeto para corredores

Muro de bloquetas Parapeto



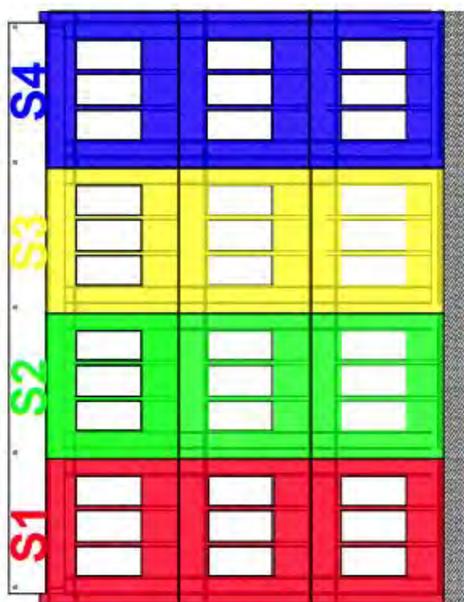
Universidad: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ	Límite: Sectorización muros de bloquetas
PLANO: Sectorización corredores Tren de actividades 1	Título: Integración del Plan Maestro, Espacios y el desarrollo de los espacios de planificación y ejecución de proyectos en la construcción de un complejo público en Plaza Universidad Moderna BIM
Responsable: Caleb Zamora Rivera Claudia Rossana Arias Domínguez	Fecha: Marzo 2023
	Escala: 1/50
	Fecha: Marzo 2023

9.6.15. Sectorización de solaqueo para corredores



9.6.16. Sectorización de fachada frontal

Fachada frontal



Universidad: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ	Lámina: Sectorización fachada frontal
PLANO: Sectorización fachadas Tren de actividades 1	Título: Integración del Last Planner System y el método CPM en la gestión de la planificación y ejecución de actividades en la construcción de un colegio público en Plus Uando, provincia BMS
Responsable: Caleb Zamora Rivera Claudia Rossana Avías Domínguez	Escala: 1/50 Fecha: Marzo 2023

9.7. Sectorización de la segunda propuesta de tren de actividades

9.7.1. Sectorización de columneta para corredores

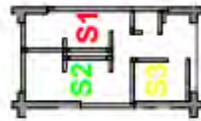


9.7.2. Sectorización de columneta para aulas

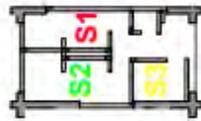


9.7.3. Sectorización de columneta para baños

COLUMNETA (ACERO,
ENCOFRADO Y CONCRETO)

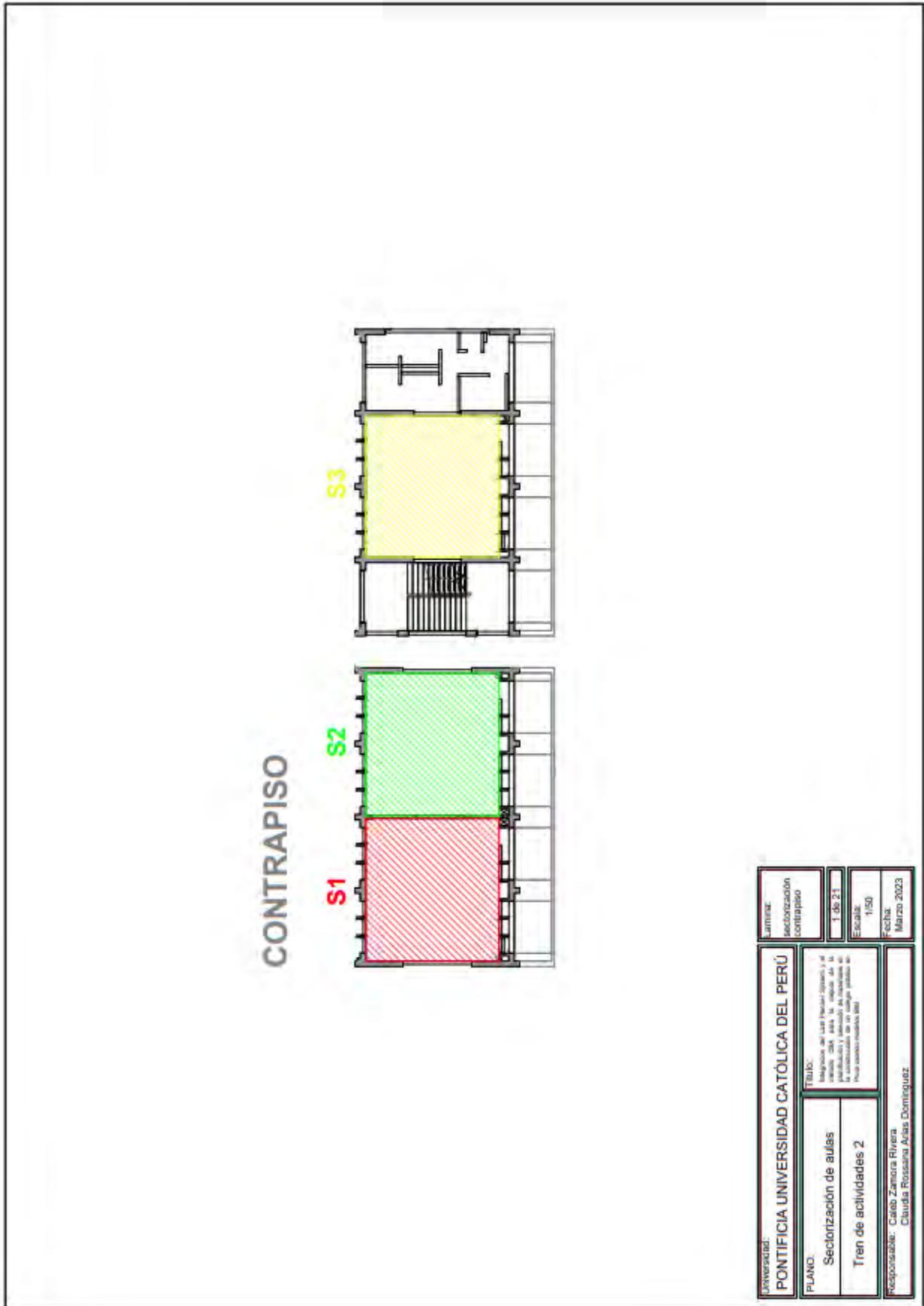


COLUMNETA (ACERO,
ENCOFRADO Y CONCRETO)

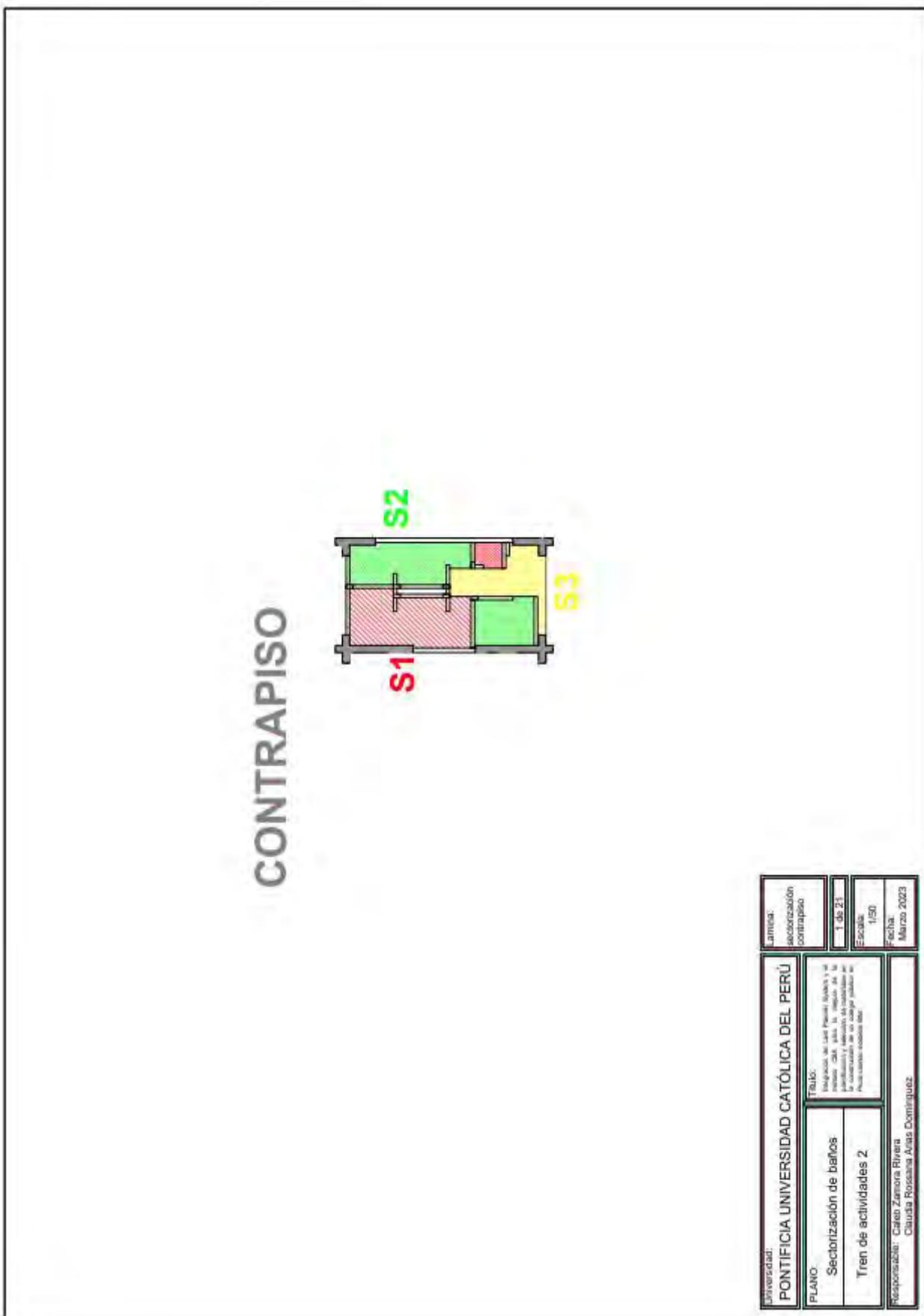


Entidad: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ		Ámbito: sectorización columneta
PLANO: Sectorización de baños Tren de actividades 2	TÍTULO: Integración del Cereb. Zamora Rivera y el sistema C&M para la mejora de la productividad y la calidad de vida de los estudiantes de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Para el año 2023.	Fecha: 15/03/2023
Responsable: Cereb Zamora Rivera Claudia Rossana Arias Domínguez		Escala: 1/50

9.7.4. Sectorización de contrapiso para aulas



9.7.5. Sectorización de contrapiso para baños



Universidad: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ		Límite: sectorización contrapiso
PLANO: Sectorización de baños Tren de actividades 2		1 de 23 Escala: 1/50
Título: Ingeniería de Las Palmas (Sacha) y el tren de actividades 2, según de la planificación y desarrollo de actividades de planeamiento y desarrollo de actividades de planeamiento y desarrollo de actividades de		Fecha: Marzo 2023
Responsable: Carlo Zamora Rivera Claudia Rossana Añas Domínguez		

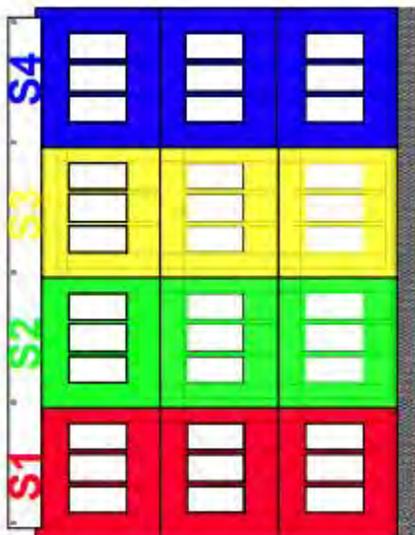
9.7.6. Sectorización de contrapiso de acabado semipulido para corredores



Universidad: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ		Límite: sectorización contrapisos
PLANO: Sectorización de corredores Tren de actividades 2	Título: Indicador de los tipos de suelos y el revestimiento para el espacio de la arquitectura y planimetría de interiores de edificios de uso público y privado. Puntos de vista: febrero 2002	Escala: 1/50
Responsable: Caleh Zamora Rivera Claudia Rosanna Ariza Domínguez		Fecha: Marzo 2023

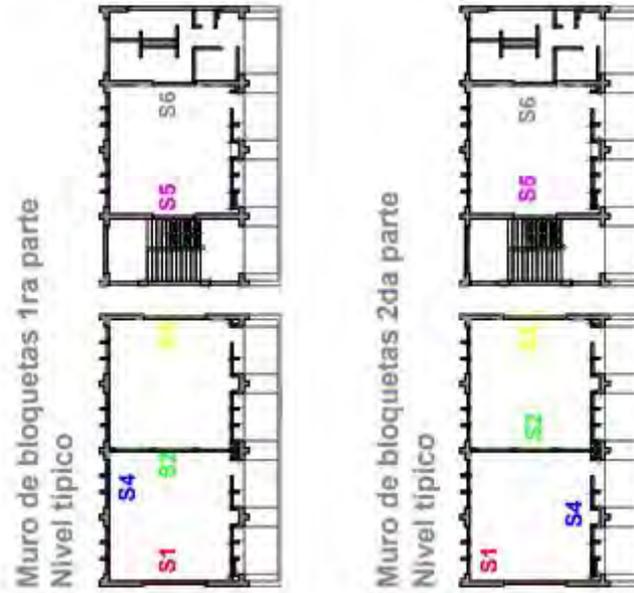
9.7.7. Sectorización de fachada frontal para fachadas

Fachada frontal



Universidad: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ		Tema: sectorización fachada frontal
PLANO: Sectorización de fachadas Tren de actividades 2		Fecha: Marzo 2023
Título: Integración del Linc. Peñón Viejo y el sector. C&A para la zonificación de la actividad y la zonificación de las actividades de un mismo edificio. Para ambos sectores.		Fecha: Marzo 2023
Responsable: Cateb Zamora Rivera Claudia Rossera Avila Dominguez		Escala: 1/50

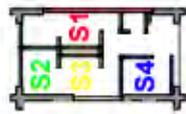
9.7.8. Sectorización de muro de bloquetas 1era parte y 2da parte para aulas



