

Plan de mejora para faenas en obra gruesa

Alumno: Rodrigo Navarrete.

Profesor: Luis Pisani.

Fecha de entrega: 06/12/2023

Resumen ejecutivo

Este proyecto se enfoca en mejorar procesos constructivos de obra gruesa para la constructora VAIN - ARM, específicamente en el proyecto Jardines de Valle Grande 1. La necesidad de mejorar la calidad y productividad en la construcción de viviendas es vital para la empresa, y se identificaron problemas recurrentes en pasadas de ventilación, desplomes en vanos de puertas y ventanas.

La falta de supervisión y capacitación en mano de obra, posibles problemas con materiales, incumplimiento de procedimientos y coordinación deficiente de la información son las principales causas identificadas. Para abordar estas problemáticas, se propone la implementación del método de las 5S y la metodología de mejora continua. Se descartaron otras metodologías como BIM y el plan de control de calidad debido a costos y adaptación. La planificación del proyecto se detalla en un plan semanal de ejecución, destacando la importancia de reuniones constantes para mantener una comunicación efectiva.

Se identificaron riesgos, como la resistencia al cambio por parte de los trabajadores, y se propusieron medidas de mitigación, como el apoyo de directivas, reuniones informativas y descuentos en bonos. Las metas específicas incluyen la reducción de detalles en un 50%, la disminución de costos asociados en un 60%, y la reducción de los tiempos programados en un 70%. Se espera comparar los resultados con un proyecto anterior, Parque Cerrillos 3, para evaluar el impacto de las mejoras implementadas.

En resumen, este proyecto busca una mejora integral en los procesos constructivos de obra gruesa, abordando las principales causas de problemas identificadas y estableciendo medidas concretas para lograr una significativa mejora en calidad y eficiencia. La implementación de las 5S y la mejora continua se presenta como estrategia central, enfocándose en la estandarización, orden y limpieza, y la capacidad de adaptarse a mejoras constantes. Con un plan de ejecución detallado y medidas de mitigación para posibles resistencias al cambio, se busca transformar significativamente la dinámica constructiva de la empresa, marcando un hito en la eficiencia y calidad de sus proyectos.

Abstract

This project focuses on improving construction processes in rough construction for the VAIN - ARM construction company, specifically in the Jardines de Valle Grande 1 project. The need to improve quality and productivity in housing construction is vital for the company, and recurring problems were identified in ventilation passes, collapsed door and window openings.

Lack of supervision and training of labor, possible problems with materials, noncompliance with procedures, and poor coordination of information are the main causes identified. To address these issues, the implementation of the 5S method and the continuous improvement methodology is proposed. Other methodologies such as BIM and the quality control plan were discarded due to cost and adaptation. The project planning is detailed in a weekly execution plan, highlighting the importance of constant meetings to maintain effective communication.

Risks, such as worker resistance to change, were identified and mitigation measures, such as directive support, briefings, and bonus discounts, were proposed. Specific goals include reducing details by 50%, reducing associated costs by 60%, and reducing scheduled times by 70%. Results are expected to be compared with a previous project, Parque Cerrillos 3, to evaluate the impact of the improvements implemented.

In summary, this project seeks a comprehensive improvement in the construction processes of rough construction work, addressing the main causes of problems identified and establishing concrete measures to achieve a significant improvement in quality and efficiency. The implementation of 5S and continuous improvement is presented as a central strategy, focusing on standardization, order and cleanliness, and the ability to adapt to constant improvement. With a detailed execution plan and mitigation measures for possible resistance to change, we seek to significantly transform the company's construction dynamics, marking a milestone in the efficiency and quality of its projects.

Índice

Introducción	1
Contexto empresa	1
Planteamiento de problemáticas	1
Cuantificación de las problemáticas	3
Objetivos	5
Objetivo General	5
Objetivos específicos	6
Estado del arte.....	6
Solución	7
Análisis Ishikawa	8
Selección	10
Metodología.....	11
Planificación	11
Riesgos	12
Plan de mitigación de riesgos	12
Medidas de desempeño	14
KPI	14
Implementación.....	15
Resultados	18
Cantidad de detalles	18
Costos reparación de detalles proyectados	18
Tiempos programados	19
Costos totales	20
Conclusión	20
Discusión	21
Recomendaciones	22
Anexo.....	24

Introducción

Contexto empresa

Hoy en la industria de la construcción se busca la constante optimización de procesos para lograr de esta manera una mejora en el área de producción, tanto en calidad como en productividad, para ello es cada vez más usual la implementación de diferentes métodos de control de obra, los que permiten tener un mayor manejo interno.

Este proyecto se enfoca en la mejora de procesos constructivos en partidas específicas de obra gruesa de la constructora VAIN – ARM, en el proyecto Jardines de Valle Grande 1, el cual está ubicado en Av la Montaña 4438, Lampa. Este proyecto consta de 8 torres de 4 pisos con 4 departamentos cada uno, además de estacionamientos, subterráneo y áreas comunes (piscina, enfermería, parque de juegos).

Para la empresa es de vital importancia cumplir con sus estándares de calidad y productividad en sus viviendas, donde se plantea como uno de sus principios la Productividad, la que se entiende como el producir de manera eficaz y eficiente, es decir logrando lo propuesto con el menor uso de recursos posible sin perder sus estándares de calidad, para de esta manera lograr ser una fabrica de viviendas accesibles y de buena calidad.

La empresa cuenta con revisiones en terreno ejecutadas por los jefes de terreno, estos deben llevar el control de avance y verificar que los procedimientos se realizan de manera correcta. Para mantener el estándar de calidad la empresa utiliza carpetas con fichas predeterminadas para cada actividad, en las que se dejan anotadas las posibles observaciones para su posterior reparación.

Planteamiento de problemáticas

Procesos con poca supervisión y malas prácticas generan reiterados problemas dentro de la producción, los que afectan directamente a los costos asociados al proyecto, detalles en terminaciones de elementos en obra gruesa que deben ser reparados ya que afectan la continuidad para actividades posteriores, como lo son desaplomes (ventanas y puertas), nidos de hormigón, errores en pasadas de ventilación, cajas eléctricas viradas, agrietamiento del hormigón en losa, entre otros, son algunos de los problemas que se presentan. Estos generan utilización de recursos adicionales como materiales, herramientas y mano de obra, además de perjudicar las terminaciones finales para los departamentos, los que presentan gran cantidad de detalles en postventas.

Por este mismo motivo se busca realizar un estudio más en profundidad sobre las principales causas de los problemas que se presentan en algunas de las partidas de obra gruesa, las que serán expuestas más adelante.

Para llegar al origen de estos problemas y poder cuantificar estos errores, se recopiló información entregada por personal de la obra y se hizo un análisis de las actividades programadas para el proyecto y sus rutas críticas a través del método CPM, donde se separaron las fases del proyecto por trenes, en este caso se identifican tres actividades que se ven directamente perjudicadas por la reparación de detalles y de forma indirecta las actividades siguientes dado a que estas pertenecen a la ruta crítica del proyecto. Siendo estas la instalación de marcos de ventanas, puertas y tabiquería del departamento.

Estas se ven afectadas debido a las siguientes problemáticas:

- Errores en las pasadas de ventilación.
- Desaplome en los vanos de las puertas.
- Desaplome en los vanos de las ventanas.

Se busca trabajar con estas partidas en específico debido a que estos errores ocurren de forma regular, provocando gastos y atrasos indeseados para la empresa ya que la reparación de estos influye directamente en actividades que pertenecen a la ruta crítica del proyecto, además de que se presenta la oportunidad de mejora para estas cuatro problemáticas en conjunto, donde todas se producen en la etapa de montaje del moldaje monolítico, de esta manera se puede implementar una solución que repercuta en todas al mismo tiempo.

Cuantificación de las problemáticas

A continuación, se muestran las tablas asociadas a la cantidad de detalles encontrados por departamento y su costo correspondiente total para el proyecto tanto de mano de obra como materiales y su influencia en los tiempos programados:

DETALLE	MANO DE OBRA	N° ERRORES POR DEPTO	pago/error		COSTO MANO DE OBRA
PASADAS	ALBAÑIL	2.6	\$	383	\$ 127,462
VENTANAS	SELLO	2.8	\$	204	\$ 73,114
VENTANAS	ALBAÑIL	2.8	\$	3,264	\$ 1,169,818
PUERTAS	YESERO	3	\$	2,400	\$ 921,600
					\$ 2,291,994

Tabla 1: Mano de obra. (Fuente: Elaboración propia)

DETALLE	TIPO	FORMATO	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	COSTO MATERIALES
PASADAS	MAQUILLAJE	SACO	25 KG	\$ 4,825	12	\$ 57,900
VENTANAS	SELLO	TUBO	UN	\$ 890	108	\$ 95,693
VENTANAS	MAQUILLAJE	SACO	25 KG	\$ 4,825	20	\$ 96,500
PUERTAS	YESO	SACO	25 KG	\$ 3,132	77	\$ 240,538
						\$ 490,630

Tabla 2: Materiales. (Fuente: Elaboración propia)

Para los tiempos programados se hizo un análisis con la ayuda del método CPM, para estimar el impacto que tiene la reparación de los detalles que deja el moldaje monolítico en el proyecto completo, en tiempos de programación y costos por atrasos de este mismo.

