UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

Propuesta de un sistema de control focalizado para cuantificar e identificar
en tiempo real los desperdicios de mano de obra y materiales en partidas
incidentes de acabados húmedos en edificaciones, basados en el enfoque de
valor ganado

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR(ES)

Fernandez Paredes, Diego Alonso (0000-0002-5648-5807)

Zamora Herrera, Yeffry Homar (0000-0001-6082-8326)

ASESOR

Rodríguez Dionisio, Sandra (0000-0002-5308-6923)

Vilcapoma Vega, Jorge (0000-0002-2270-4506)

Lima, 08 de enero del 2021

DEDICATORIA

A nuestros padres, quienes siempre confiaron en nosotros y fueron la motivación esencial para continuar en momentos difíciles, alguno de ellos hoy nos ilumina desde el cielo. A nuestros hermanos, por ser un ejemplo de profesionales y buenas personas.

Asimismo, también a nuestros asesores, por su paciencia y compromiso.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a todos y cada una de las personas que participaron en la investigación realizada, ya que invirtieron su tiempo y conocimientos para ayudarnos a completar nuestro proyecto de tesis.

A todos los docentes que nos enseñaron en nuestro desarrollo académico, sin esos conocimientos impuestos no habríamos llegado hasta aquí.

Gracias a la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas por brindarnos los conocimientos adquiridos.

Gracias a nuestros asesores Sandra Rodríguez Dionisio y Jorge Vilcapoma Vega por su interés en el proyecto de Tesis realizado, muchas veces tomándose tiempo extraacadémico para poder apoyarnos y poder realizar una correcta investigación.

RESUMEN

En la actualidad, la mayoría de los proyectos de construcción cuenta con un sistema de control para evaluar el estado del proyecto en una determinada fecha de corte, en las cuales se evalúan los resultados mediante algunos reportes, entre los más conocidos los denominados RO (resultados operativos), los cuales son expuestos por lo general mensualmente, debido a que existe un prolongado proceso para desarrollar el flujo de información del proyecto.

Por lo general, en los proyectos de construcción de una edificación, se realiza el flujo y procesamiento de información en un tiempo determinado que por lo general superan los quince días, en los cuales se define el estado general del avance del proyecto hasta la fecha delimitada, para posteriormente realizar un análisis detallado de los reportes, con la finalidad de disminuir la variabilidad que se traduce en los reportes como la desviación de lo planificado, este proceso de respuesta a las soluciones realizadas a la hora del análisis del estado de proyecto, también tiene un plazo de observación para verificar si se ha tomado las medidas de manera correcta, las cuales en su mayoría son mensualmente. Es decir, los sistemas de control usados actualmente en nuestro país tienen un tiempo determinado y prolongado para poder analizar sus estados y soluciones, lo cual si bien es cierto, algunas veces es efectiva, otras no. Lo que sí se puede afirmar respecto a la ejecución de estos mismo, es que se consume determinadas horas del proyecto, las cuales son invertidas solo en control y análisis, mas no en una definitiva solución.

Ante esta situación, la motivación de esta propuesta de sistema de control es encontrar las principales actividades dentro de las partidas más incidentes de acabados húmedos, las cuales generan mayor desviación de lo planificado y asimismo tienen una gran influencia

en el costo del desarrollo del proyecto, para poder controlar en tiempo real o final de jornal la situación o estado de estas mismas para así poder evitar desviaciones de gran magnitud respecto a lo planificado.

Palabras clave: Sistema de control, Proyectos de construcción, Mejora de procesos, Costos

ABSTRACT

At present, most of the construction projects have a control system to evaluate the status of the project on a certain cut-off date, in which the results are evaluated by means of reports, among the best known the so-called RO (operational results)), what is usually done in general, because there is a long process to develop the flow of information of the project.

In general, in the projects of the construction of a building, the flow and processing of the information is carried out in a certain time that the general exceeds fifteen days, in which the general state of the progress of the project is defined until the delimited date Why not make a detailed analysis of the reports, this response process, the responses, the time of analysis of the project status, also has an observation period to verify if the measures have been taken correctly, the which are mostly monthly. That is, the control systems currently used in our country, have a time to extend to analyze their states and solutions, which although it is true, sometimes it is effective, sometimes not. What can be affirmed regarding the execution of these, are consumed during project hours, which are invested only in control and analysis, but not in a definitive solution. Purpose of making a proposal for a control system to identify and quantify in real time the waste of labor and materials in incidents of wet finishes

Given this situation, the motivation of this control system proposal is to find the main activities within the most incident parts of wet finishes, which are increasingly deviating from the planned and also have a great influence on the development cost of the project,

to be able to control the real or final time of the situation or their status in order to avoid large deviations from the planned one.

Keywords: Control system, Construction projects, Process improvement, Costs

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN.....	4
ABSTRACT	6
1. INTRODUCCIÓN	13
1.1 REALIDAD DE LA PROBLEMÁTICA.....	15
1.2 HIPÓTESIS.....	20
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	20
1.4 OBJETIVOS	20
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	20
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
2. MARCO TEÓRICO	21
2.1 CONCEPTO DE DESPERDICIO DE MATERIALES	21
2.2 CLASIFICACION DEL DESPERDICIO DE MATERIALES	24
2.3 ESPECIALIDADES EN PROYECTOS DE EDIFICACIONES.....	26
2.3.1 DEFINICIÓN DE VARIABILIDAD.....	28
2.3.2 PARTIDAS INFLUYENTES EN EL PRESUPUESTO.....	29
2.4 ASPECTOS INFLUYENTES EN EL APU (ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS)..	30
3. DESCRIPCIÓN DE MANO DE OBRA Y MATERIALES.....	31
3.1 HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE PROYECTOS USADAS PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE CONTROL	31
3.1.1 HERRAMIENTA DE VALOR GANADO	32
3.1.2 CURVA DE APRENDIZAJE.....	33
3.2 GRÁFICOS UTILIZADOS PARA REPRESENTAR EL ESTADO DE LAS ACTIVIDADES SELECCIONADAS	34
3.2.1 DIAGRAMA DE PARETO	35
3.3 HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS Y DE FLUJO DE INFORMACIÓN UTILIZADAS PARA LA EVOLUCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL	36
3.3.1 DASHBOARD	36
3.3.2 REPORTES (RO).....	37
4. METODOLOGÍA	39
4.1 PROYECTOS SELECCIONADOS PARA EL ESTUDIO DE LA PROPUESTA DE SISTEMA DE CONTROL.....	39
4.1.1 DESCRIPCIÓN DE CADA PROYECTO SELECCIONADO	39
4.1.2 RECOLECCIÓN DE DATOS DE CADA PROYECTO SELECCIONADO	40

4.1.3	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIO DE CADA PROYECTO SELECCIONADO	40
	Con el metrado y APU'S correspondientes a las actividades principales podemos obtener el costo total de las partidas que participan en el proyecto, por lo tanto podemos ordenar de mayor a menor las partidas para así poder tener una base de datos con la influencia en el presupuesto de cada partida.....	41
4.2	ANÁLISIS DE DATOS DE LOS PROYECTOS	41
4.2.1	ORGANIZACIÓN DE PARTIDAS INCIDENTES EN LA ESPECIALIDAD DE ARQUITECTURA Y SUBESPECIALIDAD DE ACABADOS HÚMEDOS.....	41
4.2.2	APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA DIAGRAMA DE PARETO	41
4.3	CODIFICACIÓN Y FACEO ADECUADO DE ACTIVIDADES SELECCIONADAS .	42
4.4	JUICIO DE EXPERTOS.....	42
5.	SISTEMAS DE CONTROL ACTUALES DESARROLLADOS EN NUESTRO PAÍS	43
5.1	PROPUESTAS DE SISTEMAS DE CONTROL ACTUALES DESARROLLADOS EN NUESTRO PAÍS.....	43
5.1.1	CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIONES DE LAS PROPUESTAS DE SISTEMAS DE CONTROL	44
5.1.2	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE SISTEMAS DE CONTROL ACTUALES....	45
5.2	RESULTADOS DESARROLLADOS POR LOS SISTEMAS DE CONTROL.....	46
5.2.1	CASOS DE ÉXITO USANDO LOS SISTEMAS DE CONTROL	47
6.	PROPUESTA DE SISTEMA DE CONTROL	51
6.1	PROCEDIMIENTO PARA DESARROLLAR LA PROPUESTA	53
6.1.1	METODOLOGIA	60
6.2	PROCESAMIENTO DE DATOS E INPUTS	97
6.3	DESARROLLO DE LA PROPUESTA- APP	100
6.4	IMPLEMENTACIÓN	102
7.	RESULTADOS	¡Error! Marcador no definido.
7.1	ANÁLISIS COMPARATIVO	¡Error! Marcador no definido.
7.1.1	DESARROLLO DE FODA	105
7.2	PRESENTACIÓN FINAL O ENTREGABLE DE PROPUESTA ...	¡Error! Marcador no definido.
8.	VIABILIDAD Y DESCRIPCIÓN DEL APP	¡Error! Marcador no definido.
9.	CONCLUSIONES	106
10.	RECOMENDACIONES	108
11.	REFERENCIAS	109
	Alonso, I. (2017). <i>Sobrecostos en obras concesionadas. El Comercio.</i>	111
12.	ANEXOS.....	116

Figura 1. Etapas de un proyecto. Fuente: PMBOOK v6	13
Figura 2: PBI por sectores económicos 2019 (Fuente: IEDEP, INEI)	17
Figura 3. Proyecto con sobrecostos (Fuente: El Comercio)	19
Figura 4. Proyectos con sobrecostos, por la Municipalidad de Lima. (Fuente: El Comercio)	19
Figura 5. Tipos de pérdida en etapas (Fuente: Elaboración Propia)	26
Figura 6. Diagrama de proyectos del EVM (Fuente: Elaboración Propia)	33
Figura 7. Proceso de planeamiento de sistema de control (Fuente: Elaboración Propia)	52
Figura 8: Pareto proyecto Zentro (Fuente: Elaboración propia)	57
Figura 9: Pareto proyecto Met (Fuente: Elaboración Propia)	58
Figura 10: Pareto proyecto Altus One (Fuente: Elaboración Propia)	59
Figura 11. Diagrama Pareto por actividades de especialidad seleccionada (Fuente: Elaboración Propia)	60
Figura 12: Proyecto 1 revoques y revestimiento	61
Figura 13. Diagrama de barras partidas representativas (Fuente: Elaboración Propia)	62
Figura 14. Diagrama Pareto por actividades de especialidad seleccionada (Fuente: Elaboración Propia)	63
Figura 15. Diagrama Pareto de actividades en especialidad seleccionada. (Fuente: Elaboración Propia)	65
Figura 16. Diagrama Pareto de actividades en especialidad seleccionada (Fuente: Elaboración Propia)	66
Figura 17. Diagrama Pareto de actividades en Muros y Tabiques (Fuente: Elaboración Propia)	68
Figura 18. Diagrama Pareto de actividades en Muro y revoques. (Fuente: Elaboración Propia)	68
Figura 19. Diagrama Pareto de actividades en Cielorraso. (Fuente: Elaboración Propia)	70
Figura 20. Diagrama Pareto de actividades de Piso (Fuente: Elaboración Propia)	70
Figura 21. Diagrama Pareto de actividades en Zócalo y Contrazócalo. (Fuente: Elaboración Propia)	71
Figura 22. Diagrama Pareto de actividades en Terrajeos y Revoques. (Fuente: Elaboración Propia)	72
Figura 23. Diagrama Pareto de actividades en Piso. (Fuente: Elaboración Propia)	73
Figura 24. Diagrama Pareto de actividades en muros y Tabiques (Fuente: Elaboración Propia)	74
Figura 25. Diagrama Pareto en actividades de Revoques y Revestimiento. (Fuente: Elaboración Propia)	76
Figura 26. Diagrama Pareto de actividades en Piso. (Fuente: Elaboración Propia)	77
Figura 27. Diagrama Pareto de actividad de Contrazócalo y Zócalo. (Fuente: Elaboración Propia)	79
Figura 28. Diagrama Pareto de actividades en Revestimiento de Fachada (Fuente: Elaboración Propia)	80
Figura 29. Cálculo de tamaño de muestra. (Fuente: monkeystatistics.com)	85
Figura 30. Causas de desperdicio-Materiales de Construcción. (Fuente: Elaboración Propia)	87
Figura 31. Causas de desperdicio-Mano de Obra (Fuente: Elaboración Propia)	88
Figura 32: Curva de rendimiento muros (Fuente: Elaboración Propia)	90
Figura 33: Tabla dinámica de materiales. (Fuente: Elaboración Propia)	91
Figura 34. Curva de rendimiento - Material cemento (Fuente: Elaboración Propia)	91
Figura 35. Velocímetro que indica rendimiento a proyectar. (Fuente: Elaboración Propia)	92
Figura 36. Curva de rendimiento-Proyecto seleccionado. (Fuente: Elaboración Propia)	93
Figura 37. Diagrama circular-causas (Fuente: Elaboración Propia)	94

Figura 38: Incidencia de especialidades por proyecto (Fuente: Elaboración Propia)	95
Figura 39: Partidas con mayor influencia en la especialidad seleccionada – Proyecto A, B y C. (Fuente: Elaboración Propia)	96

Tabla 1: Proyecto Zentro (Fuente: Elaboración propia)	55
Tabla 2: Proyecto MET (Fuente: Elaboración propia)	56
Tabla 3: Proyecto Altus One (Fuente: Elaboración propia)	56
Tabla 4: Proyecto Zentro ordenado de mayor a menor (Fuente: Elaboración propia)	57
Tabla 5: Proyecto Met ordenado de mayor a menor (Fuente: Elaboración propia)	58
Tabla 6: Proyecto Altus One ordenado de mayor a menor (Fuente: Elaboración propia)	59
Tabla 7: Proyecto Zentro asentado (Fuente: Elaboración propia)	60
Tabla 8: Proyecto Zentro revoques y revestimiento (Fuente: Elaboración propia)	61
Tabla 9: Proyecto Zentro cielorraso (Fuente: Elaboración propia)	62
Tabla 10. Proyecto Zentro Solaqueo (Fuente: Elaboración propia)	63
Tabla 11. Proyecto Zentro Pisos (Fuente: Elaboración propia)	64
Tabla 12. Proyecto Zentro zócalos y contra zócalos (Fuente: Elaboración propia)	65
Tabla 13. Proyecto Met Muros y tabiques (Fuente: Elaboración propia)	67
Tabla 14. Proyecto Met tarrajeo, revoques, enlucidos y molduras (Fuente: Elaboración propia)	68
Tabla 15. Proyecto Met cielorrasos (Fuente: Elaboración propia)	69
Tabla 16. Proyecto Met pisos (Fuente: Elaboración propia)	70
Tabla 17. Proyecto Met contra zócalos y zócalos (Fuente: Elaboración propia)	71
Tabla 18. Proyecto Met tarrajeo, revoques, enlucidos y molduras (Fuente: Elaboración propia)	72
Tabla 19. Proyecto Met Pisos (Fuente: Elaboración propia)	73
Tabla 20. Proyecto Altus one Muros (Fuente: Elaboración propia)	74
Tabla 21. Proyecto Altus one revoques (Fuente: Elaboración propia)	75
Tabla 22. Proyecto Altus one Pisos (Fuente: Elaboración propia)	77
Tabla 23. Proyecto Altus one Contra zócalo y zócalos (Fuente: Elaboración propia)	78
Tabla 24. Proyecto Altus one Revestimiento (Fuente: Elaboración propia)	79
Tabla 25. Ingenieros colegiados por Capítulos y por sede Fuente: Colegio de Ingenieros del Perú	83
Tabla 26.....	88
Tabla 27: Tabla dinámica de horas hombre	89
Tabla 28. Configuración del velocímetro	92
Tabla 29. CP-SV-CPI-SPI-EAC	93
Tabla 30. Análisis de precio unitario de porcelanato	97
Tabla 31: Datos de la partida “Pisos de porcelanato” con datos de mano de obra.....	97
Tabla 32: Datos de la partida “Pisos de porcelanato” con datos de materiales	98
Tabla 33: Características de Mano de obra sin aplicar Sistema de control	98
Tabla 34: Características de material pegamento de porcelanato sin aplicar sistema de control diario	99
Tabla 35: Características de Mano de Obra luego de aplicar el sistema de control diario.....	103
Tabla 36: Características de Material pegamento de enchape luego de aplicar sistema de control diario	104

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la mayoría de los proyectos de construcción de edificaciones cuentan con un ciclo de vida que es finito, y consta de cuatro etapas según el PMBOK, las cuales son las siguientes:

Figura 1. Etapas de un proyecto. Fuente: PMBOOK v6

No hay duda de que las 4 etapas señaladas en la imagen anterior son muy importantes debido a que cada una de ellas compone todo el proyecto, por ende, es necesario realizar una buena planificación en cada una de las etapas. Cabe mencionar que una de las etapas más importantes es la de planificación, puesto que en esta etapa se definen la mayoría de los aspectos que serán ejecutados. Asimismo, un aspecto importante en el sector de la construcción es la incertidumbre, debido a que todo proyecto de construcción tiene riesgos que no pueden ser identificados y cuantificados oportunamente y reducir su impacto; es decir, mientras menor sea la desviación respecto a lo planificado, tendremos un mejor margen de ganancia en el proyecto.

La incertidumbre y la variabilidad en los proyectos de construcción generan desviaciones de lo planificado, lo cual se traduce por lo general en pérdidas económicas. En consecuencia, no podemos evitar que exista incertidumbre en los proyectos de construcción, pero si podemos gestionar estas mismas, para así reducir el efecto o sus consecuencias y no generen un impacto económico considerable al proyecto.

El problema encontrado en los proyectos de construcción de edificaciones es que en la etapa de ejecución de acabados húmedos existen diversas variaciones respecto a lo planificado, que son efectos a causa de desperdicios no solo de materiales, sino también de horas hombres. Este problema se ve reflejado en el aumento de cuadrillas para la ejecución de una actividad para cumplir con la fecha de entrega, al demandar más recursos para la realización de una actividad, conlleva que en la etapa de acabados húmedos es más voluble a presentar defectos a la hora de su ejecución, que son traducidas en pérdida de costos y tiempo, debido principalmente a sobre desperdicios en caso de los materiales y baja productividad de la mano de obra.

La producción se mide a través de rendimientos reales de lo ejecutado, esto permite analizar el estado real de la partida, cuando este rendimiento está por encima del rendimiento planificado, se genera desviaciones con respecto a costo y tiempo y como consecuencia se deberá tomar acción a todo lo relacionado con la producción.

La presencia constante de la situación descrita en líneas anteriores en proyectos de construcción de edificaciones es una causa para que todos los interesados del proyecto de una manera u otra se comprometan a realizar acciones para tratar de disminuir la variación de lo real, respecto a lo planificado. Es una realidad que existen actualmente en el mercado nacional, así como internacional diversos programas, software, y apps diseñadas para el

control en tiempo real del costo y presupuesto en proyectos de construcción. Los resultados de los aplicativos y sistemas de control existentes son eficaces y sirven como análisis en los reportes operativos. Sin embargo, estas mismas tienen como función controlar el estado del proyecto en magnitud total, y que si bien es cierto es un control exacto en base a proyecciones, carecen de profundizar debidamente cuáles son las principales causas de estas mismas, y en qué especialidad o actividad se está presentando el desfase con mayor magnitud.

En la presente propuesta de sistema de control, se procederá a diseñar un nuevo sistema en el cual se tratará de delimitar las partidas incidentes en una determinada especialidad (con mayor influencia en el costo) para poder evitar desviaciones de gran magnitud respecto a lo planificado, para poder tener una mejora.

1.1 REALIDAD DE LA PROBLEMÁTICA

Antecedente N°1: Desperdicio de Materiales en Obras de Construcción Civil: Métodos de Medición y Control; Autor: Bach. Marco Paulo Galarza Meza; Lima; Julio del 2012.

La presente tesis pretende apoyar este proceso de mejora de las empresas desarrollando una investigación realizada respecto a los consumos de materiales en la industria de la construcción y la mejora de la productividad de este recurso. Por otro lado, los profesionales encargados de las obras muchas veces no cuentan con el tiempo ni los recursos necesarios para revisar el diseño de todos los procesos o evaluar su funcionamiento en detalle y muy por el contrario termina aceptando el método tradicional, sin considerar que podría estar equivocado o que podría mejorarse. Este defecto es reconocido como una de las principales causas de pérdidas en la construcción. Esta identificación es mediante el control de las pérdidas o desperdicios de materiales.

Analizando los indicadores de consumo de material (Unidad de almacenamiento/Unidad de metrado) se pueden determinar qué partidas cuentan con índices de consumos muy altos, muy bajos o irregulares entre una semana y otra. Finalmente se realizará una inspección visual del material eliminado semanalmente y los indicadores de cantidad de desmonte producido en la obra (m³ eliminados/m² techado) también ayudaran a encontrar fallas en los procesos que generan gran cantidad de residuos. Una vez identificada la oportunidad de mejora en un proceso constructivo, el control continuo de estos indicadores puede servir además para medir el impacto positivo o negativo de las modificaciones efectuadas en los procedimientos.

Aporte del Antecedente: Esta tesis nos ayuda en como nosotros podremos analizar los indicadores de consumo de material (Unidad de almacenamiento/Unidad de metrado), para determinar partidas que tienen altos consumos de materiales ocasionando bastante desperdicio, así mismo otro aporte de este material es el seguimiento semanal de aquellas partidas que generan bastante desperdicio.