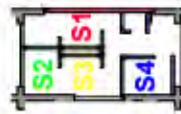
Universidad:	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ	Unidad:	Sectorización muro de bloqueta
PLANO:	Sectorización de aulas	Escala:	1:50
Título:	Integración del Lab. Personal Químico y el Laboratorio de Física, la Ingeniería de Alimentos y el Laboratorio de Microbiología y Alimentos de la Facultad de Ingeniería de Alimentos para el desarrollo de la actividad docente.	Fecha:	Marzo 2023
Tren de actividades 2		Responsable:	Carel Zainora Rivera Claudia Rossana Avila Domínguez

9.7.9. Sectorización de muro de bloquetas 1era parte y 2da parte para baños

Muro de bloquetas 1ra parte
Baño típico

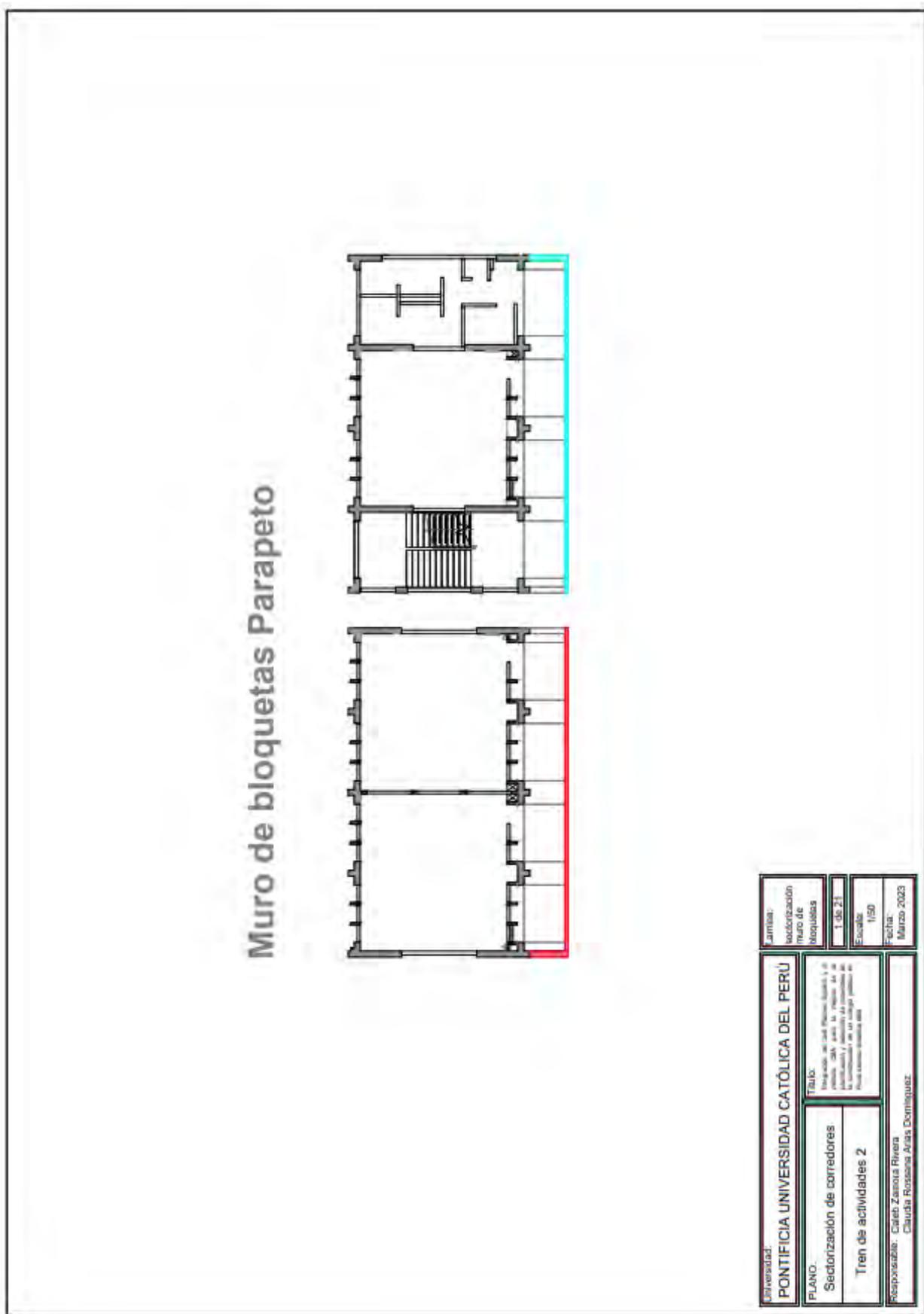


Muro de bloquetas 2da parte
Baño típico



Universidad: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ		Lamina: Sectorización muro de bloquetas
PLANO: Sectorización de baños Tren de actividades 2		Título: Integración del wall Phone System a la red de telefonía celular para la mejora de la productividad y atención al usuario de Puntacana (proyecto 2023)
Responsable: Carlos Zamora Rivera Claudia Rossana Araya Domínguez		Escala: 1/50 Fecha: Marzo 2023

9.7.10. Sectorización de muro de bloquetas de parapeto para corredores



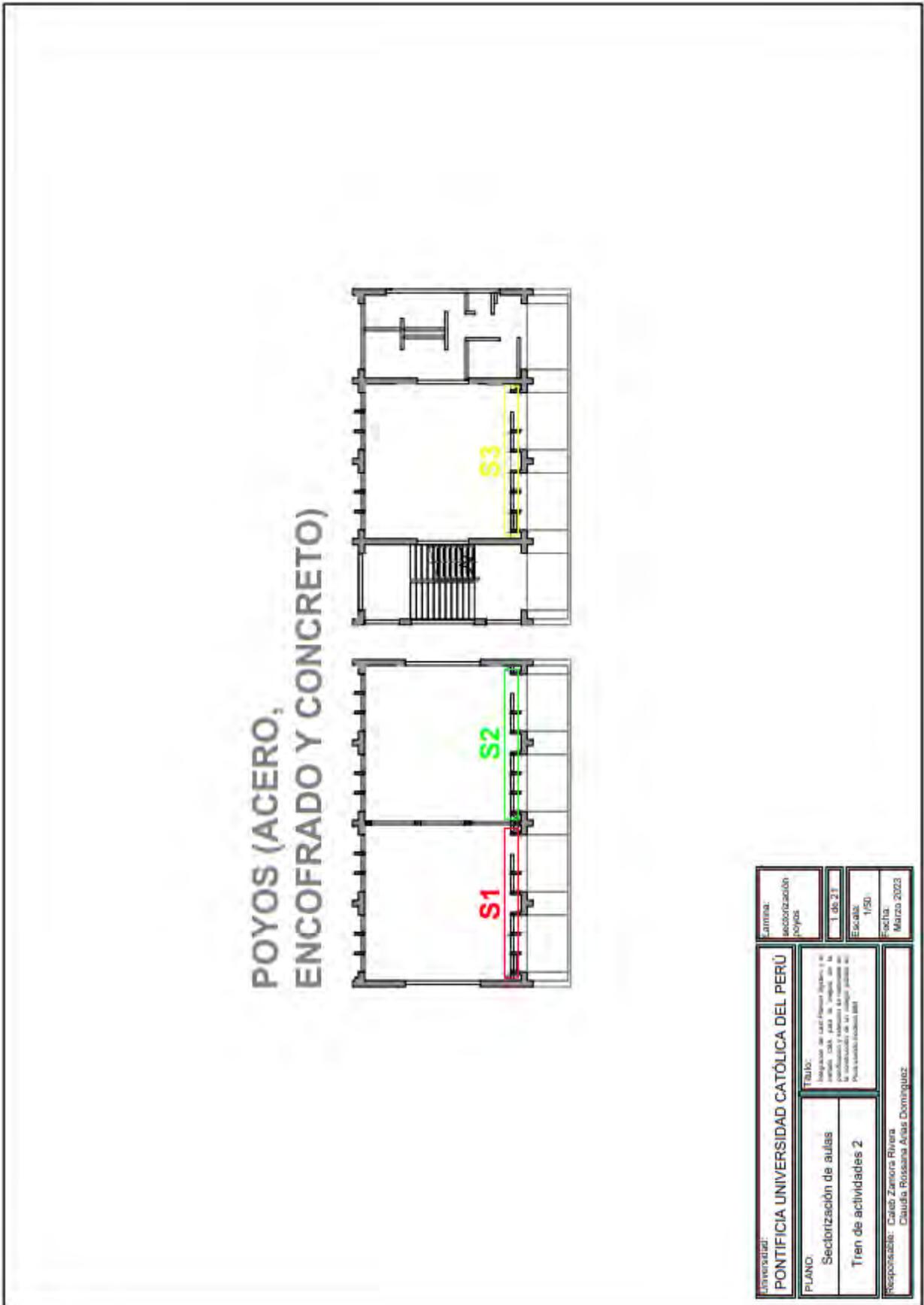
Universidad: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ		Objetivo: Sectorización muro de bloquetas
PLANO: Sectorización de corredores Tren de actividades 2		Escala: 1:50 Fecha: Marzo 2023
Responsables: Cecilia Zamora Rivera Claudia Rosasara Araya Domínguez		

9.7.11. Sectorización de parasoles para aulas



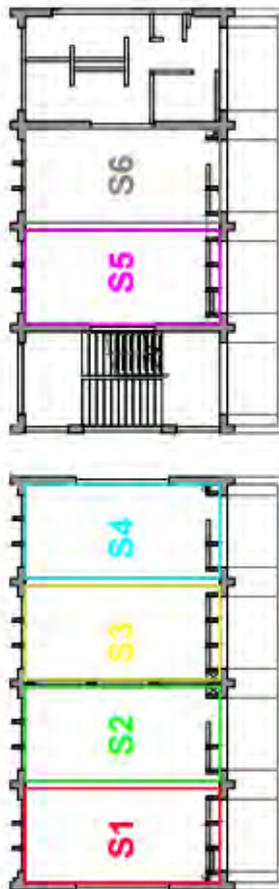
Universidad: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ		Unidad: Sectorización Parasoles
PLANO: Sectorización de aulas Tren de actividades 2		Fecha: 1 de 21
Responsable: Caleb Zamora Rivera Claudia Rossana Aras Dominguez		Escala: 1/50
		Fecha: Marzo 2023

9.7.12. Sectorización de poyos para aulas



9.7.13. Sectorización de solaqueo para aulas

**SOLAQUEO-LIMPIEZA DE REBABAS
DESGASTE Y PICADO- VIGAS**



Universidad: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ		Lamina: Sectorización solaqueo
PLANO: Sectorización de aulas Tren de actividades 2		T. de 21
Responsable: Catalin Zamora Rivera Claudia Rosasca Alas Dominguez		Escala: 1:50
		Fecha: Marzo 2023

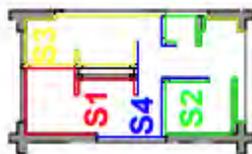
9.7.15. Sectorización de solaqueo para aulas



Universidad: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ		Límite: sectorización tarrajes
PLANO: Sectorización de aulas Tren de actividades 2		Escala: 1/50
Responsable: Celso Zamora Rivera Claudia Rosales Arías Domínguez		Fecha: Marzo 2023
TÍTULO: Integración del Plan Maestro Sábana y el desarrollo del PMA, la adaptación de la planificación y desarrollo de actividades de la institución de los centros de Puntarenas/Universidad del		

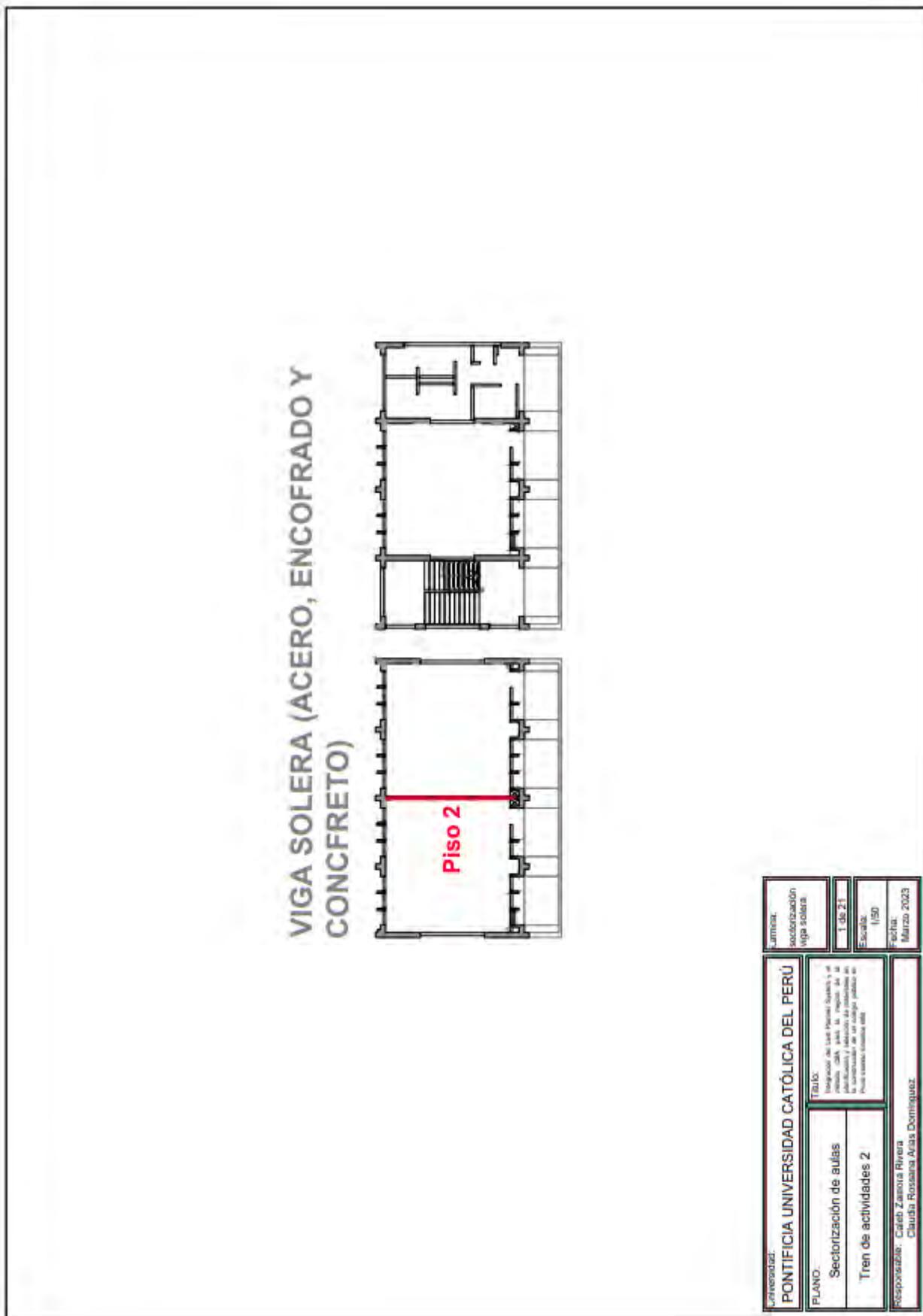
9.7.16. Sectorización de tarrajeo para baños