Se calcularon los tiempos que se utilizan para la reparación de cada uno de los detalles analizados, los que se exponen en la siguiente tabla:

DETALLE	TIPO	DURACIÓN (DÍAS)
PASADAS	MAQUILLAJE	32
VENTANAS	MAQUILLAJE	38
PUERTAS	YESO	38

Tabla 3: Duración actividades reparación de detalles. (Fuente: Elaboración propia)

Para la implementación del método CPM se tomaron las actividades planificadas del programa general del proyecto, donde se consideraron las clasificaciones por: secuencia, nombre de la actividad, día de inicio, día de término y su duración. Se identificaron las actividades que se ven directamente afectadas por la reparación de los errores a tratar (color rojo), donde se encuentran la instalación de marcos (puertas y ventanas), Tabiquería departamento, instalación de calefont, celosías e instalación de extractor. Del mismo modo, se insertan las actividades de reparación de detalles presentadas de color amarillo dentro de la malla, para ver el impacto que estas producen dentro del programa general.

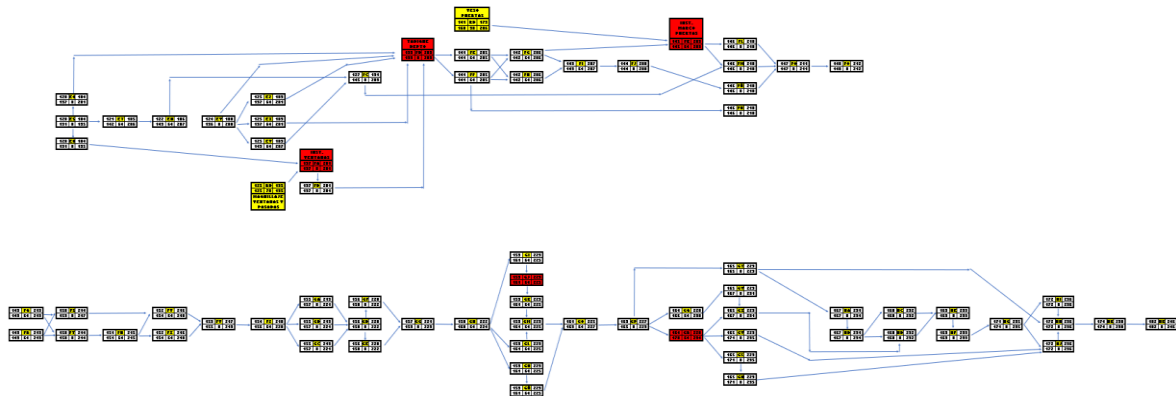


Figura 1: Plano general malla CPM terminaciones. (Fuente: Elaboración propia)

Las actividades de reparación de rasgos de ventanas y pasadas de ventilación son realizadas por el albañil de terminaciones y se ubican antes de la instalación de las ventanas dentro de la malla, como se muestra en la siguiente imagen:

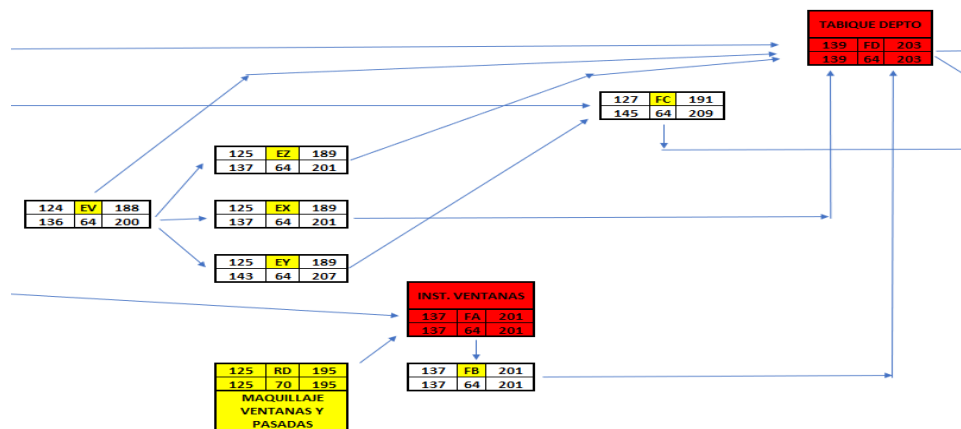


Figura 2: Detalle CPM reparación pasadas y ventanas. (Fuente: Elaboración propia)

Por su parte, las reparaciones de las piernas para puertas realizadas por el yesero se ubican con las actividades de fajas de yeso para el departamento, como se muestra en la siguiente imagen:

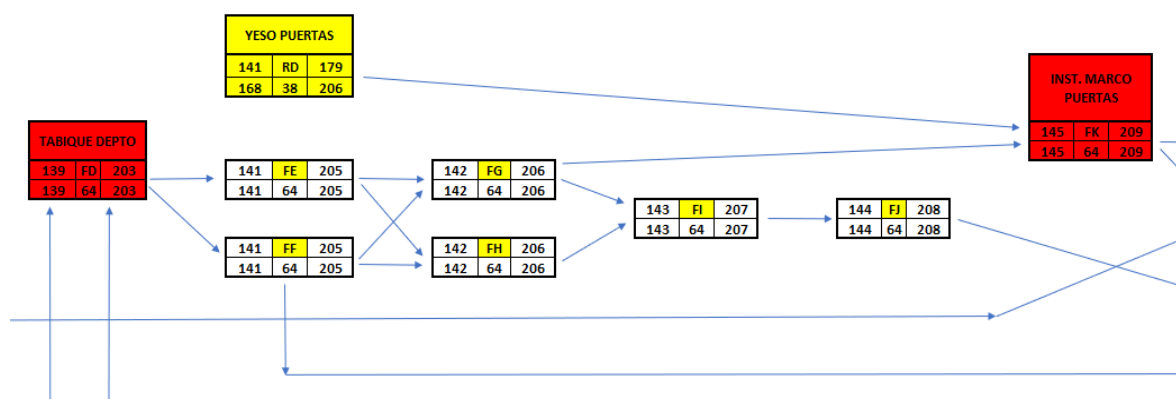


Figura 3: Detalle CPM reparación piernas puertas. (Fuente: Elaboración propia)

Una vez estimada la duración de cada una de las actividades de reparación de detalles se insertan en el programa para ver su impacto dentro de este, dando como resultado un atraso del proyecto en 11 días, lo que genera un costo de \$39.286.000 CLP para el proyecto.

De esta manera considerando costos de mano de obra, materiales y tiempos se tiene un gasto total para el proyecto de \$42.068.000 CLP, donde se ve como la mayor parte de los costos están asociados al atraso del proyecto los que representan un 93% del gasto total en reparaciones. Dado este resultado se debe tener como prioridad la disminución de estos tiempos dentro del programa y así generar un mayor impacto para el proyecto.

Objetivos

Objetivo General

Proponer plan de mejora en procesos constructivos claves de obra gruesa en proyectos repetitivos de edificios habitacionales de 4 pisos para la constructora VAIN ARM.

Objetivos específicos

- Disminuir número de detalles en al menos un 50% en cada una de las problemáticas a trabajar.
- Bajar los costos asociados a la reparación de detalles en un 60% para el proyecto completo.
- Reducir los tiempos programados en un 70% en el programa general.

Estado del arte

Se presentan diferentes metodologías para el control de obra, dentro de los cuales destacan los siguientes:

Diagrama de causa y efecto:

Esta metodología es de gran ayuda para analizar de manera más profunda una problemática, donde se parte de un problema general del cual se van desprendiendo las posibles causales de cada una de las nuevas aristas, para de esta manera poder actuar desde la raíz del problema.

“El diagrama causa-efecto es una herramienta de análisis que nos permite obtener un cuadro, detallado y de fácil visualización, de las diversas causas que pueden originar un determinado efecto o problema. Suele aplicarse a la investigación de las causas de un problema, mediante la incorporación de opiniones de un grupo de Personas directa o indirectamente relacionadas con el mismo. Por ello, está considerada como una de las 7 herramientas básicas de la calidad, siendo una de las más utilizadas, sencillas y que ofrecen mejores resultados.” (Pailamilla, 2018)

Método de mejora continua:

La mejora continua es un proceso iterativo que busca impulsar la innovación y eficiencia de manera constante, este método se basa en la idea que siempre existe un margen de progreso, donde los procesos y resultados pueden ser mejorados de forma incremental. Los pasos básicos están asociados al círculo de Deming o ciclo PDCA (planificar, hacer, verificar y actuar). Este es un proceso cíclico, por lo que, una vez terminada la etapa de actuar, se debe iniciar nuevamente desde la etapa de planificación. (Pailamilla, 2018)

Metodología BIM:

La metodología BIM (Building information modeling) se utiliza en la industria de la construcción para diseñar, construir, gestionar edificaciones y proyectos de infraestructura de forma eficiente y colaborativa, esta tiene un enfoque integral que utiliza software y tecnología para crear modelos digitales tridimensionales que contienen información detallada sobre todos los aspectos del proyecto. Dentro de los elementos claves se encuentran: Modelado de información, colaboración, gestión de datos, análisis y simulación, coordinación, documentación y finalmente mantenimiento y operaciones. (Mattos & Valderrama, 2014)

Método de las 5 “S”:

Es una herramienta de Lean Construction que se utiliza para mejorar la limpieza, organización, eficiencia y seguridad del entorno de trabajo. El término “5S” viene de las iniciales en japones de los 5 pilares o pasos que componen al método siendo estas: Clasificación, Orden, Limpieza, Estandarización y Disciplina. (Medina, 2021)

Este método se utiliza en gran variedad de entornos como lo son la manufactura, administración, construcción, entre otros. Su objetivo es crear un entorno de trabajo más eficiente, seguro y productivo, donde se fomenta la responsabilidad, compromiso y participación de todos los miembros del equipo en la mejora continua de su entorno de trabajo.