Galarza Meza, M. P. (2012). Desperdicio de Materiales en Obras de Construcción Civil: Métodos de Medición y Control. (Tesis inédita de Titulación). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

Actualmente, el sector de la construcción es un factor importante en la economía de nuestro país; debido a que genera no solo ingresos económicos, sino también brinda oportunidades de trabajo a muchos ciudadanos del país. El presente año, el sector de la construcción muestra un mejor ritmo de crecimiento respecto a otros sectores, debido a que alcanza una variación positiva de aproximadamente 6.7% según información del Instituto de Economía y Desarrollo Empresarial (IEDEP) de la Cámara de Comercio de

Lima (CCL). La construcción creció 4.6% en 2018, porcentaje mayor que el 2.4% registrado en el año previo, según dijo la CCL. A continuación, se mostrará en el siguiente gráfico las variaciones correspondientes al presente año del PBI de distintos sectores. Todos los factores que influyen en la economía detallado en las líneas anteriores se representan gráficamente en la Figura 2.

Figura 2: PBI por sectores económicos 2019 (Fuente: IEDEP, INEI)

Como se aprecia en el gráfico la construcción toma un papel muy importante para el PBI, es uno de los pilares que mueve la economía del país, por otro lado se puede mostrar la variación positiva de 6,7 % correspondiente al sector de la construcción, lo cual nos indica que es uno de los más influyentes de la economía de nuestro país, por lo cual tenemos que darle mayor importancia a las herramientas usadas para la iniciación, planificación, ejecución y cierre de los proyectos, para así poder generar un mayor aporte económico a nuestro país y sea visto también como un buen país de inversión en este sector.

Dentro del sector de la construcción, existen diversos tipos de proyectos de construcción, en los cuales tenemos dentro de las principales el siguiente: Obras Viales, Obras Marítimas, Obras Urbanas, Edificaciones, etc.

Un común denominador dentro de todas las obras que comprenden el sector de la construcción es el riesgo, que tiene como definición según el PMBOK de PMI: *“El riesgo de un proyecto es un evento o condición incierta que, de producirse, tiene un efecto positivo o negativo en uno o más de los objetivos del proyecto, tales como el alcance, el cronograma, el costo y la calidad”*

Como se menciona en el texto referido en líneas anteriores, el riesgo existe en todo proyecto de construcción, lo cual ocasiona que lo planificado tenga que replantearse muchas veces incluso el mismo día el inicio de la primera etapa del proyecto. La consecuencia de este factor es que se desvíe la realidad respecto a lo planificado, lo cual por lo general ocasiona pérdidas económicas directamente proporcionales al porcentaje de variabilidad de lo real respecto a lo planificado. En las siguientes imágenes, podemos observar los sobrecostos generados por la desviación respecto a lo planificado, que son traducidas en pérdidas económicas de gran magnitud. A continuación, se mostrará un resumen de las obras que presentaron sobrecostos. En las **Gráficas N°3 y N°4** se puede observar ejemplos de sobrecosto en nuestro país actualmente.

Figura 3. Proyecto con sobrecostos (Fuente: El Comercio)

Figura 4. Proyectos con sobrecostos, por la Municipalidad de Lima. (Fuente: El Comercio)

Como se puede observar en las imágenes anteriores, los sobrecostos originados por la desviación de lo planificado es una realidad en nuestro país, con mayor frecuencia en la capital de Lima.

En nuestro estudio, nos basaremos principalmente en los proyectos de construcción de edificaciones, en los cuales este problema también es frecuente.

En los proyectos de edificaciones, existe una organización adecuada de las partidas en todo proyecto, las cuales son agrupadas en especialidades. Dentro de estas especialidades, la que más presenta variaciones respecto a lo establecido, es la especialidad de Arquitectura, la cual incluye dos subespecialidades: Acabados Húmedos y Acabados

Secos. En el inciso 3.1 se procede a detallar con sustento el motivo de la elección de la subjetividad del sistema de control.

1.2 HIPÓTESIS

A través de la implementación del nuevo sistema de control en la etapa de Acabados Húmedos, se podrá controlar e identificar de manera oportuna cualquier desviación respecto a lo planificado, para así encontrar las posibles causas y tomar acciones, las cuales tendrán como resultado una reducción en más de 50% de posibles pérdidas entre lo planeado y real.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Será posible desarrollar un sistema de control ágil y oportuno que determine el estado real de las partidas a evaluar, así como identificar las posibles causas de las variaciones del costo real respecto al presupuesto planificado?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Reducir la magnitud de desviación de lo real respecto a lo planificado con la identificación de las causas que las ocasionan.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las principales partidas con más incidencia económica en el presupuesto
- Analizar proyecciones estimadas en base a datos reales de las partidas mas incidentes dentro de la especialidad de acabados húmedos.
- Identificar las principales causas que ocasionan la desviación o variación de lo planificado en las actividades seleccionadas.
- Disminuir las malas prácticas de la mano de obra y optimizar la utilización de los recursos a fin de incrementar la productividad.
- Verificar el status económico del proyecto después de aplicar el nuevo sistema de control con la muestra analizada.

2. MARCO TEÓRICO

En las siguientes líneas se definirá algunos conceptos y/o definiciones de términos vinculados y aplicados a la hora de desarrollar el proyecto de tesis, los cuales tienen en algunas ocasiones significados diferentes en distintos campos de aplicación. Asimismo, no solo se resume el concepto principal de cada término con el fin de disipar dudas, sino informar mejor acerca de las terminologías y aplicación para poder entender mejor y de manera clara y sencilla el planeamiento y ejecución del proyecto.

2.1 CONCEPTO DE DESPERDICIO DE MATERIALES

El concepto de desperdicio en general es similar para diversos autores, Ghio (2001) lo define como “Toda aquella actividad que tiene un costo pero que no le agrega valor al producto final”. Por su parte, Formoso (1996) amplía el concepto indicando que se refiere a “Toda ineficiencia que se refleja en el uso de equipos, mano de obra y materiales en cantidades mayores a aquellas necesarias para la construcción de una edificación”.

Paliari (1999), sin embargo, plantea una interrogante válida, la cual se debe discutir antes de establecer un concepto definitivo de desperdicio. Este autor sostiene que las pérdidas son un concepto relativo ya que se debe determinar en primer lugar una situación de referencia. Es decir, definir, para cada realidad un rendimiento estimado o aceptable de los recursos, considerando así como desperdicio a todo lo que supere este límite.

Para estimar el desperdicio de materiales se utilizan normalmente los consumos promedio del sector como situación de referencia, sin embargo, este criterio no es la ideal ya que cada obra tiene características propias (tecnología, tipo de mano de obra, procedimientos, etc.) que requieren estimaciones más precisas para un control adecuado, también pueden utilizarse los consumos promedio de edificaciones similares o los consumos establecidos en normas técnicas (cuando existan). Este planteamiento se opone a definiciones como la de Melinghendler (1976) quien por el contrario sostiene que los desperdicios son “todo aquello que diferencia a la obra ejecutada de la obra perfecta” o la de Conwat Quality quien plantea que son “La diferencia entre las formas como las cosas se hacen ahora y la forma como podrían ser hechas si todo fuera perfecto.” Considerando ambas posturas podría comenzar a plantearse una definición final para el desperdicio de los materiales. Definitivamente es necesario considerar las características particulares de cada proyecto y de cada etapa del mismo al analizar los desperdicios (circunstancias, procedimientos

constructivos, equipos, calidad de la mano de obra, etc.), no es lo mismo, por ejemplo, el desperdicio de concreto que se puede tener en el tarrajeo de viga no es el mismo que el de tarrajeo de una placa.

Por otro lado, es fundamental también realizar el contraste con la situación ideal, de esta manera se puede mantener el control de la brecha que existe entre lo real y lo perfecto, lo que contribuye al análisis de las causas de estos desperdicios. Sin embargo, no en todas las partidas se puede definir una situación ideal fácilmente.

Tal es el caso del cemento para tarrajeo de muros, para realizar esta actividad existen diversas proporciones de mezcla arena:cemento (4:1, 5:1, 6:1), cuando la fórmula no ha sido definida dentro de las especificaciones del proyecto se utiliza el criterio de los encargados de obra, quienes basados en sus propias experiencias personales establecen la proporción adecuada como consumo estándar. En partidas como el vaciado de concreto en cambio, queda claro por razones geométricas, que la situación perfecta se dará cuando se consuma 1m³ de concreto por cada m³ que haya que llenar con mezcla.

La respuesta adecuada en estos casos debe estar en los documentos técnicos (especificaciones, planos, memorias descriptivas). Con el apoyo de esta información se debe determinar la cantidad necesaria de material que se debe utilizar para lograr la fabricación del producto final de acuerdo con los estándares de calidad requeridos por el cliente. En caso no se encuentre la información necesaria en los documentos técnicos quedara a criterio del equipo de obra determinar los consumos ideales en base a su experiencia.

Tomando en cuenta lo expuesto anteriormente, esta tesis considerara como desperdicio de materiales a todo consumo de recurso material en cantidades mayores a las necesarias para la elaboración de un producto de construcción de acuerdo con las especificaciones reflejadas en los documentos técnicos o a los criterios establecidos por los encargados de obra.

2.2 CLASIFICACION DEL DESPERDICIO DE MATERIALES

Los desperdicios tienen una serie de características significativas que pueden determinar la forma en que se les clasifica. El método de clasificación más difundido es el utilizado por la empresa TOYOTA, dentro del marco de su sistema de producción, el cual se basa en la eliminación total de las perdidas ocurridas durante el flujo del proceso productivo. A continuación, se detallan los 7 tipos de desperdicio señalados por esta teoría según los presenta Pires (1998):

- a) Pérdidas por superproducción: Se refiere a los desperdicios de recursos generados por la fabricación de productos en mayor cantidad a la necesaria.
- b) Pérdidas por transporte: Se hace referencia a los gastos innecesarios en los que se incurre al transportar recursos de una ubicación a otra ya que esta actividad no agrega ningún valor al producto final, por lo que se recomienda disminuirla al máximo.
- c) Pérdidas por almacenamiento: Son los costos en los que se incurre por ocupar el espacio de almacenamiento y el riesgo de pérdida o destrucción del material almacenado.

- d) Pérdidas por movimiento: Se refiere a los movimientos innecesarios realizados por los trabajadores durante la ejecución de sus labores.
- e) Pérdidas por espera: Está compuesto por aquellos periodos de tiempo en los cuales los recursos generan gasto, pero no están siendo utilizados debido a diferentes motivos.
- f) Pérdidas por productos defectuosos: Son los costos adicionales en los que se incurre cuando un producto no ha sido fabricado de acuerdo a las características de calidad solicitadas por el proyecto.
- g) Pérdidas del propio proceso: Se refiere a actividades que no son necesarias para lograr el producto final según las especificaciones solicitadas y que están incluidas dentro del proceso mismo.

Todos los tipos de pérdidas mencionados han sido determinados considerando los desperdicios que se pueden encontrar en un proceso industrializado típico, sin embargo, es necesario encontrar una mejor aproximación a la industria de la construcción por ser un sector con características muy particulares en el uso de sus recursos (layouts variables, distintos proveedores entre proyectos, procesos poco industrializados, etc.).

Así, por ejemplo, Formoso et Al, clasifican a los desperdicios considerando la etapa del proceso en que se ocasiona la pérdida (Recepción, almacenamiento, transporte interno y producción) y el origen de la misma (Proyecto, Recursos Humanos, Proveedores, Fabricación de materiales y Planeamiento), representado por el siguiente Figura 5:

Figura 5. Tipos de pérdida en etapas (Fuente: Elaboración Propia)

2.3 ESPECIALIDADES EN PROYECTOS DE EDIFICACIONES

A la hora de realizar un proyecto de construcción de edificaciones, se dividen todas las actividades en partidas, las cuales son grupos divididos por especialidades. Estas partidas que son agrupadas por especialidades son importantes a la hora de realizar las 4 etapas ya mencionadas anteriormente de un proyecto, debido a que se toman en cuenta desde la iniciación o planificación (metrados, APU, etc.) debido que se toman en cuenta para poder planificar la cantidad de material y también tener una idea aproximada del presupuesto para realizar el proyecto completo. Así como también estas partidas agrupadas en especialidades sirven de puntos o referencias para controlar el proyecto en ejecución. Las

principales especialidades tomadas en cuenta para edificaciones, las cuales se adaptaron de la Norma Técnica de Metrados para obras edificaciones del Ministerio de Vivienda, Saneamiento y Construcción, son las siguientes:

OE.1 Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud.

OE.2 Estructura.

OE.3 Arquitectura.

OE.4 Instalaciones sanitarias.

OE.5 Instalaciones eléctricas y mecánicas.

OE.6 Instalaciones de comunicaciones.

OE.7 Instalaciones de gas.

Es importante mencionar que cada una de las especialidades cumple un rol importante a la hora de realizar el presupuesto planificado de nuestro proyecto, ya que cada una de ellas representa un porcentaje del costo total de la obra. Si bien es cierto, algunas de ellas influyen mucho más que otras, es de materia a estudiar y analizar cuáles son las más influyentes por lo general en tipos de obras de proyectos de construcción de edificaciones.

2.3.1 DEFINICIÓN DE VARIABILIDAD

La Variabilidad se puede definir como todo comportamiento irregular, impredecible y no deseado. Para el caso de la industria de la construcción se puede definir como la ocurrencia de eventos distintos a los previstos que están presentes en todos los proyectos y se incrementan con la complejidad y velocidad de los mismos. Para el caso específico de los proyectos de construcción la variabilidad es gran problema debido a la cantidad de actividades que se tiene dentro de todo el proceso de construcción, dicha variabilidad puede ser grande o pequeña, pero, sin importar su tamaño, se transfiere a los procesos siguientes aumentando progresivamente.

A la hora de realizar un sistema de control de presupuesto tenemos que tener en cuenta que existen diversos factores importantes a controlar como los siguientes: rendimientos, cantidad de recursos, cantidad de material, etc. Si bien es cierto, cada uno de estos factores se pueden medir o calcular en base a cuestiones teóricas, prácticas o a simple juicio de experto. En el sector de la construcción, siempre estamos hablando de cifras aproximadas, debido a que existe siempre el riesgo de la desviación de lo planificado.

Es decir, debemos comprender cuáles son los conceptos que determinan la importancia o influencia de una especialidad en el presupuesto, así como cuáles son los factores que vuelven importante analizar una especialidad. Dentro de estos aspectos importantes que hacen que una especialidad sea vulnerable a los riesgos, y por lo tanto desviarse de lo planificado, es la variabilidad.

Cualidad de variable. Que varía o puede variar. Inestable, inconstante y mudable. (RAE: 2001). Los proyectos de construcción e infraestructura son riesgosos y complejos por naturaleza. Baccarini (1996) define como complejidad a muchos elementos distintos interrelacionados y se operacionaliza en términos de diferenciación e interdependencia. La complejidad de un proyecto genera incertidumbre en dos formas: (a) estructural (número de elementos e interdependencia de elementos) y (b) en metas y métodos (Williams, 1999). La complejidad e incertidumbre de un proyecto de construcción produce variabilidad en los flujos de producción (Horman, 2000). Variabilidad es la calidad de no-uniformidad de una clase de entidades. Está muy relacionada con la aleatoriedad de un fenómeno.

2.3.2 PARTIDAS INFLUYENTES EN EL PRESUPUESTO

Al momento de realizarse la construcción de una edificación, tenemos que dividir esta misma en distintas partes, el criterio al realizarse esta organización es básicamente mediante partes identificables e individualizables, a las que denominamos PARTIDAS. Existen diversos tipos de partidas por cada especialidad, las cuales se utilizan a la hora de ejecutar (construir) y planificar (presupuesto).

Se comprende también por partida a la parte del presupuesto, la cual representa una actividad a realizar. A cada partida se le asigna un precio y al sumar todos los precios de cada partida colocada en el presupuesto, nos arroja el total de estas.

Estas partidas utilizadas en el presupuesto son para poder organizar en partes el total de cada actividad en el presupuesto, a las cuales se les considera como más influyentes, a las partidas que sumadas sus actividades representan un alto porcentaje en el total del presupuesto.

Al tener un listado de las partidas más incidentes de cada especialidad, podemos realizar un análisis de control para estas actividades, al controlar estas partidas podemos controlar el presupuesto total de la obra y demandaría menos esfuerzo, ya que, solo analizaremos las más incidentes.

2.4 ASPECTOS INFLUYENTES EN EL APU (ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS)

La actividad de desarrollar un sistema de control de un proyecto de edificación tiene aspectos fundamentales que se han mencionado en los ítems anteriores, uno de los factores que es imprescindible mencionar es el desarrollo de los APU's (Análisis de Precios Unitarios) en cada proyecto evaluado.

Un Análisis de Precio Unitario (APU) es un Modelo Matemático muy simple que estima el costo de una unidad producida en cada partida. Para estimar el costo de cada actividad se toman en cuenta tres aspectos fundamentales:

1. Materiales
2. Equipos y Herramientas
3. Mano de obra

Luego de determinar el costo de cada unidad producida de la actividad, se procede a multiplicarlo por la cantidad de trabajo, que es simplificado en los metrados del proyecto.

Para el estudio de la propuesta de sistema de control se ha determinado que solo se evaluará y controlará los siguientes aspectos: Mano de Obra y Materiales.

3. DESCRIPCIÓN DE MANO DE OBRA Y MATERIALES

Mano de Obra: Mano de obra en términos de la profesión de ingeniería civil, es el conjunto de personas que ocupan el cargo de trabajadores para realizar la ejecución de todas las unidades de obra o partidas que se deben culminar para realizar un proyecto. Por lo general, estos trabajadores que componen la mano de obra en un proyecto son organizados por categorías, las cuales son las siguientes: peones, ayudantes, oficiales, capataz y en algunas ocasiones encargado de obra.

Materiales: Insumos que se consumen durante la ejecución de un proyecto de construcción, los cuales son gastados durante la misma.

3.1 HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE PROYECTOS USADAS PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE CONTROL

En el presente ítem, se dan a conocer las bases teóricas de herramientas y conceptos para el desarrollo del nuevo sistema de control oportuno en edificaciones, al referirnos al control de una edificación debemos tener en cuenta no consiste solamente en controlar el consumo sino los rendimientos de horas hombre y materiales.

3.1.1 HERRAMIENTA DE VALOR GANADO

El valor ganado en el control de la ejecución de proyectos es una herramienta útil para que la gerencia obtenga una visión objetiva del proyecto.

Esta herramienta nos indica tres indicadores que son variaciones, índices y proyecciones.

- Variaciones

Variación de costo (CV)= Valor ganado – Costo actual

Variación de cronograma (SV)=Valor ganado – Valor planificado

- Índices

Índice de desempeño del costo (CPI)= Valor ganado/Costo actual

Índice de desempeño del cronograma (SPI)= Valor ganado/Valor planificado

- Proyecciones

Estimado a la terminación (EAC)= Costo Real + Estimado para completar (ETC)

- Variación Atípica

Estimado para completar= Presupuesto a la conclusión- Valor Ganado

- Variación Típica

Estimado para completar= (Presupuesto a la conclusión- Valor Ganado) /CP

En la Figura 6 se observa el esquema de valor ganado representado en curvas y proyecciones, cuyas cifras se explican en líneas anteriores.

Figura 6. Diagrama de proyectos del EVM (Fuente: Elaboración Propia)

3.1.2 CURVA DE APRENDIZAJE

La curva de aprendizaje es una línea que muestra relación entre el tiempo que demora la producción por unidad y el número de unidades de aquella producción. Se pueden aplicar tanto a las personas, así como también a empresas u organizaciones. Para el presente proyecto, la curva de aprendizaje será aplicada en la industria de la construcción, la cual permite una continua reducción de costos y sobre todo si se tratara de iguales tipos de obras, puesto que solo en estos casos se aplica la gestión de conocimiento de manera continua a través de los siguientes aspectos: planificación, dirección y operatividad de la obra. La teoría de curvas de aprendizaje se basa en los siguientes ideales:

- Tiempo total requerido para completar una unidad de producción será menos cada vez que se realice la tarea.
- La tasa de tiempo por unidad será cada vez menor
- La reducción en tiempo seguirá un patrón previsible

¿De qué manera se realizan sus cálculos?

Una relación matemática expresa el tiempo que supone producir una determinada unidad establecida en cada industria.

Existen dos formas de determinar la curva de aprendizaje: Logarítmica y Aritmética.

¿Cuánto dura el aprendizaje?

Por lo general, a transcurrir los primeros días de labor se puede observar una mejora continua. Sin embargo, en los proyectos de construcción se genera conocimiento a través de las experiencias y gestión de conocimiento del personal en obra, este factor relaciona directa y dependientemente la curva de aprendizaje, con el personal en obra y su conocimiento. Mientras más experiencia o conocimiento de proyectos similares en el personal, la curva de experiencia o aprendizaje puede estar cercana a cero.

3.2 GRÁFICOS UTILIZADOS PARA REPRESENTAR EL ESTADO DE LAS ACTIVIDADES SELECCIONADAS

Los gráficos utilizados para realizar la representación visual del Dashboard y la aplicación del APP, fueron las que se detallan en los siguientes índices.

3.2.1 DIAGRAMA DE PARETO

Es una técnica gráfica para clasificar aspectos de orden mayor a menor frecuencia. A esta técnica, también se le conoce como curva cerrada. Su orden es descendente y se interpreta de izquierda a derecha, en donde cada aspecto se grafica por barras.

La técnica de Pareto tiene como objetivos lo siguiente:

- Asigna un orden de prioridades.
- Grafica de mejor manera los aspectos o causas más importantes, respecto a las de menos relevancia, que no tienen mucha importancia.
- Facilita el estudio de las fallas, debido a que muestra la principal parte en las cuales se genera o es causa un problema.
- Para el uso de esta técnica en nuestro proyecto, la distribución de los efectos como las posibles causas, no es un proceso lineal. Entonces, aplicamos esta técnica a la hora de representar costos, para poder observar que el 20% de aspectos importantes, puede representar el 80% de los costos totales, entonces nos delimita los aspectos o ítem que debemos tener en cuenta porque son los más representativos.

