



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tema:

**GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA MEJORAR EL CONTROL INTERNO DE
MATERIALES EN LA EMPRESA “SAIBE CONSTRUCCIONES”.**

Trabajo de Integración Curricular Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado
previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

ÁREA: Producción y Operaciones

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, Materiales y Producción

AUTOR: Christian Emmanuel Salinas Oñate

TUTOR: Ing. Israel Ernesto Naranjo Chiriboga Mg.

Ambato - Ecuador

septiembre – 2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del Trabajo de Integración Curricular con el tema: **GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA MEJORAR EL CONTROL INTERNO DE MATERIALES EN LA EMPRESA “SAIBE CONSTRUCCIONES”**, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Christian Emmanuel Salinas Oñate, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la ejecución de la Unidad de Integración Curricular y la obtención del título de tercer nivel, de grado en la Universidad Técnica de Ambato y sus reformas y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, septiembre 2022.

Ing. Israel Ernesto Naranjo Chiriboga, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de Integración Curricular titulado: GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA MEJORAR EL CONTROL INTERNO DE MATERIALES EN LA EMPRESA “SAIBE CONSTRUCCIONES”, es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, septiembre 2022.



Christian Emmanuel Salinas Oñate

C.C. 1850012921

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Integración Curricular presentado por el señor Christian Emmanuel Salinas Oñate, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado **GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA MEJORAR EL CONTROL INTERNO DE MATERIALES EN LA EMPRESA “SAIBE CONSTRUCCIONES”**, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la ejecución de la Unidad de Integración Curricular y la obtención del título de tercer nivel, de grado en la Universidad Técnica de Ambato y sus reformas y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, septiembre 2022.

Ing. Elsa Pilar Urrutia, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. John Paul Reyes Vasquez, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Christian Ismael Ortiz Sailema, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Integración Curricular como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Integración Curricular en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, septiembre 2022.



Christian Emmanuel Salinas Oñate

C.C. 1850012921

AUTOR

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a todas las personas que me han acompañado a lo largo de mi etapa estudiantil y me ayudaron a alcanzar nuevas metas, en especial a mi hermana María de los Ángeles Salinas, quien ha sido el ejemplo más grande de fortaleza y confianza en Dios que he tenido en mi vida, y me siento orgulloso de tenerte siempre a mi lado, y a mi pequeña sobrinita Liah que con su tierno existir ha devuelto la luz a mi corazón.

Christian Emmanuel Salinas Oñate

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser el soporte constante ante todas las adversidades y la luz que guió mi camino en esta etapa de mi vida.

A mis padres que con su ejemplo de perseverancia y rectitud me enseñaron que todo esfuerzo tiene su recompensa.

A mis hermanos por su acompañamiento constante en mi vida, en especial a “Mayta” que es uno de los pilares de mi corazón.

A todos mis familiares que han prestado algún gesto de apoyo a lo largo de mi carrera.

A mis amigos que me han acompañado desde el inicio de esta carrera, han sido parte importante del motor que me impulsaba a seguir, las innumerables experiencias que compartimos son un gran tesoro que me llevaré siempre.

A todos los ingenieros docentes de mi facultad que fueron parte de mi educación, en especial al Ing. Christian Ortiz y a mi tutor el Ing. Israel Naranjo por su apoyo en el desarrollo de este proyecto.

Christian Emmanuel Salinas Oñate

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	v
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iv
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN EJECUTIVO	16
ABSTRACT.....	17
CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO	18
1.1. Tema de investigación.....	18
1.1.1. Planteamiento del problema.....	18
1.2 Antecedentes investigativos	21
1.3 Fundamentación teórica	23
Inventarios	23
Inventarios, stock, y existencias	24
Valoración de inventarios	24

Métodos de valoración de inventarios	25
Clasificación de inventarios.....	26
La gestión de inventarios	27
Importancia de la gestión de inventarios	28
Costos asociados a los inventarios.....	28
Modelos de gestión de inventario	31
Parámetros de la gestión de inventarios.....	34
Costos totales de inventario	35
Consideraciones ergonómicas para almacenes	36
1.4 Objetivos	38
1.4.1 Objetivo general	38
1.4.2 Objetivos específicos	38
CAPITULO II.- METODOLOGÍA	39
2.1. Materiales	39
2.2 Métodos	40
2.1.1. Modalidad de la investigación	40
2.2.3 Recolección de Información	41
2.2.4 Procesamiento y análisis de datos	42
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
3.1. Análisis y discusión de resultados.....	43
Historia de la empresa.....	43

Ubicación de la empresa	44
Organigrama estructural de la empresa	44
Nómina de trabajadores y miembros de SAIBE CONSTRUCCIONES	46
Trabajos realizados	46
Problemas en la gestión actual de los inventarios de la empresa.....	47
Descripción del proyecto de construcción seleccionado	51
Actividades de construcción de la vivienda modelo.....	53
Materiales utilizados en la construcción de la vivienda modelo	57
Aplicación del diagrama ABC.....	57
Definición del modelo de gestión de inventarios a aplicar	63
Costos de inventario.....	65
Materiales de la Categoría A con factibilidad de aplicación del modelo	69
Parámetros de inventarios de la categoría A.....	70
Aplicación del modelo seleccionado en la categoría A	71
Comportamiento del nivel de inventario	74
Análisis de los costos totales de inventario	77
Almacenamiento de materiales en la empresa.....	81
Diseño de la bodega de almacenamiento	86
Manual de procedimientos para el manejo de la bodega	93
CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
4.1. Conclusiones	98

4.2	Recomendaciones	99
	Referencias bibliográficas	100
	Anexos.....	103
	Anexo 1: Contrato de construcción de vivienda seleccionado para el estudio .	103
	Anexo 2: Entrevista aplicada a la empresa	108
	Anexo 3: Actividades de construcción de la vivienda modelo	112
	Anexo 4: Desglose de materiales por actividad de construcción.....	114
	Anexo 5: Organización de los materiales de construcción	120
	Anexo 6: Cantidad media de materiales de construcción	123
	Anexo 7: Fotografías de la construcción de la vivienda modelo	127
	Anexo 8: Cálculo de costos totales de inventario del método tradicional	130
	Anexo 9: Cálculo de costos totales de inventario de la categoría A.....	136
	Anexo 10: Cálculo de costos totales de inventario de la categoría B	137
	Anexo 11: Cálculo de costos totales de inventario de la categoría C	139
	Anexo 12: Proforma de adecuaciones del contenedor marítimo	143
	Anexo 13: Ficha de registro de materiales.....	144
	Anexo 14: Manual de procedimientos para el manejo de la bodega provisional de materiales	145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Materiales utilizados en el desarrollo del proyecto.....	39
Tabla 2: Personal involucrado en SAIBE CONSTRUCCIONES.....	46
Tabla 3: Desglose económico general de la vivienda modelo.	52
Tabla 4: Glosario de unidades de dimensionamiento	52
Tabla 5: Duración de las actividades de construcción	53
Tabla 6: Cálculos del diagrama de Pareto de materiales empleados en la construcción de la vivienda modelo	59
Tabla 7: Modelos determinísticos de gestión de inventarios	64
Tabla 8: Salario del personal involucrado en el lanzamiento de pedidos	65
Tabla 9: Costo de lanzamiento de pedido	66
Tabla 10: Salario del personal involucrado en el almacenamiento de materiales.....	67
Tabla 11: Costos generales de almacenamiento.....	67
Tabla 12: Materiales con posibilidad de aplicación del modelo EOQ.....	70
Tabla 13: Parámetros de inventarios de la categoría A.....	71
Tabla 14: Cantidad óptima de pedido para los materiales de la categoría A	73
Tabla 15: ROP de la categoría A	74
Tabla 16: Diferencia de costos totales de inventario entre el modelo tradicional y la propuesta	81
Tabla 17: Costos totales de la bodega provisional actual	82
Tabla 18: Análisis característico de los materiales	84
Tabla 19: Dimensiones contenedor 40 pies	87

Tabla 20: Costos totales de la bodega propuesta	91
Tabla 21: Comparación de costos entre la bodega tradicional y la propuesta	93
Tabla 22: Ficha técnica de planificación del abastecimiento de materiales.....	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Método FIFO.....	25
Figura 2: Método LIFO.....	26
Figura 3: Punto de reorden.....	34
Figura 4: Parámetros de inventarios.....	35
Figura 5: Oficinas de SAIBE CONSTRUCCIONES	43
Figura 6: Cambios en el logo de la empresa	44
Figura 7: Ubicación de las oficinas de SAIBE CONSTRUCCIONES.....	44
Figura 8: Organigrama de SAIBE CONSTRUCCIONES	45
Figura 9: Diagrama de Ishikawa aplicado al manejo de inventarios en SAIBE CONSTRUCCIONES	48
Figura 10: Vivienda de estudio renderizada.....	51
Figura 11: Diagrama de Gantt de las actividades de construcción	55
Figura 12: Diagrama de Pareto de materiales utilizados en la vivienda modelo	63
Figura 13: Comportamiento del nivel de inventario del cemento.....	75
Figura 14: Comportamiento del nivel de inventario de la madera aserrada	75
Figura 15: Comportamiento del nivel de inventario de la cerámica para pared	76
Figura 16: Comportamiento del nivel de inventario del bondex	76
Figura 17: Comportamiento del nivel de inventario del hierro en barras	77
Figura 18: Costos de inventario del método tradicional	78
Figura 19: Costos de inventario de la categoría A	79

Figura 20: Costos de inventario de la categoría B	79
Figura 21: Costos de inventario de la categoría C	80
Figura 22: Bodega provisional utilizada en SAIBE CONSTRUCCIONES	82
Figura 23: Contenedor marítimo	86
Figura 24: Anaquel de la propuesta de bodega	87
Figura 25: Puertas de la bodega propuesta.....	88
Figura 26: Espacio asignado para el almacenamiento de cemento en la bodega propuesta	88
Figura 27: Cajones de almacenamiento de accesorios	89
Figura 28: Cajones de almacenamiento de accesorios en la bodega propuesta	90
Figura 29: Bodega provisional propuesta	91
Figura 30: Diagrama de flujo del proceso de entrada de materiales	95
Figura 31: Diagrama de flujo del proceso de salida de materiales	96
Figura 32: Plano acotado de la bodega de almacenamiento propuesta.....	97

RESUMEN EJECUTIVO

La aplicación de un modelo de gestión de inventarios permite mantener los materiales y equipos disponibles en el lugar y momento adecuados, lo cual es indispensable para maximizar las ganancias esperadas de cualquier empresa, mucho más para una empresa constructora donde se trabaja de forma continua con grandes cantidades de materiales, es así que en SAIBE CONSTRUCCIONES han considerado adecuado la aplicación de un modelo de administración de inventarios que reduzca los costos inherentes a ellos. Para la aplicación del modelo se seleccionó como base el último proyecto realizado en la empresa el cual fue la construcción de una vivienda, inicialmente se clasificaron los materiales utilizados aplicando el diagrama de Pareto (también llamado ABC) que los divide en 3 categorías que permiten identificar los que representan una mayor magnitud en términos económicos, para que sean el objetivo del estudio. En la categoría A se aplicó el modelo de cantidad económica de pedido (EOQ) que permitió determinar el número de pedidos a realizar y la cantidad que estos deben tener para minimizar los costos de almacenamiento y pedido. Para las categorías B y C se propuso realizar solo pedido con la totalidad del material solicitado al inicio del proyecto o de la etapa de construcción en la cual será utilizado; de tal forma que al comparar los costos totales de inventario del método tradicional y de la aplicación de los modelos propuestos se obtuvo un ahorro de \$567,71 equivalente al 12,47% del costo tradicional, evidenciando la eficiencia de los métodos a aplicar. La propuesta también incluye la utilización de un contenedor marítimo como bodega provisional de materiales en el lugar de construcción, que puede ser reutilizada en cada proyecto de la empresa, que comparándolo con los costos del método actual que consiste en la construcción de estas bodegas en cada proyecto, se calculó un ahorro de \$1292,16 anuales. La propuesta permitirá asegurar la administración eficiente de los recursos, y así el enfoque de la empresa se centrará en el desarrollo óptimo de su trabajo, manteniendo a sus clientes conformes y a la empresa un paso más cerca de consolidarse como una de las constructoras de mayor fiabilidad y eficiencia del país.

Palabras clave: Gestión de inventarios, construcción, materiales, bodega.

ABSTRACT

An inventory management model application makes it possible to maintain materials and equipment available in the right place and at the right time, which is essential to maximize the expected profits of any company, much more so for a construction company that works continuously with large quantities of materials, so SAIBE CONSTRUCCIONES has considered appropriate the application of an inventory management model that reduces the costs inherent to them. For model application, the last project carried out in the company, which was the construction of a house, was selected as the basis. Initially, used materials were classified by applying a Pareto diagram (also called ABC) that divides them into 3 categories that allow identifying the ones that represent the greatest amount in economic terms, so that they are the objective of the study. In A category, the economic order quantity (EOQ) model was applied, which allowed determining the number of orders to be placed and the quantity that these should have to minimize storage and order costs. For B and C categories, it was suggested to only place one order with all needed materials at the start of the project or the stage of construction where they will be used; as a result, when comparing total inventory costs for traditional method and using proposed models, an overall savings of \$567,71, equal 12,47% of traditional cost, was obtained, demonstrating effectiveness of the proposed methods. The proposal also includes the use of a maritime container as a temporary warehouse for materials that can be reused in each of the company's projects. By comparing these costs to those of the current method, which entails building these storage facilities for each project, an annual savings of \$1292,16 was calculated. Proposal will make it possible to ensure effective resources management, which will enable the company to focus on the best possible development of its work while maintaining customers satisfaction and bringing it one step closer to establishing itself as one of the nation's most reliable and efficient builders.

Keywords: Inventory management, building, materials, warehouse.

CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1. Tema de investigación

GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA MEJORAR EL CONTROL INTERNO DE MATERIALES EN LA EMPRESA “SAIBE CONSTRUCCIONES”.

1.1.1. Planteamiento del problema

En el país existe una gran cantidad de empresas dedicadas a la construcción, que buscan satisfacer las necesidades de la población nacional en lo que se refiere a la ejecución de obras civiles, tales como edificios, viviendas, carreteras, y demás. A lo largo de los años, este sector productivo se ha consolidado como una de las mayores fuentes de ingresos a nivel nacional, siendo una de las cinco ramas principales que más aportan al PIB en términos reales, llegando a acaparar el 17.6% entre el 2010 y 2011, y aunque en los últimos años ha disminuido su porcentaje de participación (en el 2019 obtuvo el 8.17%, alcanzando el quinto sector que más aportó al PIB), no se puede ignorar la importancia que tiene para el país [1].

Una de las principales razones por las cuales la construcción se considera entre los sectores que más ingresos generan al país es la cantidad de personas involucradas en cada fase de sus procesos, incluso en el 2019 alcanzó el sexto puesto a nivel nacional como el sector que más empleos generó para la población ecuatoriana. Y no se limita a la generación de empleos, otro factor muy importante a tomar en cuenta es la cantidad de sectores productivos que se relacionan con sus operaciones, ya sea con materia prima, equipos, y demás actividades que se fortalecen juntamente con el desarrollo del sector de la construcción [2]. Existen tantas áreas involucradas por el flujo masivo de materiales necesarios para la construcción, ya sean obras grandes o pequeñas, así como su gran diversidad, pero, por otro lado, estos grandes lotes de materia prima han llegado a representar un problema para las empresas por la complejidad de manejo en cada situación de trabajo, pues para la ejecución de una obra la eficiencia de la gestión de inventarios es el factor que define las ganancias de la empresa.

Como se ha mencionado previamente, en los últimos años el aporte porcentual al PIB del país por parte del sector constructivo ha disminuido considerablemente, y esto empeoró con la aparición del SARS-CoV-2 conocido comúnmente como COVID-19,

generando así una gran cantidad de dificultades económicas y sociales reflejadas en el desempleo, disminución de importaciones de materia prima, y la desconfianza para invertir en este tipo de proyectos. En Cuenca se estimó que al suspender las actividades en el período marzo – abril del 2020 se generaron pérdidas por 45 millones de dólares, además, se considera que aproximadamente 60000 personas relacionadas a las actividades de la construcción no percibieron ningún ingreso desde el inicio de las restricciones dadas a nivel nacional [3]. Con toda esta inseguridad, el control adecuado de los inventarios ha dejado de ser una prioridad para estas empresas enfocándose en otras áreas como la búsqueda de personal, adquisición de materiales, adecuación de equipos y demás.

A pesar de las dificultades que han llegado con la pandemia a nivel mundial, las personas sienten la necesidad de continuar con sus respectivas actividades y en los últimos meses ha existido una reactivación de la mayor parte de los sectores económicos del país, incluida la construcción, con las debidas medidas de bioseguridad, buscando ante todo mantener un espacio de trabajo óptimo que asegure el bienestar de los trabajadores y personal involucrado, pero es necesario buscar innovar en los procesos para poder destacarse entre los demás competidores del mercado, y un enfoque muy prometedor se encuentra en la gestión de inventarios

Llevar a cabo una correcta gestión de inventarios es de gran prioridad para los sectores productivos de cualquier índole evitando así pérdidas innecesarias y en el sector de la construcción mucho más, pues se administra una gran cantidad de materiales desde simple arena hasta equipos de conexión eléctrica y que en muchos casos pasa desapercibida la gran influencia que tiene el correcto manejo de inventarios en los proyectos de construcción.

SAIBE Construcciones es una empresa relativamente joven, que ha empezado sus actividades desde el año 2019, pero cuenta con personal con mucha experiencia, uno de sus fundadores, el Ing. Jesús Salinas, Capitán en servicio pasivo de la Policía Nacional, se destacó como Jefe Técnico del Departamento de Fiscalización y Construcciones de la Inspectoría General del Estado adquiriendo una gran cantidad de experiencia durante todos sus años de trabajo, fundando en base a ella esta institución.

Desde su establecimiento, la empresa ha realizado distintos trabajos, mayormente construcción de viviendas y locaciones comerciales, los cuales han generado una gran conformidad por parte de los clientes, aunque no es lo mismo para la empresa, ya que los dirigentes reconocen que las ganancias percibidas no son las esperadas al inicio de la construcción, por tanto, analizando los problemas que surgieron en el lapso de trabajo es posible detectar las fuentes que minimizan las ganancias.

Una de las falencias que tiene la empresa es que no existe ningún registro oficial que permita registrar cada entrada y salida de materiales, aunque esto se realiza mediante el libro de obra que lleva el responsable de cada proyecto, no se compara a mantener una ficha de registro que tenga una estructura definida que permita mantener una contabilidad general y actualizada de los bienes que se adquieren constantemente; de igual forma al momento de adquirir materiales para la ejecución de una obra es necesario mantenerlos en una zona de almacenamiento, por lo que se construyen una pequeña edificación destinada como fuente de inventarios en el área de ejecución, pero al ser esta de forma provisional, no mantiene una estructura definida, y los inventarios se almacenan de forma arbitraria, sin ningún tipo de orden establecido, por lo que los trabajadores en base a su experiencia tratan de optimizar lo posible el espacio disponible, pero no resulta muy eficaz, provocando pérdidas de tiempo y personal que se traduce en pérdidas económicas.

Como se ha mencionado previamente, son los obreros los encargados del almacenamiento de los materiales de la obra, pero en la empresa no se ha asignado a ninguno como responsable de la bodega, el cual debería tener pleno conocimiento de la disponibilidad de la materia prima y equipos, y también responsable de mantener los materiales y equipos en condiciones óptimas para evitar su deterioro, tomando en cuenta las condiciones de almacenamiento requeridas para cada tipo de insumo, por tanto, al no existir un encargado se han registrado pérdidas de materiales, así como daños del equipo utilizado, lo cual tiene que cubrir la empresa, mermando así las ganancias al final del ejercicio económico.

Estos y otros inconvenientes han reducido las ganancias que percibió la empresa en cada trabajo ejecutado, generando incertidumbre por parte de los dirigentes para los posteriores proyectos, por lo que es necesario aplicar una metodología de manejo y

control de inventarios que optimice el uso de los materiales y equipos necesarios en cada trabajo a ejecutar, permitiendo así que la empresa se enfoque más en sus actividades de construcción, mejorando el ambiente de trabajo y permitiendo maximizar las ganancias percibidas en cada proyecto.

1.2 Antecedentes investigativos

La gestión de inventarios cumple un papel fundamental en la economía de una empresa, resultando de vital importancia por la inversión que representa en la empresa y el grado de dificultad que implica una administración financiera efectiva, para no incurrir en altos costos de almacenamiento. Es decir que, para poder maximizar las ganancias esperadas dentro de un ejercicio contable, es imperativo mantener una correcta gestión de inventarios para evitar fugas de efectivo que podría ser aprovechado por la empresa [4]. De igual manera la gestión de inventarios se dice que es una herramienta clave que permite a las empresas administrar y controlar sus productos correctamente estableciendo de forma clara políticas, métodos y procedimientos, lo que se coordina con lo citado previamente, enfocándonos en el control de los productos para poder mejorar los procedimientos de la institución en la que se aplique [5].