Plan control de calidad:

Es un documento en cual se establecen los procedimientos y actividades que se llevarán a cabo para garantizar que un producto o servicio cumple con los estándares de calidad requeridos, su estructura básica consta de: Introducción, alcance del plan, normas y especificaciones, procedimientos de control de calidad, criterios de aceptación, muestreo y pruebas, documentación y registros, responsabilidad y roles, formación y capacitación, plan de comunicación, gestión de no conformidades.

Solución

En primer lugar, para seleccionar la metodología que más se adapte a la problemática a trabajar en este proyecto, se utilizó el método de causa – efecto, donde se busca identificar cuáles son las causas probables que generan las problemáticas encontradas y de esta forma lograr buscar una mejora desde su raíz.

Análisis Ishikawa

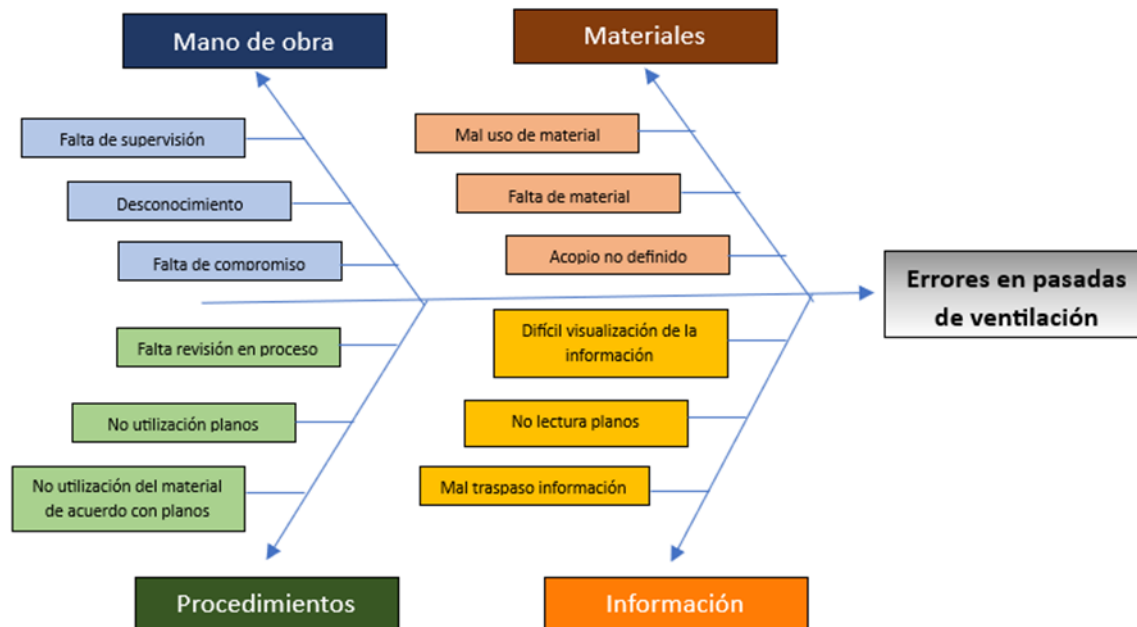


Figura 4: Diagrama causa-efecto pasadas de ventilación. (Fuente: Elaboración propia)

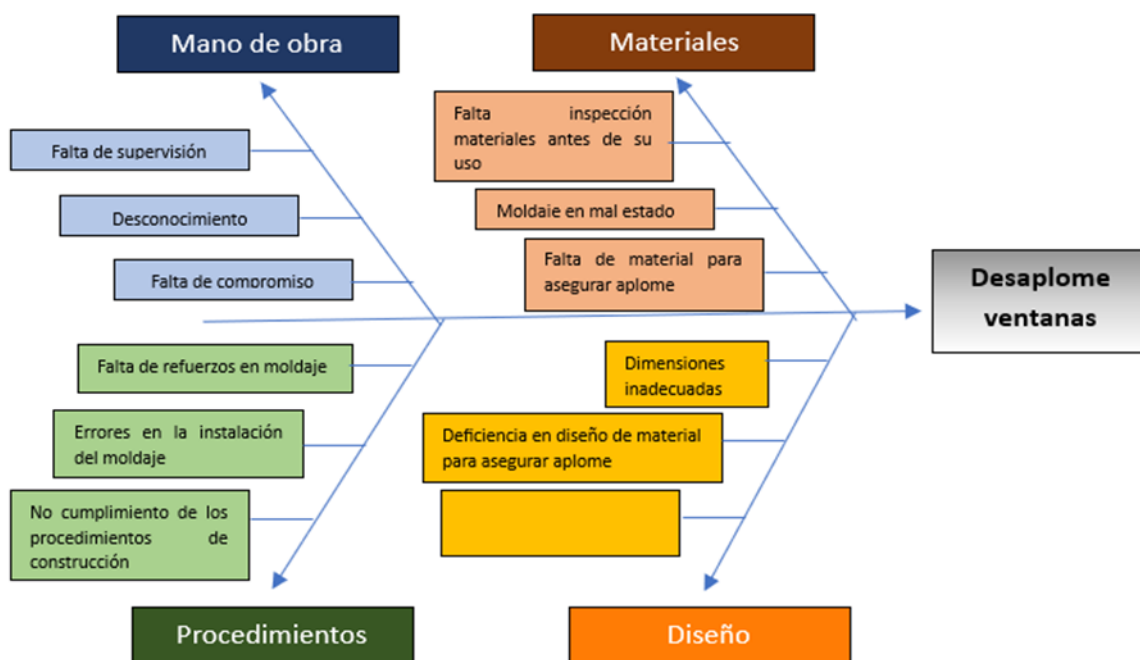


Figura 5: Diagrama causa-efecto desaplome ventanas. (Fuente: Elaboración propia)

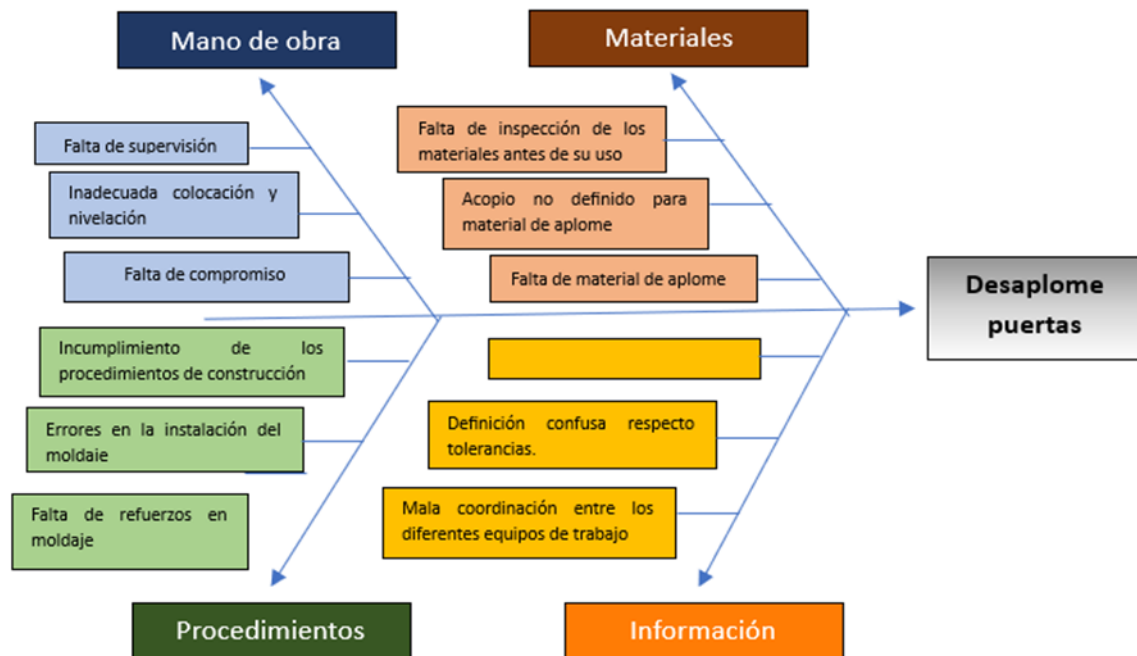


Figura 6: Diagrama causa-efecto desaplome puertas. (Fuente: Elaboración propia)

Del análisis anterior se identifican las siguientes tendencias:

- Mano de obra: Falta de supervisión y capacitación al personal.
- Materiales: Posible falta de material adecuado y su orden dentro de la obra.
- Procedimientos: Incumplimiento de los procedimientos de construcción y falta de revisión en proceso.
- Información: Mala coordinación en los diferentes equipos de trabajo y por ende mal traspaso de esta.

Dados estos resultados se concluye que en la búsqueda de una posible solución para estas problemáticas se debe considerar que sea capaz de abarcar estos cuatro pilares (mano de obra, materiales, procedimientos, información), donde se busca que logre ayudar en ámbitos como el orden, supervisión, coordinación y estandarización o replicabilidad, además de tener en consideración el factor económico que es de gran importancia para la empresa, la que intenta realizar mejoras de forma eficiente y económica.

Selección

Para realizar la elección de la solución a las problemáticas expuestas en este proyecto se realizó una tabla con las diferentes cualidades y requisitos que tienen y deben cumplir las diferentes metodologías analizadas en el estado del arte para ser seleccionadas como soluciones viables en este proyecto.

En esta se realizó una calificación de 1 a 5 en cada uno de los pilares fundamentales para encontrar el método que tiene mayor impacto como posible solución dentro de la empresa, donde la escala de calificación va de muy malo (1), malo (2), cumple (3), bueno (4), muy bueno (5).