**TARRAJEO VERTICAL
SOLAQUEO (LIMPIEZA, PRIMERA Y EMPORRE)**



Universidad: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ		Laminar: sectorización tarrajeo
PLANO: Sectorización de baños Tren de actividades 2		Fecha: 1 de 21 Escala: 1/50 Marzo 2023
Responsable: Cafab Zamora Rivera Claudia Rosanna Arias Domínguez		TÍTULO: Integración del Plan de Obras y el presupuesto de la actividad de la construcción de un edificio de actividades de enseñanza

9.7.17. Sectorización de viga solera para aulas



Universidad: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ		Límite: Sectorización viga solera
PLANO: Sectorización de aulas Tren de actividades 2		Escala: 1/50
Responsable: Cath Zúñiga Rivera Claudia Rosana Ariza Domínguez		Fecha: Marzo 2023

9.8. Entrevistas CBA

9.8.1. Entrevistas CBA para la selección del mejor ladrillo de arcilla para albañilería

Entrevista N°1

Factor y criterio	Ladrillo de arcilla						Sílico calcáreo	Bloqueta de concreto		
	Ladrillo King Kong Fortaleza H10 14x24 cm		Ladrillo King Kong 18 huecos		Ladrillo King Kong Hércules 10 huecos 10x14x24 cm					
1. Aislamiento térmico criterio: más es mejor	Atributo: presenta aislamiento térmico-acústico		Atributo: no especifica		Atributo: térmico-acustico		Atributo: buen aislamiento térmico debido a su alta densidad y solidez		Atributo: Buen aislamiento térmico-acustico por ser de bloques gruesos	
	Ventaja: -	Puntaje: 100	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 94	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
2. Peso por unidad criterio: menos es mejor	Atributo: 3.82 kg		Atributo: 2.8 kg		Atributo: 3.7 kg		Atributo: 6.5 kg		Atributo: 12.3 kg	
	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 1.02	Puntaje: 59	Ventaja: 0.12	Puntaje: 55	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: Ecologicos, anti-inflamables		Atributo: No se especifica		Atributo: ecologico		Atributo: No contienen sales que contaminan el medio ambiente		Atributo: Por cada 36m2, arroja 12 ton de CO2	
	Ventaja: -	Puntaje: 49	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
4. Seguridad estructural criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica		Atributo: ladrillo macizo, por lo que esta diseñado para soportar cargas		Atributo: Es compacto, por lo que brinda buena resistencia		Atributo: Presenta certificación de resistencia al fuego		Atributo: Elevada resistencia a la compresión axial	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 95	Ventaja: -	Puntaje: 88	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
5. Tiempo de proceso de instalación criterio: mas es mejor	Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por sus acabados casi perfectos		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por el tamaño de los bloques y acabados	
	Ventaja: -	Puntaje: 87	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
6. Durabilidad criterio: más es mejor	Atributo: es duradero, por lo que es ideal para construccion		Atributo: Gran durabilidad por ser un ladrillo compacto		Atributo: Compacto de gran durabilidad		Atributo: Gran durabilidad por su resistencia al intemperismo		Atributo: Mayor durabilidad	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 79	Ventaja: -	Puntaje: 79	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
7. Estética criterio: mayor es mejor	Atributo:Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo:Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo:Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo: mayor acabado final del muro (acabado semi caravista)		Atributo: Mejor acabado, con la mínima capa de tarrajeo (solaqueo)	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
8. Resistencia a la compresión criterio: mas es mejor	Atributo: 100 kg/cm2		Atributo: 130 kg/cm2		Atributo: 130 kg/cm2		Atributo: 80 kg/cm2		Atributo: 71.4 kg/cm2	
	Ventaja:	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje: 69	Ventaja:	Puntaje: 69	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
9. Rendimiento criterio: más es mejor	Atributo: 9 m2/día		Atributo: 9.5 m2/día		Atributo: 9 m2/día		Atributo: 8 m2/día		Atributo: 8.5 m2/día	
	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 0.5	Puntaje: 54	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:

Entrevista N°2

Factor y criterio	Ladrillo de arcilla						Sílico calcáreo	Bloqueta de concreto		
	Ladrillo King Kong Fortaleza H10 14x24 cm		Ladrillo King Kong 18 huecos		Ladrillo King Kong Hércules 10 huecos 10x14x24 cm					
1. Aislamiento térmico-acústico criterio: más es mejor	Atributo: presenta aislamiento térmico-acústico		Atributo: no especifica		Atributo: térmico-acústico		Atributo: buen aislamiento térmico debido a su alta densidad y solidez		Atributo: Buen aislamiento térmico-acústico por ser de bloques gruesos	
	Ventaja: -	Puntaje: 40	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 30	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
2. Peso por unidad criterio: menos es mejor	Atributo: 3.82 kg		Atributo: 2.8 kg		Atributo: 3.7 kg		Atributo: 6.5 kg		Atributo: 12.3 kg	
	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 1.02	Puntaje: 60	Ventaja: 0.12	Puntaje: 55	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: Ecológicos, anti-inflamables		Atributo: No se especifica		Atributo: ecológico		Atributo: No contienen sales que contaminan el medio ambiente		Atributo: Por cada 36m2, arroja 12 ton de CO2	
	Ventaja: -	Puntaje: 20	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 20	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
4. Seguridad estructural criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica		Atributo: ladrillo macizo, por lo que esta diseñado para soportar cargas		Atributo: Es compacto, por lo que brinda buena resistencia		Atributo: Presenta certificación de resistencia al fuego		Atributo: Elevada resistencia a la compresión axial	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 30	Ventaja: -	Puntaje: 20	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
5. Tiempo de proceso de instalación criterio: mas es mejor	Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por sus acabados casi perfectos		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por el tamaño de los bloques y acabados	
	Ventaja: -	Puntaje: 70	Ventaja: -	Puntaje: 70	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
6. Durabilidad criterio: más es mejor	Atributo: es duradero, por lo que es ideal para construcción		Atributo: Gran durabilidad por ser un ladrillo compacto		Atributo: Compacto de gran durabilidad		Atributo: Gran durabilidad por su resistencia al intemperismo		Atributo: Mayor durabilidad	
	Ventaja: -	Puntaje: 100	Ventaja: -	Puntaje: 95	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
7. Estética criterio: mayor es mejor	Atributo: Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo: Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo: Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo: mayor acabado final del muro (acabado semi caravista)		Atributo: Mejor acabado, con la mínima capa de tarrajeo (solaqueo)	
	Ventaja: -	Puntaje: 40	Ventaja: -	Puntaje: 40	Ventaja: -	Puntaje: 40	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
8. Resistencia a la compresión criterio: mas es mejor	Atributo: 100 kg/cm2		Atributo: 130 kg/cm2		Atributo: 130 kg/cm2		Atributo: 80 kg/cm2		Atributo: 71.4 kg/cm2	
	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 30	Puntaje: 80	Ventaja: 30	Puntaje: 80	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
9. Rendimiento criterio: más es mejor	Atributo: 9 m2/día		Atributo: 9.5 m2/día		Atributo: 9 m2/día		Atributo: 8 m2/día		Atributo: 8.5 m2/día	
	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 0.5	Puntaje: 80	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:

Entrevista N°3

Factor y criterio	Ladrillo de arcilla						Silico calcáreo	Bloqueta de concreto		
	Ladrillo King Kong Fortaleza H10 14x24 cm		Ladrillo King Kong 18 huecos		Ladrillo King Kong Hércules 10 huecos 10x14x24 cm					
1. Aislamiento térmico criterio: más es mejor	Atributo: presenta aislamiento térmico-acústico		Atributo: no especifica		Atributo: térmico-acustico		Atributo: buen aislamiento térmico debido a su alta densidad y solidez		Atributo: Buen aislamiento térmico-acustico por ser de bloques gruesos	
	Ventaja: -	Puntaje: 80	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 84	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
2. Peso por unidad criterio: menos es mejor	Atributo: 3.82 kg		Atributo: 2.8 kg		Atributo: 3.7 kg		Atributo: 6.5 kg		Atributo: 12.3 kg	
	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 1.02	Puntaje: 79	Ventaja: 0.12	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: Ecologicos, anti-inflamables		Atributo: No se especifica		Atributo: ecologico		Atributo: No contienen sales que contaminan el medio ambiente		Atributo: Por cada 36m2, arroja 12 ton de CO2	
	Ventaja: -	Puntaje: 64	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:0	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
4. Seguridad estructural criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica		Atributo: ladrillo macizo, por lo que esta diseñado para soportar cargas		Atributo: Es compacto, por lo que brinda buena resistencia		Atributo: Presenta certificación de resistencia al fuego		Atributo: Elevada resistencia a la compresión axial	
	Ventaja: -	Puntaje:0	Ventaja: -	Puntaje:100	Ventaja: -	Puntaje: 95	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
5. Tiempo de proceso de instalación criterio: mas es mejor	Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por sus acabados casi perfectos		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por el tamaño de los bloques y acabados	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
6. Durabilidad criterio: más es mejor	Atributo: es duradero, por lo que es ideal para construccion		Atributo: Gran durabilidad por ser un ladrillo compacto		Atributo: Compacto de gran durabilidad		Atributo: Gran durabilidad por su resistencia al intemperismo		Atributo: Mayor durabilidad	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 74	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
7. Estética criterio: mayor es mejor	Atributo:Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo:Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo:Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo: mayor acabado final del muro (acabado semi caravista)		Atributo: Mejor acabado, con la minima capa de tarrajeo (solaqueo)	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
8. Resistencia a la compresión criterio: mas es mejor	Atributo: 100 kg/cm2		Atributo: 130 kg/cm2		Atributo: 130 kg/cm2		Atributo: 80 kg/cm2		Atributo: 71.4 kg/cm2	
	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 30	Puntaje: 94	Ventaja: 30	Puntaje: 94	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
9. Rendimiento criterio: más es mejor	Atributo: 9 m2/día		Atributo: 9.5 m2/día		Atributo: 9 m2/día		Atributo: 8 m2/día		Atributo: 8.5 m2/día	
	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 0.5	Puntaje: 69	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:

Entrevista N°4

Factor y criterio	Ladrillo de arcilla						Sílico calcáreo	Bloqueta de concreto		
	Ladrillo King Kong Fortaleza H10 14x24 cm		Ladrillo King Kong 18 huecos		Ladrillo King Kong Hércules 10 huecos 10x14x24 cm					
1. Aislamiento térmico criterio: más es mejor	Atributo: presenta aislamiento térmico-acústico		Atributo: no especifica		Atributo: térmico-acustico		Atributo: buen aislamiento térmico debido a su alta densidad y solidez		Atributo: Buen aislamiento térmico-acustico por ser de bloques gruesos	
	Ventaja: -	Puntaje: 79	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 75	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
2. Peso por unidad criterio: menos es mejor	Atributo: 3.82 kg		Atributo: 2.8 kg		Atributo: 3.7 kg		Atributo: 6.5 kg		Atributo: 12.3 kg	
	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 1.02	Puntaje: 89	Ventaja: 0.12	Puntaje: 85	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: Ecologicos, anti-inflamables		Atributo: No se especifica		Atributo: ecologico		Atributo: No contienen sales que contaminan el medio ambiente		Atributo: Por cada 36m ² , arroja 12 ton de CO ₂	
	Ventaja: -	Puntaje: 69	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 65	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
4. Seguridad estructural criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica		Atributo: ladrillo macizo, por lo que esta diseñado para soportar cargas		Atributo: Es compacto, por lo que brinda buena resistencia		Atributo: Presenta certificación de resistencia al fuego		Atributo: Elevada resistencia a la compresión axial	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 100	Ventaja: -	Puntaje: 95	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
5. Tiempo de proceso de instalación criterio: mas es mejor	Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por sus acabados casi perfectos		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por el tamaño de los bloques y acabados	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
6. Durabilidad criterio: más es mejor	Atributo: es duradero, por lo que es ideal para construcción		Atributo: Gran durabilidad por ser un ladrillo compacto		Atributo: Compacto de gran durabilidad		Atributo: Gran durabilidad por su resistencia al intemperismo		Atributo: Mayor durabilidad	
	Ventaja:	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje: 74	Ventaja:	Puntaje: 70	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
7. Estética criterio: mayor es mejor	Atributo: Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo: Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo: Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo: mayor acabado final del muro (acabado semi caravista)		Atributo: Mejor acabado, con la mínima capa de tarrajeo (solaqueo)	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje: 64	Ventaja:	Puntaje: 0
8. Resistencia a la compresión criterio: mas es mejor	Atributo: 100 kg/cm ²		Atributo: 130 kg/cm ²		Atributo: 130 kg/cm ²		Atributo: 80 kg/cm ²		Atributo: 71.4 kg/cm ²	
	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 30	Puntaje: 100	Ventaja: 30	Puntaje: 100	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
9. Rendimiento criterio: más es mejor	Atributo: 9 m ² /dia		Atributo: 9.5 m ² /dia		Atributo: 9 m ² /dia		Atributo: 8 m ² /dia		Atributo: 8.5 m ² /dia	
	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 0.12	Puntaje: 74	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:

Entrevista N°5

Factor y criterio	Ladrillo de arcilla						Sílico calcáreo		Bloqueta de concreto	
	Ladrillo King Kong Fortaleza H10 14x24 cm		Ladrillo King Kong 18 huecos		Ladrillo King Kong Hércules 10 huecos 10x14x24 cm					
1. Aislamiento térmico criterio: más es mejor	Atributo: presenta aislamiento térmico-acústico		Atributo: no especifica		Atributo: térmico-acustico		Atributo: buen aislamiento térmico debido a su alta densidad y solidez		Atributo: Buen aislamiento térmico-acustico por ser de bloques gruesos	
	Ventaja: -	Puntaje: 50	Ventaja: -	Puntaje: 50	Ventaja: -	Puntaje: 50	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
2. Peso por unidad criterio: menos es mejor	Atributo: 3.82 kg		Atributo: 2.8 kg		Atributo: 3.7 kg		Atributo: 6.5 kg		Atributo: 12.3 kg	
	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 1.02	Puntaje: 0	Ventaja: 0.12	Puntaje: 60	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: Ecologicos, anti-inflamables		Atributo: No se especifica		Atributo: ecologico		Atributo: No contienen sales que contaminan el medio ambiente		Atributo: Por cada 36m2, arroja 12 ton de CO2	
	Ventaja: -	Puntaje: 40	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
4. Seguridad Estructural criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica		Atributo: ladrillo macizo, por lo que esta diseñado para soportar cargas		Atributo: Es compacto, por lo que brinda buena resistencia		Atributo: Presenta certificación de resistencia al fuego		Atributo: Elevada resistencia a la compresión axial	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 75	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
5. Tiempo de proceso de instalación criterio: mas es mejor	Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por sus acabados casi perfectos		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por el tamaño de los bloques y acabados	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
6. Durabilidad criterio: más es mejor	Atributo: es duradero, por lo que es ideal para construcción		Atributo: Gran durabilidad por ser un ladrillo compacto		Atributo: Compacto de gran durabilidad		Atributo: Gran durabilidad por su resistencia al intemperismo		Atributo: Mayor durabilidad	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 79	Ventaja: -	Puntaje: 79	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje: 0
7. Estética criterio: mayor es mejor	Atributo: Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo: Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo: Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo: mayor acabado final del muro (acabado semi caravista)		Atributo: Mejor acabado, con la mínima capa de tarrajeo (solaqueo)	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
8. Resistencia a la compresión criterio: mas es mejor	Atributo: 100 kg/cm2		Atributo: 130 kg/cm2		Atributo: 130 kg/cm2		Atributo: 80 kg/cm2		Atributo: 71.4 kg/cm2	
	Ventaja:	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje: 100	Ventaja:	Puntaje: 100	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
9. Rendimiento criterio: más es mejor	Atributo: 9 m2/dia		Atributo: 9.5 m2/dia		Atributo: 9 m2/dia		Atributo: 8 m2/dia		Atributo: 8.5 m2/dia	
	Ventaja:	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje: 60	Ventaja:	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:

Entrevista N°6

Factor y criterio	Ladrillo de arcilla						Sílico calcáreo	Bloqueta de concreto		
	Ladrillo King Kong Fortaleza H10 14x24 cm	Ladrillo King Kong 18 huecos		Ladrillo King Kong Hércules 10 huecos 10x14x24 cm						
1. Aislamiento térmico criterio: más es mejor	Atributo: presenta aislamiento térmico-acústico		Atributo: no especifica		Atributo: térmico-acustico		Atributo: buen aislamiento térmico debido a su alta densidad y solidez		Atributo: Buen aislamiento térmico-acustico por ser de bloques gruesos	
	Ventaja: -	Puntaje: 45	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
2. Peso por unidad criterio: menos es mejor	Atributo: 3.82 kg		Atributo: 2.8 kg		Atributo: 3.7 kg		Atributo: 6.5 kg		Atributo: 12.3 kg	
	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 1.02	Puntaje: 30	Ventaja: 0.12	Puntaje: 25	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: Ecologicos, anti-inflamables		Atributo: No se especifica		Atributo: ecologico		Atributo: No contienen sales que contaminan el medio ambiente		Atributo: Por cada 36m2, arroja 12 ton de CO2	
	Ventaja: -	Puntaje: 65	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
4. Seguridad estructural criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica		Atributo: ladrillo macizo, por lo que esta diseñado para soportar cargas		Atributo: Es compacto, por lo que brinda buena resistencia		Atributo: Presenta certificación de resistencia al fuego		Atributo: Elevada resistencia a la compresión axial	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 64	Ventaja: -	Puntaje: 64	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
5. Tiempo de proceso de instalación criterio: mas es mejor	Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por sus acabados casi perfectos		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por el tamaño de los bloques y acabados	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
6. Durabilidad criterio: más es mejor	Atributo: es duradero, por lo que es ideal para construcción		Atributo: Gran durabilidad por ser un ladrillo compacto		Atributo: Compacto de gran durabilidad		Atributo: Gran durabilidad por su resistencia al intemperismo		Atributo: Mayor durabilidad	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 70	Ventaja: -	Puntaje: 70	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
7. Estética criterio: mayor es mejor	Atributo: Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo: Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo: Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo: mayor acabado final del muro (acabado semi caravista)		Atributo: Mejor acabado, con la mínima capa de tarrajeo (solaqueo)	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
8. Resistencia a la compresión criterio: mas es mejor	Atributo: 100 kg/cm2		Atributo: 130 kg/cm2		Atributo: 130 kg/cm2		Atributo: 80 kg/cm2		Atributo: 71.4 kg/cm2	
	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 30	Puntaje: 55	Ventaja: 30	Puntaje: 55	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
9. Rendimiento criterio: más es mejor	Atributo: 9 m2/día		Atributo: 9.5 m2/día		Atributo: 9 m2/día		Atributo: 8 m2/día		Atributo: 8.5 m2/día	
	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 0.5	Puntaje: 20	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:

Entrevista N°7

Factor y criterio	Ladrillo de arcilla						Sílico calcáreo	Bloqueta de concreto		
	Ladrillo King Kong Fortaleza H10 14x24 cm		Ladrillo King Kong 18 huecos		Ladrillo King Kong Hércules 10 huecos 10x14x24 cm					
1. Aislamiento térmico criterio: más es mejor	Atributo: presenta aislamiento térmico-acústico		Atributo: no especifica		Atributo: térmico-acustico		Atributo: buen aislamiento térmico debido a su alta densidad y solidez		Atributo: Buen aislamiento térmico-acustico por ser de bloques gruesos	
	Ventaja: -	Puntaje: 40	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje:	Ventaja: -	Puntaje:
2. Peso por unidad criterio: menos es mejor	Atributo: 3.82 kg		Atributo: 2.8 kg		Atributo: 3.7 kg		Atributo: 6.5 kg		Atributo: 12.3 kg	
	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 1.02	Puntaje: 50	Ventaja: 0.12	Puntaje: 45	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: Ecologicos, anti-inflamables		Atributo: No se especifica		Atributo: ecologico		Atributo: No contienen sales que contaminan el medio ambiente		Atributo: Por cada 36m2, arroja 12 ton de CO2	
	Ventaja: -	Puntaje: 25	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
4. Seguridad estructural criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica		Atributo: ladrillo macizo, por lo que esta diseñado para soportar cargas		Atributo: Es compacto, por lo que brinda buena resistencia		Atributo: Presenta certificación de resistencia al fuego		Atributo: Elevada resistencia a la compresión axial	
	Ventaja:	Puntaje:0	Ventaja:	Puntaje: 85	Ventaja:	Puntaje: 85	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
5. Tiempo de proceso de instalación criterio: mas es mejor	Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por sus acabados casi perfectos		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por el tamaño de los bloques y acabados	
	Ventaja:	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
6. Durabilidad criterio: más es mejor	Atributo: es duradero, por lo que es ideal para construcción		Atributo: Gran durabilidad por ser un ladrillo compacto		Atributo: Compacto de gran durabilidad		Atributo: Gran durabilidad por su resistencia al intemperismo		Atributo: Mayor durabilidad	
	Ventaja:	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje: 65	Ventaja:	Puntaje: 65	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
7. Estética criterio: mayor es mejor	Atributo:Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo:Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo:Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo: mayor acabado final del muro (acabado semi caravista)		Atributo: Mejor acabado, con la mínima capa de tarrajeo (solaqueo)	
	Ventaja:	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje: 70
8. Resistencia a la compresión criterio: mas es mejor	Atributo: 100 kg/cm2		Atributo: 130 kg/cm2		Atributo: 130 kg/cm2		Atributo: 80 kg/cm2		Atributo: 71.4 kg/cm2	
	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 30	Puntaje: 100	Ventaja: 30	Puntaje: 100	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
9. Rendimiento criterio: más es mejor	Atributo: 9 m2/día		Atributo: 9.5 m2/día		Atributo: 9 m2/día		Atributo: 8 m2/día		Atributo: 8.5 m2/día	
	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 0.5	Puntaje: 45	Ventaja: 0.12	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:

Entrevista N°8

Factor y criterio	Ladrillo de arcilla						Sílico calcáreo		Bloqueta de concreto	
	Ladrillo King Kong Fortaleza H10 14x24 cm		Ladrillo King Kong 18 huecos		Ladrillo King Kong Hércules 10 huecos 10x14x24 cm					
1. Aislamiento térmico criterio: más es mejor	Atributo: presenta aislamiento térmico-acústico		Atributo: no especifica		Atributo: térmico-acustico		Atributo: buen aislamiento térmico debido a su alta densidad y solidez		Atributo: Buen aislamiento térmico-acustico por ser de bloques gruesos	
	Ventaja: -	Puntaje: 50	Ventaja: -	Puntaje: 50	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
2. Peso por unidad criterio: menos es mejor	Atributo: 3.82 kg		Atributo: 2.8 kg		Atributo: 3.7 kg		Atributo: 6.5 kg		Atributo: 12.3 kg	
	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 1.02	Puntaje: 55	Ventaja: 0.12	Puntaje: 55	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: Ecologicos, anti-inflamables		Atributo: No se especifica		Atributo: ecologico		Atributo: No contienen sales que contaminan el medio ambiente		Atributo: Por cada 36m2, arroja 12 ton de CO2	
	Ventaja: -	Puntaje: 20	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
4. Seguridad estructural criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica		Atributo: ladrillo macizo, por lo que esta diseñado para soportar cargas		Atributo: Es compacto, por lo que brinda buena resistencia		Atributo: Presenta certificación de resistencia al fuego		Atributo: Elevada resistencia a la compresión axial	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 80	Ventaja: -	Puntaje: 80	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
5. Tiempo de proceso de instalación criterio: mas es mejor	Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por sus acabados casi perfectos		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por el tamaño de los bloques y acabados	
	Ventaja: -	Puntaje: 75	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
6. Durabilidad criterio: más es mejor	Atributo: es duradero, por lo que es ideal para construccion		Atributo: Gran durabilidad por ser un ladrillo compacto		Atributo: Compacto de gran durabilidad		Atributo: Gran durabilidad por su resistencia al intemperismo		Atributo: Mayor durabilidad	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 65	Ventaja: -	Puntaje: 65	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
7. Estética criterio: mayor es mejor	Atributo:Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo:Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo:Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo: mayor acabado final del muro (acabado semi caravista)		Atributo: Mejor acabado, con la minima capa de tarrajeo (solaqueo)	
	Ventaja: -	Puntaje: 70	Ventaja: -	Puntaje: 65	Ventaja: -	Puntaje: 65	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
8. Resistencia a la compresión criterio: mas es mejor	Atributo: 100 kg/cm2		Atributo: 130 kg/cm2		Atributo: 130 kg/cm2		Atributo: 80 kg/cm2		Atributo: 71.4 kg/cm2	
	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 30	Puntaje: 80	Ventaja: 30	Puntaje: 80	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:
9. Rendimiento por día criterio: más es mejor	Atributo: 9 m2/día		Atributo: 9.5 m2/día		Atributo: 9 m2/día		Atributo: 8 m2/día		Atributo: 8.5 m2/día	
	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 0.5	Puntaje: 55	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja:	Puntaje:	Ventaja:	Puntaje:

9.8.2. Entrevistas CBA para la selección del mejor tipo de ladrillo para albañilería

Entrevista N°1

Factor y criterio	Ladrillo King Kong 18 huecos	Sílico calcáreo	Bloqueta de concreto
1. Aislamiento térmico criterio: más es mejor	Atributo: no especifica	Atributo: buen aislamiento térmico debido a su alta densidad y solidez	Atributo: Buen aislamiento térmico-acustico por ser de bloques gruesos
	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 94	Ventaja: - Puntaje: 94
2. Peso por unidad criterio: menos es mejor	Atributo: 2.8 kg	Atributo: 6.5 kg	Atributo: 12.3 kg
	Ventaja: 9.5 Puntaje: 59	Ventaja: 3.7 Puntaje: 59	Ventaja: 0 Puntaje: 0
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica	Atributo: No contienen sales que contaminan el medio ambiente	Atributo: Por cada 36m2, arroja 12 ton de CO2
	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 49	Ventaja: - Puntaje: 49
4. Seguridad estructural criterio: más es mejor	Atributo: ladrillo macizo, por lo que esta diseñado para soportar cargas	Atributo: Presenta certificación de resistencia al fuego	Atributo: Elevada resistencia a la compresión axial
	Ventaja: - Puntaje: 95	Ventaja: Puntaje: 0	Ventaja: Puntaje: 95
5. Tiempo de proceso de instalación criterio: mas es mejor	Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales	Atributo: Ahorran tiempo de instalación por sus acabados casi perfectos	Atributo: Ahorran tiempo de instalación por el tamaño de los bloques y acabados
	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: Puntaje: 87	Ventaja: Puntaje: 87
6. Durabilidad criterio: más es mejor	Atributo: Gran durabilidad por ser un ladrillo compacto	Atributo: Gran durabilidad por su resistencia al intemperismo	Atributo: Mayor durabilidad
	Ventaja: - Puntaje: 79	Ventaja: - Puntaje: 79	Ventaja: Puntaje: 0
7. Estética criterio: mayor es mejor	Atributo: Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso	Atributo: mayor acabado final del muro (acabado semi caravista)	Atributo: Mejor acabado, con la minima capa de tarrajeo (solaqueo)
	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 44	Ventaja: - Puntaje: 0
8. Resistencia a la compresión criterio: mas es mejor	Atributo: 130 kg/cm2	Atributo: 80 kg/cm2	Atributo: 71.4 kg/cm2
	Ventaja: 58.6 Puntaje: 69	Ventaja: 8.4 Puntaje: 69	Ventaja: 0 Puntaje: 0
9. Rendimiento criterio: más es mejor	Atributo: 9.5 m2/día	Atributo: 8 m2/día	Atributo: 8.5 m2/día
	Ventaja: 1.5 Puntaje: 54	Ventaja: 0 Puntaje: 0	Ventaja: 0.5 Puntaje: 54