3.3 HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS Y DE FLUJO DE INFORMACIÓN UTILIZADAS PARA LA EVOLUCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

3.3.1 DASHBOARD

Representa de manera gráfica los principales indicadores, intervienen en el análisis de los objetivos del negocio, y está orientada a la toma de decisiones para para una mejora continua. Un dashboard debe transformar los datos en información y está en conocimiento para el negocio.

3.3.1.1 CARACTERÍSTICAS DE UN DASHBOARD

- Número de KPIs: sólo aquellas KPIs (ni más, ni menos), necesarias (se suele hablar de entre 7 y 10 KPIs).
- No consiste en añadir datos por añadir, sino de mostrar de la forma más adecuada, aquellos que nos permitan tomar decisiones.
- Es una foto ‘fija’ de las KPIs que más influyen en la consecución de nuestros objetivos.
- Segmentación y contexto: debe presentar estas KPIs de forma que estas sean relevantes (accionables) para el negocio.
- Visualización: la persona que toma las decisiones debe ser capaz de interpretar fácilmente la información que está viendo. Por lo que el dashboard debe ser breve, hablar el mismo

lenguaje del decisor y su representación gráfica la adecuada para los datos que representa y lo suficientemente visual, para que resulte atractivo su estudio.

- Por regla general, cuánto más arriba de la organización estén los decisores a los que nos dirigimos, menos números y más letra (conclusiones accionables) tendrán, y viceversa.
- Los dashboards se suelen representar en el equivalente a un A4, pero existen herramientas de visualización de datos, que permiten profundizar en ellos desde el propio dashboard.
- Análisis: además de las KPIs el dashboard debe acompañarse de un análisis sobre: lo ocurrido, las recomendaciones dadas y su potencial impacto sobre el negocio. El análisis debe recomendar acciones, no describirlas. Es decir, no podemos quedarnos en: “La tasa de conversión subió hasta el 2%”. Debemos explicar el origen de esa subida, que vamos a hacer para que se mantenga, que efecto va a tener esto en el negocio entre otros.

3.3.2 REPORTES (RO)

El resultado o reporte operativo es un sistema estructurado y con planeamientos en base al control del proyecto. Estos reportes por lo general son usados en constructoras de buen prestigio que ejecutan proyectos de mediana y gran envergadura. Este reporte es una herramienta completa debido a que integra los siguientes aspectos: planeamiento y control. Las cuales son imprescindibles para ejecutar estos reportes mediante las siguientes herramientas:

- Programa de Actividades
- Curva S

- Programa de Recursos
- Informes de Producción
- Resultado Económico

Estos reportes operativos, también son denominados herramientas de control de gestión efectiva, debido a que te obliga a planificar permanentemente las actividades y recursos del proyecto en base a resultados ya establecidos mediante el tiempo.

El Resultado Operativo se desarrolla a través de los cálculos de:

- Venta total, es la venta total del proyecto es decir las valorizaciones realizadas por el cliente.

$$\text{Venta} = \text{CD} + \text{GG} + \text{UT} + \text{ADICIONALES} + \text{DEDUCTIVOS}$$

CD: Costo Directo

GG: Gastos Generales

UT: Utilidad

- Costo, es la estimación del gasto en que se incurrirá para la realización del proyecto.
- Margen, el margen es la razón de todo proyecto, se puede definir por el resultado de la siguiente operación: $\text{Margen} = \text{Venta} - \text{Costo}$.
- Venta real, es la venta total del proyecto incluido adicional, deductivo y venta por terceros, es decir la suma de todas las valorizaciones.
- Venta aplicada, es la venta que se debería tener para obtener el margen proyectado en función del costo real en una fecha de corte.
- Exceso/Defecto, es la diferencia de la venta aplicada menos la venta real.
- Margen aplicado, Es la diferencia de la venta aplicada y el costo real dividido entre la venta aplicada.

4. METODOLOGÍA

A continuación, se detalla el procedimiento experimental para realizar la justificación y desarrollo de la propuesta de sistema de control planteado en el proyecto de tesis, en las cuales se detallará el procedimiento a seguir.

4.1 PROYECTOS SELECCIONADOS PARA EL ESTUDIO DE LA PROPUESTA DE SISTEMA DE CONTROL

En primer lugar, se debe realizar la selección de proyectos de construcción, que sean de edificaciones. Asimismo, asegurarse que los proyectos se encuentren ubicados en la ciudad de Lima y se construyan con estructuras y procedimientos comunes. Que presenten un costo similar por la ejecución de un metro cuadrado en la especialidad de arquitectura.

4.1.1 DESCRIPCIÓN DE CADA PROYECTO SELECCIONADO

Los proyectos de edificaciones que serán seleccionados para realizar el adecuado estudio, análisis y soluciones respecto a la problemática planteada, deben tener las siguientes características:

- Proyectos de construcción con destino de edificaciones.

- Deben tener un presupuesto organizado y correctamente planificado.
- Por lo general, deben tener en el proyecto un área específica de Oficina técnica y Producción.
- Presentar un costo de ejecución similar por metro cuadrado.

4.1.2 RECOLECCIÓN DE DATOS DE CADA PROYECTO SELECCIONADO

Debemos tener en cuenta que cada proyecto seleccionado, debe ser previamente coordinado con los stakeholders que involucran los procesos a la hora de aplicar el sistema de control, debido a que necesitaremos datos reales del proyecto, que en ocasiones son difíciles de conseguir, tales como:

- Análisis de precios unitario de las actividades del proyecto.
- Metrado correspondiente de las actividades del proyecto.
- Cronograma valorizado.
- Rendimientos planificados.
- Precios reales de materiales de construcción a controlar.

4.1.3 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIO DE CADA PROYECTO SELECCIONADO

Con el metrado y APU'S correspondientes a las actividades principales podemos obtener el costo total de las partidas que participan en el proyecto, por lo tanto podemos ordenar de mayor a menor las partidas para así poder tener una base de datos con la influencia en el presupuesto de cada partida.

4.2 ANÁLISIS DE DATOS DE LOS PROYECTOS

Una vez organizado y ordenada las partidas con su respectivo costo, analizamos cuáles son las que más influyen en el presupuesto; es decir, los más incidentes que representan un alto porcentaje del total de presupuesto.

4.2.1 ORGANIZACIÓN DE PARTIDAS INCIDENTES EN LA ESPECIALIDAD DE ARQUITECTURA Y SUBESPECIALIDAD DE ACABADOS HÚMEDOS

Dentro de todas las partidas seleccionadas y ordenadas de mayor a menor, se deben seleccionar las que hemos delimitado para el proyecto: Partidas incidentes en la especialidad de Arquitectura y subespecialidad de Acabados Húmedos. Entonces, conocemos cuáles son las partidas más incidentes en cada proyecto.

4.2.2 APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA DIAGRAMA DE PARETO

Una vez que organizamos la base de datos correspondientes de cada proyecto, procederemos a realizar un diagrama de Pareto con el costo correspondiente a las actividades más influyentes de la especialidad de Arquitectura y sub especialidad de Acabados Húmedos, con la finalidad de encontrar las actividades principales que representan el 80% del costo total de toda las partidas de especialidad de Arquitectura.

4.3 CODIFICACIÓN Y FACEO ADECUADO DE ACTIVIDADES SELECCIONADAS

Un análisis importante a la hora de realizar la selección de las partidas más influyentes en cada proyecto seleccionado, es que debemos agrupar las actividades que tienen similitud a la hora de ejecución y el uso de los mismos materiales, esto es muy importante debido a que si realizamos este paso correctamente, encontraremos qué actividades directamente son las que ocasionan en su mayoría que el presupuesto sea variable y asimismo, encontrar los principales problemas dentro de cada actividad, debido a que encontrando solución a una de estas partidas, las actividades similares también tendrán solución por inherencia.

4.4 JUICIO DE EXPERTOS

Finalmente, nuestra propuesta de sistema de control no solo tendrá un beneficio que lo diferenciará de algunos sistemas de control ya establecidos en el mercado, como es el de generar un reporte en tiempo real al colocar los inputs en la aplicación desarrollada, sino también encontrar las causas por la cual se está desviando lo real respecto a lo planificado.

¿Cómo tener un modelo estándar para encontrar causas en diferentes proyectos de construcción? En esta parte del proyecto, se ha optado por tomar dos sustentos, los cuales son los siguientes: información sustentada por medios confiables y juicio de expertos debidamente identificados y con experiencia en construcción de edificaciones.

5. SISTEMAS DE CONTROL ACTUALES DESARROLLADOS EN NUESTRO PAÍS

5.1 PROPUESTAS DE SISTEMAS DE CONTROL ACTUALES DESARROLLADOS EN NUESTRO PAÍS

Por lo general, los proyectos de construcción de edificaciones cuentan con un sistema de control de presupuesto para poder administrar bien sus recursos utilizados durante la ejecución de la obra, estos sistemas de control pueden ser desarrollados mediante la misma empresa constructora debido a que mantienen sus propios rendimientos trabajando con cuadrillas repetidas en todas sus actividades. Por otro lado, están las otras empresas constructoras que deciden realizar el contrato de un software desarrollado para realizar el sistema de control de sus proyectos y así poder tener un mejor resultado a detalle en el proceso de ejecución. Dentro de los sistemas de control desarrollados y comunes en nuestro país están los que se muestran en la tabla a continuación: Aranda software, Auranet, Fomplus, Sap Business One, SLYG Block, etc.

5.1.1 CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIONES DE LAS PROPUESTAS DE SISTEMAS DE CONTROL

Sistemas de control	Año de creación	Características
Aranda Software	2002	Controla el ciclo de vida de las órdenes de servicio que tu organización atiende y administra los servicios en su totalidad desde el proceso de solicitud hasta su ejecución y cierre.
Auranet	2011	El control de costos de AURANET, cuantifica en valor y cantidad los consumos de recursos por cada partida del presupuesto, es decir, los que se van a comprar durante el desarrollo de la obra, faena, proyecto o centro de negocios. Además, Auranet le permite conocer, en todo momento, los estados de resultados de las obras en diferentes formatos.
Fomplus		Brinda el soporte necesario para evaluar, planear y tomar decisiones inteligentes en todas

	Experiencia mayor a 20 años	las áreas funcionales de su compañía buscando su crecimiento y desarrollo sostenible.
Sap Business One	2008	Aumente el control sobre su pequeña empresa con software diseñado para crecer con usted. Optimice sus procesos clave, obtenga más información estratégica sobre su negocio y tome decisiones basadas en información en tiempo real —para poder impulsar un crecimiento rentable
SLYG Block	2005	SLYG Block estandariza los procesos de compras, subcontratación, alquileres, pagos a proveedores y sala de ventas, y elimina los reprocesos de información. Su información a un click en todo momento y en todo lugar.

5.1.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE SISTEMAS DE CONTROL ACTUALES

Sistemas de control	Ventajas	Desventajas

Aranda Software	Buena logística de material	No se enfoca en la producción
Auranet	Cuantifica los recursos usados para todas las partidas	No da soluciones si existiera perdida de los recursos
Fomplus	Planificación de las tomas de decisiones buscando un desarrollo sostenido	No te informa las principales causas del problema
Sap Business One	Busca un crecimiento sostenible a través del control	Enfocado en empresa pequeñas
SLYG Block	Ordena la documentación de procesos de compras, subcontratación, alquileres, pagos a proveedores y sala de ventas	No ayuda a mejorar la producción

5.2 RESULTADOS DESARROLLADOS POR LOS SISTEMAS DE CONTROL

Es importante conocer los resultados de los sistemas de control desarrollados actualmente, para poder analizar en qué aspectos se puede mejorar para así poder realizar un mejor control de proyectos mediante el presupuesto planificado. En base a esto, hemos realizado los análisis correspondientes a los softwares ya existentes, los cuales tienen los mismos objetivos, pero brindan los resultados en diferentes reportes. En los siguientes ítems a desarrollarse.

5.2.1 CASOS DE ÉXITO USANDO LOS SISTEMAS DE CONTROL

AURANET casos de éxito

A continuación, se presentarán algunos comentarios de las empresas que usaron esta herramienta de AURANET.

- 1) Constructora e Inmobiliaria Castellani y Muñoz dedicada a la construcción de viviendas y edificios.

Desde enero del 2013, Constructora Castellani y Muñoz inicio sus operaciones con E.R.P Auranet, integrando el control de costos de obra a su contabilidad y remuneraciones, actualmente maneja sus obras con detallado control de costos. La instalación fue sencilla y rápida, hoy contamos con información en línea de nuestras obras, tanto en el aspecto logístico como de las adquisiciones, como nuestros inventarios y aun mejor nuestros estados de resultado. Felicitamos a Auranet por lograr un software que ayude al proceso constructivo.

2) Constructora e Inmobiliaria GPR, dedicada desde 1960 a la fecha a la construcción de Conjuntos Habitacionales de Viviendas en las ciudades de la Serena, Coquimbo, Puerto Varas, Puerto Montt, Santiago y Concepción, con más de 10 mil viviendas decidió comprar el de E.R.P. Auranet con el objetivo de mejorar e integrar sus procesos en un solo sistema.

Comenta su gerente de administración y finanza Germán Pérez, que a fines del año 2012 recibimos publicidad del E.R.P. Auranet y luego de una demostración detallada a cada departamento de la empresa, no convencimos de que Auranet nos otorgaría la seguridad y agilidad necesarias para administrar de una manera más completa e integrada nuestras obras.

A principio de mayo del 2013 iniciamos la implementación del E.R.P. Auranet, migrando por completo la contabilidad desde nuestro antiguo E.R.P. e iniciamos la administración las nuevas etapas de nuestras obras ubicadas en la Serena, Coquimbo y Puerto Montt, mediante el Auranet, capacitando el personal de obra en terreno. Inicialmente se presupuestaron dichas obras utilizando E.R.P. Auranet, se crearon las Obras y sus presupuestos, se crearon los perfiles de usuarios y perfiles de aprobaciones de cada obra, y mediante el servicio de Outsourcing que entrega Auranet y con el líder que GPR contrató, se iniciaron capacitaciones en tres obras a la vez, en terreno y utilizando las franquicias Sence.

Actualmente, cada Obra maneja su presupuesto meta y mediante la modificación del presupuesto de trabajo va teniendo una proyección de los costos al término de obra, elaboran sus solicitudes de recursos, una vez emitida la orden de compra por oficina

central, recibe las guías de despacho y cuadran sus facturas, retiran de bodega con cargo a partidas del presupuesto, elaboran sus estados de pago y su facturación, controlan tratos de mano de obra, todo lo anterior conducente a obtener un Estado de resultado mensual de su obra.

Todas las aprobaciones de facturas se producen en línea y luego Contabilidad captura mediante importación las facturas al libro de compras del mes.

Comenta Germán:

- Lograr con éxito tener los anhelados informes de costos y sus variaciones en tiempo real y con la realidad que se requiere, disciplina y procesos para levantar los datos, un líder permanente que conozca el ERP, mucho trabajo en equipo, y por sobre todo el apoyo de la gerencia a la implementación.
- La herramienta es sencilla y amigable, hoy tanto en las obras como a oficina central se ha logrado una administración adecuada. Con esto esperamos mejorar nuestra eficiencia, con toma de decisiones en tiempo real

3) Constructora Inca es una empresa dedicada a la ejecución de proyectos habitacionales, desde el año 1982, para satisfacer la demanda de viviendas de 1.000 a 4300 U.F.

En nuestra empresa incorporamos el sistema Auranet como herramienta informática desde el año 2006, con la cual logramos una rápida ambientación.

Desde el año 2010, empezamos a migrar a la versión actual de Auranet, que nos ha permitido afinar nuestros procedimientos de trabajo y llevar la información en línea de todas y cada una de nuestras obras, permitiéndonos un control eficaz, desde la etapa de presupuesto hasta el control de avance y análisis de costos, siendo permanentemente

asesorados por el soporte de Auranet y recibiendo una buena acogida a los requerimientos de adaptación del sistema en función de las necesidades de nuestra empresa con gran éxito.

FOMPLUS casos de éxito

1) Prestige Estates Projects

Los aspirantes a propietarios están interesados en invertir en propiedades desarrolladas por prestigio Estantes Project. Un desarrollador altamente respetado y de confianza, Prestigio crea espacios inmobiliarios de clase mundial en Bangalore, India, y otras ciudades importantes en el sur de la India. El grupo se centra en el desarrollo innovador, creando estructuras emblemáticas inspiradas en la arquitectura griega clásica, como la acrópolis y el Foro, así como diseños modernos visionarios. La compañía ha completado 210 proyectos que cubren más de 80 millones de pies cuadrados, con propiedades residenciales y comerciales de lujo que incluyen comunidades cerradas, puntos de venta, centros comerciales de lujo, desarrollos integrados de municipios y todo incluido desarrollo con campos de golf, spas, y hoteles de 5 estrellas.

Expandiendo su negocio a ciudades como Chennai, Hyderabad, Kochi, Mysore, Mangalore y Goa, la compañía fue capaz de transformar digitalmente su proceso de ventas y llegar y acomodar más fácilmente y acomodar a nuevos compradores de propiedades. prestigio eligió la solución SAP Hybris Cloud for Customer para obtener una participación unificada del cliente y la automatización de la fuerza de ventas, dando al grupo

inmobiliario la visibilidad que necesita en los clientes potenciales, simplificando el proceso de venta y comercialización, y fortaleciendo el servicio al cliente.

FINALCAD casos de éxito

- 1) Esparq Ciesa contratistas generales dedicada a la construcción comenta que la aplicación finalcad ayuda a definir los defectos utilizando una denominación común para llevar a cabo las operaciones de pre-recepción (OPR), Ahorrar las numerosas versiones y confusiones en las formas de nombrar el mismo defecto (retocar, pintura, pintura a retocar, contactar con el pintor...). Considere definir un registro de defectos sencillo y corto para asegurarse de que sus contactos entiendan perfectamente los defectos mencionados, con un vocabulario común. Ganará en claridad y no perderá tiempo en retomar varias veces el mismo defecto.

6. PROPUESTA DE SISTEMA DE CONTROL

El propósito de realizar todo el estudio, sustento y análisis correspondiente a los temas planteados en el presente proyecto es para poder concluir que existe la problemática planteada, y también que los límites propuestos establecidos son justificados con fundamentos en base a fuentes de buena calidad, así como también estudios de proyectos realizados que tienen las mismas características en los proyectos en los cuales se aplicará nuestra propuesta de sistema de control. En resumen, la metodología fue la siguiente:

Figura 7. Proceso de planeamiento de sistema de control (Fuente: Elaboración Propia)

Todo este proceso de justificación del planteamiento del proyecto sirve para poder tener mejor definidos los objetivos de la propuesta de sistema de control. Es por ello, que se le agregan diversas características que son de suma importancia para que sea diferente y mucho más preciso que otros sistemas de control utilizados o aplicados en nuestro país.

Respecto a las investigaciones y análisis realizados, se detallan sistemas de control de presupuesto de proyectos de construcción de edificaciones en tiempo real, las cuales se detallan de manera general y por partidas. Asimismo, también se utilizan herramientas como la de Valor Ganado. De igual manera, también se detallan algunas estrategias para controlar de manera eficaz un proyecto de construcción, así como generar hitos estratégicos y fechas de estado analizados en la etapa del anteproyecto. Estas afirmaciones nos llevan a una gran interrogante: ¿Cuál es la diferencia y aporte de nuestra propuesta de sistema de control?

6.1 PROCEDIMIENTO PARA DESARROLLAR LA PROPUESTA

En el presente ítem se procederá a detallar los procedimientos correspondientes a la justificación y desarrollo de la aplicación del sistema de control propuesto en el presente proyecto de tesis.

- 1) Se seleccionó 3 proyectos, los cuales son proyectos de construcción de edificaciones, los cuales son realizados en la ciudad de Lima, los proyectos se encuentran en diferentes distritos y son ejecutados por diferentes constructoras. La selección detallada fue con el propósito de poder tener 3 diferentes sistemas de control y logística, asimismo también obtener diferentes datos en planificación de cada proyecto, debido a que cada constructora maneja sus propios rendimientos, precios, insumos entre otros.