METODOLOGÍA	COSTO	COORDINACION	REPLICABILIDAD	SUPERVISIÓN	ORDEN	TOTAL
BIM	1	5	4	2	3	15
5 "S"	5	4	5	3	5	22
MEJORA CONTINUA	5	4	5	2	3	19
PLAN CONTROL DE CALIDAD	5	3	4	5	2	19

Tabla 4: Selección metodología. (Fuente: Elaboración propia)

Basado en los resultados encontrados en la tabla anterior se toma como metodología principal la implementación del método de la 5S, el cual en base a las características de la empresa se ajusta de buena manera a esta, ya que, este método nace de la importancia que tiene el orden y limpieza para procesos repetitivos en el área de producción, si bien esta nace en la industria automotriz, existe evidencia de que puede ser replicable en el área de la construcción, más aún si son proyectos repetitivos como es el caso de esta empresa, la que tiene como foco ser una fábrica de viviendas.

Así mismo, se tiene la metodología de mejora continua la cual se adapta de igual manera al enfoque de la empresa, debido nuevamente al funcionamiento repetitivo de esta y el poco trabajo con subcontratos que esta posee, así se pueden ir agregando mejoras a procesos de manera constante para ser replicadas en proyectos futuros.

De igual forma, la empresa cuenta con un plan de control de calidad activo, sin embargo, este puede ser mejorado en algunas de sus aristas de la mano de las dos metodologías antes mencionadas.

Por otra parte, la implementación de la metodología BIM es de gran ayuda para la coordinación y traspaso de la información entre las diferentes partes del equipo, sin embargo, esta tiene un costo

económico y de adaptación bastante elevado, el que necesita de distintas plataformas para su funcionamiento, como se menciona en el libro Métodos de planificación y control de obras, donde se dice que: “Aunque podría parecer la solución natural, no existe actualmente un programa BIM que pueda gestionar por sí sólo el modelo en tres dimensiones junto con la planificación, la gestión del coste y los demás aspectos y subsistemas que intervienen en la construcción. Los modeladores BIM existentes no cuentan con opciones para planificar y tampoco pueden recibir los resultados de un programa de planificación; por tanto, no pueden utilizar esos valores para visualizar el comportamiento del modelo en el tiempo. Así pues, es necesario combinar distintas plataformas. El enfoque más habitual consiste en utilizar tres programas:

- Un modelador 3D.
- Un programa tradicional de planificación.
- Un visualizador 4D, que importa tanto el modelo como el resultado de la planificación.”
(Mattos & Valderrama, 2014, pág. 302).

De esta manera se descarta el uso de este método como posible solución a las problemáticas planteadas en este proyecto.

Metodología

Planificación

Para lograr la ejecución del presente proyecto de pasantía y la solución seleccionada, se tienen distintas etapas que serán claves para su buena implementación, las cuales se muestran en el siguiente recuadro:

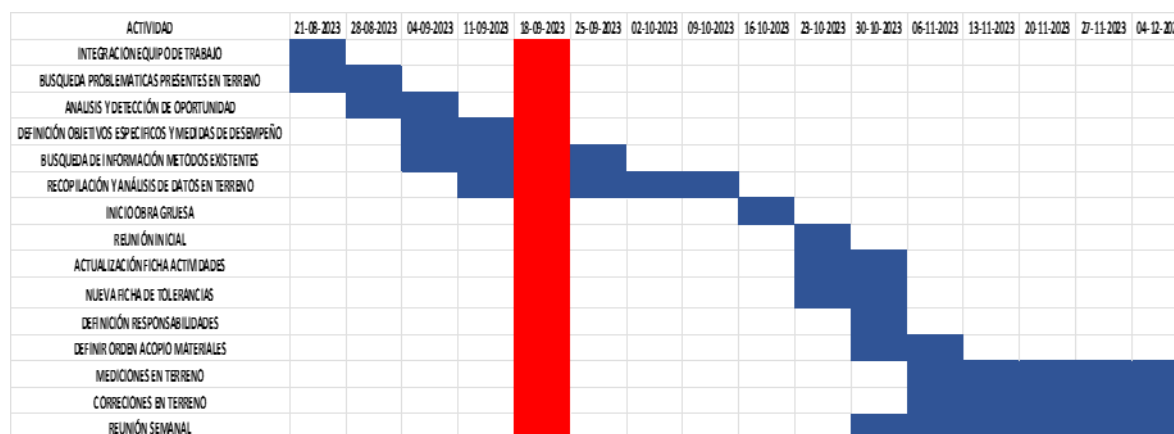


Tabla 5: Plan semanal de ejecución proyecto pasantía. (Fuente: Elaboración propia)

Es de gran importancia destacar las reuniones semanales con el equipo de trabajo para mantener una comunicación constante y así evitar el mal traspaso de la información, además de colaborar en posibles correcciones o mejoras de procesos que se estén llevando a cabo en la obra, de esta manera se asegura un buen funcionamiento del método de mejora continua, el que se encuentra ligado de las actividades relacionadas al orden y limpieza de las “5S”, como la definición de lugares de acopio específicas, actualizaciones de las fichas de actividades y tolerancias, entre otras.

Riesgos

Para lograr una implementación exitosa se plantean diversas problemáticas o riesgos que se puedan presentar a lo largo del proyecto, donde se clasifican según su probabilidad e impacto que estas puedan tener. Los resultados se muestran la siguiente tabla adjunta:

PROB/IMPAC	NIVEL DE RIESGO					
	1	2	3	4	5	
1					CATÁSTROFE	ALTO
2	VARIACION COSTO MATERIALES				FALTA MANO DE OBRA	MEDIO
3				FALTA DE MATERIALES		
4			REPOSABILIDADES VARIADAS			
5					RESISTENCIA AL CAMBIO	BAJO

Tabla 6: matriz de riesgo. (Fuente: Elaboración propia)

Plan de mitigación de riesgos

Del análisis anterior se evidencia como potencial riesgo la resistencia al cambio por parte de los trabajadores en terreno, esto debido a diversos factores, como lo son, por ejemplo: Su costumbre a un ritmo de trabajo determinado, el poco peso que puede llegar a tener un practicante dentro de la obra, riesgos de atrasarse y perder dinero por este mismo motivo, falta de interés en aprender nuevas técnicas ya que algunos cuentan con años de experiencia, etc.

Se plantean como posibles medidas de mitigación para este riesgo alto en particular los siguientes planes:

- **Apoyo de las directivas o cargos de mayor peso:** Si se presenta el caso de no ser respetado o escuchado por parte de los trabajadores en terreno por no tener un cargo fijo dentro de la obra al ser practicante, se puede acudir al llamado y respaldo por parte del personal de

las directivas en orden ascendente como lo son jefe de terreno, Profesional de terreno, director de obra y gerente de línea de producción.

- **Reuniones informativas con las cuadrillas:** Si existe falta de comunicación y desinterés en aprender nuevas técnicas o posibles mejoras en los procesos analizados, se puede acudir a reuniones con las cuadrillas, donde se les entregará toda la información necesaria para una buena implementación de las soluciones, además de dar el espacio para escuchar nuevas inquietudes o posibles factores que no se tenían en consideración y que pueden ayudar aún más en la solución del problema. Esto hace que los trabajadores se sientan y sean parte de la solución.
- **Descuentos en bonos:** De no dar resultados ninguno de los dos planes mencionados anteriormente, se tiene como extremo recurso el acudir a realizar descuentos en los bonos de las cuadrillas, donde si se reiteran los errores por no cumplir con las mejoras exigidas en terreno, no se les dará el bono por completar frente o su meta de avance.

Para los riesgos medios como lo son: Falta de materiales, falta mano de obra y responsabilidades variadas, se plantean los siguientes planes de mitigación:

- **Cubicaciones y cierres de materiales actualizados:** Se cuenta con datos compartidos de los diferentes proyectos realizados a la fecha con los rendimientos y cubicaciones de los materiales, por lo que se puede tener un seguimiento de estos y si existió algún error en su cantidad ya sea en rendimiento o cubicación, arreglarlo y actualizarlo para este nuevo proyecto y así evitar una posible falta de material.
- **Préstamo de personal:** Si llegase a existir falta de personal de último momento, la empresa cuenta con otros proyectos que están funcionando a la par, donde eventualmente dependiendo de la disponibilidad que tengan se pueden mandar trabajadores a préstamo durante un periodo acotado, dando tiempo suficiente para capacitar a más personal o conseguir nuevos trabajadores con experiencia.
- **Definición de responsabilidades en detalle:** Para evitar que existan ambigüedades sobre los responsables de las diferentes tareas, ya sea en terreno o en administración, se plantearan estas responsabilidades en las reuniones semanales, al mismo tiempo pueden ir surgiendo nuevas tareas a medida que se realiza el ciclo de mejora continua, por lo que las reuniones son de gran importancia para una buena implementación.

Medidas de desempeño

Como medidas de desempeño se contará con datos recopilados en terreno, donde se realizará una comparación de los datos entregados por parte del proyecto anterior “Parque Cerrillos 3” para su posterior contraste luego de implementada la metodología de solución en “Jardines de Valle Grande 1”, y de esta manera plasmar si existe una mejora a las problemáticas encontradas. Las medidas de desempeño serán las siguientes:

Número de detalles encontrados: Se contará con datos recopilados en terreno con los detalles totales encontrados en cada una de las partidas a analizar.

Costos asociados a reparación de detalles: Se realizarán los cálculos asociados a pagos de mano de obra, materiales y atrasos debido a la reparación de los detalles encontrados para el proyecto completo.

Tiempos programados: Se identificarán los tiempos asociados a reparación de detalles en el programa general de la obra.

KPI

Número de detalles encontrados:

$$DD = 100 - \left[\frac{N_f * 100}{N_i} \right]$$

N_i : Número de detalles inicial.