La cadena de suministros, la cual contiene una serie de procesos logísticos en la cual se involucran actividades de control de inventarios con el fin de que esta cadena continúe su secuencialidad de procesos sin ningún inconveniente siempre en miras de satisfacer las necesidades de los clientes, permitiéndonos notar que la finalidad de cualquier actividad productiva es llegar a satisfacer los requerimientos de los clientes, aprovechando correctamente todos los recursos disponibles y evitando tiempos de espera innecesarios, entrando así en términos de eficacia en las operaciones [6], siendo así que se enmarca a la eficacia como la capacidad que tienen las organizaciones para satisfacer al cliente identificando en forma correcta las necesidades y expectativas, con el propósito de inferir a partir de estas características que deben poseer sus productos para que estén en condiciones de satisfacerlas. Y que mejor forma de satisfacer las necesidades de los clientes mientras se optimiza las ganancias para la institución, y esto se permite gracias a la gestión de inventarios [7], además la mayoría de las

empresas en el mundo para lograr ser competitivas en la prestación del servicio al cliente están obligadas a realizar una gestión eficiente de sus inventarios [8].

Las empresas dedicadas a la construcción tampoco quedan fuera de estas observaciones, ya que este sector productivo es una parte importante del gran motor que permite el flujo de capital alrededor del mundo, el sector de la construcción representa para el país y el mundo progreso y desarrollo social y económico, ya que satisface las necesidades de vivienda e infraestructura de un país, llegando a representar el 10% del PIB mundial; por tanto no debe ser ignorado el potencial de optimización que tienen sus operaciones, y aquí resalta la aplicación de la gestión de inventarios [9]. Los inventarios en las empresas constructoras son importantes ya que una excelente gestión optimizará recursos económicos en cada contrato de obra, es decir que, si no se llega a mantener un correcto inventario en la empresa, las pérdidas potenciales pueden ser considerables [10].

Un factor importante a tomar en cuenta es la evolución tecnológica que ocurre en todos los ámbitos de la sociedad, la cual influye en el flujo de capital, que a su vez permite el movimiento de materiales y equipos, con la evolución tecnológica, las empresas se han visto en la necesidad de prestar mayor atención a la planificación y control de los inventarios, ya que estos constituyen el centro de todo el esfuerzo empresarial en la construcción, junto a la gestión de mano de obra directa, de ahí que un buen control interno y su eficiente aplicación garantizará la continuación de las empresas, sea cual fuese su naturaleza considerando siempre lo susceptible que son los materiales, herramientas y equipos a fraudes, malversaciones y manipulaciones y su impacto para los resultados. Como se evidencia claramente, el área de inventarios puede ser el punto de inflexión que evita que las empresas constructoras presenten las ganancias esperadas para su actividad, y algunos de los problemas que más comúnmente se presentan en las empresas constructoras que no han adoptado una política de gestión de inventarios adecuada [11].

Todos estos problemas repercuten directamente en la materia prima con la que se trabaja, afectando a los pedidos, compras erróneas, retrasos en la obra y finalmente la insatisfacción de los clientes. Y si vamos más allá, cuando ya se está ejecutando la obra es poco común que las empresas tengan una idea clara de la cantidad de materiales

que se van a necesitar, y al contrario se va realizando pedidos en base al avance del trabajo, que aunque en primera instancia parece la acción correcta a seguir, no es la mejor solución a este tema, las empresas constructoras llegan a presentar cierta incertidumbre con respecto a cuál será el costo real de la obra, ya que, al no hacer una planeación de los materiales, no se puede hacer una buena estimación de este. Junto con esto, debido a la mala gestión de inventario, se presentan mermas de material, provocadas por una fuente no identificada [12].

Todo este cúmulo de problemas nos lleva a la necesidad de aplicar un sistema de control de inventarios para llegar a ese punto de optimización de ganancias esperado en cualquier actividad productiva. También se reconocen los costos relacionados a la calidad, el impacto de los costos generados por el reproceso o reparaciones del trabajo por falta de calidad genera pérdidas significativas para cualquier empresa constructora, causando también retrasos y sobrecostos, y estas falencias de calidad están ligadas a la desorganización y desorden presentes en las obras [13], en sintonía con esta idea, se reconoce que los retrasos y sobrecostos en los proyectos de construcción atraen la constante preocupación de las personas a cargo de estos porque podrían dificultar la viabilidad de estos, siendo necesario estudiar sus causas entre ellas resaltando la calidad de los inventarios presente en las obras, siendo este un factor determinante para la calidad de los proyectos de construcción [14].

1.3 Fundamentación teórica

Inventarios

Los inventarios forman parte de la logística interna de cualquier empresa, se define a los inventarios como un listado que, de forma detallada, ordenada y valorada, describe los bienes que posee una empresa, los cuales deben estar clasificados en base a las características que poseen para la empresa, permitiendo la agrupación de los que resultan similares [15].

Tomando en cuenta lo anterior, se puede afirmar que el objetivo de los inventarios es verificar todos los tipos de existencias que se tienen dentro de una organización y que se encuentran a su disposición para el desarrollo de sus actividades económicas gracias al recuento físico de ellos, por tanto, es necesario realizar un seguimiento actualizado

de ellos para poder realizar una valoración pormenorizada de las mercancías, reconocer los productos con mayor rotación, localizar todos los materiales y el stock a disposición, y mejorar la toma de decisiones [15].

Otro punto de vista sobre los inventarios define que un inventario es una relación de los bienes con los que se dispone dentro de una organización, clasificados según determinadas categorías o familias, así como por lugar de ocupación, y toda empresa debe llevarlos ya que una sobrevaloración de ellos aparenta un mayor valor de la institución, y una infravaloración hará que se paguen mayores impuestos[16].

Inventarios, stock, y existencias

Con lo expuesto es necesario mantener claros los conceptos sobre inventarios, stock, y existencias [17]. Para evitar confusiones, estos son:

- Los inventarios hacen referencia a la verificación y control de los bienes y materiales que forman parte del patrimonio de la empresa, en si es una herramienta con la que se cuenta para regularizar la cuenta de las existencias presentes.
- El stock constituye todo ese material acumulado, o producto final almacenado, que tiene como finalidad su comercialización posterior con el cliente, en otras palabras, son reservas.
- Las existencias de una empresa son los productos terminados que se tienen para la distribución directa con los clientes o para los materiales que van a ser usados en el proceso productivo.

Valoración de inventarios

Permite reconocer el estado de los inventarios, lo cual ayuda a la evaluación de los materiales hablando en términos económicos, resaltándose su importancia cuando los precios unitarios de un mismo producto han sido distintos, ya sea por cambios de proveedor, costos de transporte, promociones, descuentos, etc. En el caso que todos los insumos han sido adquiridos al mismo precio, solo es cuestión de multiplicar la cantidad de unidades en bodega por el costo determinado, pero si sucede que no es el mismo costo, es necesario aplicar un método de valoración de existencias [18].

Métodos de valoración de inventarios

Existen 3 métodos para la valoración de inventarios, el sistema FIFO, LIFO y PMP.

- El sistema FIFO, de las siglas en inglés first in, first out (primero en entrar, primero en salir) define que los primeros productos en ser adquiridos y almacenados como inventarios, deben ser los primeros en salir hacia los clientes internos o externos, ya que en un caso práctico siempre se busca ocupar los materiales que más tiempo llevan en bodega para evitar que se dañen, pierdan sus características o directamente se pierdan. De esta manera los inventarios que se mantienen almacenados no pierden su valor monetario, manteniéndose en el estándar del mercado, así que es recomendable para organizaciones que trabajen con productos perecibles como alimentos, que respondan a ventas por temporada, o terminen siendo obsoletos por salida de productos nuevos como tecnológicos [19]. La Figura 1 ilustra esta metodología.

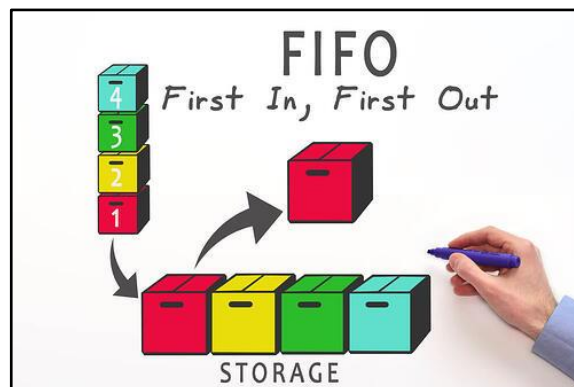


Figura 1: Método FIFO[19] .

- A diferencia del método anterior, el método LIFO (last in, first out – último en entrar, primero en salir) asegura que el último insumo en ser pedido debe ser el primero en ser utilizado, por lo que se utiliza cuando se habla de materiales iguales tales como arena, piedra, ripio, ladrillos, etc., ya que estos mantienen sus características a largo plazo, no tienen estacionalidad, ni suelen ser reemplazados. Este método permite analizar las ganancias netas de mejor manera que el FIFO, ya que refleja directamente el costo real de los bienes vendidos [19]. La Figura 2 refleja el principio de este método.

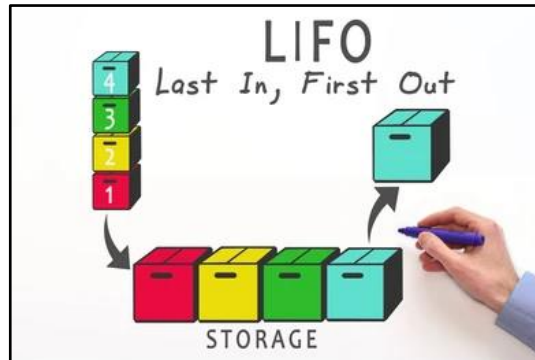


Figura 2: Método LIFO [19].

- El Precio Medio Ponderado (PMP) establece un valor monetario medio para los productos, el cual se puede multiplicar directamente por la cantidad de unidades adquiridas, estos valores se los acumula y se divide para el total de unidades para asignar el valor medio que tiene cada uno. El método permite asignar valores proporcionales tomando en cuenta la cantidad de inventario que se tiene y los costos que se tuvo por cada unidad [20].

Con estos métodos se pueden definir los costos que involucran las actividades de manejo de inventarios analizando las variables de entrada como los factores fundamentales de costos.

Clasificación de inventarios

La mercancía dentro de una organización se puede clasificar dependiendo del tipo de actividad que se realiza, los procesos que se involucran, su uso, los movimientos y demás factores, pero para poder simplificarlo se definen clasificaciones estándar que se pueden aplicar a cualquier industria, como son:

- **Sistema de clasificación ABC o Pareto:** Esta clasificación afirma que la mayor parte del valor del inventario (80%) se compone de un pequeño porcentaje del total de existencias (20%), a los cuales se deben aplicar prioritariamente las actividades de control y se destina la mayor cantidad de recursos para su administración, denominándose a esa categoría como “A”. Esta metodología es muy versátil ya que se puede tomar como base de análisis diversos factores de los inventarios como son la importancia que tiene en el almacén, el espacio que ocupan, el dinero invertido, la demanda que tiene, etc.

Una vez seleccionada una base de análisis se organizan los datos y se los clasifica de mayor a menor, determinamos el aporte porcentual de cada ítem en base al total, y se agrupan los que componen porcentajes de aportación de la siguiente manera:

Categoría A: Los elementos que figuran el 80% aproximadamente del valor total, los cuales generalmente resultan el 20% del total de componentes.

Categoría B: Componen el 15% aproximado del valor total, resultando en el 30% de la cantidad total de componentes.

Categoría C: El 5% restante del valor total es asignado en esta categoría, compuesto por el 50% del inventario restante.

Gracias a esta división, se tiene una idea más clara de que insumos deben tener mayor atención dentro del almacén, permitiendo aplicar diferentes metodologías de administración de inventarios en base al tipo de categoría a analizar [21].

La gestión de inventarios

Se refiere al control y administración de todas las actividades de entrada, uso y salida de materiales e insumos existentes dentro de una organización, permitiendo que la toma de decisiones referente a pedidos, su cantidad, los períodos de reposición, su almacenamiento, etc., se realice de forma correcta con la finalidad de reducir los costos generados por dichas operaciones. Para determinar que una empresa lleva una correcta administración de sus inventarios, se puede definir ciertos valores críticos de sus almacenes como son:

- El punto de pedido o también conocido como el nivel óptimo de inventario, y a su vez se conoce el inventario de seguridad, el promedio de ventas diario y el tiempo de entrega por parte de los proveedores.
- La cantidad que se debe ordenar en cada pedido, considerando el uso que tiene cada material, la rotación y las dimensiones que tiene, así como los costos de su almacenamiento.
- El inventario máximo que se puede mantener, y la cantidad de pedidos que se realizaran en un tiempo determinado.

Al considerar estos puntos, la gerencia de cualquier empresa tendrá un control eficiente de las existencias en bodega [16]

Importancia de la gestión de inventarios

La gestión de los inventarios forma una parte fundamental de cada empresa ya que permite organizar, dirigir, controlar y evaluar las distintas actividades de trabajo que se desarrollan en la organización, y de esta manera realizar su trabajo con eficacia y eficiencia, manteniendo siempre un nivel alto de calidad en su producto final. Y aunque muchas empresas ni siquiera reconocen la importancia que tiene el correcto manejo de los inventarios, el control que tienen aun sin experiencia e inconsciente de lo que realizan es la razón que permite un mayor nivel de ganancias al finalizar el ejercicio económico. Un sistema de gestión de inventarios eficiente se caracteriza por proveer a la gerencia datos concisos del costo de inventarios, el costo relacionado a los materiales vencidos, y permite conocer las cantidades físicas exactas para el desarrollo de las actividades de la organización, por lo que el asegurar el correcto control interno de los movimientos del inventario favorece la consecución de los objetivos específicos de la empresa [17].

Costos asociados a los inventarios

Al momento de adquirir materiales es importante reconocer todos los costos generados para su mantenimiento, ya que se debe asegurar que la calidad de los inventarios no se pierda para que los clientes interno o externos puedan utilizarlos sin problemas. El objetivo de definir estos costos es el de minimizarlos para evitar gastos innecesarios, para ello se definen los siguientes:

- **Costos de almacenamiento:** Son los asociados al mantenimiento de los materiales, incluyendo el sostenimiento físico de la bodega o su alquiler, servicios básicos, personal asignado para el control y demás gastos realizados para el cuidado de los insumos. Para el análisis de los costos de almacenamiento de forma individual se debe calcular los costos de forma general para posteriormente analizar el porcentaje equivalente que tiene en relación con el costo medio de los materiales almacenados y a este valor se añade el porcentaje de utilidad que tendrían los materiales al no estar

almacenados, una vez obtenido este valor de porcentaje se multiplica por el costo unitario de cada material obteniéndose así el costo de almacenamiento de cada uno. Para el cálculo de los costos de almacenamiento general se utiliza la ecuación (1) [22].

$$Ca = Ca1 + Ca2 + Ca3 + Ca4 + \dots + Can \quad (1)$$

Donde:

Ca: Costo de almacenamiento general

Ca1: Costos referentes al pago de servicios básicos.

Ca2: Costos referentes a equipos y materiales de oficina para la administración de materiales.

Ca3: Sueldos y remuneraciones asignadas para el personal que trabaja en la bodega.

Ca4: Depreciación de las instalaciones, muebles y equipos de la bodega de almacenamiento

Ca5: Costos por mantenimientos y/o reparaciones de las instalaciones de almacenamiento

Ca6: Costos generados por daños o pérdidas de materiales.

Ca7: Costos generados por el alquiler de las instalaciones de almacenamiento.

Ca8: Costos varios tales como pago de seguros, vigilancia del lugar, etc.

La sumatoria de todos estos costos permite estimar el dinero a invertir para mantener los materiales en perfecto estado para su uso, cabe recalcar que este cálculo se lo realiza para un período determinado de tiempo el cual debe ser el mismo para cada uno de ellos, siendo que este período varía dependiendo el enfoque de trabajo que se tendrá o según la conveniencia de cada caso.

Para el análisis porcentual de los costos de almacenamiento se utiliza la ecuación (2) [23].

$$\%Ca = \frac{Ca}{\sum_{i=1}^n (Em \times PU) \times Ta} \times 100 \quad (2)$$

Donde:

%Ca: Costo de almacenamiento expresado en forma porcentual en relación con el costo de las existencias medias en el período de almacenamiento.

Ca: Costo de almacenamiento general

Em: Cantidad media de existencias en el almacén

PU: Precio unitario de cada ítem en la bodega.

Ta: Tiempo que permanecerán los ítems en almacenamiento

De esta forma se obtiene el nivel porcentual de los costos de almacenamiento, pero este no debe ser aplicado directamente, ya que debe añadirse el nivel de aprovechamiento de los materiales que se pierde al ser almacenados por el espacio de tiempo que permanecen en bodega, este porcentaje debe añadirse directamente al costo de almacenamiento porcentual como se muestra en la ecuación (3) [23].

$$\%Ca_T = \%Ca + \%U \quad (3)$$

Donde:

%Ca_T: Costos de almacenamiento porcentual total

%Ca: Costo de almacenamiento expresado en forma porcentual en relación con el costo de las existencias medias en el período de almacenamiento.

%U: Porcentaje de utilidad alterno de las existencias

- **Costo de lanzamiento de pedido:** Es el costo que se genera cada vez que se lanza un pedido de compra dentro de una organización; este valor por lo general suele ser el mismo para cualquier cantidad de unidades que se pidan ya que se lo analiza por el costo de lanzar un solo pedido y no por el total de pedidos en un ciclo de trabajo, ya que, a diferencia del caso anterior, no se analiza en base a un tiempo determinado. Para su representación numérica se utiliza la ecuación (4) [24].

$$Cp: \frac{Cp1 + Cp2 + Cp3 + Cp4 + \dots + Cpn}{Np} \quad (4)$$

Donde:

Cp: Costo de lanzamiento de pedido

Cp₁: Porcentaje del salario del personal involucrado en la emisión del pedido como puede ser secretaria, contador, etc.

Cp₂: Costo referente a las comunicaciones, como red celular y el internet.

Cp₃: Costo de los equipos y material de oficina para la realización del pedido.

Cp₄: Costos varios, los designados para cualquier eventualidad en el proceso de emisión del pedido.

Np: Número de pedidos realizados en el período analizado

- **Costos de adquisición:** Son los costos asociados a la compra de los artículos necesarios en una organización, se obtiene multiplicando el costo unitario de los artículos por la cantidad solicitada

Modelos de gestión de inventario

Existen algunos modelos de gestión de inventarios, los cuales se dividen en 2 tipos de clasificación, los modelos probabilísticos, o estocásticos, y los modelos determinísticos [25].

Modelo probabilístico: Los modelos probabilísticos se caracterizan porque la demanda y el tiempo de suministro de materiales son desconocidos y ocurren de forma aleatoria, por lo que es necesario aplicar distribuciones de probabilidad que permitan a la empresa mantener un margen de conocimiento de estas variables aplicando conocimientos estadísticos, por lo que se han diseñado algunos tipos clasificados en base a la revisión que se tiene de las existencias, dividiéndose en dos [25].

- Inventarios continuos, los cuales mantienen un registro constante de cada artículo o material de la empresa, y a medida que se van consumiendo hasta un determinado límite de reposición, se realiza un nuevo pedido, por lo que se mantiene actualizado el estado de los inventarios
- Inventarios periódicos, que mantiene un registro periódico de los inventarios, enviando los pedidos de reposición cuando se generan estas verificaciones y se notan los faltantes, por lo que resulta más costoso y se tiene un menor control de las existencias

Modelo determinístico: A diferencia del modelo anterior, el determinístico se destaca por la constancia y uniformidad que presentan las variables como el tiempo de suministro y la cantidad de pedido, así como los costos de mantenimiento de inventarios y el tiempo que se mantienen almacenados, por lo que resultan mucha más fáciles de controlar y trabajar. El modelo principal de esta categoría es el de cantidad económica de pedido y de este se subdividen en otros en base a las condiciones de cada caso que se vaya a aplicar, pero conservan la estructura del método tradicional [26].

- **Modelo de cantidad fija de pedido**, que se caracterizan por mantener un lote (Q) fijo requerido, y este será emitido cuando el espacio de almacenamiento haya alcanzado un nivel determinado, conocido como punto de pedido (Pp). El modelo básico para determinar la cantidad económica de pedido (EOQ) tiene como objetivo mantener un equilibrio entre los costos de preparación y los de almacenamiento, a su vez el modelo de cantidad económica de pedido en producción (POQ) toma en cuenta el tiempo que puede tener la tasa de producción y la de demanda. La representación matemática del modelo EOQ se da por la ecuación (5) [20].

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times D \times Cp}{PU \times Ca}} \quad (5)$$

Donde:

D: Demanda del producto o material dentro del periodo de tiempo del estudio

Cp: Costo de lanzamiento de pedido

PU: Precio unitario del material

Ca: Costo de almacenamiento

Q: Cantidad óptima a ordenar

Con la cantidad óptima de pedido se puede determinar la cantidad de pedidos que se deben realizar en el período de estudio, lo cual se expresa matemáticamente mediante la ecuación (6) [20].

$$Np = \frac{D}{Q} \quad (6)$$

Donde:

Np: Número de pedidos total

D: Demanda del producto o material dentro del periodo de tiempo del estudio

Q: Cantidad óptima a ordenar

En este modelo resulta útil definir el inventario de seguridad con el cual se debe trabajar para evitar faltantes en cualquier momento de trabajo, por lo que se define a continuación.