Proyecto 1:

Edificio Zentro

Ubicación: Jesus María

Presupuesto total: S/. 26'681,291.08

Plazo de ejecución: 240 días

Proyecto 2:

Edificio MET

Ubicación: Santa Catalina

Presupuesto total: 62'028,856.06

Plazo de ejecución: 300 días

Proyecto 3: EDIFICIO MULTIFAMILIAR "ALTUS ONE - FASE 2"

Ubicación: San Miguel

Presupuesto total: 22'465,759.00

Plazo de ejecución: 320 días

2) Luego de seleccionar los 3 proyectos, debemos recolectar datos necesarios para realizar la primera etapa de justificación, los cuales son los siguientes:

- Metrado Total correspondiente a todas las especialidades por partidas
- Análisis de Precios unitarias de cada actividad
- Presupuesto total planificado detallado del proyecto

Con estos datos recolectados de cada proyecto se procede a realizar la organización de la suma total de actividades de las partidas por especialidad, las cuales son representadas en las siguientes imágenes:

ITEM	ESPECIALIDAD	PRESUPUESTO	
1.00	OBRAS PRELIMINARES	S/.	1,517,788.14
2.00	ESTRUCTURAS	S/.	5,984,158.16
3.00	ARQUITECTURA	S/.	7,470,416.90
4.00	INST.ELÉCTRICAS	S/.	1,309,357.18
5.00	INST.SANITARIAS	S/.	1,442,817.38
6.00	INSTALACIONES DE COMUNICACIONES	S/.	324,272.07
7.00	AGUA CONTRA INCENDIO	S/.	470,250.00
8.00	INSTALACIONES MECANICAS	S/.	214,102.94
9.00	SEGURIDAD Y EVACUACION	S/.	86,606.57
10.00	ASCENSORES	S/.	527,340.00
11.00	ELEVADOR PARA DISCAPACITADOS	S/.	31,350.00
12.00	INSTALACION DE GAS	S/.	203,884.20

Tabla 1: Proyecto Zentro (Fuente: Elaboración propia)

ITEM	ESPECIALIDAD	PRESUPUESTO	
1.00	OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES	S/.	3,428,605.95
2.00	ESTRUCTURA	S/.	15,635,676.00
3.00	ARQUITECTURA	S/.	16,285,794.22
4.00	INSTALACIONES SANITARIAS	S/.	2,189,870.79
5.00	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	S/.	4,367,153.43
6.00	INSTALACIONES DE COMUNICACIONES.	S/.	463,710.06
7.00	AGUA CONTRA INCENDIOS	S/.	1,527,540.93
8.00	INSTALACIONES MECANICAS	S/.	2,471,261.29
9.00	SEGURIDAD Y EVACUACION	S/.	68,005.00

Tabla 2: Proyecto MET (Fuente: Elaboración propia)

ITEM	ESPECIALIDAD	PRESUPUESTO	
1.00	OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES	S/.	1,410,734.92
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	S/.	154,033.73
3.00	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	S/.	8,951.58
4.00	OBRAS DE CONCRETO ARMADO	S/.	4,931,274.29
5.00	ARQUITECTURA	S/.	6,412,005.31
6.00	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	S/.	1,312,020.11
7.00	INSTALACIONES DE COMUNICACIONES.	S/.	162,186.03
8.00	INSTALACIONES DE SEGURIDAD (Detección y alarma contraincendios)	S/.	143,319.09
9.00	INSTALACIONES SANITARIAS	S/.	912,667.21
10.00	AGUA CONTRA INCENDIOS	S/.	291,668.21
11.00	INSTALACIONES DE GAS	S/.	194,800.00
12.00	INSTALACIONES MECANICAS Y PRESURIZACION	S/.	143,227.45
13.00	EXTRACCION DE MONOXIDO Y HUMOS	S/.	158,333.25

Tabla 3: Proyecto Altus One (Fuente: Elaboración propia)

- 3) Luego de obtener los datos requeridos de cada proyecto y organizarlos por especialidades, debemos ordenarlos en forma descendente de modo que se nos represente una idea de qué especialidades son las que más influyen en el presupuesto de cada proyecto, para lo cual necesitamos ser más exactos y procedimos a realizar el Diagrama de Pareto, en el cual se ilustra de manera clara y concisa cuáles son las especialidades más influyentes en costo en el presupuesto de cada proyecto.

Proyecto 1: ZENTRO

N°	ESPECIALIDAD	PRESUPUESTO	% ESPECIALIDAD	% ACUMULADO	PRES ACUMULADO	80-20
1	ARQUITECTURA	S/. 7,470,416.90	38%	38%	S/. 7,470,416.90	0.8
2	ESTRUCTURAS	S/. 5,984,158.16	31%	69%	S/. 13,454,575.06	0.8
3	OBRAS PRELIMINARES	S/. 1,517,788.14	8%	76%	S/. 14,972,363.20	0.8
4	INST.SANITARIAS	S/. 1,442,817.38	7%	84%	S/. 16,415,180.58	0.8
5	INST.ELÉCTRICAS	S/. 1,309,357.18	7%	91%	S/. 17,724,537.76	0.8
6	ASCENSORES	S/. 527,340.00	3%	93%	S/. 18,251,877.76	0.8
7	AGUA CONTRAINCENDIO	S/. 470,250.00	2%	96%	S/. 18,722,127.76	0.8
8	INSTALACIONES DE COMUNICACIONES	S/. 324,272.07	2%	97%	S/. 19,046,399.83	0.8
9	INSTALACIONES MECANICAS	S/. 214,102.94	1%	98%	S/. 19,260,502.77	0.8
10	INSTALACION DE GAS	S/. 203,884.20	1%	99%	S/. 19,464,386.97	0.8
11	SEGURIDAD Y EVACUACION	S/. 86,606.57	0%	100%	S/. 19,550,993.54	0.8
12	ELEVADOR PARA DISCAPACITADOS	S/. 31,350.00	0%	100%	S/. 19,582,343.54	0.8

Tabla 4: Proyecto Zentro ordenado de mayor a menor (Fuente: Elaboración propia)

Figura 8: Pareto proyecto Zentro (Fuente: Elaboración propia)

Proyecto 2: MET

N°	ESPECIALIDAD	PRESUPUESTO	% ESPECIALIDAD	% ACUMULADO	PRES ACUMULADO	80-20
1	ARQUITECTURA	S/. 16,285,794.22	35.07%	35.07%	S/. 16,285,794.22	0.8
2	ESTRUCTURA	S/. 15,635,676.00	33.67%	68.74%	S/. 31,921,470.22	0.8
3	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	S/. 4,367,153.43	9.40%	78.14%	S/. 36,288,623.65	0.8
4	OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES	S/. 3,428,605.95	7.38%	85.53%	S/. 39,717,229.60	0.8
5	INSTALACIONES MECANICAS	S/. 2,471,261.29	5.32%	90.85%	S/. 42,188,490.89	0.8
6	INSTALACIONES SANITARIAS	S/. 2,189,870.79	4.72%	95.57%	S/. 44,378,361.68	0.8
7	AGUA CONTRA INCENDIOS	S/. 1,527,540.93	3.29%	98.85%	S/. 45,905,902.61	0.8
8	INSTALACIONES DE COMUNICACIONES.	S/. 463,710.06	1.00%	99.85%	S/. 46,369,612.67	0.8
9	SEGURIDAD Y EVACUACION	S/. 68,005.00	0.15%	100.00%	S/. 46,437,617.67	0.8

Tabla 5: Proyecto Met ordenado de mayor a menor (Fuente: Elaboración propia)

Figura 9: Pareto proyecto Met (Fuente: Elaboración Propia)

Proyecto 3: ALTUS ONE

N°	ESPECIALIDAD	PRESUPUESTO	% ESPECIALIDAD	% ACUMULADO	PRES ACUMULADO	80-20
1	ARQUITECTURA	S/. 6,412,005.31	39.49%	39.49%	S/. 6,412,005.31	0.8
2	OBRAS DE CONCRETO ARMADO	S/. 4,931,274.29	30.37%	69.87%	S/. 11,343,279.60	0.8
3	OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES	S/. 1,410,734.92	8.69%	78.56%	S/. 12,754,014.52	0.8
4	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	S/. 1,312,020.11	8.08%	86.64%	S/. 14,066,034.64	0.8
5	INSTALACIONES SANITARIAS	S/. 912,667.21	5.62%	92.26%	S/. 14,978,701.85	0.8
6	AGUA CONTRA INCENDIOS	S/. 291,668.21	1.80%	94.06%	S/. 15,270,370.06	0.8
7	INSTALACIONES DE GAS	S/. 194,800.00	1.20%	95.26%	S/. 15,465,170.06	0.8
8	INSTALACIONES DE COMUNICACIONES.	S/. 162,186.03	1.00%	96.26%	S/. 15,627,356.09	0.8
9	EXTRACCION DE MONOXIDO Y HUMOS	S/. 158,333.25	0.98%	97.23%	S/. 15,785,689.34	0.8
10	MOVIMIENTO DE TIERRAS	S/. 154,033.73	0.95%	98.18%	S/. 15,939,723.07	0.8
11	INSTALACIONES DE SEGURIDAD (Detección y alarma contraincendios)	S/. 143,319.09	0.88%	99.06%	S/. 16,083,042.16	0.8
12	INSTALACIONES MECANICAS Y PRESURIZACION	S/. 143,227.45	0.88%	99.94%	S/. 16,226,269.61	0.8
13	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	S/. 8,951.58	0.06%	100.00%	S/. 16,235,221.19	0.8

Tabla 6: Proyecto Altus One ordenado de mayor a menor (Fuente: Elaboración propia)

Figura 10: Pareto proyecto Altus One (Fuente: Elaboración Propia)

6.1.1 METODOLOGIA

Consiste en agrupar las diferentes partidas con su misma particularidad, por ejemplo: asentado, enchape, tarrajeo entre otros.

1. Aplicación de la metodología al proyecto Zentro

- ASENTADO

Tabla 7: Proyecto Zentro asentado (Fuente: Elaboración propia)

ASENTADO	Und	METRADO	PU	PARCIAL	ACUMULADO	%ACUM	80-20
MUROS DE BLOCK SÍLICO CALCÁREO P10	m2	10,430.04	S/76.85	S/ 801,548.57	S/ 801,548.57	49.14%	0.8
MUROS DE BLOCK SÍLICO CALCÁREO P14	m2	5,472.63	S/93.28	S/510,486.98	S/ 1,312,035.55	80.44%	0.8
MUROS DE BLOCK SÍLICO CALCÁREO P10+P10 (e=0.25 y 0.35)	m2	1,047.10	S/147.35	S/154,290.19	S/ 1,466,325.74	89.90%	0.8
DINTEL DE DRYWALL PARA PUERTAS, H=0.30 M	ml	1,114.24	S/60.00	S/ 66,854.40	S/ 1,533,180.14	94.00%	0.8
MUROS DE BLOCK SÍLICO CALCÁREO P10+P10 (e=0.20)	m2	264.86	S/147.35	S/ 39,027.12	S/ 1,572,207.26	96.39%	0.8
MURO - CERCO PERIMETRICO - ALBAÑILERIA E=15cm	m2	327.90	S/59.97	S/ 19,664.16	S/ 1,591,871.42	97.60%	0.8
MURO DOBLE DE BLOCKS DE VIDRIO (LOBBY, COFE ROOM)	m2	8.78	S/1,949.95	S/ 17,120.56	S/ 1,608,991.98	98.65%	0.8
DINTEL DE PLACA P-10 PARA MAMPARAS, H=0.30 M	ml	137.40	S/77.67	S/ 10,671.86	S/ 1,619,663.84	99.30%	0.8
Puertas P-11 (b= 0.90 m, h= 0.30 m) con sobre luz de blocks de vidrios	Und.	39.00	S/246.90	S/ 9,629.10	S/ 1,629,292.94	99.89%	0.8
MURO - CERCO PERIMETRICO - ALBAÑILERIA E=35cm	m2	8.64	S/102.87	S/ 888.80	S/ 1,630,181.74	99.95%	0.8
MURO - AZOTEA - ALBAÑILERIA E=25cm	m2	9.85	S/85.64	S/ 843.55	S/ 1,631,025.29	100.00%	0.8

Figura 11. Diagrama Pareto por actividades de especialidad seleccionada (Fuente: Elaboración Propia)

Las partidas con mayor incidencia son los muros de block sílico calcáreo P10 y P14 con precios parciales de S/801548.57 y S/510486.98 respectivamente.

- REVOQUES Y REVESTIMIENTO

Tabla 8: Proyecto Zentro revoques y revestimiento (Fuente: Elaboración propia)

REVOQUES Y REVESTIMIENTOS	Und	METRADO	PU	PARCIAL	ACUMULADO	%ACUM	80-20
TARRAJEO DE MUROS EXTERIORES (INCL. VIGAS Y PLACAS)	m2	3,948.85	S/28.93	S/114,240.23	S/ 114,240.23	29.88%	0.8
VESTIDURA DE DERRAMES (PUERTAS, MAMPARAS, VENTANAS)	m	8,787.00	S/12.12	S/106,498.38	S/ 220,738.61	57.74%	0.8
MURO REVESTIDO EN MICROCEMENTO COLOR MARRON (EXTERIORES)	m2	560.59	S/57.90	S/ 32,458.16	S/ 253,196.77	66.23%	0.8
MURO REVESTIDO EN GRANALLA COLOR ORO (EXTERIORES)	m2	509.86	S/56.90	S/ 29,011.03	S/ 282,207.80	73.82%	0.8
REVEST. C/ CEMENTO PULIDO PASO Y CONTRAPASO	ml	489.60	S/44.86	S/ 21,963.46	S/ 304,171.26	79.56%	0.8
TARRAJEO EN MUROS INTERIORES	m2	740.46	S/23.54	S/ 17,430.43	S/ 321,601.69	84.12%	0.8
BRUÑAS EXTERIORES	m	2,225.65	S/5.30	S/ 11,795.95	S/ 333,397.63	87.21%	0.8
TARRAJEO EN FONDO DE ESCALERA	m2	319.66	S/33.82	S/ 10,810.90	S/ 344,208.54	90.04%	0.8
TARRAJEO IMPERMEABILIZADO	m2	345.78	S/30.18	S/ 10,435.64	S/ 354,644.18	92.77%	0.8
IMPERMEABILIZACION DE JARDINERA CON MEMBRANA ANTIRAIZ (PRIMER Y ULTIM	m2	123.96	S/74.34	S/ 9,215.19	S/ 363,859.36	95.18%	0.8
REVESTIMIENTO TABLEADO MDF, 9mm ACABADO MASISA - LOBBY	m2	10.84	S/469.26	S/ 5,086.78	S/ 368,946.14	96.51%	0.8
REVESTIMIENTO TABLEADO MFD E=9MM COLOR CARVALO, MASISA - GYM	m2	8.10	S/498.96	S/ 4,041.58	S/ 372,987.72	97.56%	0.8
FORJADO DE ESCALERA PASO Y CONTRAPASO (ESC DUPLEX Y EXTERIORES)	ml	71.61	S/39.64	S/ 2,838.62	S/ 375,826.34	98.31%	0.8
ACABADO DE CEMENTO PULIDO EN DESCANSO e=2.5mm, MEZCLA 1:2	m2	69.36	S/28.88	S/ 2,003.12	S/ 377,829.45	98.83%	0.8
TARRAJEO DE PLACAS Y COLUMNAS	m2	49.56	S/27.95	S/ 1,385.20	S/ 379,214.66	99.19%	0.8
REVESTIMIENTO PAPEL DECORATIVO CON TEMÁTICA DE LADRILLOS RUSTICOS - CO	m2	16.35	S/61.00	S/ 997.35	S/ 380,212.01	99.45%	0.8
MURO ACABADO CEMENTO PULIDO IMPERMEABILIZADO	m2	13.17	S/57.90	S/ 762.54	S/ 380,974.55	99.65%	0.8
MURO REVESTIDO CON GRAS ARTIFICIAL	m2	13.17	S/54.17	S/ 713.35	S/ 381,687.90	99.84%	0.8
REVESTIMIENTO PAPEL DECORATIVO CON TEMÁTICA DE BARRIO ACOJEDOR - LOBE	m2	4.85	S/61.00	S/ 295.85	S/ 381,983.75	99.92%	0.8
REVESTIMIENTO PAPEL DECORATIVO CON TEMÁTICA DE CIUDAD NOCTURNA - SAL	m2	3.60	S/61.00	S/ 219.60	S/ 382,203.35	99.97%	0.8
FORJADO DE DESCANSO ESCALERA (ESC DUPLEX Y EXTERIORES)	m2	3.57	S/28.15	S/ 100.50	S/ 382,303.85	100.00%	0.8

Figura 12: Proyecto Zentro revoques y revestimiento (Fuente: Elaboración propia)

Las partidas con mayor incidencia son el tarrajeo de muros exteriores y vestidura de derrames con precios parciales de S/114240.23 y S/106498.38 respectivamente.

- CIELO RASO

Tabla 9: Proyecto Zentro cielorraso (Fuente: Elaboración propia)

CIELORRASOS	Und	METRADO	PU	PARCIAL	ACUMULADO	%ACUM	80-20
CIELORRASO DE DEPARTAMENTOS CON MEZCLA C:A 1:5	m2	10,525.59	S/32.09	S/337,766.18	S/ 337,766.18	98.11%	0.8
ACABADO EN TECHO DE CISTERNA (MEMBRANA DE CEMENTO FLEXIBLE, MAPELAS	m2	77.85	S/65.79	S/ 5,121.75	S/ 342,887.93	99.59%	0.8
MICROCEMENTO EN FALSO CIELO RASO DE GYM	m2	25.50	S/54.90	S/ 1,399.95	S/ 344,287.88	100.00%	0.8

Figura 13. Diagrama de barras partidas representativas (Fuente: Elaboración Propia)

La partida con mayor incidencia es el cielo raso de departamentos con un precio parcial de S/337766.18.

- SOLAQUEO

Tabla 10. Proyecto Zentro Solaqueo (Fuente: Elaboración propia)

SOLAQUEO	Und	METRADO	PU	PARCIAL	ACUMULADO	%ACUM	80-20
SOLAQUEO DE PLACAS Y COLUMNAS EN TORRE	m2	10,906.41	S/6.72	S/ 73,291.08	S/ 73,291.08	32.84%	0.8
SOLAQUEO DE MUROS SILICO CALCAREO EN INTERIORES DPTOS	m2	22,908.34	S/2.15	S/ 49,252.93	S/ 122,544.01	54.92%	0.8
SOLAQUEO DE VIGAS DE PISOS SUPERIORES	m2	3,832.58	S/7.52	S/ 28,821.00	S/ 151,365.01	67.83%	0.8
SOLAQUEO DE CIELO RASO SÓTANOS	m2	3,802.36	S/7.24	S/ 27,529.09	S/ 178,894.09	80.17%	0.8
SOLAQUEO DE PLACAS Y COLUMNAS EN SOTANOS + CONTENCIÓN	m2	3,170.42	S/6.72	S/ 21,305.22	S/ 200,199.32	89.71%	0.8
SOLAQUEO EN DUCTOS (ASCENSORES Y OTROS)	m2	2,003.90	S/6.08	S/ 12,183.71	S/ 212,383.03	95.17%	0.8
SOLAQUEO DE MUROS SILICO CALCAREO EN SÓTANOS	m2	3,726.54	S/2.15	S/ 8,012.06	S/ 220,395.09	98.77%	0.8
SOLAQUEO DE VIGAS SÓTANOS	m2	410.01	S/6.72	S/ 2,755.27	S/ 223,150.36	100.00%	0.8

Figura 14. Diagrama Pareto por actividades de especialidad seleccionada (Fuente: Elaboración Propia)

Las partidas con mayor incidencia son solaqueo de placa y columna en torre y solaqueo de muros sílico calcáreo en interiores con precios parciales de S/73291.08 y S/49252.93 respectivamente.