N_f : Número de detalles final.

DD: Diferencia de porcentaje de detalles.

Costos asociados a reparación de detalles: Para el cálculo de costos se consideran los gastos asociados a mano de obra y materiales.

$$DC = 100 - \left[\frac{C_f * 100}{C_i} \right]$$

C_i : costo inicial.

C_f : costo final.

DC: Diferencia de porcentaje de costos.

Tiempos programados:

$$DT = 100 - \left[\frac{T_f * 100}{T_i} \right]$$

T_i : Tiempo programado inicial.

T_f : Tiempo programado final.

DT : Diferencia de porcentaje de tiempos programados.

Implementación

Basado en el calendario propuesto en la planificación (Tabla 5) y las metodologías seleccionadas como solución, se implementaron diferentes modificaciones en los procesos que generan la problemática a trabajar en este proyecto, dentro de las cuales se encuentran:

Albañil de obra gruesa: Se identificó que las reparaciones por parte del albañil de terminaciones se estaban realizando en una mala ubicación dentro del programa general, lo que generaba atrasos en las partidas próximas a su reparación, como lo es la instalación de los marcos de ventanas, puertas y tabiquería. Actividades que forman parte de la ruta crítica del proyecto, es por este mismo motivo que se buscó una nueva posición dentro del programa para el albañil, dejándolo esta vez en el tren de obra gruesa en una posición estratégica dentro del programa donde presenta una holgura de 1 día para de esta manera generar el menor impacto en los tiempos del programa general. Del mismo modo, se ajustó su duración para cumplir con un ritmo de avance de 2 departamentos diarios, donde se ven actividades relacionadas a rasgos de ventanas, retapes y paso barco.

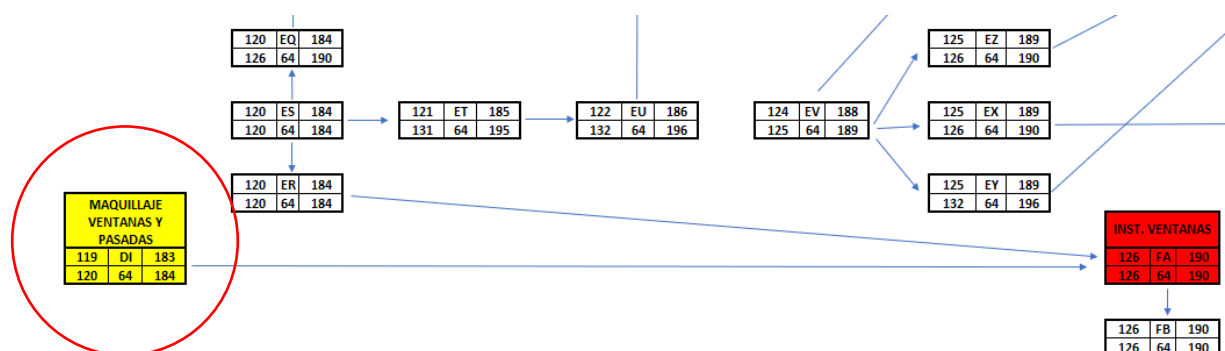


Figura 7: CPM nueva ubicación albañil obra gruesa. (Fuente: Elaboración propia)

Premarcos de prueba: Para facilitar el trabajo del albañil de obra gruesa, se cuenta con la fabricación de marcos de prueba a medida para ventanas y puertas, los que son utilizados para verificar si los vanos están acordes a lo esperado o se deben realizar posibles reparaciones, estos son de aluminio para facilitar su transporte y durabilidad.




Figura 8: Premarco. (Fuente: VAIN-ARM)

Aumento de supervisión en terreno: Sumado a los cambios mencionados anteriormente, se implementó un aumento de las revisiones en terreno para la actividad de instalación de moldajes y descimbre, donde se da énfasis en el seguimiento de las fichas de actividades para lograr una buena terminación en ventanas y puertas, además de verificar la instalación correcta de las pasadas de ventilación, de igual manera una vez terminada la actividad de descimbre se miden las tolerancias para las ventanas, puertas y pasadas, donde de existir desaplome o no cumplir con las tolerancias ya definidas por la empresa, se deja registro de esta en terreno con la ayuda de tiza para que el albañil de obra gruesa pueda identificar y reparar el error.

Registros fotográficos: A las revisiones en terreno se suma el uso de fotografías en las cuales se evidencian algunas faltas o incumplimiento por parte de las cuadrillas, esto para dejar registro de lo que se debe evitar en las próximas etapas, las que son expuestas en presentaciones con los jefes de cuadrillas para ver posibles soluciones o medidas a tomar.

Protocolo de entrega: De la mano de la implementación del albañil de obra gruesa, se modifica el protocolo de entrega a terminaciones, el cual consta de establecer todos los requisitos que debe cumplir el tren de obra gruesa, basado en los pilares fundamentales del método de las 5S, donde se abordan temas como el cumplimiento de tolerancias, orden, limpieza, entre otros. Esto para hacer entrega al siguiente tren siendo esta terminación gruesa. De esta manera se asegura que los detalles no pasen a terminaciones y se sigan arrastrando durante el transcurso del proyecto.

		PROTOCOLO ENTREGA DE OBRA GRUESA A TERMINACIONES															Revisión
																	Fecha
																	Elaboró
																	Aprobó:

OBRA:	
FRENTE (TORRE):	
FECHA:	

REVISIÓN:	PISO 1			PISO 2			PISO 3			PISO 4			PISO 5		
	F1	F2	AC	F1	F2	AC	F1	F2	AC	F1	F2	AC	F1	F2	AC
1 Retiro de Escombros y material excedente de OG															
2 Picado y retiro de excesos de hormigón en pisos.															
3 Retiro de Escombros y material excedente en techumbre acceso															
4 Retiro de Clavos y alambres pendientes del descimbre															
5 Rectificación y cuadratura de pasadas ventilaciones muro (si corresponde)															
6 Corte de Fe o tapado según corresponda que se encuentren a la vista															
7 Reparaciones por mala terminación de OG en donde va pasta (orificios, desaplome, falta de planeidad, desprendimiento por descimbre, etc.)															
8 Confección de Rampa sala de basura															
9 Confección de peldaños nicho de medidores eléctricos															
10 Verificar y/o rectificar unión cornisa-cielo / guardapolvo-piso.															
11 Verificar y/o rectificar pendiente terraza (VER PROTOCOLO)															
12 Verificar y/o rectificar medida correcta de pasadas															
13 Retiro de escombros y restos de hormigón en perímetro de torre															
14 Revisión distanciamiento pasada bajada de aguas lluvias en coronación															

OTROS (ESPECIFICAR):	

Firma / Nombre POG		Fecha		Firma / Nombre PTER		Fecha	
Firma / Nombre JOG		Fecha		Firma / Nombre JTER		Fecha	

Figura 9: Protocolo de entrega OG - TER. (Fuente: VAIN-ARM)

Resultados

Una vez implementadas las nuevas medidas se obtienen los siguientes resultados:

Cantidad de detalles

- **Pasadas:** Se presentan a la fecha 0.8 errores por departamento, lo que representa una disminución del 69% en comparación con el proyecto anterior Parque Cerrillos 3 (PC3).
- **Ventanas:** Se presentan a la fecha 1.4 errores por departamento, lo que significa una disminución del 49% en relación con el Proyecto PC3.
- **Puertas:** Se obtuvo a la fecha 2.3 errores por departamento, dando como resultado una disminución de la cantidad de detalles en un 15%.

Costos reparación de detalles proyectados

Para los costos asociados a la reparación se fijó el rendimiento del albañil de obra gruesa en 1 frente diario el que equivale a 2 departamentos, sus pagos o valor frente para la mano de obra son de \$43.770 CLP, lo que daría un total de \$2.801.000 CLP para el proyecto completo en mano de obra por parte del albañil de obra gruesa.

Por otra parte, para los costos de materiales, se identificó según los rendimientos que existen dentro de los cierres de materiales de la empresa, que el rendimiento del maquillaje para las actividades del albañil de obra gruesa es de 1 saco de 25kg por piso, de esta manera se necesitan 32 sacos para el proyecto completo. Así el costo asociado a maquillaje es de \$154.400 CLP.

Para los errores que no fueron reparados o solucionados como algunas pasadas, ventanas y piernas de las puertas, se presentan costos asociados de mano de obra y materiales extra de \$1.059.000 CLP, lo que incluye al albañil, yesero y sellador.

Así los costos totales esperados asociados a mano de obra y materiales son de \$4.015.000 CLP.