Punto de pedido: También denominado punto de reorden, es un indicador que se encarga de determinar el momento exacto en el cual la empresa debe adquirir más productos con el fin de no perder el stock existente y la empresa pueda funcionar con normalidad sin el temor de quedarse sin insumos. Se representa con la ecuación (7) [20].

$$ROP = SS + (DM \times Lt) \quad (7)$$

Donde:

ROP: Punto de reorden

SS: Inventario de seguridad

DM: Cantidad media consumida en el período de análisis

Lt: Es el tiempo de suministro de los proveedores

La Figura 3 muestra el movimiento de las unidades en inventario a través del tiempo, y como el ROP permite identificar adecuadamente el momento de realizar un nuevo pedido.

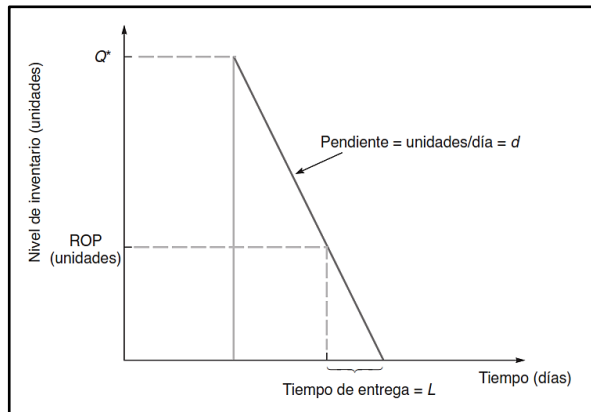


Figura 3: Punto de reorden [23]

Parámetros de la gestión de inventarios

Dentro de una organización se deben tomar en cuenta varios parámetros sobre el nivel de inventarios para evitar acumular costos innecesarios de almacenamiento que disminuyen la rentabilidad de cualquier organización, algunos de ellos son:

- **Inventario de seguridad:** Indica el nivel de insumos con el que debe contar una empresa con el fin de que el proceso productivo no tenga paradas no programadas por consecuencia de falta de insumos. Para calcularlo se debe usar la ecuación (8) [27].

$$SS = (PME - PE) \times DM \quad (8)$$

Donde:

SS: Stock de seguridad

PME: Plazo máximo de entrega de insumos por parte del proveedor.

PE: Plazo de entrega normal de entrega de insumos por parte del proveedor.

DM: Demanda media del producto en circunstancias normales de trabajo.

- **Inventario mínimo:** Es el nivel mínimo de stock que se debe mantener en bodega para que no existan problemas de escasez en el almacén. Se calcula mediante la ecuación (9) [28].

$$SM = DM \times Lt \quad (9)$$

Donde:

SM: Nivel de inventario mínimo

DM: Cantidad media consumida en el período de análisis

Lt: Es el tiempo de suministro de los proveedores

- **Inventario máximo:** Se refiere a la cantidad límite que la empresa tiene la capacidad de almacenar de forma adecuada, para su cálculo se aplica la ecuación (10) [28].

$$SMx = (DM \times Lt) + SS \quad (10)$$

Donde:

SMx: Nivel de inventario máximo

DM: Cantidad media consumida en el período de análisis

Lt: Es el tiempo de suministro de los proveedores

SS: Stock de seguridad

El comportamiento de la demanda del producto a estudiar debe oscilar entre estos valores como se muestra en la Figura 4.

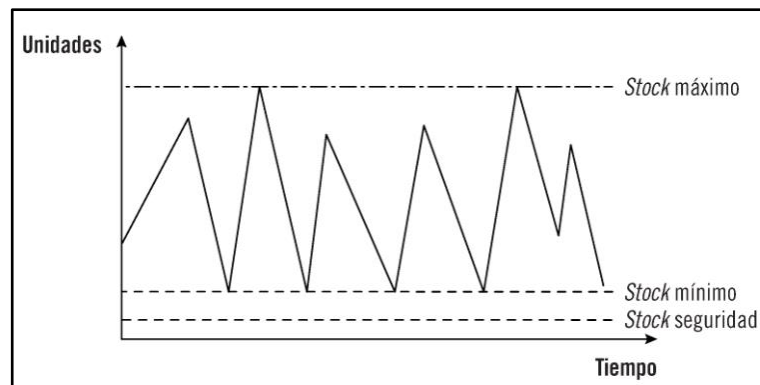


Figura 4: Parámetros de inventarios

Costos totales de inventario

Cuando se trabaja con inventarios surgen ciertos costos que afectan a la empresa que los maneja, de los cuales los más significativos son los costos de adquisición del producto, costo de realización de los pedidos y el costo de almacenamiento o de mantener, y aplicando la ecuación (11) se puede determinar matemáticamente su valor [23].

$$TC = \frac{D}{Q} \times Cp + \frac{Q}{2} \times Ca + PU \times D \quad (11)$$

Donde:

TC: Costos totales de inventario

D: Demanda del material en el período de tiempo analizado

Q: Cantidad de unidades por pedido

Cp: Costo de realizar un pedido

Ca: Costo de mantenimiento del material por unidad almacenada

PU: Precio unitario del material almacenado

Esta ecuación se utiliza generalmente para el cálculo de los costos totales de inventario del modelo EOQ, pero puede ser aplicado para una situación en la que no se maneje ningún modelo de administración de inventarios.

Consideraciones ergonómicas para almacenes

La manipulación de cargas que se realizan de forma manual conlleva cierto grado de peligro desde los 3 kg de peso, y los menores a ella generan ciertos trastornos físicos por los movimientos repetitivos que se pueden tener con ellas, y en un almacén es muy común el trabajo con diferentes tipos de cargas, recalcando que desde los 25 kg ya se las considera un riesgo potencial para la persona, por lo que se dan las siguientes recomendaciones:

- Una persona con buena salud y con cierto grado de entrenamiento físico, puede manipular con seguridad cargas de hasta 40 kg, sin estar en ninguna situación adversa de trabajo
- La organización del almacén debe realizarse considerando la frecuencia de utilización de los insumos, así como también considerando el peso de la carga, evitando colocar en estantes elevados las de mayor peso
- Se debe utilizar los músculos del tren inferior del cuerpo para levantar cargas pesadas, evitando el uso de los músculos de la espalda
- Evite que las cargas se apoyen en alturas mayores a 1,75 metros
- Mantener un sistema de mantenimiento preventivo de las estructuras metálicas del almacén para que se asegure la estabilidad de las cargas que tendrá.

- La iluminación del almacén debe ser mínimo de 100 lúmenes, y debe mantenerse un entorno libre de obstáculos para evitar problemas al transportar cargas de peso considerable
- El área de ingreso debe ser de fácil acceso, y en caso de requerir, debe contar con rampas o escalones que ayuden al movimiento de las cargas

Estas recomendaciones facilitarán la manipulación de cargas en bodega, evitando a toda costa provocar daños a los trabajadores involucrados [29].

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema de gestión de inventarios para mejorar el control interno de materiales en la empresa “SAIBE CONSTRUCCIONES”.

1.4.2 Objetivos específicos







- Analizar la situación actual de la empresa para determinar los riesgos y deficiencias en su manejo de inventarios mediante el método descriptivo.
- Identificar las áreas destinadas para almacenamiento y los materiales utilizados en el desarrollo de las actividades de construcción aplicando una matriz de análisis característico de materiales.
- Establecer una propuesta considerando procesos de registro, control y almacenamiento de inventarios como base metodológica para la administración eficiente de los materiales de construcción por medio de fichas de control y software de diseño asistido por computador.

CAPITULO II.- METODOLOGÍA

2.1. Materiales

Para el desarrollo del proyecto se utilizan los materiales presentados en la Tabla 1.

Tabla 1: Materiales utilizados en el desarrollo del proyecto

Nombre	Descripción	Ilustración
Microsoft Word	Software de procesamiento de texto utilizado para la elaboración del informe final del proyecto.	
Microsoft Excel	Programa utilizado para la tabulación de datos, así como los cálculos correspondientes.	
Autocad	Software de diseño asistido por computador, aplicado para el diseño y modelado de la estructura propuesta para el almacenamiento de materiales	
Computador portátil	Equipo electrónico con el cuál se organizó la información y se desarrolló la propuesta.	
Libreta de apuntes	Empleada para la recolección de información y anotaciones del investigador.	
Internet	La base de datos se utilizó para la recopilación de información e investigación que permitan aclarar dudas encontradas durante la realización del caso práctico.	

2.2 Métodos

2.1.1. Modalidad de la investigación

Enfoque

Por las características de la investigación, se cuenta con un enfoque cuali-cuantitativo. Se designó cualitativo por la de necesidad de recolectar información textual del estado de los inventarios de las obras de construcción, así como de los procesos y fases que tiene analizando de forma subjetiva la realidad de la empresa; una vez obtenida la información fue posible tabular y clasificar los datos de los materiales para su análisis correspondiente y se generó el sistema de gestión de inventarios que más se ajuste a la situación de la empresa.

Investigación de campo

El proyecto responde a una investigación de campo pues es necesario mantener un contacto directo con las operaciones de manejo de materiales e inventarios en obra de SAIBE Construcciones, para la obtención de la información determinante sobre la administración actual de todos los insumos con los que se llega a trabajar a lo largo del proceso constructivo y así se estableció correctamente la propuesta de mejora y se cumplió en su totalidad los objetivos planteados.

Investigación descriptiva

Se aplica una investigación descriptiva ya que es necesario determinar específica y puntualmente las actividades relacionadas al manejo y almacenamiento de materiales y equipos que la empresa realizaba, así como el flujo de materia prima existente en el desarrollo de obras civiles, permitiendo establecer de forma clara y rápida el estado actual de los inventarios.

Investigación bibliográfica documental

También se ve incluida una investigación documental y bibliográfica con el fin de reconocer los procedimientos comunes de almacenamientos de inventarios en la industria de la construcción en distintas empresas reconocidas, para obtener distintos puntos de vista y tener una referencia sobre la propuesta final que se entregará a la

empresa, para lo cual se aplicará la metodología SLR que permite establecer un esquema de selección y búsqueda de fuentes bibliográficas mayormente significativas, obteniendo información adecuada y de forma eficiente.

2.2.3 Recolección de Información

Para la recolección de información, se definen ciertas actividades basadas en los objetivos del presente proyecto los cuales son:

- Reconocer los procesos de construcción y sus respectivas etapas
- Describir el proceso de almacenamiento de inventarios
- Estimar el estado de los inventarios de la empresa
- Determinar el área que debe ser asignada para almacenes en el espacio de construcción
- Registrar los materiales que maneja la empresa en los procesos de construcción
- Definir la cantidad media de inventarios que se manejan en la bodega de materiales
- Estimar el espacio que requieren los materiales para su respectivo almacenamiento

La obtención de la información de estas actividades se consigue mediante dos herramientas:

- Observación directa del proceso, donde se identifica claramente el estado y manejo del área de almacenamiento de materiales, lo que permite tener una idea objetiva de los procesos relacionados a la gestión actual de sus inventarios.
- Entrevista aplicada al ingeniero responsable del desarrollo de obras civiles, donde se obtiene la información más específica, que mediante la observación directa era mucho más difícil de establecer, aplicando preguntas abiertas que dan acceso a registros y guías que maneja la empresa en la actualidad.

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

Para el correcto procesamiento de la información se definen los siguientes pasos:

- Obtención de la información referente a los diferentes materiales y equipos utilizados en el desarrollo de obras civiles a través de la observación y entrevista directa.
- Tabulación y clasificación de los materiales identificados mediante software Excel, tomando en cuenta los periodos de utilización de cada uno en cada fase del trabajo, tipo de material, tamaño y prioridad.
- Determinación del área mínima y máxima destinada para el almacenamiento de los materiales y equipos en base a la experiencia de los dirigentes aplicando una entrevista.
- Recopilación de información de fuentes bibliográficas fiables sobre el manejo de inventarios en distintas empresas constructoras, y entidades que trabajan con materiales para la construcción utilizando la metodología SLR.
- Análisis de los datos obtenidos para lograr formular la propuesta de gestión de inventarios que mejor se adapte a la situación de SAIBE Construcciones por medio del software Excel.
- Diseño de la bodega de almacenamiento de materiales y equipos tomando en cuenta la propuesta de almacenamiento de inventarios realizada, aplicando software de diseño asistido por computador.
- Compartir la propuesta realizada con la empresa para su aplicación en sus futuros proyectos.

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de resultados

Historia de la empresa

SAIBE CONSTRUCCIONES tuvo sus orígenes alrededor del año 2017, surge como un negocio familiar por la iniciativa del Ing. Jesús Salinas quien decidió emprender en el área de la construcción privada con su hija la Ing. María de los Ángeles Salinas, quien se ha especializado dentro de la ingeniería civil como ingeniera hidráulica, y su yerno el Ing. Andrés Beltrán, quién ha enfocado su trabajo en la construcción de vías, trabajando varios años en el Honorable Consejo Provincial de Tungurahua; destacándose también su experiencia como ingeniero calculista en su carrera. La formación de este equipo de trabajo es la base de la organización, fundamentándose en los valores de la honestidad, responsabilidad y compromiso, reflejándolo en su trabajo y permitiendo crecer como empresa. En la Figura 5 se muestran las oficinas de la empresa desde una vista externa.



Figura 5: Oficinas de SAIBE CONSTRUCCIONES

Al empezar con este emprendimiento, el nombre seleccionado para representar el negocio fue BUILDING DREAMS, con el cual han trabajado hasta el año 2021 y se han dado a conocer como una sólida empresa constructora, pero alrededor del mes de febrero del año 2022 decidieron cambiar el nombre a SAYBE CONSTRUCCIONES en referencia a la unión de las familias, combinando la primera sílaba de cada apellido

para representar la unión cooperativa de las dos familias. La Figura 6 expone el cambio del logo que tuvo la empresa.

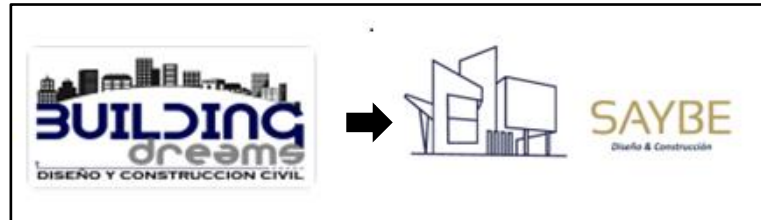


Figura 6: Cambios en el logo de la empresa

Ubicación de la empresa

SAIBE CONSTRUCCIONES se encuentra a 200 metros del Centro Médico Forense FGE de la ciudad de Ambato, ubicado en la parroquia Izamba, por el sector del parque industrial. En la Figura 7 se muestra la vista desde Google Maps del lugar.



Figura 7: Ubicación de las oficinas de SAIBE CONSTRUCCIONES

Organigrama estructural de la empresa

Al ser una empresa familiar y relativamente joven, la división de departamentos internos no es muy complejo, y está ocupado en su mayoría por los 3 fundadores de la empresa como se muestra en la Figura 8.

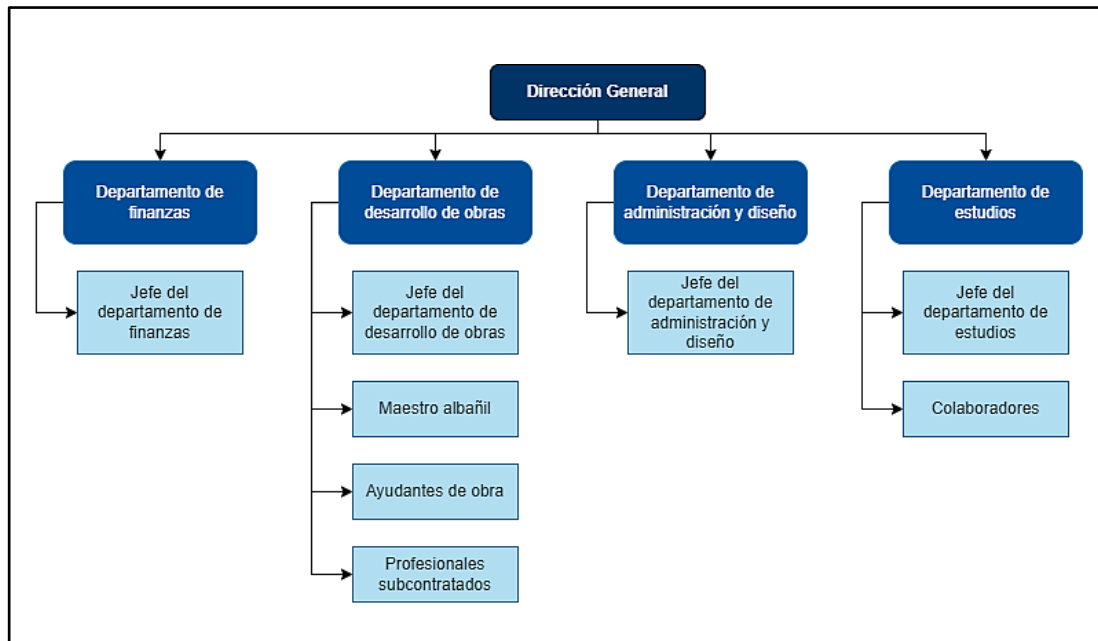


Figura 8: Organigrama de SAIBE CONSTRUCCIONES

Los procesos de finanzas y estudios se encuentra bajo la dirección del Ing. Andrés Beltrán, ya que con su experiencia mencionada previamente fácilmente se encarga de la administración monetaria para la adquisición de materiales y equipos necesarios en la construcción, siendo el encargado de los fondos de obra recibidos por los clientes; de igual forma se encarga de realizar los diversos estudios de obra para la correcta planificación de la construcción, cabe recalcar que esta actividad la realiza apoyado en los demás miembros de la empresa. El área de administración y diseño está dirigido por la Ing. María de los Ángeles Salinas, que está encargada de la administración de la empresa, las negociaciones con los clientes para la realización del contrato de construcción, y el diseño de las propuestas de construcción; por tanto, es el lazo directo de la empresa con los clientes. Finalmente, la dirección general se encuentra a cargo del Ing. Jesús Salinas, así como el departamento de desarrollo de obras ya que realiza su trabajo como residente de obra y es responsable del manejo de los trabajadores. En esta área se involucran diversos profesionales como electricista, metalmeccánico y carpintero, los cuales son contratados de forma externa solo para realizar estos trabajos cuando la construcción lo necesite.

Nómina de trabajadores y miembros de SAIBE CONSTRUCCIONES

Dentro de la empresa se maneja con personal propio de la organización y ciertos que son contratados para actividades específicas que no se cuenta con el personal ni equipos especializados, todos ellos se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2: Personal involucrado en SAIBE CONSTRUCCIONES

Departamento	Miembros
Finanzas	Jefe del departamento de finanzas
Administración y diseño	Jefe del departamento de administración y diseño
Estudios	Encargado del departamento de estudios
	Colaborador
	Colaborador
Desarrollo de obras	Jefe del departamento de desarrollo de obras
	Maestro albañil
	Ayudantes de obra
	Instalaciones eléctricas
	Estructura metálica
	Muebles y enseres

Trabajos realizados

Sus trabajos realizados se componen de la construcción de 10 viviendas particulares, cuyos contratos de edificación han concluido con éxito, sin ninguna inconformidad por ninguna de las partes, 2 edificios de carácter comercial, uno de ellos ubicado en el cantón Ambato de 2 pisos que es utilizado como edificio de alquiler de negocios y el segundo en el cantón Píllaro, de 3 pisos con m², utilizado como local de venta de electrodomésticos, la construcción del cerramiento y adoquinado de una bodega de alcohol industrial ubicada en el cantón Cevallos, y algunas remodelaciones de viviendas y locales comerciales.

Como se puede notar, el tipo de edificación que de forma más común realizan dentro de la empresa son las viviendas particulares, por su versatilidad para adaptarse a las preferencias de los clientes en diseño, materiales y metodología de construcción, razón por la cual es el objetivo del presente proyecto. De las cuales se ha tomado como modelo de construcción para el estudio la que se estaba realizando al momento de iniciar el presente proyecto ya que se puede adquirir información mucho más real y precisa en comparación de una construcción anterior que solo se puede contar con registros que no reflejan en su totalidad la realidad del proceso constructivo

Problemas en la gestión actual de los inventarios de la empresa

Como empresa constructora, SAIBE CONSTRUCCIONES no ha tenido un manejo de materiales del todo eficiente, ya que se han enfocado netamente en las actividades que influyen directamente en los procesos de construcción, por lo que definir las acciones estándar para el manejo de materiales no ha sido una prioridad, pero en la actualidad, con la experiencia adquirida en sus trabajos realizados, la importancia de una gestión de inventarios dentro de la organización se ha convertido en una prioridad. Para el análisis de todas las deficiencias presentes en la empresa, referente a la administración de los inventarios, se aplicó el diagrama presentado en la Figura 9.