- PISOS

Tabla 11. Proyecto Zentro Pisos (Fuente: Elaboración propia)

PISOS	Und	METRADO	PU		PARCIAL	ACUMULADO	%ACUM	80-20	
PORCELANATO KLIPEN ANTARES GREY PUL 0.60X0.60	m2	1,220.81	119.31	✓	145,654.84	✓	145,654.84	26.99%	0.8
CERÁMICO MAT TISE HUESO 0.60X0.60M MARCA CELIM	m2	1,115.80	60.88	✓	67,929.90	✓	213,584.75	39.58%	0.8
GRES PORCELÁNICO SAN LORENZO LIVING GRIS 0.60X	m2	923.35	65.63	✓	60,599.46	✓	274,184.21	50.81%	0.8
CEMENTO PULIDO BRUÑADO @15CM -RAMPA VEHICUL	m2	1,558.60	38.37	✓	59,803.48	✓	333,987.69	61.90%	0.8
ALISADO DE PISOS EN DEPARTAMENTOS Y AREAS CO	m2	10,604.07	3.25	✓	34,463.23	✓	368,450.92	68.29%	0.8
CEMENTO FROTACHADO - SÓTANOS	m2	1,680.90	12.69	✓	21,330.62	✓	389,781.54	72.24%	0.8
PISO PORCELANATO MARAZZI TREVERK HOME BETU	m2	46.60	339.26	✓	15,809.52	✓	405,591.05	75.17%	0.8
PISO MADERA - ZONA DE RECREACION (PISO PORCEL	m2	37.90	339.26	✓	12,857.95	✓	418,449.01	77.55%	0.8
ACABADO DE CONCRETO ESTAMPADO (TERRAZA)	m2	217.20	53.50	✓	11,620.20	✓	430,069.21	79.71%	0.8
CONTRAPISO DE 40MM	m2	346.35	25.06	✓	8,679.53	✓	438,748.74	81.31%	0.8
GRASS ARTIFICIAL (RELLENO DE CAUCHO+ARENA+CA	m2	130.00	53.82	✓	6,996.60	✓	445,745.34	82.61%	0.8
ACABADO DE CONCRETO ESTAMPADO. (1PISO-ZONA)	m2	129.15	53.50	✓	6,909.53	✓	452,654.86	83.89%	0.8
CEMENTO PULIDO-DEPOSITOS EN SÓTANOS Y CUAR	m2	456.98	14.64	✓	6,690.19	✓	459,345.05	85.13%	0.8
TAPAJUNTAS DE MADERA EN CAMBIOS DE AMBIENTE	ml	784.95	7.79	✓	6,114.76	✓	465,459.81	86.26%	0.8
IMPERMEABILIZACION DE PISOS DE JARDINERA CON	m2	82.10	74.34	✓	6,103.31	✓	471,563.12	87.40%	0.8
CERÁMICO CEMENTO PLUS GRIS PLATA 0.45X0.45M M	m2	99.12	58.42	✓	5,790.59	✓	477,353.71	88.47%	0.8
GYM - PISO DE CAUCHO BERSON SPORTEK O SIMILAR	m2	25.80	204.66	✓	5,280.23	✓	482,633.94	89.45%	0.8
ACABADO EN MEMBRANA DE CEMENTO FLEXIBLE (M	m2	77.85	65.79	✓	5,121.75	✓	487,755.69	90.40%	0.8
EXTERIOR - HALL DE INGRESO EN PISO GRES PORCE	m2	16.22	294.02	✓	4,769.00	✓	492,524.70	91.28%	0.8
TAPAJUNTAS DE ALUMINIO EN MAMPARAS	ml	137.40	26.20	✓	3,599.88	✓	496,124.58	91.95%	0.8
CEMENTO PULIDO (ESCALERAS COMUNES)	m2	225.80	14.64	✓	3,305.71	✓	499,430.29	92.56%	0.8
CONTRAPISO DE 40 MM - BAJO GRASS ARTIFICIAL	m2	130.00	25.06	✓	3,257.80	✓	502,688.09	93.16%	0.8
SALA BAR - PISO PORCELANATO MARAZZI TREVERK	m2	9.55	339.26	✓	3,239.93	✓	505,928.02	93.76%	0.8
PISO TERRAZO PULIDO BLANCO/GRIS EN BANCAS (B=	ml	34.05	90.68	✓	3,087.65	✓	509,015.68	94.34%	0.8
LOBBY - PISO PORCELANATO PIETRA ESTRUCTURAD	m2	36.80	75.02	✓	2,760.74	✓	511,776.41	94.85%	0.8
CEMENTO PULIDO BRUÑADO - HALL DE ASCENSORES	m2	68.51	38.37	✓	2,628.73	✓	514,405.14	95.34%	0.8
CERÁMICO CEMENTO PLUS GRIS PLATA 0.45X0.45M M	m2	44.86	58.42	✓	2,620.72	✓	517,025.86	95.82%	0.8
PISO GRES PORCELÁNICO MODELO LIVING 0.60X0.60M	m2	36.55	65.63	✓	2,398.78	✓	519,424.64	96.27%	0.8
EXTERIOR BERMA (JARDIN+ TIERRA DE CHACRA)	m2	57.50	39.67	✓	2,281.03	✓	521,705.66	96.69%	0.8
CEMENTO SEMIPULIDO BRUÑADO @10 - RAMPA PEAT	m2	58.96	38.37	✓	2,262.30	✓	523,967.96	97.11%	0.8
CONTRAPISO DE 40MM	m2	90.26	25.06	✓	2,261.92	✓	526,229.88	97.53%	0.8
EXTERIOR - ESCALERA REVESTIDA CON PORCELANA	m2	14.00	141.09	✓	1,975.26	✓	528,205.14	97.89%	0.8
BAHIA DE DESEMBARQUE - GRASS BLOCK + GRASS A	m2	20.05	86.02	✓	1,724.70	✓	529,929.84	98.21%	0.8
SALA BAR - PISO MOSAICO EMPASTADO AMAPOLA 5	m2	8.15	200.20	✓	1,631.63	✓	531,561.47	98.51%	0.8
CERÁMICO CEMENTO PLUS GRIS PLATA 0.45X0.45M M	m2	25.42	58.42	✓	1,485.04	✓	533,046.50	98.79%	0.8
CERÁMICO AMERICA BLANCO 0.45X0.45M MARCA CELI	m2	26.90	54.87	✓	1,476.00	✓	534,522.51	99.06%	0.8
PISO LAMINADO COLOR HAYA 1.20X0.19M (SALON PAR	m2	29.52	41.18	✓	1,215.63	✓	535,738.14	99.29%	0.8
PISO DE CEMENTO ACABADO EN JARDINERAS	m2	82.10	12.69	✓	1,041.85	✓	536,779.99	99.48%	0.8
PISO TERRAZO LAVADO BLANCO/GRIS- ZONA DE REC	m2	10.73	90.68	✓	973.00	✓	537,752.98	99.66%	0.8
CEMENTO PULIDO BRUÑADO @10 - RAMPA PEATONAL	m2	14.80	38.37	✓	567.88	✓	538,320.86	99.77%	0.8
Junta de Control de Grietas (e=1cm)	ml	82.11	4.31	✓	353.89	✓	538,674.75	99.83%	0.8
PISO CEMENTO PULIDO- ZONA DE RECREACION	m2	21.20	14.64	✓	310.37	✓	538,985.12	99.89%	0.8
LOBBY - EN ZONA DE ESPERA: PISO PORCELANATO F	m2	2.71	75.02	✓	203.30	✓	539,188.43	99.93%	0.8
LOBBY - EN ZONA DE ESPERA: PISO PORCELANATO F	m2	2.71	74.14	✓	200.92	✓	539,389.35	99.97%	0.8
EXTERIOR - ESPEJO DE AGUA : CERAMICO CELIMA S	m2	2.92	63.49	✓	185.39	✓	539,574.74	100.00%	0.8

Figura 15. Diagrama Pareto de actividades en especialidad seleccionada. (Fuente: Elaboración Propia)

Las partidas con mayor incidencia son porcelanato Klipen, cerámico Mattise, porcelanato San Lorenzo y cemento pulido con precios parciales de S/145654.84, S/67929.90, S/60599.46 y S/59803.48 respectivamente.

- ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS

Tabla 12. Proyecto Zentro zócalos y contra zócalos (Fuente: Elaboración propia)

ZÓCALOS Y CONTRAZÓCALOS	Und	METRADO	PU	PARCIAL	ACUMULADO	%ACUM	80-20
ZÓCALO MAYÓLICA SAN LORENZO BLANCO BRILLANTE 0.25X0.40M Y DECORELA BOSTON II 0.25X0.40M. BAÑOS (PRINCIPALES Y SECUNDARIOS)	m2	2,002.80	S/52.96	S/ 106,068.29	S/ 106,068.29	24.31%	0.8
ZÓCALO DECORELA BOSTON II 0.25X0.40M. BAÑOS (PRINCIPALES Y SECUNDARIOS)	m2	1,558.43	S/62.87	S/ 97,978.49	S/ 204,046.78	46.76%	0.8
CONTRAZÓCALO DECORELA BRILLANTE 0.25X0.40M. BAÑOS EN AREA COMUN	ml	1,545.23	S/21.95	S/ 33,917.80	S/ 237,964.58	54.53%	0.8
GRES PORCELÁNICO MLP6 KASHMIR BEIGE RETT. 0.30X1.20M MARAZZI - ENCHAPELADO	m2	115.80	S/289.06	S/ 33,473.15	S/ 271,437.73	62.20%	0.8
CONTRAZÓCALO DE PORCELANATO KLIPEN ANTARES GREY PUL 0.60X0.60M H:0.10M	ml	1,175.86	S/27.68	S/ 32,547.80	S/ 303,985.53	69.66%	0.8
CERÁMICO MATTISE HUESO 0.60X0.60M. H:10CM - CORREDOR	ml	1,557.86	S/20.70	S/ 32,247.70	S/ 336,233.24	77.05%	0.8
ZÓCALO CERÁMICO DECORELA BLANCO MATE 0.25X0.40M (COCINA - LAV)	m2	439.65	S/67.49	S/ 29,671.98	S/ 365,905.21	83.85%	0.8
CONTRAZOCALO PINTURA ESMALTE H:10CM - SÓTANOS	ml	1,118.00	S/13.94	S/ 15,584.92	S/ 381,490.13	87.42%	0.8
CONTRAZÓCALO DE CEMENTO PULIDO H:10CM (TERRAZA AZOTEA - ESCALERAS COMUNICACION)	ml	812.56	S/17.36	S/ 14,106.04	S/ 395,596.18	90.65%	0.8
CONTRAZÓCALO GRES PORCELÁNICO SAN LORENZO LIVING GRIS 0.60X0.60M. SEGUNDO NIVEL	ml	615.86	S/21.28	S/ 13,105.50	S/ 408,701.68	93.65%	0.8
GRES PORCELÁNICO MJWG TREVERKHOME CASTAGNO 0.20X1.20M (PARAPETOS O. BARRANDEROS)	m2	35.86	S/348.21	S/ 12,486.81	S/ 421,188.49	96.51%	0.8
CONTRAZÓCALO CERÁMICO CEMENTO PLUS GRIS PLATA 0.45X0.45M MARCA CELIM	ml	235.86	S/20.41	S/ 4,813.90	S/ 426,002.39	97.62%	0.8
TERRAZO LAVADO GRIS OSCURO EN MUROS DE PRIMER NIVEL (ZONA DE RECREACIÓN)	m2	47.65	S/90.67	S/ 4,320.43	S/ 430,322.82	98.61%	0.8
CONTRAZOCALO EN PORCELANATO ESMALTADO PIETRA ESTRUCTURADO GRIS 0.60X0.60M	ml	91.25	S/22.17	S/ 2,023.01	S/ 432,345.83	99.07%	0.8
ZÓCALO ENCHAPADO EN CERÁMICO AMERICA BLANCO 0.45X0.45M MARCA CELIM	m2	26.45	S/53.78	S/ 1,422.48	S/ 433,768.31	99.40%	0.8
CONTRAZOCALO DE PORCELANATO MARAZZI TREVERK HOME BETULLA 20X120 IMITACIÓN MADERA	ml	14.23	S/59.28	S/ 843.55	S/ 434,611.86	99.59%	0.8
CONTRAZOCALO DE PORCELANATO MARAZZI TREVERK HOME BETULLA 20X120 IMITACIÓN MADERA	ml	10.25	S/59.28	S/ 607.62	S/ 435,219.48	99.73%	0.8
CONTRAZOCALO DE ALUMINIO H:10CM GYM	ml	13.23	S/35.00	S/ 463.05	S/ 435,682.53	99.83%	0.8
CONTRAZOCALO PORCELANATO PIETRA ESTRUCTURADO HUESO 0.60X0.60M, CELIM	ml	19.50	S/22.28	S/ 434.46	S/ 436,116.99	99.93%	0.8
CONTRAZOCALO DE MADERA H:10CM - SALON PARTY	ml	18.00	S/15.92	S/ 286.56	S/ 436,403.55	100.00%	0.8

Figura 16. Diagrama Pareto de actividades en especialidad seleccionada (Fuente: Elaboración Propia)

Las partidas con mayor incidencia son zócalo mayólica San Lorenzo y zócalo decórela Boston con precios parciales de S/106068.29 y S/ 97978.49 respectivamente.

2. Aplicación de la metodología al proyecto Met

MUROS Y TABIQUES

Tabla 13. Proyecto Met Muros y tabiques (Fuente: Elaboración propia)

MUROS Y TABIQUES	Und	METRADO	PU	PARCIAL	ACUMULADO	%ACUM	80-20
MUROS PARCIALMENTE LLENO CON PLACA P-	m2	14,931.00	92.50	\$/1,381,117.50	\$/1,381,117.50	49.04%	0.8
MUROS CON PLACA P-10	m2	12,070.84	79.45	\$/959,027.94	\$/2,340,145.44	83.09%	0.8
MUROS CON PLACA P-14	m2	2,632.78	92.50	\$/243,532.15	\$/2,583,677.59	91.73%	0.8
MUROS PARCIALMENTE LLENO DOBLES CON	m2	251.57	152.84	\$/38,449.96	\$/2,622,127.55	93.10%	0.8
ACABADO CONCRET ALISADO COLOR NEGRO	m2	341.20	99.38	\$/33,908.46	\$/2,656,036.01	94.30%	0.8
ACABADO RUSTIC BLANCO ROTO , SISTEMA	m2	220.70	119.25	\$/26,318.48	\$/2,682,354.48	95.24%	0.8
MUROS DOBLES CON PLACA P-7 (E=0.30M)	m2	112.04	152.84	\$/17,124.19	\$/2,699,478.68	95.85%	0.8
COBERTURA DE LADRILLO PASTELERO EN	m2	383.65	40.56	\$/15,560.84	\$/2,715,039.52	96.40%	0.8
MUROS PARCIALMENTE LLENO DOBLES CON	m2	83.21	152.84	\$/12,717.82	\$/2,727,757.34	96.85%	0.8
ACABADO BASE SEMI ALISADO COLOR NEGRO	m2	124.72	92.10	\$/11,486.71	\$/2,739,244.05	97.26%	0.8
MUROS DOBLES CON PLACA P-7 (E=0.25M)	m2	65.71	152.84	\$/10,042.35	\$/2,749,286.40	97.61%	0.8
MUROS DOBLES CON PLACA P-7 (E=0.40M)	m2	63.61	152.84	\$/9,722.15	\$/2,759,008.55	97.96%	0.8
MUROS RF CON PLACA P-10 TOTALMENTE	m2	78.12	98.64	\$/7,705.76	\$/2,766,714.31	98.23%	0.8
ACABADO CLASISIC COLOR CAFÉ SUAVE ,	m2	64.50	110.53	\$/7,129.19	\$/2,773,843.50	98.49%	0.8
ACABADO CLASISIC COLOR NEGRO ROTO ,	m2	57.12	110.53	\$/6,313.47	\$/2,780,156.97	98.71%	0.8
ACABADO BASE ESTAMPADO ENTABLADO	m2	50.50	98.10	\$/4,954.05	\$/2,785,111.02	98.89%	0.8
MUROS PARCIALMENTE LLENO DOBLES CON	m2	30.87	152.84	\$/4,718.17	\$/2,789,829.19	99.05%	0.8
COBERTURA DE LADRILLO PASTELERO SOBRE	m	163.50	28.73	\$/4,697.36	\$/2,794,526.55	99.22%	0.8
MICROCEMENTO EN PARED (ZONA DE	m2	65.66	70.50	\$/4,629.03	\$/2,799,155.58	99.38%	0.8
REVESTIMIENTO DE PARED VYCON ALDER	m2	9.31	487.24	\$/4,536.20	\$/2,803,691.78	99.55%	0.8
MUROS RF DOBLES CON PLACA P-7 (E=0.40M)	m2	24.04	152.84	\$/3,674.27	\$/2,807,366.05	99.68%	0.8
ACABADO BASE SEMI ALISADO COLOR NEGRO	m2	37.85	89.10	\$/3,372.44	\$/2,810,738.49	99.80%	0.8
ACABADO CLASSIC COLOR AMARILLO PURO ,	m2	20.50	110.53	\$/2,265.87	\$/2,813,004.35	99.88%	0.8
ACABADO CLASICO COLOR CAFÉ DULCE,	m2	14.85	128.05	\$/1,901.54	\$/2,814,905.90	99.94%	0.8
MUROS DOBLES CON PLACA P-7 (E=0.20M)	m2	6.10	152.84	\$/932.63	\$/2,815,838.53	99.98%	0.8
MURO DE LADRILLO KK E=15 CM, 1:5 C:A (SOGA)	m2	10.20	62.75	\$/640.05	\$/2,816,478.58	100.00%	0.8

Figura 17. Diagrama Pareto de actividades en Muros y Tabiques (Fuente: Elaboración Propia)

Las partidas con mayor incidencia son los muros parcialmente llenos con P-14 y muros con placa P-10 con precios parciales de S/1381117.50 y S/959027.94 respectivamente.

- TARRAJEO, REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS

Tabla 14. Proyecto Met tarrajeo, revoques, enlucidos y molduras (Fuente: Elaboración propia)

TARRAJEOS, REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS	Und	METRADO	PU	PARCIAL	ACUMULADO	%ACUM	80-20
TARRAJEO DE MUROS EXTERIORES	m2	11,249.59	34.23	S/385,073.47	S/385,073.47	35.29%	0.8
SOLAQUEO DE MUROS INTERIORES	m2	43,068.16	6.75	S/290,710.08	S/675,783.55	61.93%	0.8
VESTIDURA DE DERRAMES, ANCHO=10 Y 15CM	m	13,349.10	13.23	S/176,608.59	S/852,392.14	78.11%	0.8
SOLAQUEO DE VIGAS (TORRE)	m2	8,929.15	7.99	S/71,343.91	S/923,736.05	84.65%	0.8
SOLAQUEO DE COLUMNAS Y PLACAS (SÓTANOS)	m2	8,176.70	7.04	S/57,563.97	S/981,300.02	89.92%	0.8
VESTIDURA DE DERRAMES EXTERIORES	m	4,215.51	13.23	S/55,771.20	S/1,037,071.21	95.03%	0.8
IMPERMEABILIZACION DE CISTERNAS	m2	362.50	45.50	S/16,493.75	S/1,053,564.96	96.54%	0.8
SOLAQUEO INTERIOR DE DUCTOS DE ASCENSORES	m2	2,374.85	6.25	S/14,842.81	S/1,068,407.78	97.90%	0.8
IMPERMEABILIZACION DE JARDINERAS	m2	125.70	77.31	S/9,717.87	S/1,078,125.64	98.79%	0.8
SOLAQUEO INTERIOR DE DUCTOS DE BAÑOS	m2	963.97	6.49	S/6,256.17	S/1,084,381.81	99.37%	0.8
SOLAQUEO DE VIGAS (SÓTANOS)	m2	624.25	7.99	S/4,987.76	S/1,089,369.56	99.82%	0.8
TARRAJEO IMPERMEABILIZADO EN PISCINAS	m2	58.75	32.65	S/1,918.19	S/1,091,287.75	100.00%	0.8

Figura 18. Diagrama Pareto de actividades en Muro y revoques. (Fuente: Elaboración Propia)

Las partidas con mayor incidencia son tarrajeo de muros exteriores y solaqueo de muros interiores con precios parciales de S/385073.47 y S/290710.08 respectivamente.

- CIELORRASOS

Tabla 15. Proyecto Met cielorrasos (Fuente: Elaboración propia)

CIELORRASOS	Und	METRADO	PU	PARCIAL	ACUMULADO	%ACUM	80-20
CIELORRASOS SOLAQUEADOS (DPTOS)	m2	18,606.10	7.69	S/143,080.91	S/143,080.91	52.18%	0.8
CIELORRASOS SOLAQUEADOS (SOTANO Y AREAS	m2	8,597.47	7.69	S/66,114.54	S/209,195.45	76.30%	0.8
ENLUCIDO DE CIELO RASO CON	m2	391.18	40.51	S/15,846.70	S/225,042.16	82.08%	0.8
RESANE Y LIMPIEZA DE CIELO RASO (PARA	m2	2,618.85	4.10	S/10,737.29	S/235,779.44	85.99%	0.8
VESTIDURA DE FONDOS DE ESCALERAS	m2	756.12	10.18	S/7,697.30	S/243,476.74	88.80%	0.8
FALSO CIELORRASO DE DRYWALL ESTRUCTURA	m2	81.51	68.35	S/5,571.21	S/249,047.95	90.83%	0.8
ACABADO OXIDO DE ACERO ,SISTEMA 1+2+PU	m2	44.95	113.07	S/5,082.50	S/254,130.45	92.69%	0.8
FCR DE DRYWALL C/ESTRUCTURA GALVANIZADA	m2	73.82	68.35	S/5,045.60	S/259,176.04	94.53%	0.8
FALSO CIELORRASO ENCHAPADO EN MDF	m2	19.01	255.42	S/4,855.53	S/264,031.58	96.30%	0.8
FALSO CIELORRASO DE DRYWALL RH, E=1/2"	m2	46.07	71.33	S/3,286.16	S/267,317.74	97.49%	0.8
FALSO CIELORRASO DE DRYWALL ESTRUCTURA	m2	45.26	68.35	S/3,093.52	S/270,411.26	98.62%	0.8
VESTIDURA DE FRISOS DE ESCALERAS	m	286.80	8.85	S/2,538.18	S/272,949.44	99.55%	0.8
TAPA DE INSPECCION DE DRYWALL (GYM)	u	3.00	267.03	S/801.09	S/273,750.53	99.84%	0.8
FALSO TECHO PLANCHA DE DRYWALL STANDARD	m2	6.50	67.11	S/436.22	S/274,186.75	100.00%	0.8

Figura 19. Diagrama Pareto de actividades en Cielorraso. (Fuente: Elaboración Propia)

Las partidas con mayor incidencia son cielorraso solaqueado departamentos y cielorraso solaqueado sótano con precios parciales de S/143080.91 y S/66114.54 respectivamente.

- PISOS

Tabla 16. Proyecto Met pisos (Fuente: Elaboración propia)

PISOS	Und	METRADO	PU	PARCIAL	ACUMULADO	%ACUM	80-20
PISO LAMINADO MARCA KLIPEN 7.0 GRIS	m2	13,155.34	36.38	S/478,591.27	S/478,591.27	50.50%	0.8
PISO GRES PORCELANICO CELIMA METROPOLIS GRIS	m2	4,930.36	76.73	S/378,306.52	S/856,897.79	90.41%	0.8
PISO DE CEMENTO SEMIPULIDO (DEPOSITOS,HALL	m2	1,467.28	36.30	S/53,262.26	S/910,160.06	96.03%	0.8
CONTRAPISO DE 40MM (EN LOCALES COMERCIALES ,	m2	841.45	26.47	S/22,273.18	S/932,433.24	98.38%	0.8
PISO DE CEMENTO IMPERMEABILIZADO EN	m2	232.21	45.50	S/10,565.56	S/942,998.79	99.50%	0.8
PISO CERAMICO CELIMA AMERICA BLANCO 45X45 (	m2	52.72	61.97	S/3,267.06	S/946,265.85	99.84%	0.8
PISO CERAMICO CELIMA CEMENTO PLUS PERLA 45X45	m2	23.95	61.97	S/1,484.18	S/947,750.03	100.00%	0.8

Figura 20. Diagrama Pareto de actividades de Piso (Fuente: Elaboración Propia)

Las partidas con mayor incidencia son piso laminado klipen y piso gres porcelanato con precios parciales de S/478591.27 y S/378306.52 respectivamente.