Entrevista N°2

Factor y criterio	Ladrillo King Kong 18 huecos	Sílico calcáreo	Bloqueta de concreto
1. Aislamiento térmico-acústico criterio: más es mejor	Atributo: no especifica	Atributo: buen aislamiento térmico debido a su alta densidad y solidez	Atributo: Buen aislamiento térmico-acústico por ser de bloques gruesos
	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 40	Ventaja: - Puntaje: 40
2. Peso por unidad criterio: menos es mejor	Atributo: 2.8 kg	Atributo: 6.5 kg	Atributo: 12.3 kg
	Ventaja: 9.5 Puntaje: 60	Ventaja: 3.7 Puntaje: 60	Ventaja: 0 Puntaje: 0
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica	Atributo: No contienen sales que contaminan el medio ambiente	Atributo: Por cada 36m ² , arroja 12 ton de CO ₂
	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 20
4. Seguridad estructural criterio: más es mejor	Atributo: ladrillo macizo, por lo que esta diseñado para soportar cargas	Atributo: Presenta certificación de resistencia al fuego	Atributo: Elevada resistencia a la compresión axial
	Ventaja: - Puntaje: 30	Ventaja: 20 Puntaje: 0	Ventaja: 0 Puntaje: 30
5. Tiempo de proceso de instalación criterio: mas es mejor	Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales	Atributo: Ahorran tiempo de instalación por sus acabados casi perfectos	Atributo: Ahorran tiempo de instalación por el tamaño de los bloques y acabados
	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 70	Ventaja: - Puntaje: 70
6. Durabilidad criterio: más es mejor	Atributo: Gran durabilidad por ser un ladrillo compacto	Atributo: Gran durabilidad por su resistencia al intemperismo	Atributo: Mayor durabilidad
	Ventaja: - Puntaje: 100	Ventaja: - Puntaje: 95	Ventaja: - Puntaje: 0
7. Estética criterio: mayor es mejor	Atributo: Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso	Atributo: mayor acabado final del muro (acabado semi caravista)	Atributo: Mejor acabado, con la mínima capa de tarrajeo (solaqueo)
	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 40	Ventaja: - Puntaje: 50
8. Resistencia a la compresión criterio: mas es mejor	Atributo: 130 kg/cm ²	Atributo: 80 kg/cm ²	Atributo: 71.4 kg/cm ²
	Ventaja: 58.6 Puntaje: 90	Ventaja: 8.4 Puntaje: 85	Ventaja: 0 Puntaje: 0
9. Rendimiento criterio: más es mejor	Atributo: 9.5 m ² /día	Atributo: 8 m ² /día	Atributo: 8.5 m ² /día
	Ventaja: 1.5 Puntaje: 80	Ventaja: 0 Puntaje: 0	Ventaja: 0.5 Puntaje: 80

Entrevista N°3

Factor y criterio	Ladrillo King Kong 18 huecos	Sílico calcáreo	Bloqueta de concreto
1. Aislamiento térmico criterio: más es mejor	Atributo: no especifica	Atributo: buen aislamiento térmico debido a su alta densidad y solidez	Atributo: Buen aislamiento térmico-acústico por ser de bloques gruesos
	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 84	Ventaja: - Puntaje: 84
2. Peso por unidad criterio: menos es mejor	Atributo: 2.8 kg	Atributo: 6.5 kg	Atributo: 12.3 kg
	Ventaja: 9.5 Puntaje: 79	Ventaja: 3.7 Puntaje: 75	Ventaja: 0 Puntaje: 0
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica	Atributo: No contienen sales que contaminan el medio ambiente	Atributo: Por cada 36m ² , arroja 12 ton de CO ₂
	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 64
4. Seguridad estructural criterio: más es mejor	Atributo: ladrillo macizo, por lo que esta diseñado para soportar cargas	Atributo: Presenta certificación de resistencia al fuego	Atributo: Elevada resistencia a la compresión axial
	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 95	Ventaja: - Puntaje: 100
5. Tiempo de proceso de instalación criterio: mas es mejor	Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales	Atributo: Ahorran tiempo de instalación por sus acabados casi perfectos	Atributo: Ahorran tiempo de instalación por el tamaño de los bloques y acabados
	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 90	Ventaja: - Puntaje: 90
6. Durabilidad criterio: más es mejor	Atributo: Gran durabilidad por ser un ladrillo compacto	Atributo: Gran durabilidad por su resistencia al intemperismo	Atributo: Mayor durabilidad
	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 74
7. Estética criterio: mayor es mejor	Atributo: Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso	Atributo: mayor acabado final del muro (acabado semi caravista)	Atributo: Mejor acabado, con la mínima capa de tarrajeo (solaqueo)
	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 50	Ventaja: - Puntaje: 59
8. Resistencia a la compresión criterio: mas es mejor	Atributo: 130 kg/cm ²	Atributo: 80 kg/cm ²	Atributo: 71.4 kg/cm ²
	Ventaja: 58.6 Puntaje: 94	Ventaja: 8.4 Puntaje: 0	Ventaja: 0 Puntaje: 0
9. Rendimiento criterio: más es mejor	Atributo: 9.5 m ² /día	Atributo: 8 m ² /día	Atributo: 8.5 m ² /día
	Ventaja: 1.5 Puntaje: 69	Ventaja: 0 Puntaje: 0	Ventaja: 0.5 Puntaje: 0

Entrevista N°4

Factor y criterio	Ladrillo King Kong 18 huecos		Sílico calcáreo		Bloqueta de concreto	
1. Aislamiento térmico criterio: más es mejor	Atributo: no especifica		Atributo: buen aislamiento térmico debido a su alta densidad y solidez		Atributo: Buen aislamiento térmico-acustico por ser de bloques gruesos	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 79	Ventaja: -	Puntaje: 0
2. Peso por unidad criterio: menos es mejor	Atributo: 2.8 kg		Atributo: 6.5 kg		Atributo: 12.3 kg	
	Ventaja: 9.5	Puntaje: 89	Ventaja: 3.7	Puntaje: 85	Ventaja: 0	Puntaje: 0
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica		Atributo: No contienen sales que contaminan el medio ambiente		Atributo: Por cada 36m ² , arroja 12 ton de CO ₂	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 69
4. Seguridad estructural criterio: más es mejor	Atributo: ladrillo macizo, por lo que esta diseñado para soportar cargas		Atributo: Presenta certificación de resistencia al fuego		Atributo: Elevada resistencia a la compresión axial	
	Ventaja: -	Puntaje: 95	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 100
5. Tiempo de proceso de instalación criterio: mas es mejor	Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por sus acabados casi perfectos		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por el tamaño de los bloques y acabados	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 80	Ventaja: -	Puntaje: 84
6. Durabilidad criterio: más es mejor	Atributo: Gran durabilidad por ser un ladrillo compacto		Atributo: Gran durabilidad por su resistencia al intemperismo		Atributo: Mayor durabilidad	
	Ventaja: -	Puntaje: 74	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 84
7. Estética criterio: mayor es mejor	Atributo: Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo: mayor acabado final del muro (acabado semi caravista)		Atributo: Mejor acabado, con la mínima capa de tarrajeo (solaqueo)	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 64	Ventaja: -	Puntaje: 0
8. Resistencia a la compresión criterio: mas es mejor	Atributo: 130 kg/cm ²		Atributo: 80 kg/cm ²		Atributo: 71.4 kg/cm ²	
	Ventaja: 58.6	Puntaje: 94	Ventaja: 8.4	Puntaje: 90	Ventaja: 0	Puntaje: 0
9. Rendimiento criterio: más es mejor	Atributo: 9.5 m ² /día		Atributo: 8 m ² /día		Atributo: 8.5 m ² /día	
	Ventaja: 1.5	Puntaje: 74	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 0.5	Puntaje: 69

Entrevista N°5

Factor y criterio	Ladrillo King Kong 18 huecos		Sílico calcáreo		Bloqueta de concreto	
1. Aislamiento térmico criterio: más es mejor	Atributo: no especifica		Atributo: buen aislamiento térmico debido a su alta densidad y solidez		Atributo: Buen aislamiento térmico-acústico por ser de bloques gruesos	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 50	Ventaja: -	Puntaje: 50
2. Peso por unidad criterio: menos es mejor	Atributo: 2.8 kg		Atributo: 6.5 kg		Atributo: 12.3 kg	
	Ventaja: 9.5	Puntaje: 60	Ventaja: 3.7	Puntaje: 0	Ventaja: 0	Puntaje: 0
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica		Atributo: No contienen sales que contaminan el medio ambiente		Atributo: Por cada 36m ² , arroja 12 ton de CO ₂	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 40
4. Seguridad Estructural criterio: más es mejor	Atributo: ladrillo macizo, por lo que está diseñado para soportar cargas		Atributo: Presenta certificación de resistencia al fuego		Atributo: Elevada resistencia a la compresión axial	
	Ventaja: -	Puntaje: 75	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 75
5. Tiempo de proceso de instalación criterio: mas es mejor	Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por sus acabados casi perfectos		Atributo: Ahorran tiempo de instalación por el tamaño de los bloques y acabados	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 65	Ventaja: -	Puntaje: 70
6. Durabilidad criterio: más es mejor	Atributo: Gran durabilidad por ser un ladrillo compacto		Atributo: Gran durabilidad por su resistencia al intemperismo		Atributo: Mayor durabilidad	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 79	Ventaja: -	Puntaje: 0
7. Estética criterio: mayor es mejor	Atributo: Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso		Atributo: mayor acabado final del muro (acabado semi caravista)		Atributo: Mejor acabado, con la mínima capa de tarrajeo (solaqueo)	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 30	Ventaja: -	Puntaje: 45
8. Resistencia a la compresión criterio: mas es mejor	Atributo: 130 kg/cm ²		Atributo: 80 kg/cm ²		Atributo: 71.4 kg/cm ²	
	Ventaja: 58.6	Puntaje: 80	Ventaja: 8.4	Puntaje: 69	Ventaja: 0	Puntaje: 0
9. Rendimiento criterio: más es mejor	Atributo: 9.5 m ² /día		Atributo: 8 m ² /día		Atributo: 8.5 m ² /día	
	Ventaja: 1.5	Puntaje: 60	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 0.5	Puntaje: 60

Entrevista N°6

Factor y criterio	Ladrillo King Kong 18 huecos	Sílico calcáreo	Bloqueta de concreto
1. Aislamiento térmico criterio: más es mejor	Atributo: no especifica	Atributo: buen aislamiento térmico debido a su alta densidad y solidez	Atributo: Buen aislamiento térmico-acústico por ser de bloques gruesos
	Ventaja: - Puntaje:	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 100
2. Peso por unidad criterio: menos es mejor	Atributo: 2.8 kg	Atributo: 6.5 kg	Atributo: 12.3 kg
	Ventaja: 9.5 Puntaje: 30	Ventaja: 3.7 Puntaje: 30	Ventaja: 0 Puntaje: 59
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica	Atributo: No contienen sales que contaminan el medio ambiente	Atributo: Por cada 36m ² , arroja 12 ton de CO ₂
	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 65	Ventaja: - Puntaje: 0
4. Seguridad estructural criterio: más es mejor	Atributo: ladrillo macizo, por lo que está diseñado para soportar cargas	Atributo: Presenta certificación de resistencia al fuego	Atributo: Elevada resistencia a la compresión axial
	Ventaja: - Puntaje: 65	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 95
5. Tiempo de proceso de instalación criterio: mas es mejor	Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales	Atributo: Ahorran tiempo de instalación por sus acabados casi perfectos	Atributo: Ahorran tiempo de instalación por el tamaño de los bloques y acabados
	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 87
6. Durabilidad criterio: más es mejor	Atributo: Gran durabilidad por ser un ladrillo compacto	Atributo: Gran durabilidad por su resistencia al intemperismo	Atributo: Mayor durabilidad
	Ventaja: - Puntaje: 70	Ventaja: - Puntaje: 70	Ventaja: - Puntaje: 0
7. Estética criterio: mayor es mejor	Atributo: Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso	Atributo: mayor acabado final del muro (acabado semi caravista)	Atributo: Mejor acabado, con la mínima capa de tarrajeo (solaqueo)
	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 44
8. Resistencia a la compresión criterio: mas es mejor	Atributo: 130 kg/cm ²	Atributo: 80 kg/cm ²	Atributo: 71.4 kg/cm ²
	Ventaja: 58.6 Puntaje: 69	Ventaja: 8.4 Puntaje: 55	Ventaja: 0 Puntaje: 0
9. Rendimiento criterio: más es mejor	Atributo: 9.5 m ² /día	Atributo: 8 m ² /día	Atributo: 8.5 m ² /día
	Ventaja: 1.5 Puntaje: 25	Ventaja: 0 Puntaje: 0	Ventaja: 0.5 Puntaje: 20

Entrevista N°7

Factor y criterio	Ladrillo King Kong 18 huecos	Sílico calcáreo	Bloqueta de concreto
1. Aislamiento térmico criterio: más es mejor	Atributo: no especifica	Atributo: buen aislamiento térmico debido a su alta densidad y solidez	Atributo: Buen aislamiento térmico-acústico por ser de bloques gruesos
	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 40
2. Peso por unidad criterio: menos es mejor	Atributo: 2.8 kg	Atributo: 6.5 kg	Atributo: 12.3 kg
	Ventaja: 9.5 Puntaje: 50	Ventaja: 3.7 Puntaje: 0	Ventaja: 0 Puntaje: 0
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica	Atributo: No contienen sales que contaminan el medio ambiente	Atributo: Por cada 36m ² , arroja 12 ton de CO ₂
	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 25	Ventaja: - Puntaje: 25
4. Seguridad estructural criterio: más es mejor	Atributo: ladrillo macizo, por lo que está diseñado para soportar cargas	Atributo: Presenta certificación de resistencia al fuego	Atributo: Elevada resistencia a la compresión axial
	Ventaja: - Puntaje: 85	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 85
5. Tiempo de proceso de instalación criterio: mas es mejor	Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales	Atributo: Ahorran tiempo de instalación por sus acabados casi perfectos	Atributo: Ahorran tiempo de instalación por el tamaño de los bloques y acabados
	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 70
6. Durabilidad criterio: más es mejor	Atributo: Gran durabilidad por ser un ladrillo compacto	Atributo: Gran durabilidad por su resistencia al intemperismo	Atributo: Mayor durabilidad
	Ventaja: - Puntaje: 65	Ventaja: - Puntaje: 65	Ventaja: - Puntaje: 0
7. Estética criterio: mayor es mejor	Atributo: Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso	Atributo: mayor acabado final del muro (acabado semi caravista)	Atributo: Mejor acabado, con la mínima capa de tarrajeo (solaqueo)
	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 70
8. Resistencia a la compresión criterio: mas es mejor	Atributo: 130 kg/cm ²	Atributo: 80 kg/cm ²	Atributo: 71.4 kg/cm ²
	Ventaja: 58.6 Puntaje: 100	Ventaja: 8.4 Puntaje: 90	Ventaja: 0 Puntaje: 0
9. Rendimiento criterio: más es mejor	Atributo: 9.5 m ² /día	Atributo: 8 m ² /día	Atributo: 8.5 m ² /día
	Ventaja: 1.5 Puntaje: 45	Ventaja: 0 Puntaje: 0	Ventaja: 0.5 Puntaje: 45