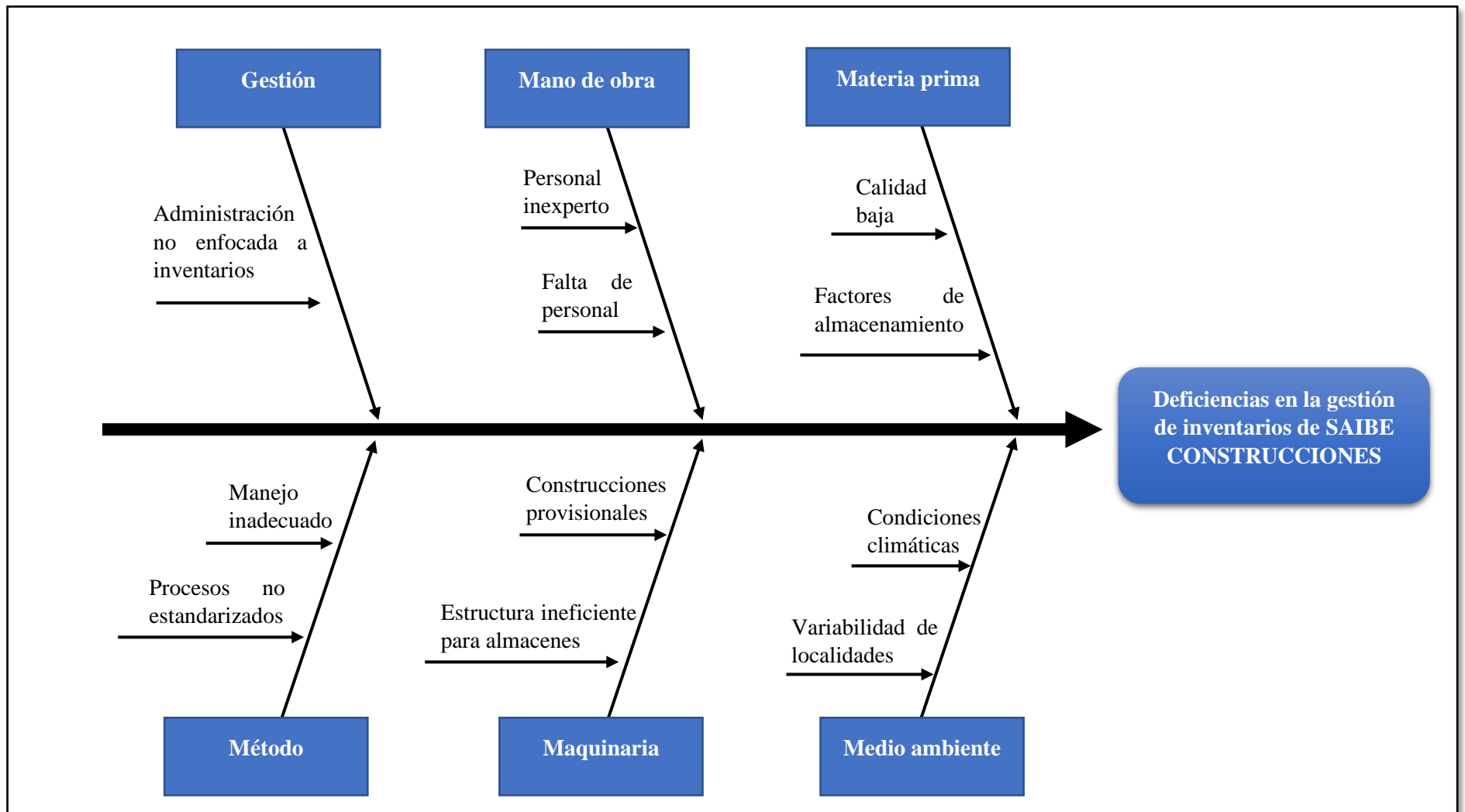


Figura 9: Diagrama de Ishikawa aplicado al manejo de inventarios en SAIBE CONSTRUCCIONES

A través de este diagrama se determinan los riesgos y deficiencias que presenta SAIBE CONSTRUCCIONES en lo que se refiere a su gestión de inventarios, donde se toman en cuenta varios parámetros que son:

Gestión: Se refiere a la administración de la empresa, donde se ha identificado el enfoque inexistente que tiene la gerencia hacia el control de los inventarios, ya que ha pasado desapercibida su importancia y toda la atención ha estado dirigida al desarrollo correcto de los proyectos de construcción.

Maquinaria: Dentro de la maquinaria se considera también la instalación provisional destinada al almacenamiento de materiales que se construye en el área de construcción, la cual se denomina “guachimania”, son estructuras hechas de madera o bloque, con una sub base compactada bajo placa de contrapiso de grava; uno de los problemas que presenta esta edificación es su baja seguridad al ser hecha de un material poco rígido, por tanto, los trabajadores y el ingeniero encargado evitan almacenar equipos, herramientas y materiales costosos, provocando el transporte continuo de ellos, incurriendo en estos gastos

Otro problema que presenta es que la edificación de esta bodega provisional ocupa un día de trabajo de los peones y maestros, para su correcta cimentación y organización de los espacios de almacenamiento, los cuales siguen una lógica básica para optimizar el espacio, pero que puede resultar confuso para las personas que no realizaron esta organización, provocando pérdidas de tiempo cuando inicia la obra y se recurre a bodega a buscar algún material, finalmente, el problema principal que presenta esta construcción es que no puede ser reutilizada, se las construye solo para la obra y después son desmanteladas, pero como sus materiales no pueden ser reutilizados, estos se pierden, generando un gasto constante para la empresa en cada proyecto que realizan.

En cuanto a los equipos utilizados, estos son relativamente nuevos ya que fueron adquiridos al mismo tiempo que la fundación de la empresa, por lo que aún no presentan problemas serios, solamente es necesario adoptar un plan de mantenimiento preventivo para que se encuentren en óptimo estado para su uso, y mantenerlos almacenados en bodegas adecuadas.

Método: Se analiza la metodología o las actividades de almacenamiento de insumos, en este punto se resalta el hecho de que los trabajadores no tienen un manejo adecuado de los materiales que entran y salen en la construcción, solamente los van acumulando en la bodega provisional sin tomar en cuenta su peso, la periodicidad de su uso, ni si el material almacenado posee alguna condición especial de almacenamiento; solamente se tiene una consideración sobre las dimensiones del insumo para no desperdiciar el área disponible, pero si no se toman en cuenta los demás factores resulta ineficaz. De igual forma, no se tienen procesos de almacenamiento estandarizados (como se mencionó, los trabajadores no consideran todos los factores importantes de almacenamiento de materiales) que permitan a cualquier persona, incluso a recién contratados, determinar los procesos de entrada y salida de materiales fácilmente y que se ubique rápidamente dentro de la bodega provisional.

Medio ambiente: Se consideran las condiciones atmosféricas que se presenten en el área de construcción, como puede ser lluvia, humedad, calor, etc., las cuales afectan a la calidad de los equipos y herramientas dañándolos a largo plazo, y los materiales a los cuales principalmente es la humedad quien termina afectándolos, degradando su calidad al exponerse a su acción, o en otros casos reaccionan químicamente con el material y ya no puede ser utilizado en la construcción, lo que ha pasado algunas veces por descuido de los trabajadores que almacenan los materiales, o por no tomar en cuenta las condiciones climáticas propias del sitio de construcción, generando pérdidas para la empresa.

Mano de obra: El personal que se involucra en los proyectos de construcción tiene vasta experiencia en su trabajo, pero no tienen ningún tipo de capacitación ni conocimiento técnico sobre metodología de almacenamiento de materiales, por lo que no se puede contar con ellos para ser asignados como responsables de bodega.

Materia prima: Los materiales que se utilizan en la construcción son muy variados, por lo que se debe tomar en cuenta los factores de almacenamiento a mantener (esencialmente la humedad) para mantenerlos óptimos para su uso, pero en algunas ocasiones se ha adquirido insumos cuya calidad era baja y añadiéndole los factores climáticos de cada lugar, se terminó perdiendo la materia prima, generando pérdidas

para la empresa, aunque no es común que esto suceda, solo fueron pocos los casos que se han registrado.

De lo mencionado previamente se puede concluir que las deficiencias de la gestión de inventarios en la empresa giran en torno a la falta de una metodología definida y la estructura de almacenamiento de materiales provisional que se utiliza, por lo que la propuesta se enfoca en solventar estas deficiencias.

Descripción del proyecto de construcción seleccionado

El contrato de construcción seleccionado como objeto de estudio del presente proyecto es una vivienda de 3 pisos valorada en \$138.779,55; ubicada en el cantón Píllaro, la cual cuenta con planta baja como área social compuesta por una sala, comedor, 1 baño y cocina, un primer piso que está compuesto por un dormitorio máster con baño privado y 3 dormitorios estándar de los cuales 2 tienen baño privado, y en el tercer piso se ha construido 1 dormitorio para invitados con su baño privado en conjunto a un cuarto de máquinas para lavandería y fuera de esta zona se tiene un acceso a una terraza libre. En lo referido a la parte externa de la casa, se ha construido una cisterna para que sirva como reservorio de agua con sus respectivas bombas, una zona de parqueadero de vehículos con capacidad de 3 autos y un área verde para uso social; y para delimitar la zona de la vivienda se construyó un cerramiento que tiene una altura media de 2.75 m. En la Figura 10 se muestra la imagen renderizada (información en 3D convertida en una imagen 2D) del proyecto a desarrollarse.



Figura 10: Vivienda de estudio renderizada

Las dimensiones de construcción totales establecidas en el contrato se muestran en la Tabla 3:

Tabla 3: Desglose económico general de la vivienda modelo.

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO (\$)	TOTAL (\$)	OBSERVACION
Obra Vertical	266.57	m2	427,50	113.958,50	Vivienda terminada
Obra Lineal	89.00	ml	106,45	9.474,05	Cerramiento
Obra áreas verdes	190.00	m2	14,50	2.755,00	Área Exterior
Obra peatonal exterior	60.00	m2	55,20	3.312,00	Veredas áreas externas
Muebles closet, cocina, baños	58.00	ml	135,00	7.830,00	Interior de Vivienda
Granito en cocina	10.00	ml	145,00	1.450,00	Cocina
TOTAL:				138.779,55	Dólares americanos

Para una comprensión de las abreviaturas de las unidades de dimensionamiento utilizadas en la Tabla 3 y las que se utilicen a continuación se presenta la Tabla 4 con un glosario de la terminología a usar.

Tabla 4: Glosario de unidades de dimensionamiento

Abreviatura	Unidad	Descripción
m	Metro	Medida de longitud
m2	Metro cuadrado	Medida de área
m3	Metro cúbico	Medida de volumen
ml	Metro lineal	Medida de longitud utilizada para dimensionar el trabajo realizado por metro con un valor de ancho específico
kg	Kilogramo	Medida de peso
u	Unidad	Se refiere a una unidad de material
pto	Punto	Describe a todos los materiales usados para la instalación de una sección determinada. Utilizado generalmente para instalaciones eléctricas y de agua
glb	Global	Describe a todos los materiales usados para la instalación de cierto componente
cc	Centímetro cúbico	Medida de volumen
gal	Galón	Medida de volumen
juego	Juego	Describe a todos los materiales usados para la instalación de cierto componente

Actividades de construcción de la vivienda modelo

El primer paso para iniciar la construcción de una vivienda es definir las actividades que se deben ir realizando, con lo cual se cuenta dentro de la empresa ya que tienen definido un esquema con todas las actividades necesarias para la construcción de una vivienda de forma estándar y se van añadiendo actividades en base a los requerimientos del cliente. Para el desarrollo de la vivienda seleccionada en el estudio se extrajo el cuadro con todas las actividades definidas en el contrato de construcción, que se encuentra en el Anexo 1, al cual se añade la duración de cada proceso de construcción, que se encuentra descrito en la Tabla 5.

Es necesario mencionar que en el presente proyecto se analizan solamente las actividades de construcción realizadas netamente por la empresa, no las subcontratadas, ya que como se indicó previamente, dentro de la empresa no cuentan con todo el personal y equipo para el desarrollo de ciertas actividades, las cuales son subcontratadas a terceros; estas actividades son las instalaciones eléctricas, marcos y ventanas, muebles, algunos acabados como son gypsum, marmolería, carpintería y pintura.

Una vez definidas todas las actividades a realizar, se analiza las dimensiones que tendrá cada actividad para lo cual se establece una unidad de medida para cada una de ellas, con el fin de representar el trabajo que se realizará para mejor comprensión de los clientes y trabajadores del proyecto.

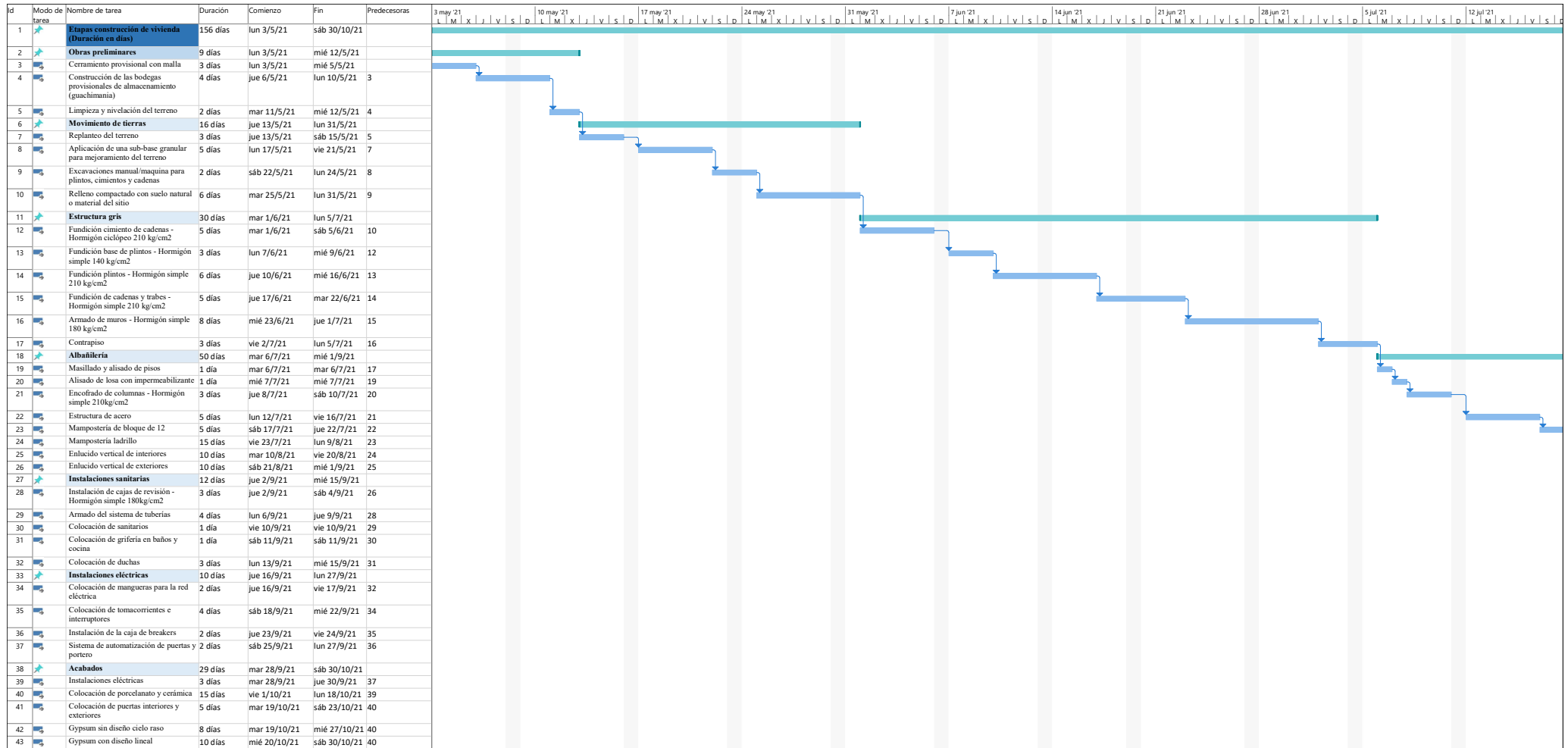
Tabla 5: Duración de las actividades de construcción

Etapas construcción de vivienda (Duración en días)		
Subestructura	Obras preliminares	Duración
	Cerramiento provisional con malla	9
	Construcción de las bodegas provisionales de almacenamiento (guachimania)	
	Limpieza y nivelación del terreno	
	Movimiento de tierras	Duración
	Replanteo del terreno	16
	Aplicación de una sub-base granular para mejoramiento del terreno	
	Excavaciones manual/maquina para plintos, cimientos y cadenas	

Etapas construcción de vivienda (Duración en días)		
	Relleno compactado con suelo natural o material del sitio	
	Estructura gris	Duración
	Fundición cimiento de cadenas - Hormigón ciclópeo 210 kg/cm ²	30
	Fundición base de plintos - Hormigón simple 140 kg/cm ²	
	Fundición plintos - Hormigón simple 210 kg/cm ²	
	Fundición de cadenas y trabes - Hormigón simple 210 kg/cm ²	
	Armado de muros - Hormigón simple 180 kg/cm ²	
	Contrapiso	
Superestructura	Albañilería	Duración
	Masillado y alisado de pisos	50
	Alisado de losa con impermeabilizante	
	Encofrado de columnas - Hormigón simple 210kg/cm ²	
	Estructura de acero	
	Mampostería de bloque de 12	
	Mampostería ladrillo	
	Enlucido vertical de interiores	
	Enlucido vertical de exteriores	
	Instalaciones sanitarias	Duración
	Instalación de cajas de revisión - Hormigón simple 180kg/cm ²	12
	Armado del sistema de tuberías	
	Colocación de sanitarios	
	Colocación de grifería en baños y cocina	
	Colocación de duchas	
	Instalaciones eléctricas	Duración
	Colocación de mangueras para la red eléctrica	10
	Colocación de tomacorrientes e interruptores	
	Instalación de la caja de breakers	
	Sistema de automatización de puertas y portero	
	Acabados	Duración
	Colocación de porcelanato y cerámica	29
	Colocación de puertas interiores y exteriores	
Instalaciones eléctricas		
Gypsum sin diseño cielo raso		
Gypsum con diseño lineal		

Para ilustrar de mejor manera el desarrollo del proyecto en la Figura 11 se encuentra el diagrama de Gantt de las actividades de construcción desarrolladas.

Figura 11: Diagrama de Gantt de las actividades de construcción



Proyecto: Duración Actividades
Fecha: mar 12/4/22

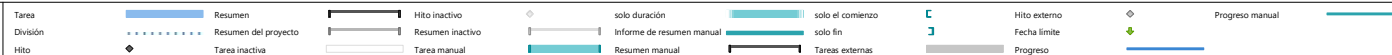
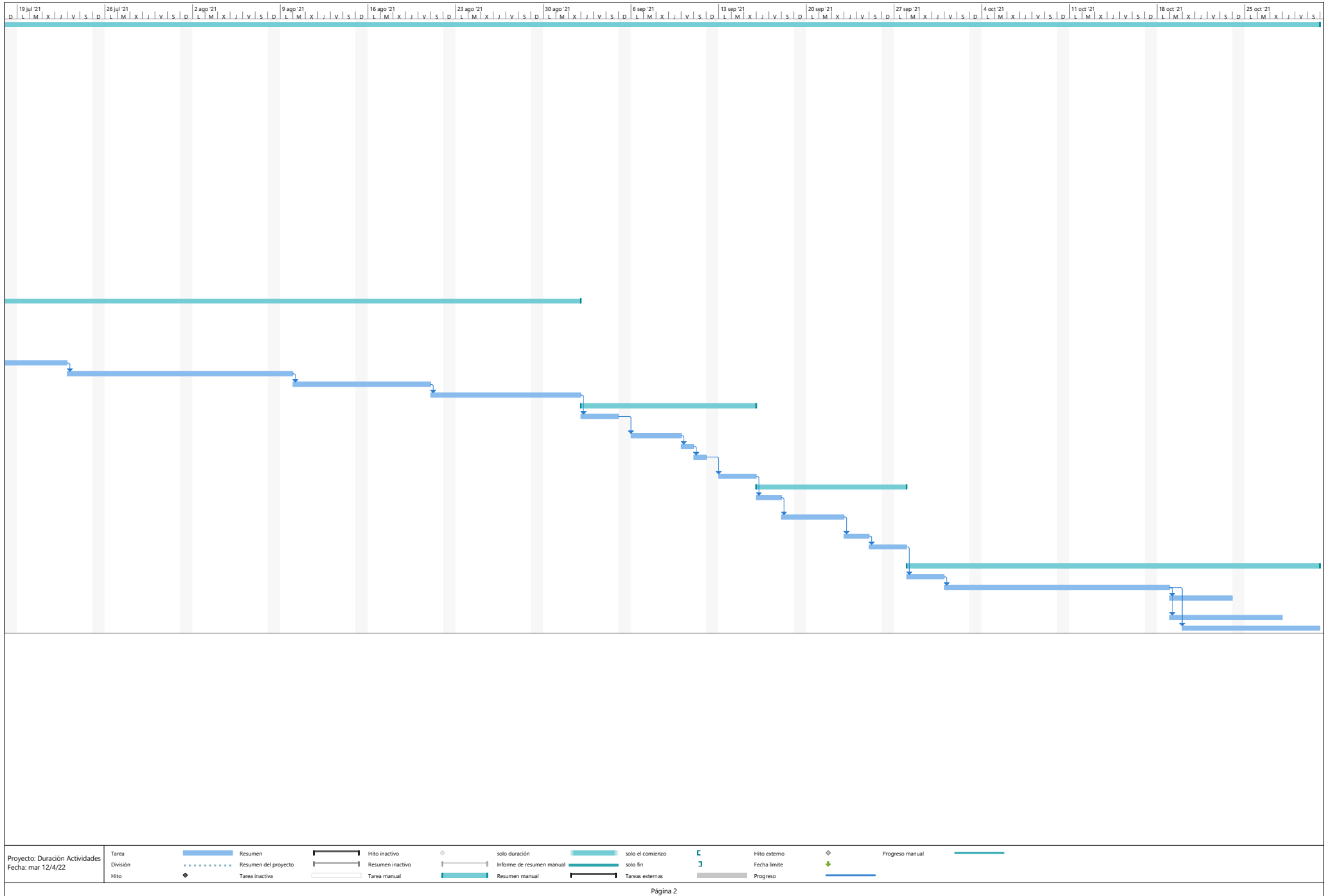


Figura 11: Diagrama de Gantt de las actividades de construcción (continuación)



Un punto importante para destacar es que la mayor parte de los datos presentados y que utilizan a continuación se han obtenido a través de la entrevista realizada al ingeniero responsable del desarrollo de obras civiles, cuya estructura se muestra en el Anexo 2.