- CONTRAZOCALO Y ZOCALOS

Tabla 17. Proyecto Met contra zócalos y zócalos (Fuente: Elaboración propia)

CONTRAZOCALOS Y ZOCALOS	Und	METRADO	PU	PARCIAL	ACUMULADO	%ACUM	80-20
CONTRAZÓCALO PDROS GRIS 8X1.8X2.4(SALA	m	14,241.58	19.75	S/281,271.21	S/281,271.21	28.87%	0.8
ZÓCALO CERÁMICO DECORELA DIAMOND II	m2	2,500.05	65.82	S/164,553.29	S/445,824.50	45.77%	0.8
ZOCALO DE CERAMICO DECORELA BLANCO	m2	1,827.74	65.82	S/120,301.52	S/566,126.01	58.12%	0.8
ZOCALO DE CERAMICO DECORELA SENA II 25X40	m2	1,657.01	65.82	S/109,064.60	S/675,190.61	69.31%	0.8
CONTRAZOCALO DE GRES PORCELANICO CELIMA C	m	6,524.45	15.03	S/98,062.48	S/773,253.09	79.38%	0.8
CONTRAZÓCALO DE PERFIL RECTANGULAR DE	m	590.41	70.81	S/41,806.93	S/815,060.02	83.67%	0.8
ZOCALO DE CERAMICO DECORELA WASHINGTON	m2	557.75	65.82	S/36,711.11	S/851,771.13	87.44%	0.8
CONTRAZÓCALO CERÁMICO CONCRETO MARFIL	m	2,137.37	14.36	S/30,692.63	S/882,463.76	90.59%	0.8
CONTRAZOCALO DE CEMENTO PULIDO H=0.10M	m	2,406.23	11.86	S/28,537.89	S/911,001.65	93.52%	0.8
ZÓCALO CERÁMICO DECORELA BLANCO MATE	m2	411.69	65.82	S/27,097.44	S/938,099.09	96.30%	0.8
CONTRAZÓCALO PINTURA ESMALTE H=10CM	m	1,740.91	10.50	S/18,279.56	S/956,378.64	98.18%	0.8
CONTRAZOCALO DE GRES PORCELANICO CELIMA	m	318.08	15.03	S/4,780.74	S/961,159.38	98.67%	0.8
ZOCALO DE CERAMICO CELIMA AMERICA BLANCO	m2	59.11	59.81	S/3,535.37	S/964,694.75	99.03%	0.8
ZOCALO DE PEPELMA (PISCINA)	m2	53.40	63.50	S/3,390.90	S/968,085.65	99.38%	0.8
CONTRAZÓCALO DE CERÁMICO SUITE CENIZO	m	121.90	14.73	S/1,795.59	S/969,881.24	99.57%	0.8
CONTRAZOCALO CERAMICO CELIMA CEMENTO	m	111.18	14.73	S/1,637.68	S/971,518.92	99.73%	0.8
ENCHAPE DE MADERA EN GYM	m2	9.05	162.50	S/1,470.63	S/972,989.55	99.88%	0.8
CONTRAZÓCALO DE PORCELANATO	m	53.09	16.53	S/877.58	S/973,867.12	99.97%	0.8
CONTRAZOCALO DE CEMENTO PULIDO H=0.05M	m	20.99	11.86	S/248.94	S/974,116.07	100.00%	0.8

Figura 21. Diagrama Pareto de actividades en Zócalo y Contrazócalo. (Fuente: Elaboración Propia)

Las partidas con mayor incidencia son contra zócalo gris y zócalo cerámico decórela con precios parciales de S/281271.21 y S/164553.29 respectivamente.

- TARRAJEOS, REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS

Tabla 18. Proyecto Met tarrajeo, revoques, enlucidos y molduras (Fuente: Elaboración propia)

TARRAJEOS, REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS	Und	METRADO	PU	PARCIAL	ACUMULADO	%ACUM	80-20
SOLAQUEO DE COLUMNAS Y PLACAS DE	m2	18,088.07	7.04	S/127,340.01	S/127,340.01	53.20%	0.8
RESANE, NIVELACION DE PLACAS Y MUROS	m2	8,082.71	7.65	S/61,832.73	S/189,172.74	79.04%	0.8
BRUÑA E=1CM EN SS.HH	m	2,847.87	5.75	S/16,375.25	S/205,548.00	85.88%	0.8
SOLAQUEO DE MUROS VECINOS	m2	2,028.67	7.24	S/14,687.57	S/220,235.57	92.01%	0.8
MALLA EXPANDED METAL 1.22X5 M 1/54" PARA	rlf	60.00	199.18	S/11,950.80	S/232,186.37	97.01%	0.8
BRUÑA EN FACHADAS E=1CM	m	1,245.60	5.75	S/7,162.20	S/239,348.57	100.00%	0.8

Figura 22. Diagrama Pareto de actividades en Terrajeos y Revoques. (Fuente: Elaboración Propia)

- PISOS

Tabla 19. Proyecto Met Pisos (Fuente: Elaboración propia)

PISOS	Und	METRADO	PU	PARCIAL	ACUMULADO	%ACUM	80-20
CERAMICO CONCRETO MARFIL 0.45X0.45M	m2	2,269.63	58.55	\$/132,886.84	\$/132,886.84	30.60%	0.8
ALISADO DE PISOS SUPERIORES (TORRE)	m2	20,528.46	3.59	\$/73,697.17	\$/206,584.01	47.57%	0.8
TAPAJUNTA DE ALUMINIO EN SEPARACION DE	m	1,364.77	29.65	\$/40,465.43	\$/247,049.44	56.89%	0.8
PISO DE CONCRETO ESTAMPADO PLOMO TIPO	m2	228.17	89.30	\$/20,375.58	\$/267,425.02	61.58%	0.8
ALISADO DE PISOS (SOTANOS)	m2	5,382.82	3.59	\$/19,324.32	\$/286,749.34	66.03%	0.8
PISO DE CAUCHO BUFF BLUE 6MM (GYM)	m2	96.05	173.16	\$/16,632.02	\$/303,381.36	69.86%	0.8
PISO CERAMICO CELIMA AMERICA BLANCO	m2	247.23	61.97	\$/15,320.84	\$/318,702.20	73.39%	0.8
PISO DE CONCRETO ESTAMPADO INCRETE LAJA	m2	235.05	53.00	\$/12,457.65	\$/331,159.85	76.26%	0.8
TABLON DE ROYALWOOD OUT NATURAL 19X119	m2	141.60	79.79	\$/11,298.26	\$/342,458.12	78.86%	0.8
PORCELANATO MATE BASALTINA BEIGE	m2	55.25	143.58	\$/7,932.80	\$/350,390.91	80.69%	0.8
CONCRETO CON ACABO EN SPRAY DECK COLOR	m2	101.67	76.50	\$/7,777.76	\$/358,168.67	82.48%	0.8
TAPAJUNTA DE MADERA LAMINADOEN	m	379.80	19.50	\$/7,406.10	\$/365,574.77	84.18%	0.8
PISO VINILICO FORBO MOD. SARLON 19DB	m2	48.60	138.45	\$/6,728.67	\$/372,303.44	85.73%	0.8
PORCELANATO ANTIDESLIZANTE TEKA BEIGE	m2	63.65	103.98	\$/6,618.33	\$/378,921.77	87.26%	0.8
PISO DE CONCRETO ESTAMPADO GREY TIPO	m2	66.45	89.30	\$/5,933.99	\$/384,855.75	88.62%	0.8
MARMOLANATO OSIRIS SMART TILE	m2	71.70	80.17	\$/5,748.19	\$/390,603.94	89.95%	0.8
PORCELANATO TIPO MADERA MIEL	m2	54.45	104.09	\$/5,667.70	\$/396,271.64	91.25%	0.8
IMPERMEABILIZACION EN ZONA HUMEDAS	m2	147.20	38.31	\$/5,639.23	\$/401,910.87	92.55%	0.8
PISO TALAMOYE (ATRIO)		31.65	175.00	\$/5,538.75	\$/407,449.62	93.83%	0.8
PORCELANATO GRIS CLARO DIMENSIONES: 120 X	m2	20.70	219.61	\$/4,545.93	\$/411,995.55	94.87%	0.8
MARMOLANATO PANDORA SMART TILE	m2	49.35	80.17	\$/3,956.39	\$/415,951.94	95.79%	0.8
VEREDA	m2	63.82	61.94	\$/3,953.01	\$/419,904.95	96.70%	0.8
PISO VINILICO FORBO MOD. SARLON SPARKLING	m2	32.00	109.50	\$/3,504.00	\$/423,408.95	97.50%	0.8
PORCELANATO GRIS OSCURO DIMENSIONES: 120	m2	12.95	219.62	\$/2,844.08	\$/426,253.03	98.16%	0.8
PORCELANATO ROYAL WOOD NATURAL	m2	26.80	101.45	\$/2,718.86	\$/428,971.89	98.78%	0.8
PISO VINILICO FORBO MOD. SARLON SPARKLING	m2	18.00	109.30	\$/1,967.40	\$/430,939.29	99.24%	0.8
PISO VINILICO FORBO MOD. SARLON 19DB	m2	11.00	140.26	\$/1,542.86	\$/432,482.15	99.59%	0.8
ACABADO TRANSIT SEMI-ALISADO COLOR	m2	9.95	138.10	\$/1,374.10	\$/433,856.24	99.91%	0.8
PORCELANATO GRANITI COLOR: GRIS OSCURO	m2	4.84	82.48	\$/399.20	\$/434,255.45	100.00%	0.8

Figura 23. Diagrama Pareto de actividades en Piso. (Fuente: Elaboración Propia)

3. Aplicación de la metodología 1 al proyecto Altus one

- MUROS Y TABIQUES

Tabla 20. Proyecto Altus one Muros (Fuente: Elaboración propia)

MUROS Y TABIQUES	Und	METRADO	PU	PARCIAL	ACUMULADO	%ACUM	80-20
TABQUERIA DE SILICO CALCAREO ESPESOR 12CM	m2	6220.93	94.91	S/590,428.47	S/ 590,428.47	39.86%	0.8
TABQUERIA DE SILICO CALCAREO ESPESOR 10CM	m2	5173.49	88.90	S/459,923.26	S/ 1,050,351.73	70.92%	0.8
TABQUERIA DE SILICO CALCAREO ESPESOR 7CM	m2	2136.97	83.13	S/177,646.32	S/ 1,227,998.04	82.91%	0.8
TABQUERIA DE SILICO CALCAREO ESPESOR 14CM	m2	996.65	103.92	S/103,571.87	S/ 1,331,569.91	89.90%	0.8
DINTELES SÍLICO CALCÁREO	m	795.73	103.57	S/82,413.76	S/ 1,413,983.67	95.47%	0.8
SARDINEL, E=0.10m ; H=0.10M	m	1240.70	36.08	S/44,764.46	S/ 1,458,748.12	98.49%	0.8
SARDINEL DE DUCHA E=0.07m H=0.15 m	m	252.70	43.16	S/10,906.53	S/ 1,469,654.66	99.23%	0.8
DINTEL DE DRYWAL H=0.32M DE DRYWALL	m2	46.85	94.02	S/4,404.84	S/ 1,474,059.49	99.52%	0.8
SARDINEL E=0.10m ; H=0.60M	m	29.08	128.92	S/3,748.99	S/ 1,477,808.49	99.78%	0.8
SARDINEL, E=0.10m ; H=0.15M	m	71.74	45.39	S/3,256.28	S/ 1,481,064.76	100.00%	0.8
SARDINEL E=0.10m ; H=0.30M	m	0.90	71.29	S/64.16	S/ 1,481,128.93	100.00%	0.8

Figura 24. Diagrama Pareto de actividades en muros y Tabiques (Fuente: Elaboración Propia)

Las partidas con mayor incidencia son tabiquería de sílico calcáreo 12cm y tabiquería de sílico calcáreo 10cm con precios parciales de S/590428.47 y S/459923.26 respectivamente.

- REVOQUES Y REVESTIMIENTO

Tabla 21. Proyecto Altus one revoques (Fuente: Elaboración propia)

REVOQUES Y REVESTIMIENTOS	Und	METRADO	PU	PARCIAL	ACUMULADO	%ACUM	80-20
TARRAJEO DE CIELORASOS - DEPARTAMENTOS, AREAS C	m2	7314.55	29.65	S/216,876.41	S/ 216,876.41	45.02%	0.8
SOLAQUEO DE MUROS, PLACAS Y COLUMNAS INTERIOR	m2	4116.26	14.27	S/58,739.03	S/ 275,615.44	57.21%	0.8
SOLAQUEO DE MUROS DE FACHADA	m2	2007.36	19.57	S/39,284.04	S/ 314,899.47	65.36%	0.8
SOLAQUEO DE MUROS, PLACAS Y COLUMNAS SOTANOS	m2	2737.50	14.27	S/39,064.13	S/ 353,963.60	73.47%	0.8
SOLAQUEO DE VIGAS - PISOS SUPERIORES	m2	2418.24	14.82	S/35,838.32	S/ 389,801.91	80.91%	0.8
LIMPIEZA DE REBABAS DE CIELO RASO - ESTACIONAMIE	m2	3634.18	7.55	S/27,438.06	S/ 417,239.97	86.60%	0.8
SOLAQUEO DE MUROS COLINDANTES CON VECINOS	m2	1212.90	19.57	S/23,736.45	S/ 440,976.43	91.53%	0.8
SOLAQUEO DE DUCTOS	m2	861.63	14.27	S/12,295.46	S/ 453,271.89	94.08%	0.8
TARRAJEO DE FONDO DE ESCALERAS	m2	275.79	29.68	S/8,185.45	S/ 461,457.33	95.78%	0.8
LIMPIEZA DE REBABAS DE VIGAS - SOTANOS	m2	765.67	7.55	S/5,780.81	S/ 467,238.14	96.98%	0.8
VESTIDURA DE DERRAMES	m	270.66	15.15	S/4,100.50	S/ 471,338.64	97.83%	0.8
REVESTIMIENTO DE CEMENTO PULIDO EN PASOS Y CON	m	94.40	43.05	S/4,063.92	S/ 475,402.56	98.68%	0.8
FALSO CIELORASO DE DRYWALL DE 1/2" RH	m2	44.86	90.07	S/4,040.54	S/ 479,443.10	99.52%	0.8
REVESTIMIENTO LATERAL DE ESCALERA	m	108.86	21.43	S/2,332.87	S/ 481,775.97	100.00%	0.8

Figura 25. Diagrama Pareto en actividades de Revoques y Revesitimiento.(Fuente: Elaboración Propia)

Las partidas con mayor incidencia son tarrajeo de cielorraso, solaqueo (placas y columnas interiores), solaqueo de muros de fachada y solaqueo (muros, placas y columnas sótano) con precios parciales de S/216876.41, S/58739.03, S/39284.04 y S/39064.13 respectivamente.

- PISOS

Tabla 22. Proyecto Altus one Pisos (Fuente: Elaboración propia)

PISOS	Und	METRADO	PU	PARCIAL	ACUMULADO	%ACUM	80-20
CONTRAPISOS	m2	8275.48	24.98	S/206,721.49	S/ 206,721.49	47.65%	0.8
PISO PORCELANATO CELIMA STONE GRIS ESMALTADO 60X60 CM	m2	910.40	78.48	S/71,448.19	S/ 278,169.68	64.12%	0.8
PISO PORCELANATO CELIMA STONE BEIGE ESMALTADO 60X60 CM	m2	486.67	76.18	S/37,074.52	S/ 315,244.20	72.66%	0.8
PISO GRES PORCELANICO CASSINELLI POMPEYA BEIGE CLASICO	m2	554.13	62.46	S/34,610.96	S/ 349,855.16	80.64%	0.8
PISO CEMENTO GREY EN HALL DE ASCENSORES Y BAÑOS	m2	624.04	54.99	S/34,315.96	S/ 384,171.12	88.55%	0.8
CEMENTO FROTACHADO	m2	2323.33	8.54	S/19,841.24	S/ 404,012.36	93.12%	0.8
ACABADO CEMENTO PULIDO GRIS BRUÑADO 60X60 CM	m2	626.37	22.10	S/13,842.78	S/ 417,855.14	96.31%	0.8
PISO CEMENTO PULIDO BRUÑADO ANDINO GRIS	m2	162.51	38.22	S/6,211.13	S/ 424,066.27	97.74%	0.8
PISO GRES PORCELANICO CELIMA MADERA VOGA MATE 120X120 CM	m2	48.29	79.01	S/3,815.39	S/ 427,881.66	98.62%	0.8
PISO PORCELANATO CELIMA GRIS PULIDO 60X60 CALIDAD	m2	30.31	77.82	S/2,358.72	S/ 430,240.39	99.17%	0.8
PISO GRES PORCELANICO CORINTIO GRIS 60X60CM	m2	28.20	62.46	S/1,761.37	S/ 432,001.76	99.57%	0.8
PISO VINILICO ALTO TRANSITO TIPO MADERA COLOR MATE	m2	12.33	110.00	S/1,356.30	S/ 433,358.06	99.89%	0.8
VEREDA	m2	2.79	99.02	S/276.27	S/ 433,634.32	99.95%	0.8
PISO CERAMICO CELIMA PIEDRA GRIS 30X30 CM	m2	4.32	50.71	S/219.07	S/ 433,853.39	100.00%	0.8

Figura 26. Diagrama Pareto de actividades en Piso. (Fuente: Elaboración Propia)

Las partidas con mayor incidencia son contrapisos, piso porcelanato gris, piso porcelanato beige y piso porcelanato Pompeya con precios parciales de S/206721.49, S/71448.19, 37074.52 y S/34610.96 respectivamente.

- CONTRAZOCALO Y ZOCALOS

Tabla 23. Proyecto Altus one Contra zócalo y zócalos (Fuente: Elaboración propia)

CONTRAZOCALOS Y ZOCALOS	Und	METRADO	PU	PARCIAL	ACUMULADO	%ACUM	80-20
MAYOLICA LISO BLANCO BRILLANTE 30X60cm(CELIMA	m2	2609.32	59.27	S/154,654.40	S/ 154,654.40	67.23%	0.8
CONTRAZOCALO PORCELANATO CELIMA STONE GRIS ES	m	1062.56	19.25	S/20,454.28	S/ 175,108.68	76.12%	0.8
CONTRAZOCALO CEMENTO GREY CELIMA 0.10X0.45M H=	m	993.44	17.60	S/17,484.54	S/ 192,593.22	83.72%	0.8
CONTRAZOCALO DE PORCELANATO CELIMA STONE BEIGE	m	580.41	19.72	S/11,445.69	S/ 204,038.91	88.69%	0.8
CEMENTO PULIDO (H=7 / 10 CM)	m	362.18	18.74	S/6,787.25	S/ 210,826.16	91.65%	0.8
ZOCALO GRES PORCELANICO CASSINELLI POMPEYA BEI	m2	108.62	62.46	S/6,784.41	S/ 217,610.56	94.59%	0.8
CONTRAZOCALO GRES PORCELANICO POMPEYA BEIGE C	m	333.24	18.35	S/6,114.95	S/ 223,725.52	97.25%	0.8
ZOCALO GRES PORCELANICO CELIMA MADERA VOGA M	m2	23.62	79.01	S/1,866.22	S/ 225,591.73	98.06%	0.8
ZOCALO CERAMICO CELIMA PIEDRA GRIS 30X30 cm,h=1.2	m2	27.30	50.71	S/1,384.38	S/ 226,976.12	98.67%	0.8
ZOCALO CERAMICO CELIMA LISO 0.45X0.45M. AMERICA	m2	12.38	54.99	S/680.78	S/ 227,656.89	98.96%	0.8
ENCHAPE DE PANELES DE MELAMINE COLOR MADERA M	m2	6.41	95.00	S/608.95	S/ 228,265.84	99.23%	0.8
CONTRAZOCALO GRES PORCELANICO CELIMA MADERA	m	27.30	20.00	S/546.00	S/ 228,811.84	99.46%	0.8
ZOCALO FACHALETA SAN LORENZO HARMONY BEIGE 0.	m2	8.69	60.59	S/526.53	S/ 229,338.37	99.69%	0.8
CONTRAZOCALO PORCELANATO CELIMA GRIS PULIDO 6	m	19.53	19.89	S/388.45	S/ 229,726.82	99.86%	0.8
CONTRAZOCALO GRES PORCELANICO CORINTIO GRIS DI	m	17.38	18.35	S/318.92	S/ 230,045.75	100.00%	0.8

Figura 27. Diagrama Pareto de actividad de Contrazócalo y Zócalo. (Fuente: Elaboración Propia)

Las partidas con mayor incidencia son mayólica liso blanco brillante y contrazócalo porcelanato con precios parciales de S/154654.4 y S/20454.28 respectivamente.

- REVESTIMIENTO DE FACHADA

Tabla 24. Proyecto Altus one Revestimiento (Fuente: Elaboración propia)

REVESTIMIENTO DE FACHADA	Und	METRADO	PU	PARCIAL	ACUMULADO	%ACUM	80-20
LADRILLO ROCOCOCHO MODELO 7x21x2cm, EN ZONA DE PARRIL	m2	845.08	222.99	S/188,444.39	S/ 188,444.39	74.90%	0.8
REVESTIMIENTO DE FACHADA DE GRANALLA GRIS	m2	153.95	182.00	S/28,018.90	S/ 216,463.29	86.04%	0.8
LADRILLO ROCOCOCHO MODELO 7x21x2cm, EN ZONA DE PARRIL	m2	147.72	181.28	S/26,778.68	S/ 243,241.97	96.68%	0.8
REVESTIMIENTO DE FACHADA DE GRANALLA NEGRO	m2	41.00	170.00	S/6,970.00	S/ 250,211.97	99.45%	0.8
REVESTIMIENTO DE LADRILLO REFRACTARIO 2.5cm PARA PAR	m2	4.28	322.00	S/1,378.16	S/ 251,590.13	100.00%	0.8

Figura 28. Diagrama Pareto de actividades en Revestimiento de Fachada (Fuente: Elaboración Propia)

La partida con mayor incidencia es ladrillo rococho con precios de S/188444.39.