Entrevista N°8

Factor y criterio	Ladrillo King Kong 18 huecos	Sílico calcáreo	Bloqueta de concreto
1. Aislamiento térmico criterio: más es mejor	Atributo: no especifica	Atributo: buen aislamiento térmico debido a su alta densidad y solidez	Atributo: Buen aislamiento térmico-acústico por ser de bloques gruesos
	Ventaja: - Puntaje: 50	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 50
2. Peso por unidad criterio: menos es mejor	Atributo: 2.8 kg	Atributo: 6.5 kg	Atributo: 12.3 kg
	Ventaja: 9.5 Puntaje: 55	Ventaja: 5.8 Puntaje: 55	Ventaja: 0 Puntaje: 0
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica	Atributo: No contienen sales que contaminan el medio ambiente	Atributo: Por cada 36m ² , arroja 12 ton de CO ₂
	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 49	Ventaja: - Puntaje: 20
4. Seguridad estructural criterio: más es mejor	Atributo: ladrillo macizo, por lo que está diseñado para soportar cargas	Atributo: Presenta certificación de resistencia al fuego	Atributo: Elevada resistencia a la compresión axial
	Ventaja: - Puntaje: 80	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 0
5. Tiempo de proceso de instalación criterio: mas es mejor	Atributo: Secuencia del proceso constructivo para colocación en hiladas y acabados finales	Atributo: Ahorran tiempo de instalación por sus acabados casi perfectos	Atributo: Ahorran tiempo de instalación por el tamaño de los bloques y acabados
	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 87
6. Durabilidad criterio: más es mejor	Atributo: Gran durabilidad por ser un ladrillo compacto	Atributo: Gran durabilidad por su resistencia al intemperismo	Atributo: Mayor durabilidad
	Ventaja: - Puntaje: 65	Ventaja: - Puntaje: 79	Ventaja: - Puntaje: 65
7. Estética criterio: mayor es mejor	Atributo: Necesita proteger la cara superior del ladrillo en huecos de la fachada para su correcto uso	Atributo: mayor acabado final del muro (acabado semi caravista)	Atributo: Mejor acabado, con la mínima capa de tarrajeo (solaqueo)
	Ventaja: - Puntaje: 65	Ventaja: - Puntaje: 0	Ventaja: - Puntaje: 44
8. Resistencia a la compresión criterio: mas es mejor	Atributo: 130 kg/cm ²	Atributo: 80 kg/cm ²	Atributo: 71.4 kg/cm ²
	Ventaja: 58.6 Puntaje: 80	Ventaja: 8.6 Puntaje: 80	Ventaja: 0 Puntaje: 0
9. Rendimiento por día criterio: más es mejor	Atributo: 9.5 m ² /día	Atributo: 8 m ² /día	Atributo: 8.5 m ² /día
	Ventaja: 1.5 Puntaje: 55	Ventaja: 0 Puntaje: 0	Ventaja: 0.5 Puntaje: 55

9.8.3. Entrevistas CBA para la selección del mejor sistema de tarrajeo

Entrevista N°1

Factor y criterio	Tarrajeo					
	Tarrajeo convencional		Tarrajeo pre-dosificado		Tarrajeo proyectable	
1. Mayor rendimiento criterio: mas es mejor	Atributo: 8 m2/dia		Atributo: 15 m2 /dia		Atributo: 55 m2/dia	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 7	puntaje: 90	Ventaja: 47	puntaje: 100
2. Desperdicio criterio: menos es mejor	Atributo: Mayor desperdicio		Atributo: Bajo nivel de desperdicio		Atributo: Bajo nivel de desperdicio	
	Ventaja: -	puntaje: 0	Ventaja: -	puntaje: 70	Ventaja: -	puntaje: 65
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica		Atributo: Disminuye la huella del CO 2		Atributo: Disminuye la huella del CO 2	
	Ventaja: -	puntaje: 30	Ventaja: -	puntaje: 40	Ventaja: -	puntaje: 35
4. Trabajabilidad criterio: mas es mejor	Atributo: Baja trabajabilidad		Atributo: Media trabajabilidad		Atributo: Alta trabajabilidad	
	Ventaja: -	puntaje: 0	Ventaja: -	puntaje: 40	Ventaja: -	puntaje: 50
5. Calidad criterio: más es mejor	Atributo: Baja calidad		Atributo: Control de calidad proceso industrializado		Atributo: Control de calidad proceso industrializado	
	Ventaja: -	puntaje: 0	Ventaja: -	puntaje: 90	Ventaja: -	puntaje: 85
6. Almacenamiento criterio: menos es mejor	Atributo: Se almacena cemento y agregados		Atributo: Se almacena solo bolsas de mortero elaborado		Atributo: Se almacena bolsa de mortero elaborado	
	Ventaja: -	puntaje: 0	Ventaja: -	puntaje: 75	Ventaja: -	puntaje: 80
7. Complejidad criterio: menos es mejor	Atributo: intermedia complejidad		Atributo: baja complejidad		Atributo: alta complejidad	
	Ventaja: -	puntaje: 55	Ventaja: -	puntaje: 60	Ventaja: -	puntaje: 0

Entrevista N°2

Factor y criterio	Tarrajeo					
	Tarrajeo convencional		Tarrajeo pre-dosificado		Tarrajeo proyectable	
1. Mayor rendimiento criterio: mas es mejor	Atributo: 8 m2/dia		Atributo: 15 m2 /dia		Atributo: 55 m2/dia	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 7	puntaje: 90	Ventaja: 47	puntaje: 100
2. Desperdicio criterio: menos es mejor	Atributo: Mayor desperdicio		Atributo: Bajo nivel de desperdicio		Atributo: Bajo nivel de desperdicio	
	Ventaja: -	puntaje: 0	Ventaja: -	puntaje: 75	Ventaja: -	puntaje: 80
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica		Atributo: Disminuye la huella del CO 2		Atributo: Disminuye la huella del CO 2	
	Ventaja: -	puntaje: 0	Ventaja: -	puntaje: 50	Ventaja: -	puntaje: 45
4. Trabajabilidad criterio: mas es mejor	Atributo: Baja trabajabilidad		Atributo: Media trabajabilidad		Atributo: Alta trabajabilidad	
	Ventaja: -	puntaje: 0	Ventaja: -	puntaje: 55	Ventaja: -	puntaje: 60
5. Calidad criterio: más es mejor	Atributo: Baja calidad		Atributo: Control de calidad proceso industrializado		Atributo: Control de calidad proceso industrializado	
	Ventaja: -	puntaje: 0	Ventaja: -	puntaje: 65	Ventaja: -	puntaje: 70
6. Almacenamiento criterio: menos es mejor	Atributo: Se almacena cemento y agregados		Atributo:Se almacena solo bolsas de mortero elaborado		Atributo:Se almacena bolsa de mortero elaborado	
	Ventaja: -	puntaje: 0	Ventaja: -	puntaje: 90	Ventaja: -	puntaje: 85
7. Complejidad criterio: menos es mejor	Atributo: intermedia complejidad		Atributo: baja complejidad		Atributo:alta complejidad	
	Ventaja: -	puntaje: 0	Ventaja: -	puntaje: 40	Ventaja: -	puntaje: 35

Entrevista N°3

Factor y criterio	Tarrajeo					
	Tarrajeo convencional		Tarrajeo pre-dosificado		Tarrajeo proyectable	
1. Mayor rendimiento criterio: mas es mejor	Atributo: 8 m2/dia		Atributo: 15 m2 /dia		Atributo: 55 m2/dia	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 7	puntaje: 90	Ventaja: 47	puntaje: 100
2. Desperdicio criterio: menos es mejor	Atributo: Mayor desperdicio		Atributo: Bajo nivel de desperdicio		Atributo: Bajo nivel de desperdicio	
	Ventaja: -	puntaje: 0	Ventaja: -	puntaje: 90	Ventaja: -	puntaje: 90
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica		Atributo: Disminuye la huella del CO 2		Atributo: Disminuye la huella del CO 2	
	Ventaja: -	puntaje: 0	Ventaja: -	puntaje: 50	Ventaja: -	puntaje: 50
4. Trabajabilidad criterio: mas es mejor	Atributo: Baja trabajabilidad		Atributo: Media trabajabilidad		Atributo: Alta trabajabilidad	
	Ventaja:	puntaje: 60	Ventaja:	puntaje: 65	Ventaja:	puntaje: 70
5. Calidad criterio: más es mejor	Atributo: Baja calidad		Atributo: Control de calidad proceso industrializado		Atributo: Control de calidad proceso industrializado	
	Ventaja: -	puntaje: 0	Ventaja: -	puntaje: 55	Ventaja: -	puntaje: 60
6. Almacenamiento criterio: menos es mejor	Atributo: Se almacena cemento y agregados		Atributo: Se almacena solo bolsas de mortero elaborado		Atributo: Se almacena bolsa de mortero elaborado	
	Ventaja: -	puntaje: 70	Ventaja: -	puntaje: 75	Ventaja: -	puntaje: 80
7. Complejidad criterio: menos es mejor	Atributo: intermedia complejidad		Atributo: baja complejidad		Atributo: alta complejidad	
	Ventaja: -	puntaje: 35	Ventaja: -	puntaje: 40	Ventaja: -	puntaje: 0

Entrevista N°4

Factor y criterio	Tarrajeo					
	Tarrajeo convencional		Tarrajeo pre-dosificado		Tarrajeo proyectable	
1. Mayor rendimiento criterio: mas es mejor	Atributo: 8 m2/dia		Atributo: 15 m2 /dia		Atributo: 55 m2/dia	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 7	puntaje: 0	Ventaja: 47	puntaje: 100
2. Desperdicio criterio: menos es mejor	Atributo: Mayor desperdicio		Atributo: Bajo nivel de desperdicio		Atributo: Bajo nivel de desperdicio	
	Ventaja: -	puntaje: 0	Ventaja: -	puntaje: 75	Ventaja: -	puntaje: 80
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica		Atributo: Disminuye la huella del CO 2		Atributo: Disminuye la huella del CO 2	
	Ventaja: -	puntaje: 30	Ventaja: -	puntaaje: 40	Ventaja: -	puntaje: 35
4. Trabajabilidad criterio: mas es mejor	Atributo: Baja trabajabilidad		Atributo: Media trabajabilidad		Atributo: Alta trabajabilidad	
	Ventaja: -	puntaje: 0	Ventaja: -	puntaje: 65	Ventaja: -	puntaje: 70
5. Calidad criterio: más es mejor	Atributo: Baja calidad		Atributo: Control de calidad proceso industrializado		Atributo: Control de calidad proceso industrializado	
	Ventaja: -	puntaje: 0	Ventaja: -	puntaje: 45	Ventaja: -	puntaje: 50
6. Almacenamiento criterio: menos es mejor	Atributo: Se almacena cemento y agregados		Atributo:Se almacena solo bolsas de mortero elaborado		Atributo:Se almacena bolsa de mortero elaborado	
	Ventaja: -	puntaje: 80	Ventaja: -	puntaje: 85	Ventaja: -	puntaje: 90
7. Complejidad criterio: menos es mejor	Atributo: intermedia complejidad		Atributo: baja complejidad		Atributo:alta complejidad	
	Ventaja: -	puntaje: 50	Ventaja: -	puntaje: 60	Ventaja: -	puntaje: 55

Entrevista N°5

Factor y criterio	Tarrajeo					
	Tarrajeo convencional		Tarrajeo pre-dosificado		Tarrajeo proyectable	
1. Mayor rendimiento criterio: mas es mejor	Atributo: 8 m2/dia		Atributo: 15 m2 /dia		Atributo: 55 m2/dia	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 7	puntaje: 90	Ventaja: 47	puntaje: 100
2. Desperdicio criterio: menos es mejor	Atributo: Mayor desperdicio		Atributo: Bajo nivel de desperdicio		Atributo: Bajo nivel de desperdicio	
	Ventaja: -	puntaje: 0	Ventaja: -	puntaje: 65	Ventaja: -	puntaje: 70
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica		Atributo: Disminuye la huella del CO 2		Atributo: Disminuye la huella del CO 2	
	Ventaja: -	puntaje: 0	Ventaja: -	puntaje: 40	Ventaja: -	puntaje: 35
4. Trabajabilidad criterio: mas es mejor	Atributo: Baja trabajabilidad		Atributo: Media trabajabilidad		Atributo: Alta trabajabilidad	
	Ventaja: -	puntaje: 0	Ventaja: -	puntaje: 85	Ventaja: -	puntaje: 90
5. Calidad criterio: más es mejor	Atributo: Baja calidad		Atributo: Control de calidad proceso industrializado		Atributo: Control de calidad proceso industrializado	
	Ventaja: -	puntaje: 0	Ventaja: -	puntaje: 55	Ventaja: -	puntaje: 60
6. Almacenamiento criterio: menos es mejor	Atributo: Se almacena cemento y agregados		Atributo:Se almacena solo bolsas de mortero elaborado		Atributo:Se almacena bolsa de mortero elaborado	
	Ventaja: -	puntaje: 0	Ventaja: -	puntaje: 45	Ventaja: -	puntaje: 50
7. Complejidad criterio: menos es mejor	Atributo: intermedia complejidad		Atributo: baja complejidad		Atributo:alta complejidad	
	Ventaja: -	puntaje: 70	Ventaja: -	puntaje: 80	Ventaja: -	puntaje: 0