Las actividades realizadas en la vivienda modelo, en donde se desglosa la cantidad de trabajo por unidad de trabajo se muestran en el Anexo 3, lo que permite dimensionar adecuadamente la magnitud de cada una de ellas en el desarrollo del proyecto.

Materiales utilizados en la construcción de la vivienda modelo

Una vez definidas las etapas de la construcción, se puede determinar que materiales se utilizan en cada una de ellas, con el fin de identificar en cuales se invierte mayor cantidad de dinero y así establecer la metodología de administración de inventarios que mejore la condición actual de la empresa, estos materiales se encuentran en el Anexo 4.

Cada actividad tiene su respectivo APU (Análisis de Precio Unitario), el cual analiza la inversión necesaria para el desarrollo de una unidad de las actividades respectivamente, todo ello en términos de mano de obra, maquinaria, materiales y transporte; lo cual la empresa maneja de manera clara para realizar los cálculos de obra, analizando los costos, así como las ganancias netas que se tendrán y de esta forma llevar cuentas claras con los clientes. De los APU que maneja la empresa se extrajo los materiales utilizados en cada fase, tomando en cuenta el precio unitario y el porcentaje de utilización para cada unidad definida, aquí se destaca que los costos que se manejan por cada material son los que se pagan directamente con el proveedor, independiente de la cantidad que se adquiera, así como el costo del transporte, esto gracias a un acuerdo que se tiene con su distribuidor.

Aplicación del diagrama ABC

Los materiales que se utilizan en cada actividad de construcción son de gran variedad, pero si existen algunos que tienden a utilizarse más que otros, por lo que para poder determinar cuáles son los que representan una mayor inversión económica se aplica el

diagrama ABC o también conocido como diagrama de Pareto, en el cual se delimitan en 3 categorías los materiales que mayor dinero representan.

El primero paso para aplicar esta metodología es acumular todos los materiales utilizados para determinar el aporte total que representa, y como previamente se definieron las actividades de construcción con las respectivas unidades de dimensionamiento, se multiplica el valor estimado para la construcción por la cantidad del material utilizado en la realización de 1 unidad, obteniéndose el total para esa fase. Se realiza este paso en cada actividad, y una vez obtenido el total, se acumulan los materiales que se han repetido en otras fases ordenándolos de forma alfabética y sumando las cantidades totales lo cual se muestra en el Anexo 5.

Una vez obtenido el total de los materiales utilizados en la construcción de la vivienda modelo se puede determinar en qué grupo de materiales se ha invertido la mayor cantidad de dinero, para ello se debe multiplicar la cantidad del material por el precio unitario de cada uno de ellos respectivamente, con los valores monetarios correspondientes se aplican filtros para ordenarlos de mayor a menor catalogándolos del material más costoso al más barato en la construcción.

Para el análisis de Pareto se debe identificar los “pocos y vitales” en términos de porcentaje, por lo que se realiza una sumatoria de todos los costos, que en el caso de la vivienda modelo es de \$44.168,42, para calcular el porcentaje unitario de cada material dividiendo su costo por el total, y posteriormente el porcentaje acumulado de los materiales para definir las 3 categorías del diagrama ABC. El diagrama de Pareto permite identificar los materiales que deben tener políticas de administración de inventarios más especializadas, por lo que su aplicación es fundamental para el desarrollo de la propuesta; en la Tabla 6 se muestra su realización.

Tabla 6: Cálculos del diagrama de Pareto de materiales empleados en la construcción de la vivienda modelo

Descripción	Unidad	Cantidad total	V. Unitario	Costo total	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Categoría
Cemento	kg	65.921,34	0,16	10.547,41	23,88%	23,880%	Categoría A
Hierro en barras	kg	7.875,00	1,2	9.450,00	21,40%	45,275%	
Ladrillo	u	35.065,00	0,13	4.558,45	10,32%	55,596%	
Arena	m3	195,63	11,25	2.200,82	4,98%	60,579%	
Cerámica para pared 40x40	m2	164,73	11,500	1.894,40	4,29%	64,868%	
Granito o cuarzo gama media ancho 0,6 metros	m	13,00	139,50	1.813,50	4,11%	68,974%	
Ripio triturado 3/4"	m3	102,96	16,25	1.673,10	3,79%	72,762%	
Madera aserrada	u	433,79	3,5	1.518,25	3,44%	76,199%	
Bondex	saco	78,70	14,00	1.101,80	2,49%	78,694%	
Chamba kikuyo	m2	200,00	3,40	680,00	1,54%	80,233%	
Pasamano acero niquelado	m	15,00	39,00	585,00	1,32%	81,558%	Categoría B
Muebles de MDF o melamina terminada	u	4,00	145,00	580,00	1,31%	82,871%	
Adoquín decorativo gama media	m2	40,00	13,00	520,00	1,18%	84,048%	
Mezcladora para lavabo gama media	u	8,00	57,20	457,60	1,04%	85,084%	
Porcelanato nacional	m2	35,80	12,00	429,60	0,97%	86,057%	
Inodoro tanque bajo descarga	u	6,00	65,00	390,00	0,88%	86,940%	
Desagüe PVC 110mm	m	60,00	5,90	354,00	0,80%	87,741%	
Alambre galvanizado # 18	rollo	7,50	45	337,50	0,76%	88,505%	
Ripio triturado de 1/2"	m3	23,88	13,88	331,48	0,75%	89,256%	
Cerradura principal gama media	u	2,00	115,00	230,00	0,52%	89,777%	
Ducha con mezcladora gama media	u	4,00	57,43	229,72	0,52%	90,297%	
Accesorios de instalación (colocación) en madera	glb	4,00	55,00	220,00	0,50%	90,795%	
Acero estructural	kg	60,00	3,2	192,00	0,43%	91,230%	
Lavamanos empotrable en mesón	u	6,00	27,60	165,60	0,37%	91,604%	
Subbase granular clase 2	m3	15,41	10,500	161,78	0,37%	91,971%	
Piedra bola	m3	17,83	8,75	156,03	0,35%	92,324%	

Tabla 6: Cálculos del diagrama de Pareto de materiales empleados en la construcción de la vivienda modelo (continuación)

Descripción	Unidad	Cantidad total	V. Unitario	Costo total	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Categoría
Cerradura KWIKSET polo (latón brillante)	m2	11,00	14,000	154,00	0,35%	92,673%	
Agua	m3	150,13	1,00	150,13	0,34%	93,013%	
Pingos	u	135,24	1,10	148,77	0,34%	93,349%	
Lamina de zinc trapez, galvanizada de 0,18 mm.* 3.05 m.*0,80 m	u	7,60	19,20	145,92	0,33%	93,680%	
Rejilla de interior de piso 110mm niquelada	u	8,00	15,00	120,00	0,27%	93,951%	
Accesorios de instalación (colocación) en MDF	glb	2,00	55,00	110,00	0,25%	94,201%	
Electrodos	glb	5,00	21	105,00	0,24%	94,438%	
Accesorios de inodoros (llave angular y juego de accesorios)	u	6,00	16,60	99,60	0,23%	94,664%	
Accesorios de baño plateado incluye platina y tornillos de fijación	glb	4,00	24,50	98,00	0,22%	94,886%	
Cementina	kg	1.398,80	0,070	97,36	0,22%	95,106%	
Pozo de cocina doble acero inoxidable gama media	u	1,00	96,21	96,21	0,22%	95,324%	Categoría C
Accesorios de instalación perfilera decorativa	glb	3,00	30,00	90,00	0,20%	95,528%	
Concreto común de planta f'c=2000 psi	m3	1,14	78,710	89,73	0,20%	95,731%	
Rejilla de exterior de piso 110mm con trampa desarenadora	u	8,00	11,00	88,00	0,20%	95,930%	
Bloque para mampostería	u	300,00	0,280	84,00	0,19%	96,120%	
Flores de jardín 2	u	100,00	0,800	80,00	0,18%	96,301%	
Teja ondulada de zinc para cubierta	u	10,00	7,920	79,20	0,18%	96,481%	
Cuartones de encofrado	u	28,00	2,70	75,60	0,17%	96,652%	
Accesorios de lavamanos (tubo de abasto y juego de accesorios)	u	6,00	12,60	75,60	0,17%	96,823%	
Flores de jardín 1	u	300,00	0,250	75,00	0,17%	96,993%	
Emporador	u	32,30	2,280	73,64	0,17%	97,159%	
Tablero triplex corriente 1.22X2.44x9cact1	u	7,40	9,80	72,52	0,16%	97,324%	

Tabla 6: Cálculos del diagrama de Pareto de materiales empleados en la construcción de la vivienda modelo (continuación)

Descripción	Unidad	Cantidad total	V. Unitario	Costo total	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Categoría
Empore acrílico	u	2,90	25,00	72,50	0,16%	97,488%	
Tubería PVC 1/2" agua caliente	m	40,00	1,80	72,00	0,16%	97,651%	
Tabla dura de encofrado de 0,20	u	29,76	2,20	65,47	0,15%	97,799%	
Ciprés	u	8,00	8,00	64,00	0,14%	97,944%	
Arrayan	u	4,00	12,00	48,00	0,11%	98,053%	
teflón	u	40,00	1,20	48,00	0,11%	98,161%	
Llave de paso 1" Calco	u	5,00	9,41	47,05	0,11%	98,268%	
Tubería PVC 20mm x 2Mpa 3m	u	28,31	1,6	45,31	0,11%	98,37%	
Sifón PVC desagüe 110mm	u	5,00	8,97	44,85	0,10%	98,47%	
Impermeabilizante para morteros	galón	1,44	30	43,20	0,10%	98,57%	
Estacas	u	205,00	0,20	41,00	0,09%	98,66%	
Limón	u	4,00	10,00	40,00	0,09%	98,75%	
Cuartón de madera (dos usos)	u	23,96	1,63	39,06	0,09%	98,84%	
Mojones de cemento	u	37,20	1,00	37,20	0,08%	98,93%	
Buganvilia	u	3,00	12,00	36,00	0,08%	99,01%	
Sifón PVC desagüe 75mm	u	5,00	6,55	32,75	0,07%	99,08%	
Unión universal PVC 1/2" caliente	u	12,00	2,70	32,40	0,07%	99,15%	
Tiras de Madera 2,5 x 2,0x 250 cm	u	37,20	0,80	29,76	0,07%	99,22%	
Codo PVC 1/2" agua caliente	u	12,00	2,20	26,40	0,06%	99,28%	
Clavos de 2 a 2 1/2"	kg	5,80	4,00	23,19	0,05%	99,33%	
Tabla chapa ordinario para puerta de 2*0,20*0,02 m.	u	5,00	4,580	22,90	0,05%	99,39%	
Vara rolliza promedio 7 cm *3.00 m	u	7,60	3,00	22,80	0,05%	99,44%	
Tubo PVC 110 mm desagüe tipo B	u	2,00	11,25	22,50	0,05%	99,49%	
Unión universal PVC 1/2" agua fría	u	12,00	1,80	21,60	0,05%	99,54%	
Codo PVC 1/2" agua fría	u	12,00	1,60	19,20	0,04%	99,58%	
Acero de refuerzo fc=4200kg/cm2	kg	14,00	1,33	18,62	0,04%	99,62%	

Tabla 6: Cálculos del diagrama de Pareto de materiales empleados en la construcción de la vivienda modelo (continuación)

Descripción	Unidad	Cantidad total	V. Unitario	Costo total	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Categoría
Accesorios PVC para instalación	glb	6,00	3,00	18,00	0,04%	99,66%	
Tubo PVC 75 mm desagüe tipo B	m	2,00	8,65	17,30	0,04%	99,70%	
Perfil estructural C18	u	0,76	18,95	14,40	0,03%	99,74%	
Permite tubo pequeño	u	5,75	2,50	14,38	0,03%	99,77%	
Tubería PVC 1/2" agua fría	m	12,00	0,95	11,40	0,03%	99,79%	
Clavos de 2 a 2 1/2-3" a 3 1/2"	kg	18,60	0,60	11,16	0,03%	99,82%	
Teflón rollo	rollo	28,00	0,30	8,40	0,02%	99,84%	
Porcelana	kg	7,16	1,14	8,16	0,02%	99,86%	
Poliuretano frasco	u	0,50	15,00	7,50	0,02%	99,87%	
Clavos 2 a 4 "	kg	7,00	1,00	7,00	0,02%	99,89%	
Tiras de eucalipto 2.5x2x250 (cm) rústica	u	16,00	0,43	6,88	0,02%	99,91%	
Accesorios PVC 110 mm	u	0,50	12,26	6,13	0,01%	99,92%	
Soldadura 60/11x1/8" tipo indura	kg	1,60	3,13	5,01	0,01%	99,93%	
Poli pega	cc	500,00	0,01	5,00	0,01%	99,94%	
Poli pega	u	3,00	1,50	4,50	0,01%	99,95%	
Accesorios PVC 75 mm	u	0,50	7,30	3,65	0,01%	99,96%	
Crucetas 2 mm	u	71,60	0,05	3,58	0,01%	99,97%	
Estacones de madera de 3 m.	u	3,80	0,800	3,04	0,01%	99,98%	
Silicona	u	0,30	10,00	3,00	0,01%	99,98%	
Aditivo	kg	1,22	2,25	2,73	0,01%	99,99%	
Angulo 50 * 3 mm	m	1,00	2,17	2,17	0,00%	99,99%	
Bisagra de acero de 3", portacandado de 3".	u	2,50	0,600	1,50	0,00%	99,99%	
Estacas	u	4,42	0,2	0,88	0,00%	99,99%	
Clavos de 2" con cabeza	kg	1,90	0,300	0,57	0,00%	100,000%	

El diagrama de Pareto se muestra a continuación en la Figura 12:

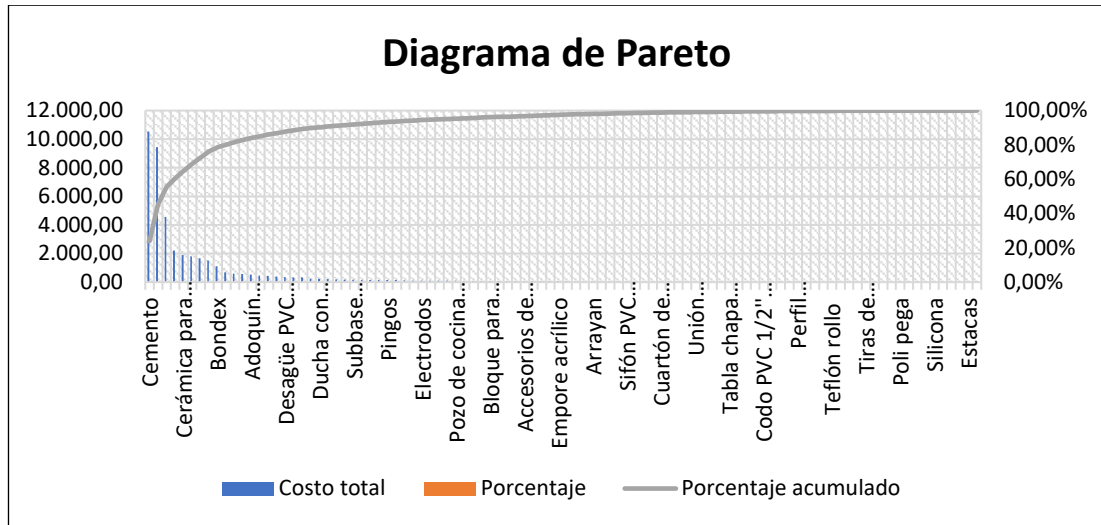


Figura 12: Diagrama de Pareto de materiales utilizados en la vivienda modelo

Conclusiones del diagrama: Los materiales que representan la mayor parte de la inversión realizada (80%) son los incluidos en la categoría A, los cuales deben ser el objetivo primordial para la aplicación del modelo de gestión de inventarios adecuado, y en cuanto a la categoría B, a pesar de representar hasta el 15% del capital, su influencia no se compara a los de la primera categoría, además si se analizan los materiales que la componen, estos en su mayoría son utilizados por períodos de tiempo relativamente cortos y resulta conveniente realizar un solo pedido con la totalidad del material cuando este sea requerido, siempre y cuando la seguridad del área de almacenamiento lo permita. Y en cuanto a la categoría C, que compone el 5% de la inversión, se propone el mismo plan de acción que en la categoría C.

Definición del modelo de gestión de inventarios a aplicar

Una vez clasificados los productos y seleccionados los que se someterán a un modelo de gestión de inventarios, se debe definir cual es el más apropiado para el caso de estudio, considerando el grado de conocimiento de la demanda y las magnitudes que se conocen. La demanda es determinística, ya que se conoce las cantidades totales que se requieren de cada uno de ellos para el desarrollo del proyecto de construcción, por tanto, los modelos que se pueden aplicar son el de cantidad económica de pedido y sus diferentes variantes más representativas que se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7: Modelos determinísticos de gestión de inventarios

Modelos determinísticos	Condiciones de aplicación
EOQ tradicional	La demanda del producto es uniforme El tiempo de entrega (lead time) es constante El reaprovisionamiento se da de forma total, y no por partes
EOQ con faltantes o agotamiento	Comparte las mismas condiciones del modelo tradicional, pero en este caso el cliente acepta tener faltantes, por lo que se debe calcular este costo en el análisis de costos totales.
EOQ con reabastecimiento uniforme	Comparte las mismas condiciones del modelo tradicional a excepción del reaprovisionamiento, que en este caso se da de forma parcial. Aplicado cuando se tienen líneas de ensamble que envía productos uno a uno.
EOQ con descuentos por cantidad	Comparte las mismas condiciones del modelo tradicional, pero en este caso se debe aplicar cuando existe algún descuento con el proveedor por volúmenes grandes de compra.

Para cada modelo determinístico de gestión de inventario se tienen las siguientes consideraciones:

- EOQ tradicional: Se cumplen todas las condiciones del modelo.
- EOQ con faltantes o agotamiento: No se puede aceptar faltantes ya que los trabajadores (clientes internos) no pueden avanzar si no existe material, y se desaprovecharía la mano de obra y el dinero invertido en ellos.
- EOQ con reabastecimiento uniforme: El proveedor puede realizar pedidos totales y no parciales, y la naturaleza del trabajo no tiene similitud a una línea de ensamblaje.
- EOQ con descuentos por cantidad: Tal como se mencionó previamente, la empresa maneja costos fijos por los materiales por un acuerdo realizado por ambas partes, por lo que no existe ningún tipo de descuento por la cantidad del material solicitado.

Por tanto, el método seleccionado a aplicar es el de cantidad óptima de pedido (EOQ) ya que es el único que cumple las condiciones mencionadas y en cuanto a las magnitudes que se deben manejar se pueden calcular con los datos del proyecto [30].

Costos de inventario

Previo a la aplicación del modelo EOQ en los materiales seleccionados hay que definir ciertos valores como son los costos para realizar un pedido y de almacenamiento, los cuales son necesarios para el cálculo correspondiente. Para determinar el lote óptimo de pedido es necesario trabajar en base a un periodo de tiempo para su análisis, siendo así que la obra de construcción tiene una duración de 6 meses, por tanto, lo más conveniente es asignar 1 mes como base de estudio para los cálculos respectivos.

Costos de lanzamiento de pedido: Se analizan a todos los involucrados en el proceso necesario para realizar un pedido, donde se analiza la participación del personal, materiales, equipos, transporte y comunicaciones.

El análisis de los recursos se los categorizó en 3 tipos, para los recursos humanos se toma en cuenta al personal que invirtió su tiempo para realizar el pedido analizando el salario que tiene y el porcentaje de participación del tiempo de trabajo; en el área de equipos hay que basarse en el precio del insumo y los años de vida útil que tiene, obteniendo el costo relativo mensual del dispositivo y con el analizamos el porcentaje de intervención del equipo utilizado en el lanzamiento del pedido; y finalmente en el área de comunicaciones se encuentran los costos referentes a las interacciones necesarias en la empresa para realizar el pedido, para lo cual se toma en cuenta el costo mensual que se invierte y su respectivo porcentaje de participación.

En la sección de recursos humanos se debe realizar un cálculo previo correspondiente al salario que percibe el personal, por lo que el cálculo del salario neto de cada persona se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8: Salario del personal involucrado en el lanzamiento de pedidos

Personal	Sueldo	Fondo de Reserva	Aporte IESS	Décimo Tercer Sueldo	Décimo Cuarto	Líquido a pagar
Ingeniero calculista	600	49,98	66,90	50,00	35,42	668,50
Asistente de contabilidad	425	35,40	47,39	35,42	35,42	483,85
Secretario	425	35,40	47,39	35,42	35,42	483,85
Bodeguero	425	35,40	47,39	35,42	35,42	483,85

Aplicando la ecuación (4) se obtiene el costo de lanzamiento de pedido que tiene la empresa, que en la Tabla 9 se muestran todos los costos involucrados.