Luego de identificar las partidas representativas más incidentes, se realiza la identificación de causas con sus respectivas soluciones, para lo cual se tomó en cuenta juicio crítico a través de expertos con conocimientos de obra y gerencia; es decir, con amplia experiencia. A continuación, se muestra el procedimiento que se realizó para detallar las principales causas genéricas tomadas en cuenta.

La encuesta a realizar en la presente investigación, tiene el fin de justificar e identificar algunos aspectos que se quieren complementar en el proyecto, tales como analizar si los resultados de los proyectos estudiados tienen lógica y concuerdan con el juicio de experto

de los profesionales del sector de la industria de la construcción, también identificar las principales causas de los desperdicios de mano de obra y materiales para que luego con estos datos poder realizar la programación de las causas de las variaciones respecto a lo planificado en la sub especialidad definida, Acabados húmedos.

Para la presente encuesta realizada, se tuvo que calcular cuántas personas debían participar de la actividad, para que los resultados tengan valor y se aproxime a la realidad.

Procedimiento para realizar la encuesta:

1) Definir el tamaño de la población

La población es la cantidad total de personas que se desea estudiar. Es decir, si quiero estudiar o evaluar resultados del sector o industria de la construcción, desde el punto de vista de un ingeniero civil, mi población debe ser todos los ingenieros civiles en nuestro país.

2) Definir el tamaño de muestra

El tamaño de muestra es el número de encuestas que se debe realizar para que esta misma tenga confiabilidad. Se llama muestra porque representa un grupo de personas que representan todo el tamaño del grupo objetivo que se realiza en el proyecto.

3) Margen de error

El margen de error es un porcentaje que te indica el nivel de certeza o credibilidad que los resultados de la encuesta reflejan en la opinión de la población general. Es decir, mientras más pequeña sea el margen de error, más certeza se tiene acerca de la respuesta.

*Es importante recordar que el margen de error más el nivel de confianza debe ser 100.

Proceso de cálculos y desarrollo:

- 1) Para definir el tamaño de la población, se conoce que el sector o industria de la construcción en nuestro país es el delimitado para nuestro estudio; sin embargo, debemos tener en cuenta algunos aspectos como los siguientes:
 - Ingenieros civiles titulados y colegiados actualmente en la ciudad de Lima
 - Ingenieros civiles que se desarrollen en los proyectos de edificaciones y se encuentren laburando en producción u oficina técnica, que son las áreas de interés en nuestro proyecto.

Tabla 25. Ingenieros colegiados por Capítulos y por sede Fuente: Colegio de Ingenieros del Perú

Del 01/01/1962 al 31/08/2019

SEDE	AGRONOMICA	AGRICOLA	CIVIL	ECONOMICA	ELECTRICA	ELECTRONICA	FORESTAL	GEOLÓGICA	INDUSTRIAL Y SISTEMAS	INDUSTRIAS ALIMENTARIAS Y AGROINDUSTRIAS	MECANICA	MECANICA Y ELECTRICA	METALURGICA	MINAS	PEQUERIA	PETROLEO Y PETROQUIMICA	QUIMICA	SANTARIA Y AMBIENTAL	ZOOTECNA	TOTAL	DISTRIBUCION PORCENTUAL
AMAZONAS	134	15	199	8	6	4	20	5	83	294	6	22	1	0	11	2	14	110	81	1019	0.44%
ANCASH-CHIMBOTE	164	23	1694	4	26	35	3	5	1001	422	104	415	27	23	116	2	110	20	11	4205	1.80%
ANCASH-HUARAZ	568	395	1113	5	11	6	17	13	330	146	6	16	12	284	15	1	28	373	35	3374	1.45%
APURIMAC	519	56	423	12	40	8	9	23	337	384	9	19	7	112	5	1	29	152	37	2185	0.94%
AREQUIPA	1518	64	2687	152	356	681	5	1291	2630	608	679	658	1415	973	244	2	1756	274	75	16068	6.89%
AYACUCHO	1159	227	998	0	16	10	8	6	179	358	5	18	2	368	7	0	267	30	23	3681	1.58%
CAJAMARCA	1049	21	2326	10	9	25	219	272	805	206	86	77	27	358	2	0	33	233	251	6009	2.58%
CALLAO	100	50	432	47	216	230	24	85	600	124	125	105	26	45	175	1	161	192	30	2768	1.19%
CUSCO	1957	35	3636	25	889	149	21	531	1328	194	330	46	195	364	10	6	598	55	757	11130	4.77%
HUANCAVELICA	210	13	407	3	17	78	13	5	76	42	13	7	15	112	10	1	35	66	237	1360	0.58%
HUANUCO	726	16	1053	2	19	4	9	10	615	166	7	12	13	34	12	1	6	135	39	2879	1.23%
HUANUCO-TINGOMARIA	469	2	36	2	3	3	332	1	89	201	1	4	1	2	2	0	11	250	281	1690	0.72%
ICA	1486	7	1826	7	13	160	2	8	406	119	18	1436	126	226	249	0	918	271	17	7295	3.13%
JUNIN	1220	73	1745	3	1141	94	736	35	1120	557	698	34	637	1281	13	3	841	174	732	11137	4.77%
LA LIBERTAD	1231	420	4384	24	64	673	34	37	4796	599	1109	284	975	676	40	5	1995	243	207	17796	7.63%
LAMBAYEQUE	1768	1513	3045	62	24	260	126	11	2123	329	84	1810	6	27	22	7	674	122	507	12520	5.37%
LIMA	5598	64	20408	1377	3487	5172	763	2264	16120	2193	3885	5275	1455	3404	2188	757	6051	4545	1121	88514	37.95%
LORETO	668	6	457	3	17	12	632	2	228	243	17	38	1	2	17	1	492	195	16	3047	1.31%
MADRE DE DIOS	77	5	92	2	13	5	237	6	40	49	3	5	11	9	7	1	19	6	13	600	0.26%
MOQUEGUA	285	43	620	270	19	53	0	34	351	76	154	173	92	85	75	0	75	90	5	2500	1.07%
PASCO	242	2	141	0	8	3	3	144	116	16	15	6	254	488	0	0	28	238	299	2003	0.86%
PIURA	1609	195	2136	15	29	305	8	322	2756	315	65	619	15	668	665	428	428	79	250	10907	4.68%
PUNO	1154	681	1912	1381	62	233	5	260	720	362	12	692	178	422	40	0	359	49	16	8544	3.66%
SAN MARTIN-MOYOBAMBA	152	17	158	4	4	2	31	4	108	45	6	16	3	2	8	0	17	416	38	1031	0.44%
SAN MARTIN-TARAPOTO	794	24	1033	7	17	14	82	0	381	307	15	54	2	0	7	0	27	249	141	3134	1.34%
TACNA	583	36	1240	409	28	147	4	92	601	289	154	59	204	283	228	0	118	21	18	4516	1.94%
TUMBES	550	54	183	2	1	7	155	1	120	37	1	17	0	9	317	5	17	3	11	1490	0.64%
UCAYALI	556	17	299	8	34	13	395	3	176	78	13	25	2	0	11	7	36	140	46	1859	0.80%
TOTAL	26456	657	54683	3844	6569	8386	3893	5470	38215	8759	7620	11942	5702	10257	4496	1231	15143	8731	5294	233261	100.00%
DISTRIBUCION PORCENTUAL	11.34%	2.82%	23.44%	1.65%	2.82%	3.60%	1.67%	2.35%	16.38%	3.76%	3.27%	5.12%	2.44%	4.40%	1.93%	0.53%	6.49%	3.74%	2.27%	100.00%	

Entones, el número encontrado de Ingenieros civiles titulados y colegiados hasta la fecha 31/08/2019 es de 20408. Ahora, se procede a delimitar el segundo aspecto mencionado, que es el de aproximadamente un 25% de todos los ingenieros civiles colegiados en la ciudad de Lima, que se ejercen la carrera en áreas de producción, oficina técnica, gerencia de proyectos.

Es decir, el tamaño de población es de 5102.

Para calcular el tamaño de la muestra, se debe realizar la siguiente Ecuación 1:

Ecuación 1

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)}$$

En donde los términos son los siguientes:

N: tamaño de la población

e: margen de error (porcentaje expresado en decimales)

z: puntuación

El nivel de confianza utilizado para este proyecto, por tener fines académicos representativos y no aplicativos, se puede realizar a partir de 85% de confianza, la cual está unida a la puntuación Z según la tabla mostrada a continuación:

Nivel de confianza deseado	Puntuación z
80 %	1.28
85 %	1.44
90 %	1.65
95 %	1.96
99 %	2.58

Entonces, tenemos los siguientes datos:

Tamaño de la población (N): 5102

Margen de error: 0.15

Puntuación (z): 1.44

Por último, realizando la ecuación planteada, nos resulta 23 el tamaño de muestra.

The image shows a web-based calculator titled "Calcula el tamaño de la muestra". It has three input fields at the top: "Tamaño de la población" with the value 5102, "Nivel de confianza (%)" with a dropdown menu showing 85, and "Margen de error (%)" with the value 15. Below these fields, the result "Tamaño de la muestra" is displayed in a large green font as "23".

Input	Value
Tamaño de la población	5102
Nivel de confianza (%)	85
Margen de error (%)	15
Tamaño de la muestra	23

Figura 29. Cálculo de tamaño de muestra. (Fuente: monkeystatistics.com)

En la siguiente página, se detalla el modelo de encuesta realizada...

Encuesta para proyecto de Tesis con fines académicos

Fecha:

Profesión:

Cargo actual:

Años de experiencia (Desde colegiado – Actualidad):

1. Como se conoce en la industria de la construcción, los proyectos están delimitados por especialidades, tales como Estructuras, Arquitectura, Ins.Eléctricas, etc...

En su opinión ¿La especialidad de Arquitectura tiene gran aporte en el presupuesto de los proyectos de construcción de edificaciones? ¿Por qué?

2. ¿En qué/cuáles especialidades/es usted considera que existe mayor variación respecto a lo planificado? ¿Por qué?

❖ Para las siguientes preguntas... Considere las respuestas con partidas representativas, las cuales pueden ser las siguientes: Tarrajeo, asentado, contrapiso, enchape, contra zócalo entre otros.

3. En su opinión ¿Cuáles son los principales motivos de las pérdidas de mano de obra en los procesos de Acabados Húmedos en las partidas representativas?

4. En su opinión ¿Cuáles son los principales motivos de las pérdidas de materiales en los procesos de Acabados Húmedos en las partidas representativas?

5. Durante su experiencia, en los proyectos que haya participado de forma directa o indirecta, participado o visto ¿Cuáles son las principales causas de pérdida de materiales y/o mano de obra a la hora de ejecutarse un proyecto de construcción de edificaciones?

Los resultados de la documentación y entrevista por medio de la encuesta fueron agrupadas en causas genéricas, tanto para materiales, así como también para mano de obra, que se muestran en las siguientes figuras:

Figura 30. Causas de desperdicio- Materiales de Construcción. (Fuente: Elaboración Propia)

Figura 31. Causas de desperdicio-Mano de Obra (Fuente: Elaboración Propia)

Estas causas fueron las genéricas que se obtuvieron al agrupar todas las respuestas y comentarios, estas mismas son las que forman parte del desarrollo del Sistema de control propuesto focalizado.

Finalmente, se adjuntó soluciones genéricas propuestas por los presentes autores, con el fin de englobar propuestas de solución a cada causa colocada.

Tabla 26. Causas de desviaciones con soluciones generales

Materiales		Mano de obra	
Transporte	Planificar una correcta distribución en planta	Tiempo inactivo	Identificar restricciones al inicio de jornal
	Disminuir lotes de producción		Detallar metas diarias al inicio de jornal
	Programación de transporte al inicio de cada jornal	Complejidad	Previa capacitación en la etapa inicial de ejecución
Retrabajos	Correcta supervisión de los trabajos		Realizar una ejecución de la actividad a modo prueba
	Aumentar la calidad de los acabados		Organizar los descansos requeridos por tiempos
Inventario	Contratar personal capacitado	Descanso	Planificar metas semanales detallando tiempos de descanso
	Planificar materiales necesarios		Solicitar presencia de mayor personal
	Buena distribución del almacén	Colaboración con otras áreas	Cambio de colaboración por tiempo de descanso
Productos defectuosos	Administración y verificación diaria		
	Marcar todos los productos defectuosos e informar al proveedor		
Mal proceso constructivo	Realizar proceso de calidad a la hora de recepción de materiales		
	Identificar y clasificar motivo de defectos		
	Inspección en horas aleatorias el proceso constructivos		
	Contratar personal capacitado		
	Capacitación antes de empezar el jornal		

La elaboración del Dashboard fue de la siguiente manera:

1. Tablas Dinámicas

El Dashboard se elaboró gracias a las tablas dinámicas son unas de las herramientas del programa Excel, te permiten resumir y analizar de manera dinámica grandes cantidades de información.

En la presente tesis se ha elaborado un dashboard, pero para el éxito del mismo se tiene que elaborar tablas dinámicas, si la información de las tablas no están agrupadamente correctamente se va a tener problemas a la hora de elaborar el dashboard.

PRODUCTIVIDAD HORAS HOMBRE

Para la elaboración de la tabla dinámica solo se necesitó dos datos:

- Horas hombres totales diarias de una actividad
- Avance total realizada por las horas hombres utilizadas para una actividad

Los demás datos como horas hombres acumuladas, avance acumulado, rendimiento diario, rendimiento acumulado son fórmulas que se actualizan conforme se va llenando la

Tabla 27: Tabla dinámica de horas hombre

Orden	Fecha	Partidas	HH Diarios	Avance Diario	HH Acumulado	Avance Acumulado	Rendimiento Diario	Rendimiento Acumulado	Rendimiento Presupuestado
1	21/06/2019 P-14		420	280	420.00	280	1.50	1.50	1.10
1	21/06/2019 Cielo raso		300	150	300.00	150	2.00	2.00	1.50
1	21/06/2019 Porcelanato		100	80	100.00	80	1.25	1.25	1.00
1	21/06/2019 Tarrajeo		200	170	200.00	170	1.18	1.18	1.10
2	22/06/2019 P-14		420	290	840.00	570	1.45	1.47	1.10
2	22/06/2019 Cielo raso		280	140	580.00	290	2.00	2.00	1.50
2	22/06/2019 Porcelanato		120	70	220.00	150	1.71	1.47	1.00
2	22/06/2019 Tarrajeo		220	150	420.00	320	1.47	1.31	1.10

- Selección de las partidas para el análisis de horas hombre
- Estas partidas varían según el proyecto no siempre se van a tener las mismas partidas de agrupación.

- Las tomas inicialmente se harán las tomas diarias, ya que, en toda iniciación existe una etapa de aprendizaje donde los rendimientos reales van a estar muy distorsionadas a lo esperado, luego de gráficamente que los rendimientos se mantienen se procederá a la toma de datos semanales.

Figura 32: Curva de rendimiento muros (Fuente: Elaboración Propia)

PRODUCTIVIDAD DE MATERIALES

Para la elaboración de la tabla dinámica solo se necesitó dos datos:

- El total de material más incidente que se utilizó para la ejecución de una actividad
- Avance total realizada por los materiales utilizados para una actividad

Los demás datos como horas hombres acumuladas, avance acumulado, rendimiento diario, rendimiento acumulado son fórmulas que se actualizan conforme se va llenado la tabla

Figura 33: Tabla dinámica de materiales. (Fuente: Elaboración Propia)

Orden	Fecha	Materiales	Bolsas Diarios	Avance Diario	Material Acum	Avance Acumulado	Rendimiento Diario	Rendimiento Acumulado	Rendimiento Presupuestado
1	21/06/2019	Cemento	50	130	50	130	0.38	0.38	0.25
1	21/06/2019	Cielo raso	300	150	300	150	2.00	2.00	1.50
1	21/06/2019	Porcelanato	100	80	100	80	1.25	1.25	1.05
1	21/06/2019	Tarrajeo	200	170	200	170	1.18	1.18	1.15
2	22/06/2019	Cemento	100	290	150	420	0.34	0.36	0.25
2	22/06/2019	Cielo raso	280	140	580	290	2.00	2.00	1.50
2	22/06/2019	Porcelanato	120	70	220	150	1.71	1.47	1.05
2	22/06/2019	Tarrajeo	220	150	420	320	1.47	1.31	1.15

Partida: P-14
Materiales: Cemento

Buscar

(Todas)
Cemento
Cielo raso
Porcelanato
Tarrajeo

☐ Seleccionar varios elementos

ACEPTAR Cancelar

Selección de materiales para el análisis de la partida

- Las tomas inicialmente se harán las tomas diarias, ya que, en toda iniciación existe una etapa de aprendizaje donde los rendimientos reales van a estar muy distorsionados a lo esperado, luego de gráficamente que los rendimientos se mantienen se procederá a la toma de datos semanales.

Figura 34. Curva de rendimiento - Material cemento (Fuente: Elaboración Propia)

VELOCIMETRO

Tabla 28. Configuración del velocímetro

Porcentaje	Escala	Puntos	x	y
10%		1 Inicio		0
20%		1 Fin	-0.89	0.45
30%		1		
40%		1		
50%		1		
60%		1		
70%		1		
80%		1		
90%		1		
100%		9		

- Este velocímetro nos indicara el rendimiento que debemos utilizar para llegar con la fecha de entrega establecida para dicha actividad

Figura 35. Velocímetro que indica rendimiento a proyectar. (Fuente: Elaboración Propia)

VALOR GANADO

La grafica presentara el acumulado del valor ganado, suma estimada para completar, costo real acumulado y suma del valor planeado acumulado

Tabla 29. CP-SV-CPI-SPI-EAC

Variación del Costo (CV = EV - AC)	0.00	0.00	0.00	0.00	2000.00
Variación del cronograma (SV = EV - PV)	-13000.00	-18000.00	-23000.00	-31000.00	-30000.00
Índice de desempeño del costo (CPI = EV/AC)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.03
Índice del desempeño del cronograma (SPI = EV/PV)	0.43	0.53	0.57	0.56	0.67
Costo Estimado de completitud (EAC)	200000.00	200000.00	200000.00	200000.00	193333.33

Figura 36. Curva de rendimiento-Proyecto seleccionado. (Fuente: Elaboración Propia)

CAUSAS

Las causas se desarrollan según las partidas

Figura 37. Diagrama circular-causas (Fuente: Elaboración Propia)

5.1.2 resultados

Para determinar la especialidad más influyente en un proyecto de construcción se analiza el presupuesto planificado de cada uno de los proyectos evaluados en el presente estudio. En la Figura 38 se visualiza la incidencia de cada una de las especialidades, teniendo en consideración la siguiente nomenclatura:

- A: Arquitectura -E: Estructura -IIEE: Inst. eléctricas
- OP: Obras provisionales -IMM: Inst. mecánicas -IISS: Inst. sanitarias
- ACI: Agua contra incendio -IICC: Inst.comunicaciones -SYE: Seguridad y ev.
- ASC: Ascensores -IG: Inst. de gas

Figura 38: Incidencia de especialidades por proyecto (Fuente: Elaboración Propia)

De la misma manera, se procede a analizar con la mayor influencia dentro de la especialidad de arquitectura que se muestra en la Figura 39

Figura 39: Partidas con mayor influencia en la especialidad seleccionada – Proyecto A, B y C. (Fuente: Elaboración Propia)

Para el desarrollo de la presente investigación se selecciona una pequeña muestra en uno de los proyectos. De las 5 actividades más influyentes en el proyecto B dentro de la especialidad de Arquitectura se evaluará la partida “Piso de porcelanato”.

Se debe conseguir el análisis del precio unitario del presupuesto contractual de la partida de piso de porcelanato para poder identificar los rendimientos establecidos de mano de obra y materiales, para poder hacer un análisis de las desviaciones que se presentan durante la ejecución de la partida.

Tabla 30. Análisis de precio unitario de porcelanato

PISO DE PORCELANATO 60X60							
m2/DÍA	12.00	EQ.	12.00		Costo unitario directo por : m2		76.73
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
CAPATAZ			hh	0.1	0.0708	26.78	1.90
OPERARIO			hh	1	0.7083	22.32	15.81
PEON			hh	1	0.7083	15.62	11.06
							28.77
Materiales							
AGUA			m3		0.0060	10	0.06
PEGAMENTO BLANCO FLEXIBLE			bol		0.2500	32.90	8.23
FRAGUA COLOR BEIGE			kg		0.0250	5	0.13
PORCELANATO 60X60			kg		1.0500	36.3	38.12
							46.53
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5.00%	28.77	1.44
							1.44

6.2 PROCESAMIENTO DE DATOS E INPUTS

A continuación, se deberá colocar los siguientes datos correspondientes a la partida seleccionada, los cuales son los siguientes:

Tabla 31: Datos de la partida “Pisos de porcelanato” con datos de mano de obra

Datos para mano de obra	Inputs
Rendimiento planificado: 0.71 <i>hh/m²</i>	HH diarias: día1, día2, día3, día4, día5, día 6
Precio unitario ponderado: 19.34 S// <i>hh</i>	Avance diario: día1, día2, día3, día4, día5, día 6
Cantidad total: 7,001.11 <i>hh</i>	

Tabla 32: Datos de la partida “Pisos de porcelanato” con datos de materiales

Datos para mano de obra	Inputs
Rendimiento planificado: 0.25 bls/m ²	Material diario: día1, día2, día3, día4, día5, día 6
Precio unitario ponderado: 32.90 S//bls	Avance diario: día1, día2, día3, día4, día5, día 6
Cantidad total: 2,465.00 bls	

Luego de analizar la partida seleccionada durante el periodo de una semana, se determinan los inputs que se muestran en la tabla N°4 para el recurso de mano de obra y en la tabla N°5 se muestran los inputs para el recurso de materiales.