Tiempos programados

Se presenta una duración de 70 días hasta el momento por parte del albañil de obra gruesa, dado a que no se está cumpliendo el ritmo esperado de 2 departamentos diarios, al modificar su duración dentro de la malla CPM se genera un atraso de 5 días respecto de la situación ideal como se muestra en la siguiente imagen:

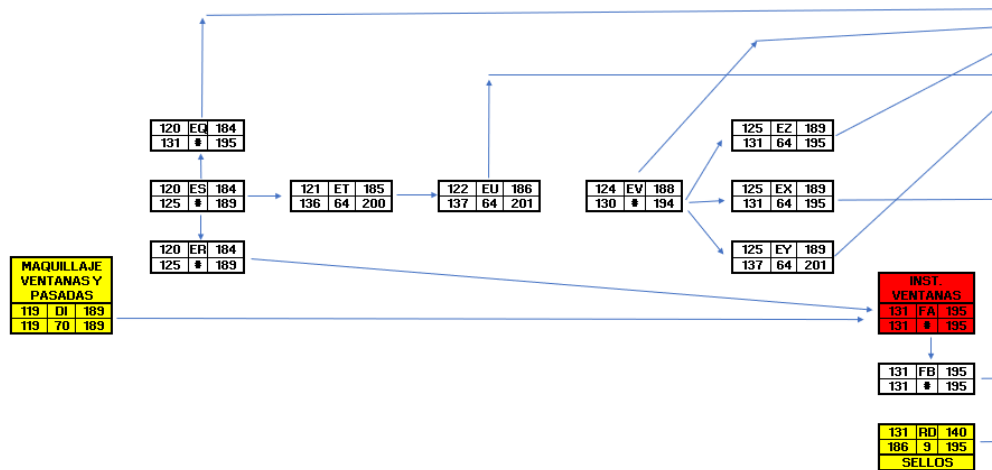


Figura 10: Detalle nueva duración albañil obra gruesa. (Fuente: Elaboración propia)

Del mismo modo, se presentan las actividades residuales dentro de la malla con sus respectivas duraciones para sus posteriores reparaciones en la siguiente imagen:

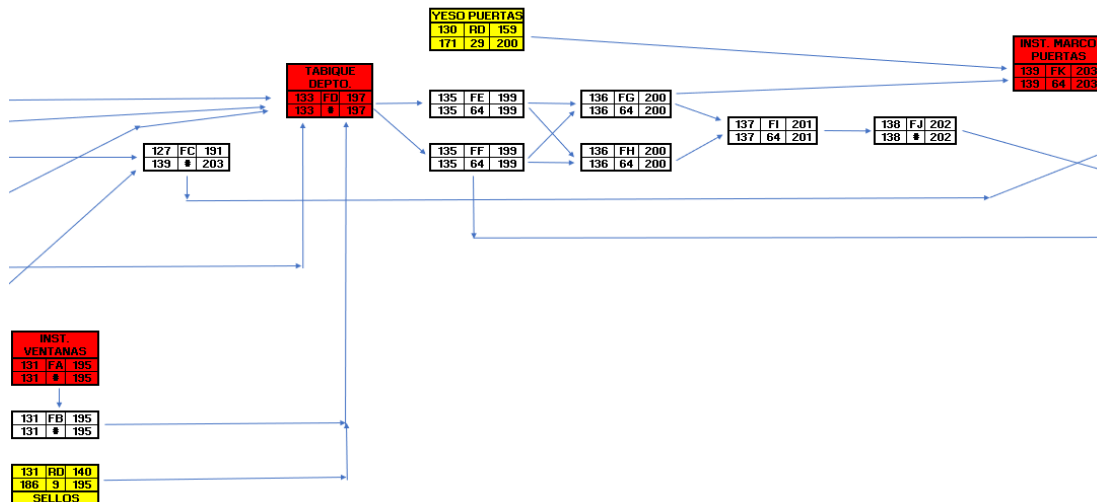


Figura 11: Detalle CPM reparaciones residuales. (Fuente: Elaboración propia)

Con este resultado del albañil de obra gruesa y basado en el análisis con el método CPM, se logra disminuir en 6 días los atrasos en el programa general en comparación a la situación inicial debido a las reparaciones de las actividades expuestas en este trabajo (pasadas de ventilación, ventanas y puertas), lo que representa una disminución del 55% en los tiempos programados.

Costos totales

Para los costos totales debido a las reparaciones, se consideran mano de obra, materiales y tiempos de atraso, generando un gasto total de \$21.872.000 CLP, lo que representa una disminución del 48% en comparación a lo presentado en el proyecto Parque Cerrillos 3.

Conclusión

En el transcurso de este proyecto de mejora para las faenas de obra gruesa, se ha logrado implementar de manera exitosa un conjunto de soluciones basadas en el método de las 5S y la mejora continua, dirigidas a abordar las problemáticas recurrentes identificadas en el proyecto Jardines de Valle Grande 1 de la constructora VAIN - ARM. Este enfoque integral se ha centrado en mejorar los procesos constructivos clave, ayudando en la calidad, eficiencia y productividad de la construcción de viviendas.

La identificación de las causas de los problemas, mediante un análisis Ishikawa detallado, permitió orientar las soluciones hacia cuatro pilares fundamentales: mano de obra, materiales, procedimientos e información. La falta de supervisión y capacitación en la mano de obra, posibles problemas con los materiales, incumplimiento de procedimientos y coordinación deficiente de la información surgieron como problemáticas base que afectaban la calidad y los costos del proyecto.

La elección de la metodología de las 5S como estrategia central se basó en su capacidad para abordar estos pilares de manera integral, promoviendo la estandarización, el orden, la limpieza, la estandarización y la disciplina en el entorno de trabajo. Además, la implementación de la mejora continua permitió ajustes constantes en los procesos, ayudando a impulsar la innovación y la eficiencia de manera constante.

Los resultados obtenidos tras la implementación de las soluciones son alentadores. La cantidad de detalles encontrados se redujo significativamente en comparación con un proyecto anterior, Parque Cerrillos 3, destacando disminuciones del 69% en pasadas, 49% en ventanas y 15% en puertas.

En términos de costos, la proyección de los gastos asociados a la reparación de detalles refleja una disminución del 48%, lo que valida la eficacia de las medidas implementadas. La combinación de la reubicación estratégica del albañil de obra gruesa, el protocolo de entrega a terminaciones y el aumento de la supervisión en terreno ha contribuido a mejorar el tiempo empleado en las reparaciones generando un impacto positivo en la eficiencia del proyecto.

El análisis de riesgos y las medidas de mitigación aplicadas han demostrado ser fundamentales para contrarrestar posibles resistencias al cambio por parte de la mano de obra. El apoyo de las directivas, reuniones informativas y descuentos en bonos se presentan como herramientas efectivas para abordar esta problemática, asegurando la cooperación y compromiso de los trabajadores en terreno.

La implementación de marcos de prueba, registros fotográficos y la definición de responsabilidades detalladas han contribuido a fortalecer los procesos de revisión en terreno, proporcionando herramientas visuales y protocolos claros para mejorar la ejecución y evitar la repetición de errores.

En conclusión, este proyecto ha marcado un cambio significativo en la dinámica constructiva de la constructora VAIN - ARM. La combinación de metodologías ha logrado no solo resolver las problemáticas identificadas en el proyecto Jardines de Valle Grande 1, sino también establecer un modelo replicable y adaptable a futuros proyectos. La mejora continua y el compromiso con los principios de las 5S han demostrado ser funcionales para alcanzar una eficiencia operativa notable y mejorar la calidad final de las viviendas construidas.

Discusión

Dado los resultados obtenidos se evidencia una mejora considerable respecto del proyecto a contrastar (PC3), si bien en algunos casos no se cumplen las metas planteadas en los objetivos específicos, como en el número de detalles encontrados en las puertas y ventanas, sí existe un cambio positivo respecto de la situación inicial, de igual modo, el factor más influyente dentro de los costos, que vendría siendo el atraso del proyecto presenta igualmente una mejora considerable. Sin embargo, este es bastante sensible, por lo que las revisiones y cantidad de detalles que se van generando no deben ser excesivas para no atrasar o aumentar el ritmo de trabajo del albañil de obra gruesa, el que se debe intentar mantener en 1 frente al día.

Es importante recalcar que los Resultados obtenidos son dadas las tolerancias regidas para terminaciones, ya que los errores presentados repercuten en ese tren dentro del proyecto, donde se realizaron mediciones máximas y mínimas para el tamaño de los vanos y sus variaciones, no obstante, no se tomó en consideración una tercera medida de tolerancia relacionada la variación del aplome en cada pierna, lo que puede afectar en alguno de los casos y por ende al conteo de errores percibidos. Así mismo, los datos obtenidos son proyecciones, donde no se cuenta con el número de detalles final para el proyecto dado a que la obra gruesa sigue en ejecución.

Del mismo modo, se debe destacar que todos los tiempos que fueron analizados a futuro, son en base al programa general del proyecto, el que idealmente debiese ser seguido, no obstante, siempre existen variaciones de este ya que, el mismo está creado en base a una situación ideal.

Por otra parte, a medida que se siga empleando este método de trabajo, se irán implementando nuevas posibles soluciones o mejoras, las que pueden afectar nuevamente el rendimiento y los resultados. De igual manera, si se ve una mejora constante en el tiempo, esta metodología se puede extrapolar a otro tipo de problemas dentro de la empresa donde esta lo estime conveniente, ya que la idea principal de este método es que puede adaptarse al funcionamiento de producción de la constructora, la que busca ser una fábrica de viviendas, donde se estandarizan todos los procesos con sus respectivos costos, tiempos, materiales, entre otros.

Recomendaciones

Se podría hacer seguimiento al programa general, el que debe ser actualizado para representar de mejor manera lo que está sucediendo en terreno, así también, debe mejorar el traspaso de información respecto de las tolerancias que se presentan para obra gruesa y terminaciones, donde estas debiesen ser las mismas, sin embargo, hay discordancia entre ellas, lo que genera diferentes conclusiones entre las partes del equipo y por ende no se evidencia la magnitud de los errores a nivel general.

Bibliografía

Mattos, A. D., & Valderrama, F. (2014). *Métodos de planificación y control de obras*. Barcelona: Reverté.

Medina, L. (2021). Lean construction y el método de las 5S: aplicación a un caso real. *(Tesis de grado)*. Universidad de Jaén, Andalucía.

Pailamilla, R. (2018). Plan de mejora continua para las faenas de obra gruesa en edificación en altura de uso mixto. *(Memoria de título)*. Universidad Andres Bello, Santiago, Chile.