Tabla 9: Costo de lanzamiento de pedido

Recursos	Ítem	Costos		Participación (%)	Costo mensual (\$)
	Personal	Salarios (\$)			
Humanos	Ingeniero calculista	668,5		15	100,275
	Asistente de contabilidad	510,23		10	51,023
	Secretario	483,85		5	24,1925
	Bodeguero	483,85		20	96,77
Equipos	Dispositivos	Precio (\$)	Vida útil (años)	Participación (%)	Costo mensual (\$)
	Computador 1	800,00	4	15	2,5
	Computador 2	800,00	4	15	2,5
	Teléfono	150,00	2	15	0,93
	Impresora	375,00	5	15	0,93
Comunicaciones	Dispositivos	Costo (\$)		Participación (%)	Costo mensual (\$)
	Internet	24,99		15	3,74
	Redes telefónicas	20,59		20	4,11
Costo total					\$287,00
Número de pedidos promedio (mes)					12
Costo de lanzamiento de pedido					\$23,91

La sumatoria de todos estos costos debe ser dividida para la cantidad promedio de pedidos que se realizan en un mes, de esta forma se puede establecer el costo unitario de cada pedido, que es igual a \$23,91 ya que en promedio se manejan 12 pedidos mensuales, y el costo total para la realización de todos los pedidos en el tiempo de construcción de la vivienda modelo es de \$287,00.

Costos de almacenamiento: Para obtener el costo de almacenamiento de cada material es necesario realizar un análisis inicial de los costos de almacenamiento general, como en el caso del costo de pedido, surgiendo en este apartado la misma consideración de los salarios del personal involucrado en el mantenimiento del material, estos cálculos se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10: Salario del personal involucrado en el almacenamiento de materiales

Personal	Sueldo	Fondo de Reserva	Aporte IESS	Décimo Tercer Sueldo	Décimo Cuarto	Liquidado a pagar
Bodeguero	425	35,40	47,39	35,42	35,42	483,85
Asistente de contabilidad	425	35,40	47,39	35,42	35,42	483,85
Secretario	425	35,40	47,39	35,42	35,42	483,85
Ingeniero responsable del desarrollo de obras	600	49,98	66,90	50,00	35,42	668,50

Una vez definido el salario neto del personal, se puede aplicar la ecuación (1) para obtener el costo de almacenamiento mensual, como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11: Costos generales de almacenamiento

Ítem	Ítem	Costos		Participación en el proyecto (%)	Costo mensual (\$)
	Personal	Salarios (\$)			
Recursos humanos	Bodeguero	480,00	30	145,15	
	Asistente de contabilidad	450,00	10	48,38	
	Secretario	250,50	10	48,38	
	Ingeniero responsable del desarrollo de obras	750,00	20	133,70	
Servicios básicos	Servicio	Costo mensual (\$)	Participación (%)	Costo mensual (\$)	
	Agua	100,00	5	5,00	
	Luz	40,00	70	28,00	
	Telecomunicaciones	30,00	10	3,00	
Equipos y estructuras del almacén	Material	Unidad	Cantidad	Costo total (\$)	Costo mensual (\$)
	Pallets de madera	unidad	4,00	36,00	6,00
	Planchas de zinc	unidad	10,00	79,20	13,20
	Pingos de madera	unidad	9,00	22,50	3,75
	Cemento	saco	15,00	112,50	18,75
	Bloque	unidad	300,00	84,00	14,00
	Puerta armada de madera	unidad	1,00	22,90	3,82
	Bisagras de acero	unidad	3,00	1,80	0,30
Pérdidas de materiales	Material	Unidad	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo mensual (\$)
	Cemento	saco	1	7,50	7,50
	Madera	tira	10	2,70	27,00
	Pingos de madera	unidad	4	2,50	10,00
	Alambre galvanizado	rollo	0,17	7,50	1,25
Hierro	kg	10	1,20	12,00	

Tabla 11: Costos generales de almacenamiento (continuación)

Uso del espacio	Descripción	Costo total por el tiempo de construcción (\$)		Costo mensual (\$)
	Pago al municipio de Pillaro por el uso de las calles para depositar las cargas de arena y ripio	360		60
Seguridad	Descripción	Salario (\$)	Intervención (%)	Costo mensual (\$)
	Persona encargada del cuidado de la bodega	425	20	85
Costo total de almacenamiento mensual				\$674,19
Costo total de almacenamiento (6 meses por la duración del proyecto)				\$4.045,14

Acumulando el costo mensual por la duración del proyecto que es igual a 6 meses, se tiene un valor total de \$4.045,14, con el cual se puede estimar el valor porcentual que representa este costo en relación al valor de la mercancía mantenida en almacenamiento en el período de análisis, para ello se debe enlistar los materiales que se utilizaron y definir las cantidades máximas y mínimas de stock que se puede mantener en el área de construcción por un mes de trabajo, con los cuales se obtiene la media y se multiplica por el precio unitario de cada ítem, para finalizar se realiza la sumatoria de todos estos valores y se multiplica por la duración total de la obra (6 meses) para obtener el precio total, como se muestra en el Anexo 6.

Obtenida la sumatoria de los costos de la cantidad media de las unidades almacenadas igual a \$9.762,86 mensuales, se puede aplicar la ecuación (2) para determinar el costo porcentual de almacenamiento de cada material.

$$\%Ca = \frac{\$4.045,14}{\$9.762,86 \times 6} \times 100$$

$$\%Ca = 6,90\%$$

Para el cálculo total de los costos de almacenamiento se debe añadir el porcentaje correspondiente a la utilidad de los materiales en el caso de no ser almacenados, llamado costo de oportunidad, por lo que para la obtención de este valor se considera la inversión del dinero invertido en la cantidad media de materiales a plazo fijo en una institución bancaria, que en la empresa trabajan con la Cooperativa de ahorro y crédito

San Martín de Tisaleo, que por los \$58.577,16 ofrecen un interés anual del 12% al ser cliente preferencial. Por tanto, se tiene un 1% mensual que al ser acumulado por la duración del proyecto da un total de 6%, que aplicando la ecuación (3) se lo acumula con el porcentaje previamente calculado.

$$\%Ca_T = 6,90\% + 6\%$$

$$\%Ca_T = 12,90\%$$

El valor porcentual total de los costos de almacenamiento debe ser multiplicado por el precio unitario de cada material para obtener su valor en unidades monetarias, y de esta manera se tiene un costo de almacenamiento subjetivo de cada material ya que al trabajar con un valor porcentual se tienen diferentes valores para cada tipo de insumo.

Materiales de la Categoría A con factibilidad de aplicación del modelo

Se busca aplicar el modelo de cantidad óptima de pedido, para determinar la cantidad económica de pedido en la cual se mantenga un equilibrio en los costos de pedido y de mantenimiento, conservando un eficiente sistema de gestión de inventarios que evite incurrir en gastos innecesarios, pero en algunos casos dentro de esta categoría resulta impráctico ya que algunos de ellos se ocupan por determinados rangos de tiempo y no durante todo el tiempo de trabajo, o a su vez se utilizan una sola vez; por lo que la aplicación del modelo resulta innecesaria para ellos, por ejemplo, el granito, uno de los materiales más costosos, es utilizado en los mesones de cocina y se utiliza por pocos días, por lo que se realiza un solo pedido con la totalidad del material; y en otros casos no es factible en la aplicación real utilizar este método, como son los ladrillos, la arena y el ripio ya que se manejan cantidades altas que ocuparían una gran área de almacenamiento, razón por la cual se tiene un pedido inicial con una cantidad adecuada con el espacio de almacenamiento disponible y se realizan pedidos nuevos de material al terminarse su stock. Por tanto, se han seleccionado ciertos materiales a los que se puede aplicar el modelo EOQ, que se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12: Materiales con posibilidad de aplicación del modelo EOQ

Descripción	Unidad	Cantidad total	Valor Unitario (\$)	Costo total (\$)	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Cemento	kg	65.921,34	0,16	10.547,41	23,88%	23,880%
Hierro en barras	kg	7.875,00	1,2	9.450,00	21,40%	45,275%
Madera aserrada	u	433,79	3,5	1.518,25	3,44%	76,199%
Cerámica para pared 40x40	m2	164,73	11,500	1.894,40	4,29%	64,868%
Bondex	saco	78,70	14,00	1.101,80	2,49%	78,694%

Parámetros de inventarios de la categoría A

Con el objetivo de establecer los parámetros que limitan el nivel de existencias de los materiales de esta categoría se debe definir los valores de inventario máximo, mínimo y de seguridad, esto mediante la aplicación de las ecuaciones correspondientes; en los cálculos respectivos se habla de un consumo medio de material que es igual a la división de la demanda total por el número de días hábiles de trabajo. Se toma como modelo de cálculo al cemento para la aplicación de estas ecuaciones.

- **Inventario de seguridad:** Tomando en cuenta los valores que requiere la aplicación de la ecuación (8), para el cemento se tiene que:

DM: 422,57 kg

PME: 10 días

PE: 7 días

$$SS = (10 - 7) \times 422,57$$

$$SS = 1.267,72 \text{ kg}$$

- **Inventario mínimo:** Aplicando la ecuación (9) se obtiene:

DM: 422,57 kg

Lt: 7 días

$$SM = 422,57 \times 7$$

$$SM = 2.958,01 \text{ kg}$$

- **Inventario máximo:** Mediante la ecuación (10) se calcula:

DM: 422,57 kg

Lt: 7 días

SS: 1521,26 kg

$$SMx = (422,57 \times 7) + 1.267,72$$

$$SMx = 4.225,73 \text{ kg}$$

Ahora bien, este valor de inventario máximo debe acumularse al valor de la cantidad óptima de pedido para obtener el valor real aplicable al caso de estudio.

Los parámetros de inventarios de los demás materiales de esta categoría se encuentran en la Tabla 13.

Tabla 13: Parámetros de inventarios de la categoría A

Descripción	Unidad	Demanda	Días Laborados	PME	PE	SS	SM	SMx
Cemento	kg	65.921,34	156	10	7	1.267,72	2.958,01	4.225,73
Madera aserrada	u	433,79				8,34	19,46	27,81
Cerámica para pared 40x40	m2	164,73	32			15,44	36,03	51,48
Bondex	saco	78,7				7,38	17,22	24,59
Hierro en barras	kg	7.875,00	55			429,55	1.002,27	1.431,82

Las unidades que dimensionan cada material se mantienen para los valores calculados, además que los días laborables varían en los materiales, ya que se refiere a la cantidad de días que el material es utilizado en la construcción del proyecto, la cual varía dependiendo del tipo de material.

Aplicación del modelo seleccionado en la categoría A

Como guía de aplicación general se muestra a continuación el cálculo individual para el cemento, reemplazando los valores en la ecuación (5) del modelo EOQ se tiene:

- **D:** 65921,34kg

- **Cp:** \$23,91
- **PU:** \$0.16
- **Ca:** 12,90%

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times 65921,34 \times 23,91}{0,16 \times 12,90\%}}$$

$$Q = 12361,00 \text{ kg}$$

La cantidad económica para ordenar cemento son 12816,16 kg, que en términos de trabajo real se manejan sacos los cuales tienen 50 kg, por tanto, se debe realizar pedidos de 247,22 sacos, que equivale a 248 sacos por ordenar como la cantidad óptima para equilibrar los costos de pedido y almacenamiento; y para determinar la cantidad de pedidos que se deben realizar, es necesario aplicar la ecuación (6).

$$Np = \frac{65921,34}{12361,00}$$

$$Np = 5,33 \approx 5 \text{ pedidos}$$

Aplicando la ecuación, se obtuvo que se deben realizar un total de 5 pedidos en el período de construcción.

Los cálculos realizados permiten definir las cantidades óptimas de pedido y el número total de pedidos que se deben realizar, los cuales se han aproximado a su entero más cercano, por lo que si se multiplica con la cantidad óptima (Q) no corresponderá a la cantidad de demanda, así que en el último pedido que se realiza se recomienda pedir la cantidad faltante para la construcción.

El mismo proceso aplicado para el cemento como el material que más inversión requiere en el proyecto, se aplicará para los demás materiales correspondientes a la categoría A, lo cual se muestra resumido en la Tabla 14.

Tabla 14: Cantidad óptima de pedido para los materiales de la categoría A

Descripción	Unidad	Precio unitario	Demanda	Cp (\$)	%Ca	Q	Número de pedidos
Cemento	kg	0,16	65.921,34	23,92	12,90%	12.361,00	5
Hierro en barras	kg	1,2	7.875,00			1560,04	5
Madera aserrada	u	3,5	433,79			214,39	2
Cerámica para pared 40x40	m2	11,5	164,73			72,89	2
Bondex	saco	14	78,7			45,66	2

El hierro en barras presenta un inconveniente, las dimensiones que tienen las varillas no permite almacenarles apropiadamente y si se las deja al aire libre estarán expuestas a todos los factores externos que terminan degradando su calidad y también podrían ser hurtadas, razón por la cual, en la actualidad se realizan pedidos que cubran la demanda semanal evitando así este tipo de problemas, pero con el modelo aplicado se debe mantener un inventario en obra para minimizar los costos de almacenamiento y pedido, que con la situación actual de la empresa resulta imposible, por lo que se tratara este problema más adelante.

Punto de pedido: Para un manejo adecuado de estos materiales se establece también el punto de pedido de forma que se mantenga un flujo de trabajo constante y saber cuándo realizar un nuevo pedido. Para definir el punto de reorden se debe conocer el consumo medio, inventario de seguridad, así como el tiempo de entrega de un pedido por parte de los proveedores, que en este caso es de 7 días, por lo que solo resta aplicar la ecuación (7), que para el cemento se tiene que:

$$ROP = 1521,26 + (507,09 \times 7)$$

$$ROP = 5070,87 \text{ kg}$$

El punto de reorden para el cemento es de 5070,87 kg que equivale a 102 sacos de cemento, lo cual significa que cuando se llegue a esa cantidad en inventarios, se debe lanzar una nueva orden de pedido con la cantidad definida en el EOQ. Los valores de ROP de los demás materiales se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15: ROP de la categoría A

Descripción	Unidad	Demanda	Días Laborados	SS	DM	Lt	ROP
Cemento	kg	65.921,34	156	1.267,72	422,57	7	4.225,73
Madera aserrada	u	433,79		8,34	2,78		27,81
Cerámica para pared 40x40	m2	164,73	32	15,44	5,15		51,48
Bondex	saco	78,7		7,38	2,46		24,59
Hierro en barras	kg	7.875,00	55	429,55	143,18		1.431,82

Los 3 primeros materiales mantienen 156 días como laborables ya que se los utiliza por casi toda la duración del proyecto considerando 6 días laborables a la semana, pero en el caso de la cerámica para pared y el bondex, son usados por un intervalo de 32 días, así que tomando en cuenta dicha consideración se aplica la ecuación para obtener su punto de pedido.

Para revisar que los niveles de inventario de los materiales no disminuyen del punto de pedido se sugiere mantener un registro de las existencias con la ayuda de fichas de entrada y salida de materiales.

Comportamiento del nivel de inventario

Al aplicar el modelo EOQ se establecen las cantidades de pedido, así como el punto de reorden cuando debe generarse un nuevo pedido, por lo que para comprender el movimiento del nivel de existencias se lo representa mediante una gráfica que cuente con estos valores, y el consumo a través del tiempo de cada uno de los materiales.

- En la Figura 13 se muestra el comportamiento del cemento.

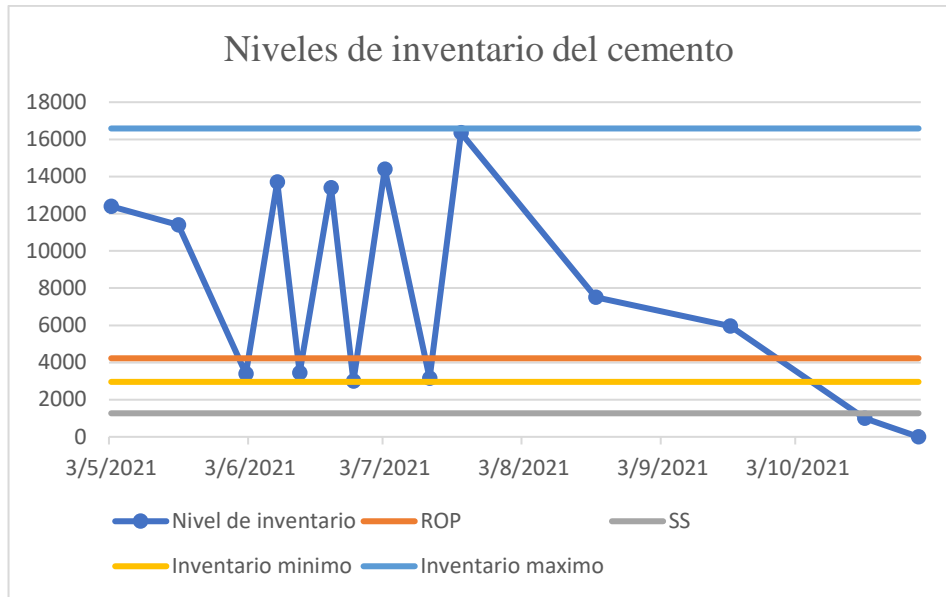


Figura 13: Comportamiento del nivel de inventario del cemento

Una consideración especial de este material es que en los momentos en que la cantidad requerida es considerablemente alta (por ejemplo, en la fundición de losas) la empresa opta por contratar los denominados “mixer” que son los vehículos que transportan hormigón premezclado, estos tienen una capacidad de 7 m³ y suplen de material en estas etapas en que se necesitan en grandes cantidades, por lo que no se presenta un descenso brusco del nivel del material que provoque pérdidas por faltantes.

- Para la madera aserrada, en la Figura 14 se muestra el movimiento de su nivel de inventario.

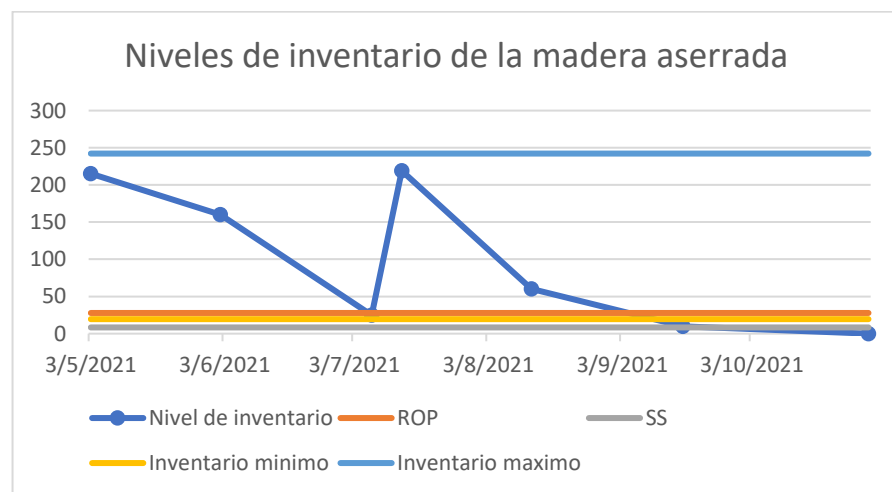


Figura 14: Comportamiento del nivel de inventario de la madera aserrada

- En cuanto la cerámica para pared se muestra su movimiento en la Figura 15.

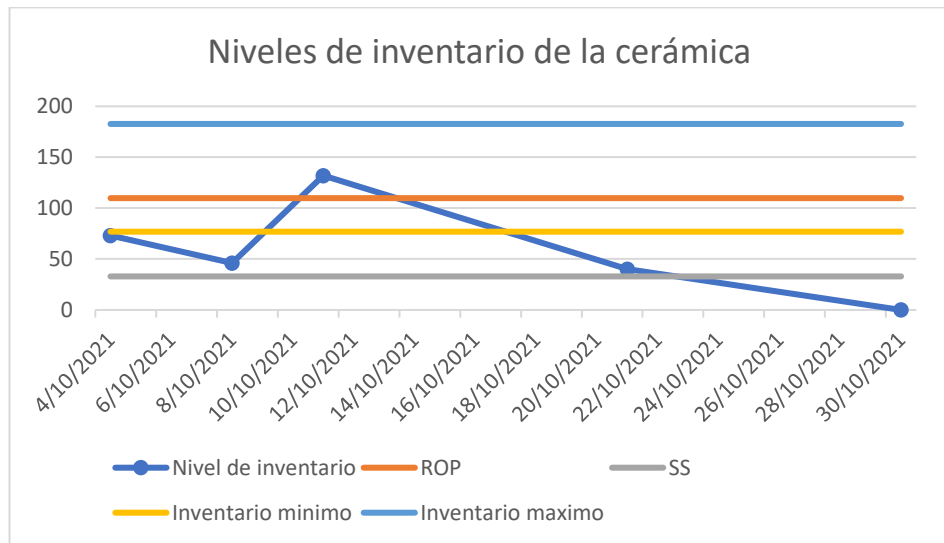


Figura 15: Comportamiento del nivel de inventario de la cerámica para pared

- Para el bondex, se muestra en la Figura 16 el comportamiento de su inventario.