Entrevista N°6

Factor y criterio	Tarrajeo					
	Tarrajeo convencional		Tarrajeo pre-dosificado		Tarrajeo proyectable	
1. Mayor rendimiento criterio: mas es mejor	Atributo: 8 m2/dia		Atributo: 15 m2 /dia		Atributo: 55 m2/dia	
	ventaja: 0	puntaje: 0	ventaja: 7	puntaje: 90	Ventaja: 47	puntaje: 100
2. Desperdicio criterio: menos es mejor	Atributo: Mayor desperdicio		Atributo: Bajo nivel de desperdicio		Atributo: Bajo nivel de desperdicio	
	ventaja: -	puntaje: 0	ventaja: -	puntaje: 90	Ventaja: -	puntaje: 90
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica		Atributo: Disminuye la huella del CO 2		Atributo: Disminuye la huella del CO 2	
	ventaja: -	puntaje: 0	ventaja: -	puntaje: 40	Ventaja: -	puntaje: 30
4. Trabajabilidad criterio: mas es mejor	Atributo: Baja trabajabilidad		Atributo: Media trabajabilidad		Atributo: Alta trabajabilidad	
	ventaja: -	puntaje: 0	ventaja: -	puntaje: 40	ventaja: -	puntaje: 50
5. Calidad criterio: más es mejor	Atributo: Baja calidad		Atributo: Control de calidad proceso industrializado		Atributo: Control de calidad proceso industrializado	
	ventaja: -	puntaje: 0	ventaja: -	puntaje:70	ventaja: -	puntaje: 70
6. Almacenamiento criterio: menos es mejor	Atributo: Se almacena cemento y agregados		Atributo:Se almacena solo bolsas de mortero elaborado		Atributo:Se almacena solo bolsas de mortero elaborado	
	ventaja: -	puntaje: 0	ventaja: -	puntaje: 75	ventaja: -	puntaje: 80
7. Complejidad criterio: menos es mejor	Atributo: intermedia complejidad		Atributo: baja complejidad		Atributo:alta complejidad	
	Ventaja: -	puntaje: 50	Ventaja: -	puntaje: 60	Ventaja: -	puntaje: 0

Entrevista N°7

Factor y criterio	Tarrajeo					
	Tarrajeo convencional		Tarrajeo pre-dosificado		Tarrajeo proyectable	
1. Mayor rendimiento criterio: mas es mejor	Atributo: 8 m2/dia		Atributo: 15 m2 /dia		Atributo: 55 m2/dia	
	Ventaja: 0	Puntaje: 0	Ventaja: 7	Puntaje: 65	Ventaja: 47	Puntaje: 70
2. Desperdicio criterio: menos es mejor	Atributo: Mayor desperdicio		Atributo: Bajo nivel de desperdicio		Atributo: Bajo nivel de desperdicio	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 45	Ventaja: -	Puntaje: 55
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica		Atributo: Disminuye la huella del CO 2		Atributo: Disminuye la huella del CO 2	
	Ventaja: -	Puntaje: 25	Ventaja: -	Puntaje: 40	Ventaja: -	Puntaje: 35
4. Trabajabilidad criterio: mas es mejor	Atributo: Baja trabajabilidad		Atributo: Media trabajabilidad		Atributo: Alta trabajabilidad	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 75	Ventaja: -	Puntaje: 85
5. Calidad criterio: más es mejor	Atributo: Baja calidad		Atributo: Control de calidad proceso industrializado		Atributo: Control de calidad proceso industrializado	
	Ventaja: -	Puntaje: 85	Ventaja: -	Puntaje:100	Ventaja: -	Puntaje: 0
6. Almacenamiento criterio: menos es mejor	Atributo: Se almacena cemento y agregados		Atributo:Se almacena solo bolsas de mortero elaborado		Atributo:Se almacena solo bolsas de mortero elaborado	
	Ventaja: -	Puntaje: 0	Ventaja: -	Puntaje: 25	Ventaja: -	Puntaje: 25
7. Complejidad criterio: menos es mejor	Atributo: intermedia complejidad		Atributo: baja complejidad		Atributo:alta complejidad	
	Ventaja: -	puntaje: 5	Ventaja: -	puntaje: 25	Ventaja: -	puntaje: 0

Entrevista N°8

Factor y criterio	Tarrajeo					
	Tarrajeo convencional		Tarrajeo pre-dosificado		Tarrajeo proyectable	
1. Mayor rendimiento criterio: mas es mejor	Atributo: 8 m2/dia		Atributo: 15 m2 /dia		Atributo: 55 m2/dia	
	Ventaja: 0	Puntaje: 100	Ventaja: 7	Puntaje: 85	Ventaja: 47	Puntaje: 0
2. Desperdicio criterio: menos es mejor	Atributo: Mayor desperdicio		Atributo: Bajo nivel de desperdicio		Atributo: Bajo nivel de desperdicio	
	Ventaja: -	Puntaje:0	Ventaja: -	Puntaje:20	Ventaja: -	Puntaje:29
3. Eco-amigable criterio: más es mejor	Atributo: No se especifica		Atributo: Disminuye la huella del CO 2		Atributo: Disminuye la huella del CO 2	
	Ventaja: -	Puntaje:0	Ventaja: -	Puntaje:30	Ventaja: -	Puntaje:39
4. Trabajabilidad criterio: mas es mejor	Atributo: Baja trabajabilidad		Atributo: Media trabajabilidad		Atributo: Alta trabajabilidad	
	Ventaja: -	Puntaje:79	Ventaja: -	Puntaje:60	Ventaja: -	Puntaje:0
5. Calidad criterio: más es mejor	Atributo: Baja calidad		Atributo: Control de calidad proceso industrializado		Atributo: Control de calidad proceso industrializado	
	Ventaja: -	Puntaje:59	Ventaja: -	Puntaje:50	Ventaja: -	Puntaje:0
6. Almacenamiento criterio: menos es mejor	Atributo: Se almacena cemento y agregados		Atributo:Se almacena solo bolsas de mortero elaborado		Atributo:Se almacena solo bolsas de mortero elaborado	
	Ventaja: -	Puntaje:0	Ventaja: -	Puntaje:40	Ventaja: -	Puntaje:49
7. Complejidad criterio: menos es mejor	Atributo: intermedia complejidad		Atributo: baja complejidad		Atributo:alta complejidad	
	Ventaja: -	Puntaje: 10	Ventaja: -	puntaje: 19	Ventaja: -	puntaje: 0

9.8.4. Entrevistas CBA para la selección del mejor tren de actividades

Entrevista N°1

Factor y criterio	TREN DE ACTIVIDADES			
	TREN 1		TREN 2	
1. Metrado por sector Bloquetas de concreto criterio: más es mejor	Atributo: 12.975 m2		Atributo: 8.54 m2	
	Ventaja: 4.435	puntaje: 39	Ventaja: 0	puntaje: 0
2. Metrado por sector Solaqueo criterio: más es mejor	Atributo: 18.84 m2		Atributo: 13 m2	
	Ventaja: 5.84	puntaje: 49	Ventaja: 0	puntaje: 0
3. Cantidad de mano de obra necesaria criterio: menos es mejor	Atributo: 72		Atributo: 61	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 11	puntaje: 79
4. Aforo por area de trabajo criterio: menos es mejor	Atributo: 7 personas por m2		Atributo: 8 personas por m2	
	Ventaja: 1	puntaje: 28	Ventaja: 0	puntaje: 0
5. Cantidad de gastos generales criterio: menos es mejor	Atributo: S/. 104,458.00		Atributo: S/. 104,458.00	
	Ventaja: 0	puntaje: 59	Ventaja: 0	puntaje: 0
6. Cantidad de gasto de personal criterio: menos es mejor	Atributo: S/. 569,449.00		Atributo: S/. 569,449.00	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 0	puntaje: 0
7. Cantidad de gastos de andamios criterio: menos es mejor	Atributo: 174.6 m2		Atributo: 115.6 m2	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 59	puntaje: 65
8. Cantidad de dias criterio: menos es mejor	Atributo: 76 dias		Atributo: 83 dias	
	Ventaja: 7	puntaje: 100	Ventaja: 0	puntaje: 0

Entrevista N°2

Factor y criterio	TREN DE ACTIVIDADES			
	TREN 1		TREN 2	
1. Metrado por sector Bloquetas de concreto criterio: más es mejor	Atributo: 12.975 m2		Atributo: 8.54 m2	
	Ventaja: 4.435	puntaje: 39	Ventaja: 0	puntaje: 0
2. Metrado por sector Solaqueo criterio: más es mejor	Atributo: 18.84 m2		Atributo: 13 m2	
	Ventaja: 5.84	puntaje: 49	Ventaja: 0	puntaje: 0
3. Cantidad de mano de obra necesaria criterio: menos es mejor	Atributo: 72		Atributo: 61	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 11	puntaje: 72
4. Aforo por area de trabajo criterio: menos es mejor	Atributo: 7 personas por m2		Atributo: 8 personas por m2	
	Ventaja: 1	puntaje: 19	Ventaja: 0	puntaje: 0
5. Cantidad de gastos generales criterio: menos es mejor	Atributo: S/. 104,458.00		Atributo: S/. 104,458.00	
	Ventaja: 0	puntaje: 69	Ventaja: 0	puntaje: 0
6. Cantidad de gasto de personal criterio: menos es mejor	Atributo: S/. 569,449.00		Atributo: S/. 569,449.00	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 0	puntaje: 0
7. Cantidad de gastos de andamios criterio: menos es mejor	Atributo: 174.6 m2		Atributo: 115.6 m2	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 59	puntaje: 89
8. Cantidad de dias criterio: menos es mejor	Atributo: 76 dias		Atributo: 83 dias	
	Ventaja: 7	puntaje: 100	Ventaja: 0	puntaje: 0

Entrevista N°3

Factor y criterio	TREN DE ACTIVIDADES			
	TREN 1		TREN 2	
1. Metrado por sector Bloquetas de concreto criterio: más es mejor	Atributo: 12.975 m2		Atributo: 8.54 m2	
	Ventaja: 4.435	puntaje: 69	Ventaja: 0	puntaje: 0
2. Metrado por sector Solaqueo criterio: más es mejor	Atributo: 18.84 m2		Atributo: 13 m2	
	Ventaja: 5.84	puntaje: 79	Ventaja: 0	puntaje: 0
3. Cantidad de mano de obra necesaria criterio: menos es mejor	Atributo: 72		Atributo: 61	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 11	puntaje: 19
4. Aforo por area de trabajo criterio: menos es mejor	Atributo: 7 personas por m2		Atributo: 8 personas por m2	
	Ventaja: 1	puntaje: 29	Ventaja: 0	puntaje: 0
5. Cantidad de gastos generales criterio: menos es mejor	Atributo: S/. 104,458.00		Atributo: S/. 104,458.00	
	Ventaja: 0	puntaje: 89	Ventaja: 0	puntaje: 0
6. Cantidad de gasto de personal criterio: menos es mejor	Atributo: S/. 569,449.00		Atributo: S/. 569,449.00	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 0	puntaje: 0
7. Cantidad de gastos de andamios criterio: menos es mejor	Atributo: 174.6 m2		Atributo: 115.6 m2	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 59	puntaje: 59
8. Cantidad de dias criterio: menos es mejor	Atributo: 76 dias		Atributo: 83 dias	
	Ventaja: 7	puntaje: 100	Ventaja: 0	puntaje: 0

Entrevista N°4

Factor y criterio	TREN DE ACTIVIDADES			
	TREN 1		TREN 2	
1. Metrado por sector Bloquetas de concreto criterio: más es mejor	Atributo: 12.975 m2		Atributo: 8.54 m2	
	Ventaja: 4.435	puntaje: 69	Ventaja: 0	puntaje: 0
2. Metrado por sector Solaqueo criterio: más es mejor	Atributo: 18.84 m2		Atributo: 13 m2	
	Ventaja: 5.84	puntaje: 79	Ventaja: 0	puntaje: 0
3. Cantidad de mano de obra necesaria criterio: menos es mejor	Atributo: 72		Atributo: 61	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 11	puntaje: 19
4. Aforo por area de trabajo criterio: menos es mejor	Atributo: 7 personas por m2		Atributo: 8 personas por m2	
	Ventaja: 1	puntaje: 29	Ventaja: 0	puntaje: 0
5. Cantidad de gastos generales criterio: menos es mejor	Atributo: S/. 104,458.00		Atributo: S/. 104,458.00	
	Ventaja: 0	puntaje: 89	Ventaja: 0	puntaje: 0
6. Cantidad de gasto de personal criterio: menos es mejor	Atributo: S/. 569,449.00		Atributo: S/. 569,449.00	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 0	puntaje: 0
7. Cantidad de gastos de andamios criterio: menos es mejor	Atributo: 174.6 m2		Atributo: 115.6 m2	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 59	puntaje: 59
8. Cantidad de días criterio: menos es mejor	Atributo: 76 días		Atributo: 83 días	
	Ventaja: 7	puntaje: 100	Ventaja: 0	puntaje: 0

Entrevista N°5

Factor y criterio	TREN DE ACTIVIDADES			
	TREN 1		TREN 2	
1. Metrado por sector Bloquetas de concreto criterio: más es mejor	Atributo: 12.975 m2		Atributo: 8.54 m2	
	Ventaja: 4.435	puntaje: 89	Ventaja: 0	puntaje: 0
2. Metrado por sector Solaqueo criterio: más es mejor	Atributo: 18.84 m2		Atributo: 13 m2	
	Ventaja: 5.84	puntaje: 79	Ventaja: 0	puntaje: 0
3. Cantidad de mano de obra necesaria criterio: menos es mejor	Atributo: 72		Atributo: 61	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 11	puntaje: 29
4. Aforo por area de trabajo criterio: menos es mejor	Atributo: 7 personas por m2		Atributo: 8 personas por m2	
	Ventaja: 1	puntaje: 39	Ventaja: 0	puntaje: 0
5. Cantidad de gastos generales criterio: menos es mejor	Atributo: S/. 104,458.00		Atributo: S/. 104,458.00	
	Ventaja: 0	puntaje: 59	Ventaja: 0	puntaje: 0
6. Cantidad de gasto de personal criterio: menos es mejor	Atributo: S/. 569,449.00		Atributo: S/. 569,449.00	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 0	puntaje: 0
7. Cantidad de gastos de andamios criterio: menos es mejor	Atributo: 174.6 m2		Atributo: 115.6 m2	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 59	puntaje: 69
8. Cantidad de días criterio: menos es mejor	Atributo: 76 días		Atributo: 83 días	
	Ventaja: 7	puntaje: 100	Ventaja: 0	puntaje: 0