Anexo

FRENTE	F1-2	PUERTAS DEPTO						
PISO	1	P.ACC	P.COCINA	P.B2	P.D3	P.D2	P.D1	P.B1
DEPTO								
1		0.986	0.756	0.755	0.747	0.745	0.755	0.746
1		0.986	0.753	0.75	0.746	0.742	0.756	0.742
1		0.986	0.752	0.751	0.744	0.742	0.757	0.738
VARIACIÓN		0	0.004	0.005	0.003	0.003	0.002	0.008
2		0.985	0.753	0.751	0.747	0.749	0.746	0.749
2		0.984	0.755	0.749	0.743	0.749	0.743	0.746
2		0.986	0.755	0.748	0.739	0.752	0.744	0.742
VARIACIÓN		0.002	0.002	0.003	0.008	0.003	0.003	0.007
3		0.985	0.756	0.75	0.756	0.751	0.752	0.74
3		0.985	0.752	0.748	0.757	0.748	0.751	0.741
3		0.988	0.751	0.752	0.762	0.75	0.749	0.741
VARIACIÓN		0.003	0.005	0.004	0.006	0.003	0.003	0.001
4		0.984	0.75	0.752	0.757	0.749	0.749	0.75
4		0.982	0.749	0.748	0.756	0.745	0.743	0.752
4		0.987	0.748	0.747	0.763	0.744	0.744	0.752
VARIACIÓN		0.005	0.002	0.005	0.007	0.005	0.006	0.002
PISO	2							
DEPTO		P.ACC	P.COCINA	P.B2	P.D3	P.D2	P.D1	P.B1
DEPTO								
1		1	0.759	0.745	0.747	0.746	0.746	0.743
1		0.994	0.758	0.742	0.746	0.745	0.742	0.743
1		0.993	0.758	0.745	0.745	0.746	0.745	0.744
VARIACIÓN		0.007	0.001	0.003	0.002	0.001	0.004	0.001
2		0.995	0.761	0.752	0.747	0.747	0.752	0.746
2		0.994	0.76	0.748	0.744	0.745	0.748	0.743
2		0.991	0.761	0.748	0.745	0.744	0.749	0.739
VARIACIÓN		0.004	0.001	0.004	0.003	0.003	0.004	0.007
3		1.001	0.746	0.75	0.759	0.744	0.752	0.749
3		0.996	0.742	0.747	0.76	0.744	0.751	0.746
3		0.994	0.743	0.747	0.76	0.745	0.752	0.743
VARIACIÓN		0.007	0.004	0.003	0.001	0.001	0.001	0.006
4		0.997	0.752	0.755	0.753	0.746	0.757	0.75
4		0.995	0.754	0.756	0.752	0.743	0.755	0.747
4		0.994	0.756	0.76	0.751	0.744	0.755	0.747
VARIACIÓN		0.003	0.004	0.005	0.002	0.003	0.002	0.003
PISO	3							
DEPTO		P.ACC	P.COCINA	P.B2	P.D3	P.D2	P.D1	P.B1
DEPTO								
1		0.995	0.756	0.754	0.75	0.753	0.745	0.75
1		0.989	0.757	0.75	0.748	0.754	0.744	0.748
1		0.989	0.76	0.747	0.747	0.754	0.743	0.748
VARIACIÓN		0.006	0.004	0.007	0.003	0.001	0.002	0.002
2		0.999	0.754	0.754	0.759	0.75	0.757	0.747
2		0.994	0.754	0.75	0.757	0.748	0.758	0.741
2		0.992	0.756	0.752	0.757	0.746	0.761	0.735
VARIACIÓN		0.007	0.002	0.004	0.002	0.004	0.004	0.012
3		0.996	0.754	0.753	0.745	0.746	0.752	0.748
3		0.996	0.75	0.753	0.744	0.742	0.75	0.745
3		0.995	0.747	0.751	0.744	0.74	0.748	0.745
VARIACIÓN		0.001	0.007	0.002	0.001	0.006	0.004	0.003
4		0.995	0.753	0.752	0.747	0.747	0.745	0.744
4		0.992	0.754	0.754	0.745	0.743	0.744	0.744
4		0.993	0.755	0.755	0.744	0.743	0.744	0.742
VARIACIÓN		0.003	0.002	0.003	0.003	0.004	0.001	0.002
PISO	4							
DEPTO		P.ACC	P.COCINA	P.B2	P.D3	P.D2	P.D1	P.B1
DEPTO								
1		0.997	0.751	0.75	0.761	0.744	0.753	0.749
1		0.998	0.751	0.745	0.761	0.745	0.755	0.744
1		0.987	0.753	0.744	0.762	0.742	0.758	0.741
VARIACIÓN		0.011	0.002	0.006	0.001	0.003	0.005	0.008
2		1.001	0.757	0.755	0.743	0.753	0.761	0.744
2		1.001	0.751	0.749	0.743	0.751	0.762	0.742
2		0.998	0.753	0.746	0.743	0.751	0.765	0.743
VARIACIÓN		0.003	0.006	0.009	0	0.002	0.004	0.002
3		0.999	0.757	0.751	0.759	0.745	0.751	0.752
3		0.994	0.755	0.751	0.755	0.746	0.748	0.751
3		0.993	0.756	0.757	0.755	0.745	0.745	0.752
VARIACIÓN		0.006	0.002	0.006	0.004	0.001	0.006	0.001
4		1.002	0.756	0.758	0.756	0.754	0.755	0.749
4		0.996	0.755	0.753	0.753	0.755	0.755	0.743
4		0.998	0.757	0.756	0.751	0.754	0.755	0.741
VARIACIÓN		0.006	0.002	0.005	0.005	0.001	0	0.008

Tabla 7: Medición de datos puertas. (Fuente: Elaboración propia)

TORRE								
FRENTE	F1-2							
		VENTANAS DEPTO						
PISO	1	LOGGIA	VENTANAL	D3	D2	D1	B1	B2
DEPTO								
1		0.851	1.8	1.004	0.997	1.003		
1		0.85	1.799	0.921	0.998	1.002		
1		0.849	1.8	0.918	0.998	1.001		
VARIACIÓN		0.002	0.001	0.086	0.001	0.002	0	0
2		0.854	1.795	1.007	1.002	1.004		
2		0.853	1.794	1.001	1.001	1.003		
2		0.849	1.79	0.999	1.001	1.002		
VARIACIÓN		0.005	0.005	0.008	0.001	0.002	0	0
3		0.853	1.798	1.008	1.002	1.004		
3		0.851	1.795	1.004	1.001	1.003		
3		0.85	1.793	0.999	1.001	1.002		
VARIACIÓN		0.003	0.005	0.009	0.001	0.002	0	0
4		0.851	1.794	1.003	1.001	1.003		
4		0.848	1.794	0.999	1.002	1.002		
4		0.847	1.793	1.001	0.963	1.002		
VARIACIÓN		0.004	0.001	0.004	0.039	0.001	0	0
PISO	2	LOGGIA	VENTANAL	D3	D2	D1	B1	B2
DEPTO								
1		0.853		1.002	1.003	1		
1		0.85		1.001	1.001	0.999		
1		0.849		1.002	1.002	0.998		
VARIACIÓN		0.004	0	0.001	0.002	0.002	0	0
2		0.859	1.796	1.007	1.001	1.005		
2		0.857	1.795	0.998	0.999	1.003		
2		0.853	1.796	0.994	0.999	0.998		
VARIACIÓN		0.006	0.001	0.013	0.002	0.007	0	0
3		0.855	1.795	1.008	1.001	1.001		
3		0.853	1.795	1.001	1	1		
3		0.851	1.795	1.001	0.998	1.001		
VARIACIÓN		0.004	0	0.007	0.003	0.001	0	0
4		0.85	1.796	1	1.001	1.001		
4		0.852	1.796	1.001	0.999	1.001		
4		0.85	1.797	1	1.001	1.002		
VARIACIÓN		0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0	0
PISO	3	LOGGIA	VENTANAL	D3	D2	D1	B1	B2
DEPTO								
1		0.858	1.797	1.004	1	1		
1		0.855	1.797	1.001	0.997	0.999		
1		0.85	1.798	1	0.994	0.998		
VARIACIÓN		0.008	0.001	0.004	0.006	0.002	0	0
2		0.855	1.805	1.002	1.001	1.001		
2		0.853	1.808	0.996	1.001	1.001		
2		0.852	1.811	0.997	1.001	0.998		
VARIACIÓN		0.003	0.006	0.006	0	0.003	0	0
3		0.858	1.797	1.004	0.999	1		
3		0.854	1.798	1.001	0.999	1		
3		0.85	1.795	1.004	0.999	1		
VARIACIÓN		0.008	0.003	0.003	0	0	0	0
4		0.856	1.797	1.006	1	1.002		
4		0.855	1.796	1.001	1.001	1.003		
4		0.854	1.798	1	1.002	1.001		
VARIACIÓN		0.002	0.002	0.006	0.002	0.002	0	0
PISO	4	LOGGIA	VENTANAL	D3	D2	D1	B1	B2
DEPTO								
1		0.851	1.798	1.002	1.001	0.998		
1		0.849	1.794	1	1	1		
1		0.849	1.797	1.001	1	0.999		
VARIACIÓN		0.002	0.004	0.002	0.001	0.002	0	0
2		0.853	1.797	1.001	0.999	1		
2		0.852	1.796	0.995	1	1.002		
2		0.85	1.794	0.998	1.002	1.003		
VARIACIÓN		0.003	0.003	0.006	0.003	0.003	0	0
3		0.853	1.798	1.001	1.003	1.001		
3		0.85	1.796	1.001	0.999	1.002		
3		0.847	1.796	0.999	1	1.002		
VARIACIÓN		0.006	0.002	0.002	0.004	0.001	0	0
4		0.852	1.795	1.004	1.001	1.002		
4		0.853	1.795	0.999	1.002	1.002		
4		0.852	1.796	0.998	1.002	1.002		
VARIACIÓN		0.001	0.001	0.006	0.001	0	0	0