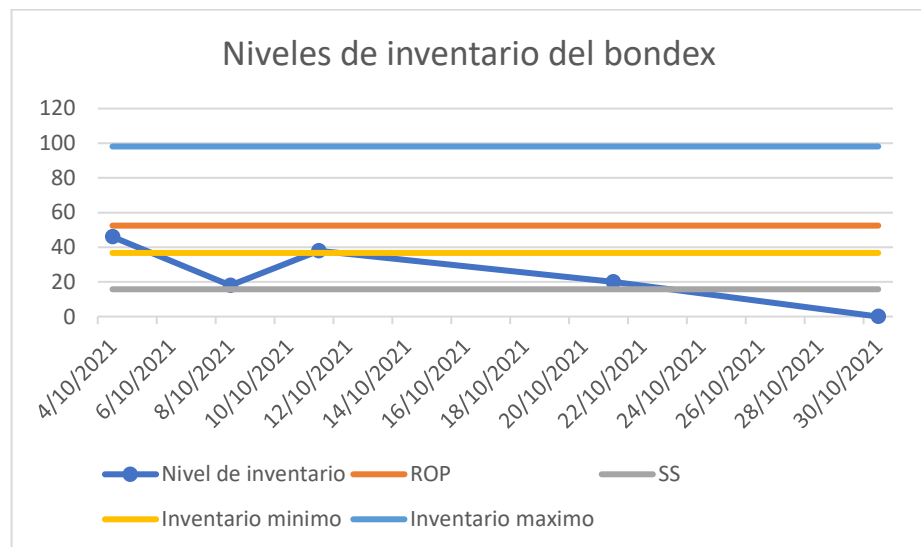


Figura 16: Comportamiento del nivel de inventario del bondex

- Finalmente, en la Figura 17 se muestra el movimiento del nivel de inventario del hierro en barras

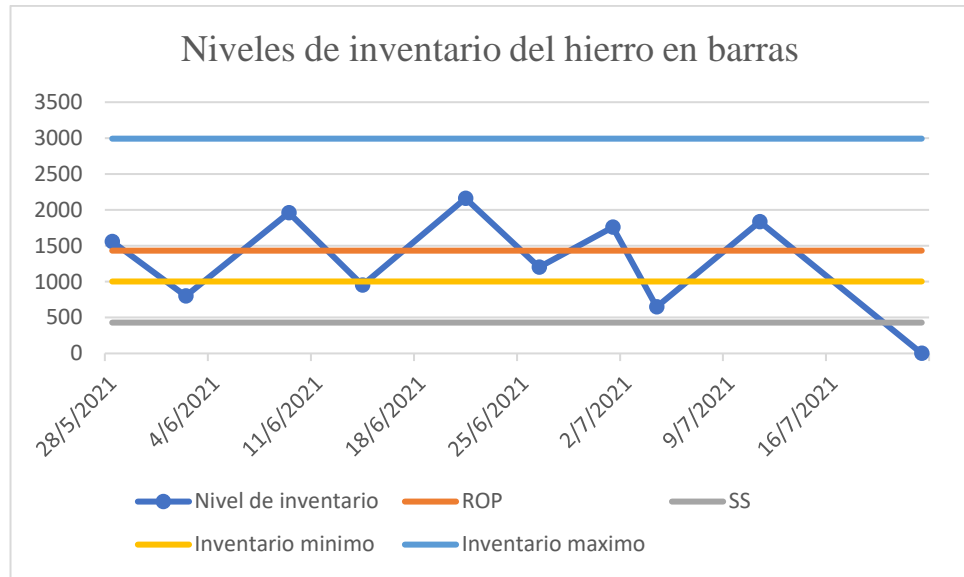


Figura 17: Comportamiento del nivel de inventario del hierro en barras

Los cambios en el nivel de inventario de cada material responden a la metodología aplicada, incrementando la cantidad de insumos en razón de la cantidad económica calculada (Q) y el número de pedidos calculados, evidenciando la eficiencia del modelo.

Análisis de los costos totales de inventario

Para comprobar la eficiencia de los modelos de administración de inventario utilizados, se debe comparar los costos generados en el proceso tradicional de la empresa con los costos obtenidos con la aplicación de la propuesta.

Costos de inventario totales del proceso tradicional

Para el cálculo de los costos del proceso tradicional se debe aplicar la ecuación (11), obteniéndose que:

$$TC = \$3.970,75 + \$1.177,84 + \$44.168,41$$

$$TC = \$49.317,02$$

Los cálculos correspondientes a esta ecuación se encuentran en el Anexo 8. Para una comprensión mejor de estos cálculos, se muestra en la Figura 18 los costos que componen al proceso tradicional.

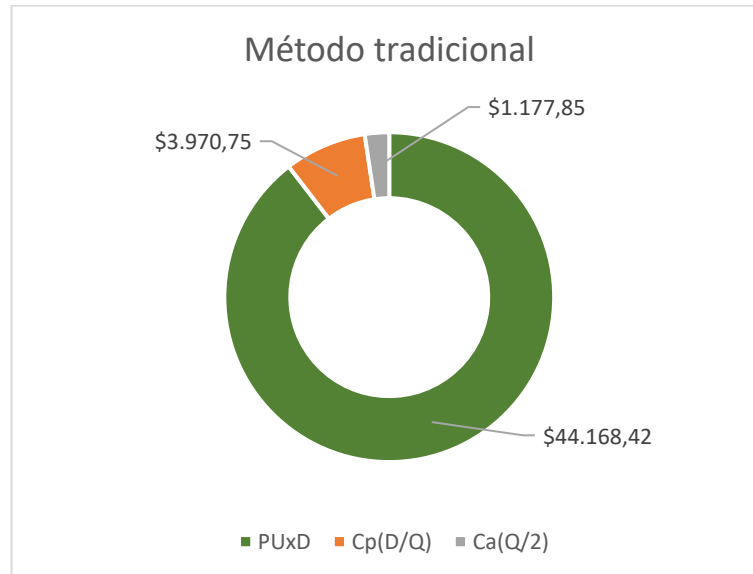


Figura 18: Costos de inventario del método tradicional

Costos de inventario totales de la propuesta

Como la propuesta maneja 3 categorías de materiales en base a la cantidad monetaria que representan, se debe calcular los costos de cada una de ellas de forma individual.

- Costos del modelo aplicado en la categoría A:** Para el modelo de cantidad económica de pedido se debe tomar en cuenta que se propone aplicarlo solo para ciertos materiales que en situaciones prácticas resulta conveniente utilizarlo, pero para el cálculo de los costos totales se ha considerado a todos los materiales de la categoría correspondiente a este modelo ya que de forma teórica se obtienen los valores óptimos de pedido, por tanto, utilizando la ecuación (11) se obtienen los costos totales de inventario para este modelo.

$$TC = \$670,09 + \$670,09 + \$35.437,76$$

$$TC = \$36.777,94$$

En la Figura 19 se puede observar los costos que componen esta categoría

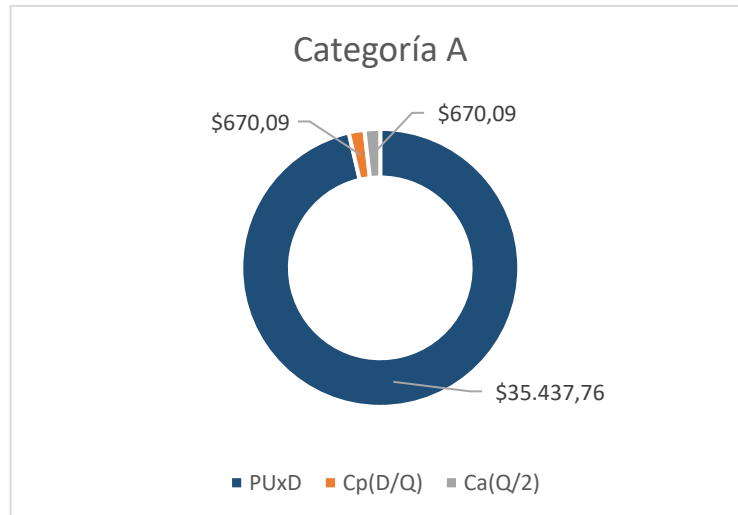


Figura 19: Costos de inventario de la categoría A

- **Costos de la categoría B:** Para esta categoría se aplica la ecuación (11) tomando en cuenta que se propuso realizar un solo pedido con la totalidad del material, obteniéndose:

$$TC = \$991,40 + \$415,88 + \$6.569,08$$

$$TC = \$7.976,38$$

Mediante la Figura 20 se expone de mejor forma estos costos.

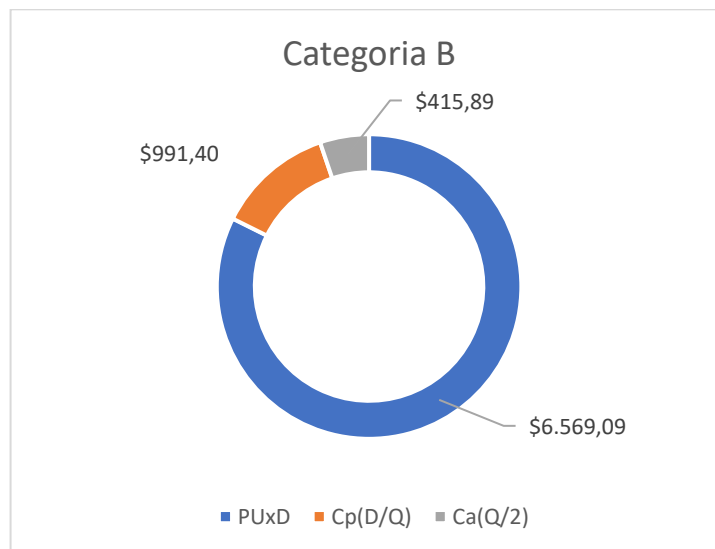


Figura 20: Costos de inventario de la categoría B

- **Costos de la categoría C:** Para la última categoría de los materiales no se cuenta con un modelo de administración de inventarios por su baja

representación económica y el corto tiempo de utilización que tienen en el proyecto de construcción, por lo que se aplica la ecuación (11) obteniéndose:

$$TC = \$1.544,15 + \$139,42 + \$2.161,59$$

$$TC = \$3.855,16$$

En la Figura 21 se muestran estos costos representados.

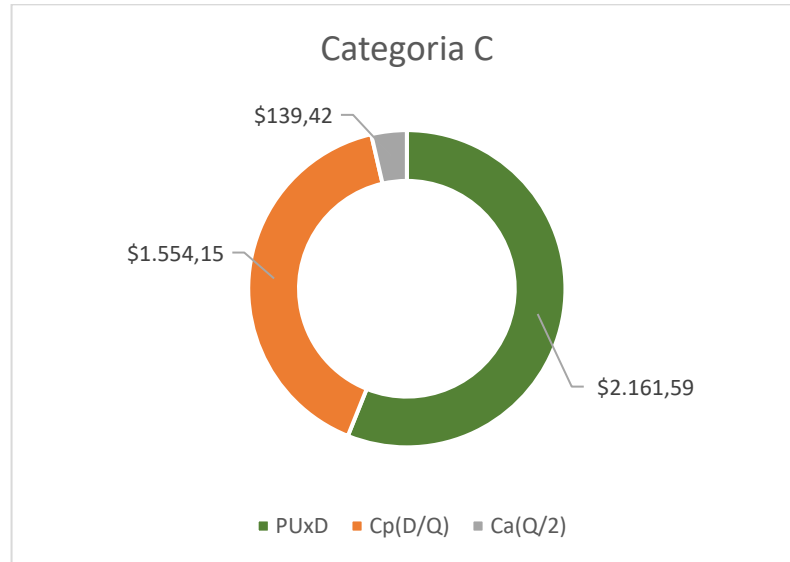


Figura 21: Costos de inventario de la categoría C

Los cálculos correspondientes a cada categoría se muestran en los Anexos 9,10 y 11 respectivamente.

Comparación de los costos del modelo tradicional y la propuesta

Acumulando los costos individuales asociados a cada una de las categorías con las que se trabajó se tiene que el costo total de inventarios que se obtendría aplicando la propuesta es de \$48.152,93, por tanto, en la Tabla 16 se muestra la comparación del modelo tradicional y la propuesta.

Tabla 16: Diferencia de costos totales de inventario entre el modelo tradicional y la propuesta

Método		Costo Total (TC)		Costos totales sin considerar la adquisición de materiales
Tradicional		\$48.720,64		\$4.552,23
Propuesta	Categoría A	\$36.777,94	\$48.609,48	\$4.441,07
	Categoría B	\$7.976,38		
	Categoría C	\$3.855,160		
		Diferencia		\$707,531

Con la aplicación de la propuesta se tendría un ahorro total de \$707,531 que comparando este valor con el de los costos totales sin tomar en cuenta la adquisición de los materiales, equivale al 13,74% del costo total del modelo tradicional, el cual beneficiaría a la empresa enormemente en todos sus futuros proyectos.

Almacenamiento de materiales en la empresa

En SAIBE CONSTRUCCIONES no se maneja una bodega general de materiales, ya que se trabaja para cada contrato y no se tienen sobrantes útiles de material, solamente se suele tener algunos pingos o Tablas que no ocupan una gran área de almacenamiento. Para los materiales necesarios en cada proyecto se ha optado por la construcción de bodegas de almacenamiento provisionales (denominadas guachimanías), cuya función es mantener una reserva de materiales en obra asegurando su cuidado ante los factores externos como lluvia o contaminantes que con el tiempo degradan su calidad, así como brindar cierto grado de seguridad para evitar intrusiones de terceras personas, pero como se analizó previamente, su construcción genera un gasto constante en cada proyecto constructivo, ya que no se puede reutilizar estos materiales al finalizar la construcción, por lo que es una clara fuga de capital que se debe eliminar para aumentar la rentabilidad de la empresa, por tanto, la propuesta gira alrededor de esta problemática, como se expone en la Figura 22.



Figura 22: Bodega provisional utilizada en SAIBE CONSTRUCCIONES

Costos actuales de la bodega provisional: La construcción de esta bodega conlleva ciertos gastos que no solo se relacionan a los materiales, sino también al tiempo del personal ocupado para su edificación (1 día de trabajo) así como de su desmantelamiento al finalizar el proyecto y el del personal designado para el cuidado del almacén. Estos costos se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17: Costos totales de la bodega provisional actual

Recursos	Material	Unidad	Cantidad	Precio unitario (\$)	Costo total (\$)
Equipos y estructuras del almacén	Pallets de madera	unidad	4,00	9	36,00
	Planchas de zinc	unidad	10,00	7,92	79,20
	Pingos de madera	unidad	9,00	2,5	22,50
	Cemento	saco	15,00	7,5	112,50
	Bloque	unidad	300,00	0,28	84,00
	Puerta armada de madera	unidad	1,00	22,9	22,90
	Bisagras de acero	unidad	3,00	0,6	1,80
Personal para la construcción y desmantelamiento de la bodega provisional	Personal	Cantidad	Salario	Intervención (%)	Costo (\$)
	Maestro albañil	1	600,00	3,33	39,96
	Albañil	3	500,00	3,33	99,9
	Peones	3	400,00	3,33	79,92
Seguridad	Descripción	Salario (\$)		Intervención (%)	Costo total (\$)
	Persona encargada del cuidado de la bodega	425		20	510
Costo total (\$)					1088,68

El costo de construir las bodegas provisionales en la actualidad asciende hasta los \$1088,68; cantidad que representa una gran fuga de capital para la empresa, y si consideramos un total de 2 proyectos de construcción por año, se tendría un total de \$2177,36 anuales que se invierten solo en este tipo de almacenes temporales.

Análisis del espacio requerido para el almacenamiento de materiales

Para establecer el espacio mínimo que debe tener la bodega destinada al almacenamiento de los materiales y equipos en el área de construcción, es necesario estimar las áreas que estos ocuparan dentro del almacén, así como diversos factores que se deben tomar en cuenta para que no se deterioren en el tiempo que permanecerán almacenados, para lo cual se debe analizar cada material individualmente con el fin de establecer las dimensiones finales que tendrá la bodega propuesta. El análisis de los materiales se debe aplicar solamente a los que pueden ser almacenados dentro de la bodega; materiales como arena o ripio que requieren grandes áreas de depósito no pueden ser considerados, pero materiales como cerámica, porcelanato, y demás insumos cuyos periodos de utilización no superan los 5 días entran en el estudio ya que la propuesta no solo busca solucionar el inconveniente de la reutilización de la bodega, si no también mejorar la seguridad de los materiales, que como se trató previamente, la bodega provisional es vulnerable a saqueos. El análisis de los materiales se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18: Análisis característico de los materiales

Material	Unidad	Cantidad total	Valor Unitario	Forma de almacenamiento	Dimensiones (cm)			Volumen (cm ³)	Peso (kg)
					Alto	Ancho	Largo		
Cemento	kg	65.921,34	0,16	Saco	43	15	66	42570	50
Hierro en barras	kg	7.875,00	1,2	Varilla	1-1,2-1,4-1,6	1-1,2-1,4-1,6	1200	2352	7,40
Cerámica para pared 40x40	m2	164,73	11,500	Caja de 12 unidades	45	15	45	24000	30
Madera aserrada	u	433,79	3,5	Tabla	22	2	230	10120	4
Bondex	saco	78,70	14,00	Saco	33	11	50	18150	25
Porcelanato nacional	m2	35,80	12,00	Cajas de 5 unidades	63	12	63	47628	25
Desagüe PVC 110mm	m	60,00	5,90	Tubería de 3 metros	11	11	300	36300	5
Alambre galvanizado # 18	rollo	7,50	45	Rollo	60	15	60	54000	20
Pingos	u	135,24	1,10	Pingo	10	10	250	25000	5
Rejilla de interior de piso 110mm niquelada	u	8,00	15,00	Rejilla	11	3	11	363	0,25
Cementina	kg	1.398,80	0,070	Saco	28	10	40	11200	20
Rejilla de exterior de piso 110mm con trampa desarenadora	u	8,00	11,00	Rejilla	11	5	11	605	0,3
Cuartones de encofrado	u	28,00	2,70	Cuartones de eucalipto	5	5	300	7500	4
Emporador	unidad	32,30	2,280	Bolsa	15	3	30	1350	2
Empore acrílico	u	2,90	25,00	Saco	30	30	30	27000	4,5
Tubería PVC 1/2" agua caliente	m	40,00	1,80	Tubería de 6 metros	1,2	1,2	600	864	
Tabla dura de encofrado de 0,20	unidad	29,76	2,20	Tabla	20	2	230	9200	3,8
Teflón	u	40,00	1,20	Rollo de teflón industrial	5	2	5	50	0,06
Sifón PVC desagüe 110mm	unidad	5,00	8,97	Sifón de desagüe	15	11	25	4125	0,25
Impermeabilizante para morteros	galon	1,44	30	Galón	40	10	20	8000	5
Estacas	u	205,00	0,20	Estacas	5	5	30	750	0.03

Tabla 18: Análisis característico de los materiales (continuación)

Material	Unidad	Cantidad total	Valor Unitario	Forma de almacenamiento	Dimensiones (cm)			Volumen (cm ³)	Peso (kg)
					Alto	Ancho	Largo		
Cuartón de madera (dos usos)	unidad	23,96	1,63	Cuartón de madera de monte	5	5	300	7500	4
Sifón PVC desagüe 75mm	unidad	5,00	6,55	Sifón de desagüe	12	8	20	1920	0,15
Tiras de Madera 2,5 x 2,0x 250 cm	unidad	37,20	0,80	Tabla	2,5	2	250	1250	1
Codo PVC 1/2" agua caliente	u	12,00	2,20	Codo PVC	5	3,5	5	87,5	0,1
Clavos de 2 a 2 1/2"	kg	5,80	4,00	Cajas de 30 lb	30	25	60	45000	13,6
Tubo PVC 110 mm desagüe tipo B	unidad	2,00	11,25	Tubería de 3 metros	11	11	300	36300	5
Unión universal PVC 1/2" agua fría	u	12,00	1,80	Uniones de tubería	6	6	6	216	0,2
Tubería PVC 20mm x 2Mpa 3m	unidad	28,31	1,60	Tubería de 6 metros	2	2	600	2400	8
Codo PVC 1/2" agua fría	u	12,00	1,60	Codo PVC	5	3,5	5	87,5	0,1
Tubo PVC 75 mm desagüe tipo B	m	2,00	8,65	Tubería de 3 metros	7,5	7,5	300	16875	0,75
Permatex tubo pequeño	unidad	5,75	2,50	Pasta en tubo	4	4	13	208	0,3
Tubería PVC 1/2" agua fría	m	12,00	0,95	Tubería de 6 metros	1,2	1,2	600	864	2
Clavos de 2 a 2 1/2-3" a 3 1/2"	kg	18,60	0,60	Cajas de 30 lb	30	25	60	45000	13,6
Teflón rollo	rollo	28,00	0,30	Rollo	8	3	8	192	0,06
Clavos 2 a 4 "	kg	7,00	1,00	Cajas de 30 lb	30	25	60	45000	13,6
Tiras de eucalipto 2.5x2x250 (cm) rústica	u	16,00	0,43	Tiras de madera	2,5	2	250	1250	7
Poli pega	cc	500,00	0,01	Frasco de 500 cc	10	10	15	1500	0,2
Poli pega	u	3,00	1,50	Frasco de 125 cc	5	5	5	125	0,1
Clavos de 2" con cabeza	kg	1,90	0,300	Cajas de 30 lb	30	25	60	45000	13,6

Diseño de la bodega de almacenamiento

La bodega debe tener las dimensiones suficientes para almacenar todos los materiales analizados, de los cuales el hierro en barras es el que presenta mayores problemas para la empresa, ya que su longitud limita la construcción de la bodega y como se busca identificar alguna opción que permita reutilizar su estructura, así como mejorar la seguridad de los materiales, de tal forma que la alternativa que se ajusta a las necesidades de la empresa es adquirir un contenedor de carga marítima la cual se expone en la Figura 23, y adecuarlo a las necesidades de almacenamiento que se presentan.