Tabla 33: Características de Mano de obra sin aplicar Sistema de control

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
R. diario (hh/m ²)	0.85	0.83	0.87	0.84	0.86	0.87
R. Acumulado (hh/m ²)	0.85	0.84	0.85	0.85	0.85	0.85
R. presupuestado (hh/m ²)	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
HH diario	68	68	60	68	68	34
Avance diario (m ²)	80	81.6	68.6	81	79	39
HH Acumuladas	68	136	196	264	332	366
Avance acumulado (m ²)	80	162	230	311	390	429
HH ganadas / Perdidas del día	-11	-10	-11	-10	-12	-6
HH ganadas/ Perdidas a fin de proyecto	-13811	-1298	-1373	-1348	-1376	-1396

Tabla 34: Características de material pegamento de porcelanato sin aplicar sistema de control diario

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
R. diario (bls/ m^2)	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.33
R. Acumulado (bls/ m^2)	0.31	0.31	0.31	0.31	0.30	0.31
R. presupuestado (bls/ m^2)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Bolsas diarias	25	25	21	24	24	13
Avance diario (m^2)	80	81.6	68.6	81	79	39
Bolsas Acumuladas	25	50	71	95	119	132
Avance acumulado (m^2)	80	162	230	311	390	429
Bolsas ganadas/ Perdidas del día	-5	-5	-4	-4	-4	-3
Bolsas ganadas/perdidas a fin de proyecto	-616	-586	-576	-545	-542	-567

6.3 DESARROLLO DE LA PROPUESTA- APP

Resultados del APP

Primero se debe colocar los datos del proyecto como una foto referencial, fecha de inicio y fin y presupuesto como se muestra en la figura N°40, luego se colocarán las partidas representativas ya identificadas gracias a los diagramas de paretos que se muestra en la figura N°41, luego se procede a añadir el Metrado de la partida seleccionada con sus respectivos rendimientos de mano de obra y material seleccionado que en este caso de estudio se eligió pegamento de porcelanato como se muestra en la figura N°42, luego se procede a realizar las tomas diarias como el total de horas hombre con su respectivo avance realizado, del mismo modo con el material del pegamento de porcelanato como se muestra en la figura N°43, después de un estudio con los ingenieros y arquitectos del staff se analizaron las causas que provocan las desviaciones con respecto a mano de obra y materiales, y esto se logra apreciar en la figura N°44, posterior a eso se seleccionará las causas que provocan las desviaciones que generara un diagrama y mostrara la causa más incidente que se deberá atacar como se muestra en la figura N°45 y finalmente nuestra propuesta además de identificar las causas se dará soluciones genéricas según las causas más incidentes como se muestra la figura N°46.

Insertar Datos

Proyecto Proyecto B

SUBIR IMAGEN

Fecha Inicio 2 JUL. 2018

Fecha Final 20 JUL. 2020

Presupuesto Final \$ 46438617.68

CONTINUAR

Figura 40.PROYECTO B

← Grupo de partidas

Piso de porcelanato

Partida 2

Partida 3

Partida 4

Partida 5

Figura 41. Partidas representativas

← Grupo de Partida

Nombre de la Partida: Piso de

Unidad Selecciona la unidad

Metrado 9860

Precio Unitario 76

Presupuesto Planeado 749360

Rendimiento Mano de Obra 0.71

Rendimiento Materiales 0.25

Total HH 2465

ACTUALIZAR

MANO DE OBRA CAUSAS MATERIALES

Figura 42.Características

Datos del Rendimiento

ACTUALIZAR IR A LA GRÁFICA

Días	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8
Material Diario								
Avance Diario								
HH Acumulado								
Avance Acumulado								
HH ganadas / Pérdidas del día								

Figura 43. Toma de datos diarios

Causas				
Lista de las Causas				
Causa 1				
Causa 2				
Causa 3				
Causa 4				
Causa 5				

Causas	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4
Causa 1	☐	☐	☐	☐
Causa 2	☐	☐	☐	☐
Causa 3	☐	☐	☐	☐
Causa 4	☐	☐	☐	☐
Causa 5	☐	☐	☐	☐

Figura 44. Causas

Figura 45. Diagrama de causas

Soluciones Genéricas	
Mal Proceso Constructivo	(Causa 5)
Inspeccionar en horas aleatorias el proceso de solución de la actividad	(Opcion 1)
Explicar adecuadamente el proceso constructivo al inicio de jornal	(Opcion 2)
Correcta liberación de la actividad predecesora	(Opcion 3)

Figura 46. Soluciones genéricas

6.4 IMPLEMENTACIÓN

Por último, luego de obtener la data calculada y analizada en obra, se procede a tomar decisiones en la partida seleccionada, para disminuir los desperdicios de los aspectos controlados. Para el proyecto B, se tuvo los siguientes resultados.

Las causas de desperdicios de horas hombres son que el material no estaba presente a la hora de ejecutar la partida y afecta directamente al rendimiento, presencia de muchos cortes del porcelanato, presencia de cajoneo en el porcelanato y por ende se deberá retirar la pieza y colocar de manera adecuada.

Las causas de desperdicios de material de pegamento de porcelanato fueron que el piso entregado no estaba correctamente nivelado y por ende se desperdicia más pegamento para poder tapar el desnivel encontrado, otra causa es el mal uso del material que no reciclan las sobras sacadas con la espátula y finalmente se observó que las bolsas de pegamentos abiertas no se usan al 100% y estas se secan y no se podrán usar de nuevo.

Ya identificadas las causas se conversó con la constructora para poder corregirlas y así mejorar los rendimientos de mano de obra y material para reducir los desperdicios. Los resultados fueron los siguientes.

Para el aspecto de mano de obra:

Tabla 35: Características de Mano de Obra luego de aplicar el sistema de control diario

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
R. diario (hh/m ²)	0.79	0.80	0.77	0.83	0.78	0.76
R. Acumulado (hh/m ²)	0.79	0.80	0.79	0.80	0.79	0.79
R. presupuestado (hh/m ²)	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
HH diario	68	68	68	60	68	34
Avance diario (m ²)	86	85	88	72	87	45
HH Acumuladas	68	136	204	264	332	366
Avance acumulado (m ²)	86	171	259	331	418	463
HH ganadas / Perdidas del día	-7	-8	-6	-9	-6	-2
HH ganadas/ Perdidas a fin de proyecto	-796	-841	-766	-864	-831	-794

Para el aspecto de materiales:

Tabla 36: Características de Material pegamento de enchape luego de aplicar sistema de control diario

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
R. diario (bls/m ²)	0.27	0.27	0.26	0.26	0.27	0.26
R. Acumulado (bls/m ²)	0.27	0.27	0.27	0.26	0.27	0.27
R. presupuestado (bls/m ²)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Bolsas diarias	24	24	24	21	25	12
Avance diario (m ²)	89	90	92	80	92	47
Bolsas Acumuladas	24	48	72	93	118	130
Avance acumulado (m ²)	89	179	271	351	443	490
Bolsas ganadas / Perdidas del día	-2	-2	-1	-1	-2	0
Bolsas ganadas/ Perdidas a fin de proyecto	-194	-179	-155	-147	-161	-151

La propuesta planteada mediante el uso del APP obtiene una mejora en los rendimientos de producción lo que afecta el consumo de horas hombre y el consumo de los principales materiales. Para la muestra evaluada en la partida de “piso porcelanato” se tiene una reducción de 0.06 hh/m², lo que hace un total de 591 horas hombre menos empleadas para un total de 9,860.72 m² de piso de porcelanato instalado en el proyecto. Asimismo, del material evaluado se obtiene una reducción del consumo de pegamento de 0.04 bls/m² lo que equivale a 394 bls de pegamento menos producto del sistema de control diario implementado.

Finalmente, si cuantificamos las optimizaciones se produce un ahorro de S/. 11,430 para horas hombre y S/.12,977 para pegamento de porcelanato lo que hace un total de S/.24,419

solo por el control realizado a la partida de piso de porcelanato lo que equivale a una mejora del 3% para esta partida.

6.4.1 DESARROLLO DE FODA

<p><u>Amenazas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas o software mejores desarrollados • Nuevos productos en el mercado • Innovación constante de aplicaciones • Aceptación del producto departe de la gerencia 	<p><u>Fortaleza</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Innovador sistema de control de Proyectos • Sistema Ágil y amigable (Gráficos) • Análisis y toma de decisiones en menor tiempo
<p><u>Debilidades</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mala capacitación a los trabajadores directos • Mal manejo del inventario 	<p><u>Oportunidades</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Al atacar el problema de una partida incidente automáticamente se ataca a partidas secundarias con el mismo problema

7. CONCLUSIONES

En el presente capítulo se presenta las conclusiones y recomendaciones del proyecto realizado en el presente documento. Asimismo, el contenido de ambos ítem no solo se basa en el análisis de los resultados obtenidos a la hora de validar el sistema de control focalizado, sino que también se tiene en cuenta el juicio de expertos e información documentada y científica validada internacionalmente, para así complementar lo descrito.

- El sistema de control focalizado propuesto solo se aplica en proyectos de construcción de edificaciones del sector B y C, debido a que en ambos sectores la especialidad de Arquitectura influye de manera significativa en el presupuesto. No necesariamente se encuentra en el primer lugar de influencia de las especialidades, pero sí está dentro de las primeras.
- La cantidad de actividades dentro de la subespecialidad de Acabados Húmedos es muy extensa y podría ser distinta según los diversos proyectos en la clasificación definida (Tipo B y C); sin embargo, todas estas se encuentran dentro de las partidas representativas seleccionadas, las cuales son las siguientes: asentado, tarrajeo, solaqueo, contrapiso y enchape.
- EL sistema de control focalizado no está dentro de los entregables o categoría de reporte operativo; sin embargo, cumple la misma función. Determinar el estado del proyecto para realizar toma de decisiones, no obstante, será en tiempo real.
- Es correcto que las partidas representativas incluyen solo las actividades más incidentes en cada ítem de Acabados Húmedos; es decir, por lo general 3 o 4 partidas de más de 10 existentes para cada ítem. Sin embargo, encontrando el estado actual de estas mismas e

identificando las causas de las desviaciones, se encontrará soluciones o se realizará toma de decisiones correspondientes. Luego, los ítems existentes que no se tomaron en cuenta, automáticamente reciben una solución idéntica a una de las partidas representativas detalladas, debido a que por su similitud en tipo de ejecución, materiales y mano de obra es inherente a otra ya analizada.

- Es comprobado que, realizando la herramienta del Gráfico de Pareto aplicado a las actividades seleccionadas dentro de las partidas de Acabados Húmedos, estas representan el 80% del costo en términos de presupuesto. Por otro lado, en términos de cantidad representan aproximadamente el 20% de las actividades en total. Es decir, controlando actividades puntuales se puede controlar la especialidad de Acabados Húmedos.
- Los factores que vuelven diferente a nuestro sistema de control focalizado desarrollado en el presente proyecto de tesis son los siguientes: Se aplica en tiempo real e identifica las causas de las variaciones de lo real respecto a lo planificado en el proceso de ejecución.
- Es importante recordar en todo momento que este sistema de control es aplicable solo para el área de producción y oficina técnica de una constructora que ejecuta esta subespecialidad de Acabados Húmedos, no aplica para subcontrata.
- El sistema de control es focalizado en la subespecialidad de Acabados Húmedos, para delimitar el área de control y ejecución. No obstante, cubre todas las necesidades y complementos de un proyecto debido a que las partidas y elementos no sólo son colocados por default, sino que también se pueden agregar incisos y caracteres propios de cada proyecto.
- El proceso de identificación de actividades incidentes y colocarlas dentro de partidas representativas es la más importante, debido a que este paso define si el reporte del sistema de control sirve como muestra representativa para toma de decisiones o no.

8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar los ratios propuestos en el proyecto para poder comprobar que el proyecto en el cual se está aplicando el sistema de control focalizado propuesto, se encuentre dentro del tipo B y C.
- Se recomienda utilizar las dos metodologías propuestas y mostradas en el proyecto, para así poder comprobar que las actividades seleccionadas son las más incidentes.
- Se recomienda verificar que las partidas de representación delimitadas incluyan todas las actividades más incidentes debido a que no debe quedar ninguna fuera de la delimitación porque la suma de todas son las que representan el 80% total del ppto de la subespecialidad de Acabados Húmedos

9. REFERENCIAS

AHUJA (1983), "Project Management – Techniques in Planning and Controlling Construction Projects". Edition Wiley Series – USA

Galarza Meza, M. P. (2012). Desperdicio de Materiales en Obras de Construcción Civil: Métodos de Medición y Control. (Tesis inédita de Titulación). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

BALESTRINI, M. (2000). "Cómo se Elabora un Proyecto de Investigación. Primera Edición. Editorial Consultores Asociados BL, Caracas – Venezuela.

BAUTISTA, María Eugenia (2009). "Manual de Metodología de la Investigación". Tercera Edición. Editorial TALIPIP, Caracas – Venezuela.

BRICEÑO BALAREZO, Omar Orlando. (2003). "Implantación del Sistema de Planeamiento y Control de Costos por Procesos para Empresas de Construcción". Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, Lima – Perú.

CARTAY, I. (1991). "Planificación y control de proyectos". Universidad del Zulia, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, Maracaibo – Venezuela

DAVID, FRED. (1994), "La Gerencia Estratégica". (9na Edición). Fondo Editorial LEGIS. Bogotá – Colombia

DURÁN QUEROL, Rodolfo M. (2014). “Gestión y Dirección de Empresas Constructoras” (3ra Edición). Fondo Editorial ICG-Perú.

FLEMING, Q. y KOPPELMAN, J. (2004). “Earned Value Project Management” (second edition). Estados Unidos de Norteamérica: PMI.

LOZANO MEDINA, Edson (2012), “La Eficiencia en la Ejecución de Obras Públicas: Tarea pendiente en el camino hacia la competitividad regional - un enfoque desde el control gubernamental”, Revista TCEMG Edición jul./ago./set./2012, Lima – Perú.

OBERLENDER, Garold D. (1993), “Project Management for Engineering and Construction”. Editorial Mc GrawHill - USA.

Alonso, I. (2017). Sobrecostos en obras concesionadas. *El Comercio*.

- Ambriz , A. (2008). La gestión del valor ganado y su aplicación.
- Carazo, N. (2015). *NC Arquitectura*. Obtenido de Teoria del Valor Ganado – EVM. PMI .
- Fundación1000Hojas. (2017). Obras de Odebrecht registran costos adicionales por más de US\$6 mil millones en países donde pagó sobornos.
- Gutierrez , V., & Serrano, E. (2015). Sistematizacion del control de costos en pequenas empresas de construccion civil.
- Olalde, K. (2004). *Project Managemente Guide*.
- Perú21. (2016). Odebrecht excedió presupuesto de obras en el Perú por más de S/4,600 millones. *Perú 21*.
- Universidad de Barcelona. (2016). *OBS*. Obtenido de <https://www.obs-edu.com/es/blog-project-management/construccion/la-gestion-de-riesgos-en-un-proyecto-de-construccion>

Tipo	# Paper	Título	Autor	País	Fecha	Fuente
SISTEMA	1	Shielding production: essential step in production control. (Protección de la producción: paso esencial)	G. Ballard and G. Howell/ Member	Estados Unidos	Enero 2016	Journal of Construction Engineering management
SISTEMA	2	Hunting the popular Construction Apps (Encontrando las aplicaciones populares de construcciones)	Tong Liu, Anuradha Mathrani, Jasper Mbachu	Nueva Zelanda	Diciembre 2016	Computer Science Engineering
SISTEMA	3	System Dynamics Approach for Investigating the Risk Effects on Schedule Delay in Infrastructure Projects (Enfoque Dinámico del Sistema para Investigar en el riesgo y efectos en el retraso cronograma en proyectos de infraestructura)	Wang, J., Yuan, H.	China	Enero 2017	Journal of Construction Engineering management
SISTEMA	4	Quality control of constructions: European trends and developments. (Control de calidad de construcciones)	Frits Meijer, Henk Visscher	Holanda	Enero 2017	Revista Internacional de Derecho en el Construido
SISTEMA	5	Research on the construction of an enterprise total budget management based on EVA. (Investigación sobre la construcción de un sistema de gestión del presupuesto total para empresas basado en EVA)	Rong, J., & Zhang, Y.	Yunnan	Junio 2018	Material Science Engineering
SISTEMA	6	Early Prediction of Project Duration: A Longitudinal Study (Predicción temprana de la duración de un proyecto: Un estudio longitudinal)	Chen, H. L.	Taiwan	Julio 2018	Engineering Management Journal

SISTEMA	7	Potential for the use of information systems in the management of construction waste (Potencial para el uso de sistemas)	Aleksanin, Alexander	Moscú	Septiembre 2018	MATEC Web of Confe
TÉCNICA	8	Application of Earned Value Management to Compute the Project Performance Using Analytical Network Process (Aplicación de la gestión del valor ganado para calcular el rendimiento del proyecto Uso del proceso de red analítica)	Sujatha, Evangelin Ramani and Sruthi	India	Enero 2016	Engineering Manag Journal
TÉCNICA	9	Cost performance as a stochastic process: EAC projection by Markov Chain simulation. (Rendimiento costo que un proceso estocástico: Proyección EAC por Markov cadena de simulación)	Du, J., Kim, B. C., & Zhao, D.	Estados Unidos	Junio 2016	Engineering Manag Journal
TÉCNICA	10	Improving project efficiency using Lean Construction (Mejorando la eficiencia del proyecto usando Lean Construction)	Karningsih, P.D., Anggrahini, D., Karim, M.B., Adhitama, R.	Indonesia	Octubre 2017	International Confer Advanced Mecha Intelligent Manuf and Industrial Auto (ICAMIMIA)

Tipo	#Paper	Título	Autor	País	Fecha	Fuente
TÉCNICA	11	A cost plus estimating framework for BIM related design and engineering services (Marco de estimación de costos basado en BIM)	Koo, B., Shin, B., Lee, G.	Korea del Sur	Noviembre 2017	KSCE Journal of Engineering
TÉCNICA	12	Value-at-Risk Model Analysis of Taiwanese High-Tech Facility construction (Análisis del modelo de valor en riesgo de la construcción de instalaciones taiwanesas de alta tecnología)	Chen, P.-H., Peng, T.-T.	Taiwan	Marzo 2018	Journal of Management Engineering,
TÉCNICA	13	Three Variance Approach for Updating Earned Value Management(Enfoque de tres Varianza para la actualización Gestion del valor ganado)	Chia, Jui Chang, Si Wei Yu	Taiwan	Junio 2018	Journal of Construct Engineering Management
PROBLEMA	14	SCHEDULE ACCELERATION, WORK FLOW, AND LABOR PRODUCTIVITY (ACELERACIÓN DE CALENDARIO, FLUJO DE TRABAJO Y PRODUCTIVIDAD LABORAL)	H. Randolph Thomas	Estados Unidos	Julio 2016	Journal of Construct Engineering Management
PROBLEMA	15	Estimating Cumulative Damages due to Disruptions in Repetitive Construction (Estimación de daños acumulativos debido a interrupciones en construcciones repetitivas)	Jae-Seoh Lee	Korea del Sur	Noviembre 2016	Journal of Construct Engineering Management
PROBLEMA	16	Project procurement management: a structured review of the literature (Gestión de compras de proyectos: una revisión estructurada de la literature)	Araújo, M.C.B., Alencar, L.H., de Miranda Mota, C.M.	Brazil	Abril 2017	International Journal Project Management

10. ANEXOS

Diagrama de flujo del proceso

Diagrama de flujo de la aplicación

FORMATO PARA ENCUESTAS A RESIDENTE DE OBRA

AÑOS DE
EXPERIENCIA

NUMERO DE
ENCUESTA

AÑOS DE
EXPERIENCIA

I.- CARACTERISTICAS DEL PROYECTO:

Tipo de proyecto: _____

Descripción del proyecto:

II.- PERSONAL PRESENTE EN EL PROYECTO

☐

ING. RESIDENTE

☐

ING. CALIDAD

☐

ING. DE PLANEAMIENTO

☐

ING. DE CAMPO

☐

ING. SEGURIDAD

☐

MAESTRO DE OBRAS

☐

ING. ASISTENTE

☐

ING. SEGURIDAD

☐

ING. OFICINA TECNICA

☐

ING. COSTOS

☐

ALMACENERO

☐

OTROS

III.- INFORMACION ADICIONAL

1. Como se conoce en la industria de la construcción, los proyectos están delimitados por especialidades, tales como estructuras, arquitectura, instalaciones sanitarias y eléctricas, entre otros. En su opinión ¿La especialidad de Arquitectura tiene gran aporte en el presupuesto de los proyectos de construcción de edificaciones? ¿Por qué?

-
2. ¿En qué especialidad de la construcción es usted que considera la presencia de mayor variación respecto a lo planificado? ¿Por qué?

NOTA: Para las siguientes preguntas enfoque sus respuestas con las partidas más representativas, las cuales son las siguientes: Tarrajeo, asentado, contrapiso, enchape.

3. En su opinión ¿Cuáles son los principales motivos de las pérdidas de mano de obra en los procesos de Acabados Húmedos en las partidas representativas?

4. En su opinión ¿Cuáles son los principales motivos de las pérdidas de materiales en los procesos de Acabados Húmedos en las partidas representativas?

5. Durante su experiencia, en los proyectos que haya participado de forma directa o indirecta, participado o visto ¿Cuáles son las principales causas de pérdida de materiales y/o mano de obra a la hora de ejecutarse un proyecto de construcción de edificaciones?