Tabla 8: Medición de datos ventanas. (Fuente: Elaboración propia)

TORRE												
FRENTE	F1-2											
		PASADAS LOGGIA/LIVING				BAÑO 2	BAÑO 1	DORM 1	DORM 2		DORM 3	
PISO	1	P.IV.CEL SUP	P.LOG.VM	P.LOG.CLFT	P.LOG.CEL INF	P.B2.VM	P.B1.VM	P.D1.CEL	P.D2.VM EX	P.D2.VM	P.D2.CEL	P.D3.CEL SUP
DEPTO		M7	M16	M7	M14.5	M14.5	M14.5	M7	M14.5	M7	M7	M7
1		ok	ok	ok	ok	ok	OK	OK	X	OK	OK	OK
2		ok	ok	ok	ok	ok	OK	OK	X	OK	OK	OK
3		ok	ok	ok	ok	ok	OK	OK	X	OK	OK	OK
4		ok	ok	ok	ok	X	OK	OK	OK	OK	X	OK
PISO	2											
DEPTO												
1		ok	OK	OK	OK	X	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2		ok	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3		ok	OK	OK	OK	X	OK	OK	X	X	OK	OK
4		ok	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	X	X	OK
PISO	3											
DEPTO												
1		ok	OK	OK	OK	OK	OK	OK	X	OK	OK	OK
2		ok	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3		ok	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4		ok	OK	OK	OK	OK	OK	X	OK	OK	OK	OK
PISO	4											
DEPTO												
1		ok	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2		ok	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3		ok	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4		ok	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Tabla 9: Medición de datos pasadas. (Fuente: Elaboración propia)

SECUENCIA	NOMBRE ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	DÍA INICI	DÍA TÉRMIN	DURACIÓ
TERM. GRUESAS HORIZONTAL	TRASLADO DE MATERIAL TABIQUE MASILLA BASE Y CERAMICA	EQ	120	184	64
TERM. GRUESAS HORIZONTAL	TRASLADO DE MARCOS Y VENTANAS	ER	120	184	64
TERM. GRUESAS HORIZONTAL	TRASLADO GRUA FRENTE	ES	120	184	64
TERM. GRUESAS HORIZONTAL	BARANDA TERRAZA	ET	121	185	64
TERM. GRUESAS HORIZONTAL	INSTALACIÓN DE BARANDA TERRAZA	EU	122	186	64
TERM. GRUESAS VERTICAL	ALCANTARILLADO DE DESARGA PARA SHAFT Y ZÓCALO	EV	124	188	64
TERM. GRUESAS VERTICAL	SACAR CHICOTE DE GAS	EX	125	189	64
TERM. GRUESAS VERTICAL	AYUDANTE ALBAÑIL	EY	125	189	64
TERM. GRUESAS VERTICAL	REMATE PASADAS ALCANTARILLADO VERTICALES	EZ	125	189	64
TERM. GRUESAS VERTICAL	INSTALACION MARCOS Y VENTANAS	FA	126	190	64
TERM. GRUESAS VERTICAL	SELLOS INSTALACION DE VENTANA	FB	126	190	64
TERM. GRUESAS VERTICAL	ALBAÑILERIA TERRAZA	FC	127	191	64
TERM. GRUESAS VERTICAL	TABIQUE DEPTO	FD	128	192	64
TERM. GRUESAS VERTICAL	HUINCHAS DEPTO	FE	130	194	64
TERM. GRUESAS VERTICAL	YESO Y HUINCHAS DEPTO	FF	130	194	64
TERM. GRUESAS VERTICAL	TRASLADO TINAS Y MARCOS, PUERTA Y GUARDAPOLVOS	FG	131	195	64
TERM. GRUESAS VERTICAL	IMPERMEABILIZACION DE NICHOS DE TINA	FH	131	195	64
TERM. GRUESAS VERTICAL	INSTALACION DE TINA	FI	132	196	64
TERM. GRUESAS VERTICAL	PRUEBAS DE AGUA Y DE TINA	FJ	133	197	64
TERM. GRUESAS VERTICAL	MARCOS Y PUERTAS	FK	134	198	64
TERM. GRUESAS VERTICAL	GUARDAPOLVOS	FL	135	199	64
TERM. GRUESAS VERTICAL	INSTALACION CORNISA Y CORTAGOTERA	FM	135	199	64
TERM. GRUESAS VERTICAL	ALAMBRAR CANALIZACIONES ELECTRICAS	FN	135	199	64
TERM. GRUESAS VERTICAL	FALDON DE TINA	FN	135	199	64
TERM. GRUESAS VERTICAL	CERAMICA DEPTO	FO	136	200	64
TERM. GRUESAS VERTICAL	FRAGUE CERAMICA DEPTO	FP	137	201	64

Tabla 10: Detalle actividades terminación gruesa. (Fuente: Elaboración propia)

SECUENCIA	NOMBRE ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	DÍA INICI	DÍA TÉRMIN	DURACIÓN
TERM. FINAS	PASTA DEPTO MURO	FQ	138	202	64
TERM. FINAS	PASTA Y RECORRIDO DEPTO	FR	138	202	64
TERM. FINAS	LOSALIN DEPTO	FS	139	203	64
TERM. FINAS	AGUA YESO Y HUINCHAS MEJORADO BAÑO Y COCINA	FT	139	203	64
TERM. FINAS	PRIMERA MANO BAÑO Y COCINA	FU	140	204	64
TERM. FINAS	INSTALACION DE CONECTORES	FV	141	205	64
TERM. FINAS	INSTALACION DE ARTEFACTOS ELECTRICOS	FX	141	205	64
TERM. FINAS	RETAPE DE PISO	FY	142	206	64
TERM. FINAS	LIJADO Y ENCOLADO	FZ	143	207	64
TERM. FINAS	PINTURA DE MADERA, CORNISA Y ENCOLADO	GA	144	208	64
TERM. FINAS	LEVANTAR BASTON DE GAS	GB	144	208	64
TERM. FINAS	CERRADURAS INTERIORES	GC	144	208	64
TERM. FINAS	TRASLADO ARTEFACTOS SANITARIOS Y MUEBLES	GD	145	209	64
TERM. FINAS	INSTALACION MUEBLES COCINA	GE	145	209	64
TERM. FINAS	INSTALACIÓN DE MUEBLE VANITORIO	GF	145	209	64
TERM. FINAS	ARTEFACTOS DE BAÑO Y LAVAPLATOS DE COCINA	GG	146	210	64
TERM. FINAS	SEGUNDA MANO DE BAÑO Y COCINA	GH	147	211	64
TERM. FINAS	TRASLADO DE CALEFONT	GI	148	212	64
TERM. FINAS	INSTALACION CALEFONT	GJ	148	212	64
TERM. FINAS	CONEXIÓN CALEFONT	GK	148	212	64
TERM. FINAS	INSTALACION COMBINACION TINA Y PORTA CHALLA	GL	148	212	64
TERM. FINAS	ACCESORIOS BAÑO Y KIT CALEFONT	GM	148	212	64
TERM. FINAS	TRASLADO KIT COCINA	GN	148	212	64
TERM. FINAS	INSTALACION KIT COCINA	GN	148	212	64
TERM. FINAS	ASEO DEPARTAMENTO	GO	150	214	64
TERM. FINAS	INSTALACIÓN PAPEL MURAL MEJORADO	GP	152	216	64
TERM. FINAS	INSTALACION TAPAS ELECTRICAS	GQ	153	217	64
TERM. FINAS	CELOSÍAS E INSTALACION EXTRACTOR	GR	153	217	64
TERM. FINAS	INSTALACIÓN DE ESPEJOS	GS	154	218	64
TERM. FINAS	SELLOS INTERIOR DE VENTANA	GT	154	218	64
TERM. FINAS	SELLOS EN BAÑO Y COCINA	GU	154	218	64
TERM. FINAS	CONEXIÓN DE EXTRACTORES	GV	154	218	64
TERM. FINAS	REVISIÓN ARTEFACTOS ELECTRICOS	GX	154	218	64
TERM. FINAS	ALAMBRADO E INSTALACION DE CITOFONO	GY	154	218	64
TERM. FINAS	SEGUNDAS MANOS BARANDA TERRAZA	GZ	155	219	64
TERM. FINAS	TRASLADO PISO FLOTANTE	HA	156	220	64
TERM. FINAS	INSTALACION PAVIMENTOS SECOS	HB	156	220	64
TERM. FINAS	INSTALACIÓN CUBREJUNTA Y JUNQUILLOS	HC	157	221	64
TERM. FINAS	TRASLADO DE CLOSETS	HD	157	221	64
TERM. FINAS	CLOSET	HE	158	222	64
TERM. FINAS	RECEPCION CLOSET	HF	158	222	64
TERM. FINAS	SEGUNDA MANO MADERA	HG	160	224	64
TERM. FINAS	ASEO CLOSET Y FINAL	HH	161	225	64
TERM. FINAS	TAPAS WC, CUELLO CISNE, CUELLO DUCHA, NUMERO DPTO	HI	161	225	64
TERM. FINAS	TERCERA MANO BAÑO Y COCINA	HJ	161	225	64
TERM. FINAS	SACAR DETALLES ENTREGA INMOBILIARIA	HK	163	227	64
TERM. FINAS	PRIMERA ENTREGA	HL	171	235	64

Tabla 11: Detalle actividades terminación fina. (Fuente: Elaboración propia)