Entrevista N°6

Factor y criterio	TREN DE ACTIVIDADES			
	TREN 1		TREN 2	
1. Metrado por sector Bloquetas de concreto criterio: más es mejor	Atributo: 12.975 m2		Atributo: 8.54 m2	
	Ventaja: 4.435	puntaje: 80	Ventaja: 0	puntaje: 0
2. Metrado por sector Solaqueo criterio: más es mejor	Atributo: 18.84 m2		Atributo: 13 m2	
	Ventaja: 5.84	puntaje: 90	Ventaja: 0	puntaje: 0
3. Cantidad de mano de obra necesaria criterio: menos es mejor	Atributo: 72		Atributo: 61	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 11	puntaje: 70
4. Aforo por area de trabajo criterio: menos es mejor	Atributo: 7 m2		Atributo: 8 m2	
	Ventaja: 1	puntaje: 30	Ventaja: 0	puntaje: 0
5. Cantidad de gastos generales criterio: menos es mejor	Atributo: S/. 104,458.00		Atributo: S/. 104,458.00	
	Ventaja: 0	puntaje: 50	Ventaja: 0	puntaje: 0
6. Cantidad de gasto de personal criterio: menos es mejor	Atributo: S/. 569,449.00		Atributo: S/. 569,449.00	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 0	puntaje: 0
7. Cantidad de gastos de andamios criterio: menos es mejor	Atributo: 174.6 m2		Atributo: 115.6 m2	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 59	puntaje: 60
8. Cantidad de dias criterio: menos es mejor	Atributo: 76 dias		Atributo: 83 dias	
	Ventaja: 7	puntaje: 100	Ventaja: 0	puntaje: 0

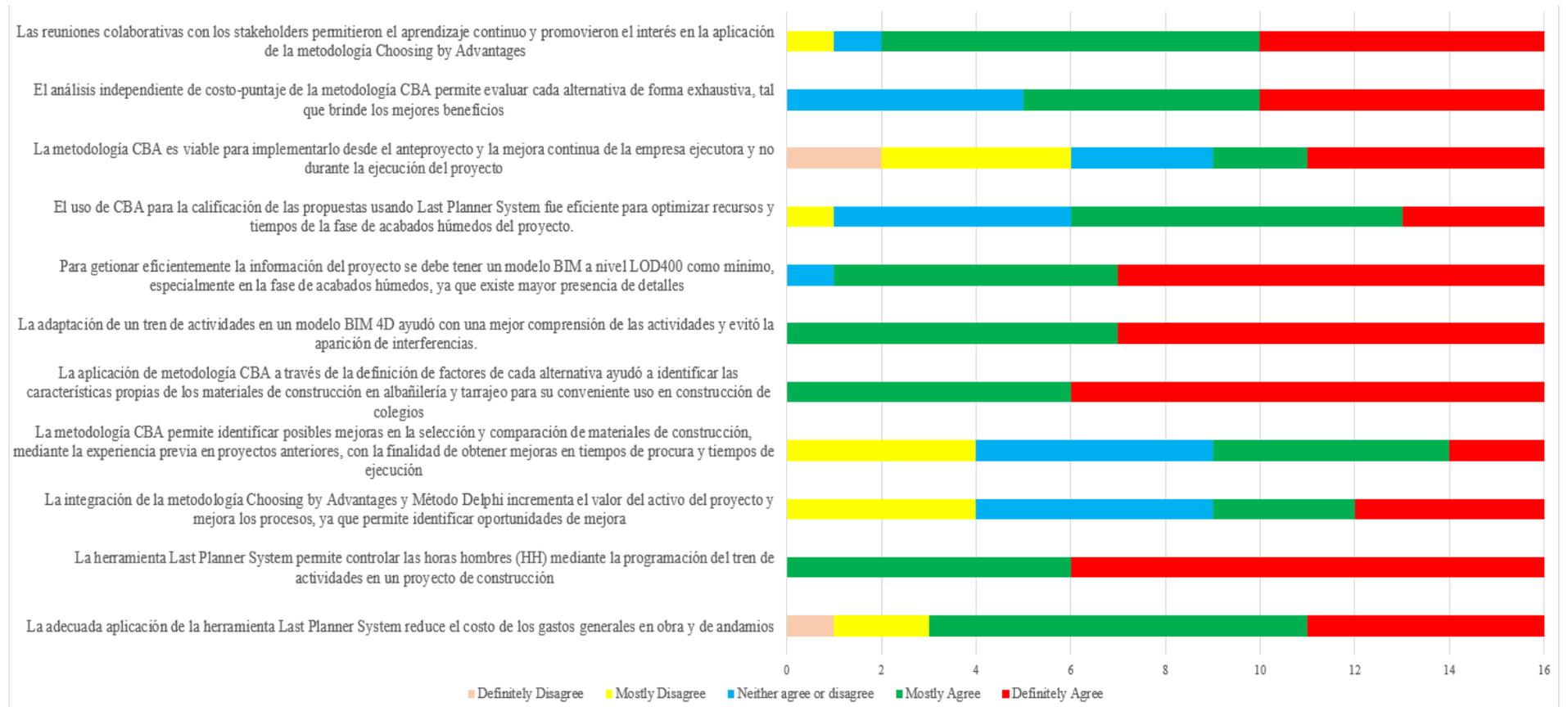
Entrevista N°7

Factor y criterio	TREN DE ACTIVIDADES			
	TREN 1		TREN 2	
1. Metrado por sector Bloquetas de concreto criterio: más es mejor	Atributo: 12.975 m2		Atributo: 8.54 m2	
	Ventaja: 4.435	puntaje: 60	Ventaja: 0	puntaje: 0
2. Metrado por sector Solaqueo criterio: más es mejor	Atributo: 18.84 m2		Atributo: 13 m2	
	Ventaja: 5.84	puntaje: 70	Ventaja: 0	puntaje: 0
3. Cantidad de mano de obra necesaria criterio: menos es mejor	Atributo: 72		Atributo: 61	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 11	puntaje: 90
4. Aforo por area de trabajo criterio: menos es mejor	Atributo: 7 personas por m2		Atributo: 8 personas por m2	
	Ventaja: 1	puntaje: 30	Ventaja: 0	puntaje: 0
5. Cantidad de gastos generales criterio: menos es mejor	Atributo: S/. 104,458.00		Atributo: S/. 104,458.00	
	Ventaja: 0	puntaje: 40	Ventaja: 0	puntaje: 0
6. Cantidad de gasto de personal criterio: menos es mejor	Atributo: S/. 569,449.00		Atributo: S/. 569,449.00	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 0	puntaje: 0
7. Cantidad de gastos de andamios criterio: menos es mejor	Atributo: 174.6 m2		Atributo: 115.6 m2	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 59	puntaje: 50
8. Cantidad de dias criterio: menos es mejor	Atributo: 76 dias		Atributo: 83 dias	
	Ventaja: 7	puntaje: 100	Ventaja: 0	puntaje: 0

Entrevista N°8

Factor y criterio	TREN DE ACTIVIDADES			
	TREN 1		TREN 2	
1. Metrado por sector Bloquetas de concreto criterio: más es mejor	Atributo: 12.975 m2		Atributo: 8.54 m2	
	Ventaja: 4.435	puntaje: 60	Ventaja: 0	puntaje: 0
2. Metrado por sector Solaqueo criterio: más es mejor	Atributo: 18.84 m2		Atributo: 13 m2	
	Ventaja: 5.84	puntaje: 70	Ventaja: 0	puntaje: 0
3. Cantidad de mano de obra necesaria criterio: menos es mejor	Atributo: 72		Atributo: 61	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 11	puntaje: 80
4. Aforo por area de trabajo criterio: menos es mejor	Atributo: 7 personas por m2		Atributo: 8 personas por m2	
	Ventaja: 1	puntaje: 30	Ventaja: 0	puntaje: 0
5. Cantidad de gastos generales criterio: menos es mejor	Atributo: S/. 104,458.00		Atributo: S/. 104,458.00	
	Ventaja: 0	puntaje: 40	Ventaja: 0	puntaje: 0
6. Cantidad de gasto de personal criterio: menos es mejor	Atributo: S/. 569,449.00		Atributo: S/. 569,449.00	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 0	puntaje: 0
7. Cantidad de gastos de andamios criterio: menos es mejor	Atributo: 174.6 m2		Atributo: 115.6 m2	
	Ventaja: 0	puntaje: 0	Ventaja: 59	puntaje: 50
8. Cantidad de dias criterio: menos es mejor	Atributo: 76 dias		Atributo: 83 dias	
	Ventaja: 7	puntaje: 100	Ventaja: 0	puntaje: 0

9.9. Encuesta de validación de la metodología



9.11. Link de Plan de Vigilancia, Prevención y control de la salud ante la COVID-10

Link:

https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1Q30pDX5N8HP19cKs6_hTEgGyNSJVZ1vw



9.10. Metrados de las propuestas de sectorización

- **Medrado para la sectorización de la primera propuesta**

Medrado de frente de fachada larga

ACTIVIDAD	UNIDAD	FRENTE DE FACHADA LARGA			
		METRADO			
		S1	S2	S3	S4
SOLAQUEO-LIMPIEZA DE REBABAS DESGASTE Y PICADO- COLUMNA Y VIGA	M2	11.42	11.42	11.42	11.42
SOLAQUEO-LIMPIEZA DE REBABAS DESGASTE Y PICADO- PARASOLES	M2	2.24	2.24	2.24	2.24
SOLAQUEO-PRIMER- COLUMNAS Y VIGA	M2	11.42	11.42	11.42	11.42
SOLAQUEO-PRIMER- PARASOLES	M2	2.24	2.24	2.24	2.24
SOLAQUEO-EMPORRE- COLUMNAS Y VIGA	M2	11.42	11.42	11.42	11.42
SOLAQUEO-EMPORRE- PARASOLES	M2	2.24	2.24	2.24	2.24

Medrado de frente de fachada corta

ACTIVIDAD	UNIDAD	FRENTE DE FACHADA CORTA	
		METRADO	
		S1	S2
SOLAQUEO-LIMPIEZA DE REBABAS DESGASTE Y PICADO- COLUMNA Y VIGA	M2	18.84	18.84
SOLAQUEO-PRIMER- COLUMNAS Y VIGA	M2	18.84	18.84
SOLAQUEO-EMPORRE- COLUMNAS Y VIGA	M2	18.84	18.84
SOLAQUEO-MUROS	M2	13.82	-

Medrado de frente de escaleras

ACTIVIDAD	UNIDAD	FRENTE DE ESCALERA	
		METRADO	
		S1	S2
CIELORRASO Y REVESTIMIENTO DE FONDO	M2	32.71	-
SOLAQUEO-LIMPIEZA DE REBABAS DESGASTE Y PICADO- COLUMNAS Y PLACAS	M2	9.535	9.535
SOLAQUEO-LIMPIEZA DE REBABAS DESGASTE Y PICADO- VIGAS	M2	8.45	8.45
SOLAQUEO-PRIMER- COLUMNAS Y PLACAS	M2	9.535	9.535
SOLAQUEO-PRIMER- VIGAS	M2	8.45	8.45
SOLAQUEO-EMPORRE- VIGAS	M2	8.45	8.45
SOLAQUEO-EMPORRE- COLUMNAS Y PLACAS	M2	9.535	9.535
FORJADO DE PASOS Y CONTRAPASOS	M2	9.54	9.54

- **Medrado para la sectorización de la segunda propuesta**

Medrado de frente de fachada larga

ACTIVIDAD	UNIDAD	FRENTE DE FACHADA LARGA			
		METRADO			
		S1	S2	S3	S4
SOLAQUEO-LIMPIEZA DE REBABAS DESGASTE Y PICADO- COLUMNA Y VIGA	M2	11.42	11.42	11.42	11.42
SOLAQUEO-LIMPIEZA DE REBABAS DESGASTE Y PICADO- PARASOLES	M2	2.24	2.24	2.24	2.24
SOLAQUEO-PRIMER- COLUMNAS Y VIGA	M2	11.42	11.42	11.42	11.42
SOLAQUEO-PRIMER- PARASOLES	M2	2.24	2.24	2.24	2.24
SOLAQUEO-EMPORRE- COLUMNAS Y VIGA	M2	11.42	11.42	11.42	11.42
SOLAQUEO-EMPORRE- PARASOLES	M2	2.24	2.24	2.24	2.24

Metrado de frente de fachada corta

ACTIVIDAD	UNIDAD	FRENTE DE FACHADA CORTA	
		METRADO	
		S1	S2
SOLAQUEO-LIMPIEZA DE REBABAS DESGASTE Y PICADO- COLUMNA Y VIGA	M2	18.84	18.84
SOLAQUEO-PRIMER- COLUMNAS Y VIGA	M2	18.84	18.84
SOLAQUEO-EMPORRE- COLUMNAS Y VIGA	M2	18.84	18.84
SOLAQUEO-MUROS	M2	13.82	-

Metrado de frente de escalera

ACTIVIDAD	UNIDAD	FRENTE DE ESCALERA	
		METRADO	
		S1	S2
CIELORRASO Y REVESTIMIENTO DE FONDO	M2	32.71	-
SOLAQUEO-LIMPIEZA DE REBABAS DESGASTE Y PICADO- COLUMNAS Y PLACAS	M2	9.535	9.535
SOLAQUEO-LIMPIEZA DE REBABAS DESGASTE Y PICADO- VIGAS	M2	8.45	8.45
SOLAQUEO-PRIMER- COLUMNAS Y PLACAS	M2	9.535	9.535
SOLAQUEO-PRIMER- VIGAS	M2	8.45	8.45
SOLAQUEO-EMPORRE- VIGAS	M2	8.45	8.45
SOLAQUEO-EMPORRE- COLUMNAS Y PLACAS	M2	9.535	9.535
FORJADO DE PASOS Y CONTRAPASOS	M2	9.54	9.54