Figura 23: Contenedor marítimo [31]

Los contenedores marítimos son utilizados para el transporte de bienes de forma marítima para proteger la mercancía de los golpes y las inclemencias climáticas en el trayecto, por lo que su estructura es sólida y segura. A lo largo de los años, se ha estandarizado las dimensiones que deben tener para evitar problemas de organización en los medios marítimos, por lo que existen de 20 pies, 40 pies y una última categoría conocida como High Cube (HC), que es el mismo de 40 pies solo con una mayor altura disponible.

Para la propuesta se seleccionó al contenedor de 40 pies como la opción más adecuada, ya que su área disponible resulta adecuada para almacenar todos los materiales utilizados, que el de 20 pies no tiene y el HC ofrece mayor altura que no resulta útil en la bodega de almacenamiento. El contenedor seleccionado presenta las dimensiones mostradas en la Tabla 19.

Tabla 19: Dimensiones contenedor 40 pies

Dimensiones	Medidas		
	Externa (m)	Interna (m)	Puerta abierta (m)
Largo	12,19	12,03	-
Ancho	2,43	2,34	2,33
Alto	2,59	2,40	2,29

Las dimensiones del contenedor son más que adecuadas para ser utilizado como bodega de almacenamiento, pero es necesario realizar algunas adecuaciones a su estructura para que sea más funcional, la primera es un estante que recorra toda la longitud del contenedor para la organización del hierro en barras, el cual tendrá 2 anaqueles de 50x50 cm que permita una fácil manipulación del hierro y organización de las varillas para diferenciar los distintos diámetros que se adquieren, o bien utilizar uno de los estantes para el almacenamiento de los demás materiales como la tubería PVC, las cajas de cerámica, porcelanato, e incluso la madera aserrada que perfectamente pueden organizarse en el espacio disponible; y la parte superior puede ser aprovechada para la organización de herramientas y materiales cuya dimensión y peso se ajuste a las recomendaciones ergonómicas para el almacenamiento en estanterías. El anaquel mencionado se muestra en la Figura 24.

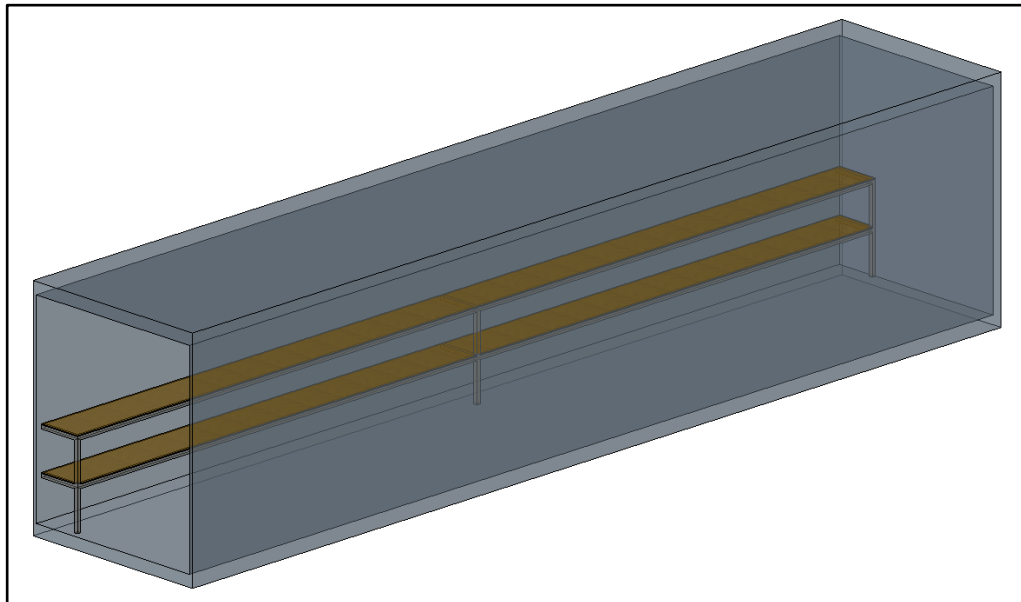


Figura 24: Anaquel de la propuesta de bodega

Una consideración a tener en cuenta es que el contenedor tiene 2 puertas de apertura muy grandes por lo que al momento de almacenar o retirar el hierro en barras no sería

útil tener que abrir constantemente la puerta, por lo que se diseñó una pequeña puerta que permita acceder a los estantes rápidamente, su dimensión es de 52x106 cm del mismo espesor que la puerta principal para que se pueda mantener la puerta izquierda inmovilizada la mayor parte del tiempo, y para acceder a la bodega solo se utilice la puerta derecha, como se muestra en la Figura 25.

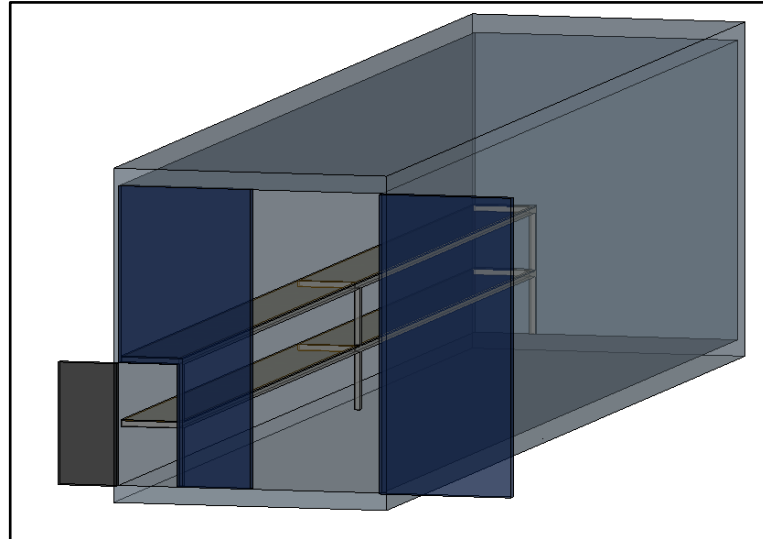


Figura 25: Puertas de la bodega propuesta

Hay que considerar el espacio que requiere el almacenamiento del cemento, en el cálculo de EOQ se debía pedir alrededor de 250 sacos de cemento, que a diferencia de la madera que se utiliza inmediatamente una gran cantidad del pedido por lo que en inventario no se mantienen muchas unidades, el cemento si mantiene grandes cantidades en bodega, se considera el espacio que ocupará dentro de la propuesta de bodega, abarcando 6,6 m de largo, 1,29 m de ancho y 1,8 m de alto, considerando las dimensiones de cada saco de cemento y permitiendo un espacio libre de medio metro con la estantería previamente mencionada, como se puede observar en la Figura 26.

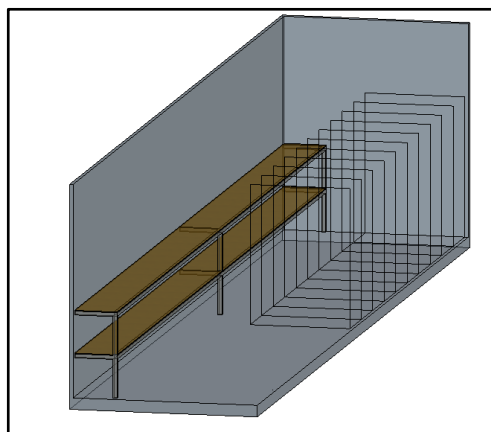


Figura 26: Espacio asignado para el almacenamiento de cemento en la bodega propuesta

Considerando el espacio que ocuparán los sacos de cemento se ha propuesto una adecuación más al contenedor marítimo seleccionado como bodega propuesta para la empresa, esta es la colocación de 3 cajones expuestos en la Figura 27 a una altura 115 metros para que no resulte incomodo para los trabajadores el almacenamiento y uso de los materiales, estos cajones tendran unas dimensiones de 80 cm de largo, 30 cm de ancho y 20 cm de profundidad y cada uno de ellos tendra en su parte superior una barra inclinada de 2 cm de diámetro y 30 cm de longitud, fija a la pared de la bodega, para que sirva como soporte para diferentes materiales y herramientas como rollo de cables, alambre, manguera, y herramientas de rápido acceso para los trabajadores.

Cada uno de los cajones mencionados deben estar cercanos a la puerta de acceso, alrededor de 1 m de distancia para evitar problemas al ingreso, con una separación entre ellos de 40 cm, y tendran su respectiva etiquetación para mejorar la organización de materiales, el primero es destinado para el acopio de accesorios de tuberías, rejillas, llaves, válvulas, teflón, y demás materiales utilizados en la red de agua de la vivienda; por tanto llevará la etiqueta: “Accesorios Agua”.

El segundo lleva la etiqueta: “Accesorios Eléctricos”, ya que será utilizado para almacenar los materiales eléctricos de la construcción como interruptores, cables, conectores, fusibles, canaletas, cinta, etc., y de esta forma permitir que la empresa almacene por si misma estos materiales y no depender del profesional contratado para su adquisición.

El último contenedor lleva la leyenda: “Varios”, donde se guardaran todos los materiales sobrantes de cualquier otra actividad como clavos, empore, polipega, crucetas y otros materiales de pequeñas dimensiones para evitar su pérdida.



Figura 27: Cajones de almacenamiento de accesorios

Deben estar ubicados a 1 metro de la puerta de ingreso, para que no lleguen a dificultar el acceso a la bodega y el personal se mueva con facilidad. En la Figura 28 se puede observar el diseño en la bodega propuesta de estos accesorios.

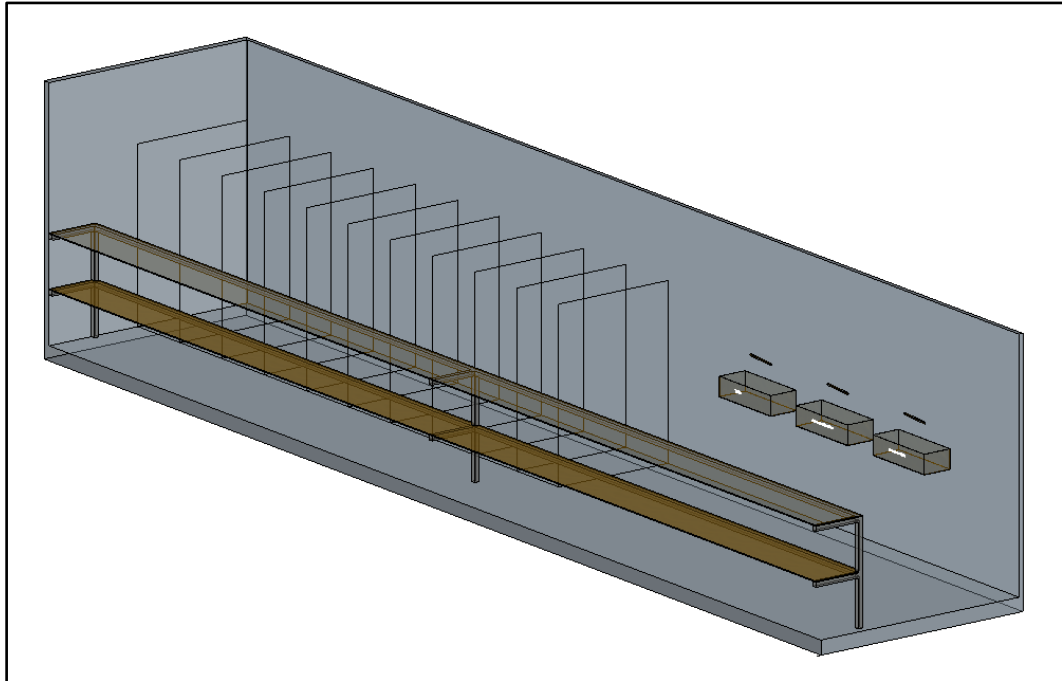


Figura 28: Cajones de almacenamiento de accesorios en la bodega propuesta

Con la aplicación de estos cambios en la estructura del contenedor, su utilización como bodega de almacenamiento resulta conveniente para la empresa ya que no solo se eliminan los costos de construcción sino que la seguridad del almacén mejora considerablemente y los trabajadores no perderán mucho tiempo en bodega para buscar algún material, ya que se realizará una inducción inicial para que se familiaricen con la estructura general de la bodega y su correcto aprovechamiento, de tal forma que cuando se encuentren trabajando en cualquier proyecto de la empresa tenga claro la organización de los materiales y se minimicen los tiempos muertos por transportes. La vista final del contenedor se puede apreciar en la Figura 29.

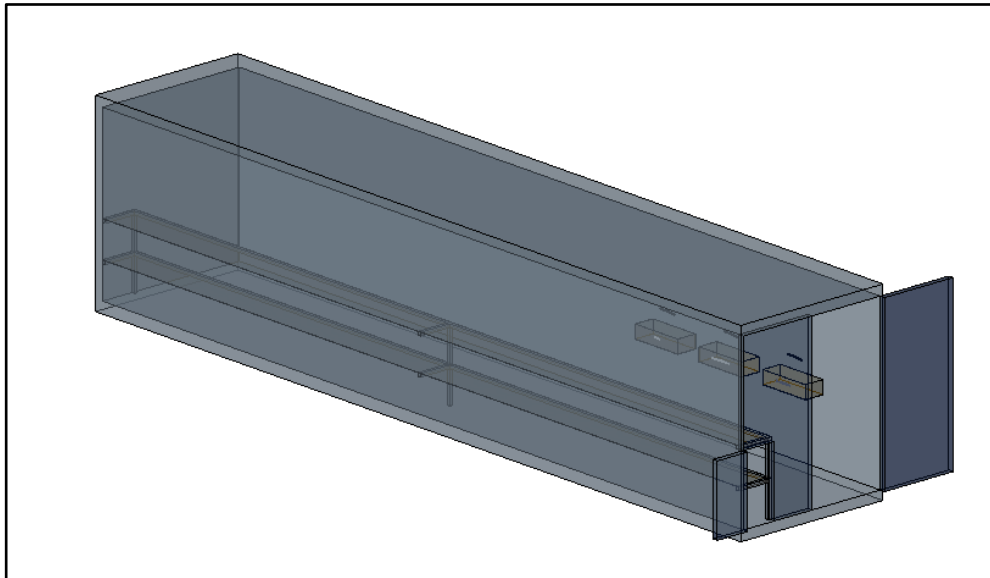


Figura 29: Bodega provisional propuesta

Los ajustes propuestos para el contenedor se han realizado tomando en cuenta diversas consideraciones ergonómicas diseñadas para almacenes como la altura de los estantes y cajones, el área de ingreso, organización y demás factores que permitirán evitar problemas en la salud de los trabajadores a corto y largo plazo [29].

Considerando las adecuaciones que tendrá el contenedor para que se ajuste a las necesidades de la empresa, los costos totales del contenedor se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20: Costos totales de la bodega propuesta

Costos	Descripción	Costo Total (\$)
Compra del contenedor marítimo	Adquisición de un contenedor de 40 pies	3400,00
	Transporte desde el lugar de compra hasta las instalaciones de la empresa	500,00
Adecuaciones de la bodega	La implementación de los cambios propuestos de la bodega (estanterías, puerta y bases)	952,00
Costo Total (\$)		4852,00

El costo del contenedor se puede cotizar mediante marketplace, donde se ofertan contenedores marítimos en la ciudad de Quito, y para la propuesta se consultó el costo

del contenido de 40 pies en conjunto con el precio logístico de transporte hasta las oficinas de la empresa.

Cabe recalcar que el costo de las adecuaciones del contenedor se determinó mediante una proforma (mostrada en el Anexo 12) dada por un profesional dedicado a la metalmecánica conocido de la empresa, estimando un precio real en el mercado de los cambios; además ya no se consideraría un costo de seguridad referente al bodeguero destinado a la vigilancia del almacén, ya que la estructura propuesta es sólida y su grado de seguridad es alto, por lo que no se requiere designar personal para la vigilancia continua de la bodega, sobretodo en el horario nocturno, ahorrando ese capital.

Ahora bien, este costo total de la bodega propuesta se debe dar con una proyección de 10 años ya que esta es la vida útil media que tiene un contenedor marítimo de forma natural, y pronosticando el desarrollo de 2 proyectos de construcción anuales se puede realizar una comparación de los costos netos de la bodega provisional que se construye en la actualidad, y el costo por la utilización de la propuesta, para ello se definen ciertos costos representativos:

Costos de la bodega: Referentes a la construcción de la bodega provisional en el método tradicional y en el caso de la propuesta se refiere a la compra y adecuación del contenedor.

Costo por proyecto: Se refiere al costo total de la bodega por cada proyecto de construcción, que para la propuesta es el mismo analizado previamente, y para la propuesta se ha dividido el costo total para el número de años de vida útil así como por el número de proyectos definido, con el fin de establecer el costo por cada proyecto.

Costos logísticos: Relativo el costo por transporte, siendo \$0 en el método tradicional ya que se lo contruye en el área del proyecto, pero para la propuesta si existe un costo por el transporte del contenedor, el cual varía dependiendo de la distancia entre las oficinas de la empresa hasta el lugar de construcción, pero para este cálculo se define un valor medio de \$100 para facilidad del cálculo, este valor se debe duplicar ya que se tienen 2 movilizaciones del contenedor, la primera al inicio del proyecto y la última cuando este finaliza.

Tomando en cuenta estos costos, se deben sumar los costos por proyecto y los logísticos, y multiplicarlos por el número de contratos de construcción previstos que se realicen al año para obtener el costo anual de almacén. Los cálculos resumidos se muestran en la Tabla 21.

Tabla 21: Comparación de costos entre la bodega tradicional y la propuesta

Modelo de bodega	Costos de la bodega	Costo por proyecto (\$)	Costos logísticos (\$)	Número de proyectos al año	Costo anual del almacén (\$)
Tradicional	1088,68	1088,68	0,00	2	2177,36
Propuesta	4852,00	242,60	200,00		885,20

La diferencia anual entre las 2 propuestas es de \$1292,16 que terminaría ahorrando la empresa aplicando la propuesta, que considerando la utilidad del contenedor de 10 años serían \$12921,60 netos de ahorro, optimizando así las ganancias a corto y largo plazo. Además de los beneficios monetarios mencionados, la propuesta mejora considerablemente la seguridad del almacén ante hurtos por terceras personas, y resguarda los insumos de las inclemencias climáticas evitando que existan desperdicios de materiales.

Manual de procedimientos para el manejo de la bodega

La redacción de un manual que guíe a los trabajadores y colaboradores de la empresa sobre las acciones que se deben seguir para el abastecimiento de materiales, así como la entrada y salida de materiales evitarán problemas de organización involucrados en el manejo de los insumos en el área de construcción, ya que con la información sobre las actividades de cada uno de estos procesos disponible para cualquier trabajador de la empresa se reconocen las responsabilidades de cada miembro de la organización y se tiene la secuencia lógica de las actividades que se deben realizar, mejorando así la eficiencia del personal. Como apoyo al manual de procedimientos también se ha desarrollado una ficha de entrada y salida de materiales, donde el trabajador encargado de la bodega puedan ir registrando los movimientos del material. La estructura de la ficha presenta un encabezado donde se encuentra el logo de la empresa, su nombre, descripción de la ficha, el código del documento, su versión y la cantidad de hojas; a continuación se muestra al responsable de bodega en el proyecto, la fecha de registro,

y unas casillas de selección para determinar si la ficha es de entrada o salida de materiales; finalmente se tiene una Tabla de 5 columnas, la primera es del número del registro del material, la siguiente muestra el nombre o descripción del material, después viene la unidad con la que se maneja (por ejemplo saco, bolsa, caja, Tabla, etc.), le sigue la cantidad, y finalmente alguna observación por parte del responsable de bodega. La estructura de la ficha de registro de materiales se encuentra en el Anexo 13 y el manual de procedimientos se muestra en el Anexo 14.

El manual de procedimientos contiene los pasos que se deben seguir para la planificación del abastecimiento, así como la entrada y salida de los materiales, por lo que a continuación se muestran los puntos más importantes que maneja dicho manual:

- La planificación del abastecimiento parte del diagrama de clasificación ABC de los materiales, que delimita los procedimientos que se deben seguir para la adquisición cada insumo dependiendo de la categoría a la que pertenece. En la Tabla 22 se muestra la ficha técnica que describe el procedimiento de adquisición para cada categoría de materiales.

Tabla 22: Ficha técnica de planificación del abastecimiento de materiales

Categoría	Modelo	Descripción	Ecuaciones	Aspectos importantes por considerar
A	Modelo de cantidad óptima de pedido (EOQ)	Determina la cantidad óptima de material que debe contener cada pedido	$Q = \sqrt{\frac{2 \times D \times C_p}{PU \times Ca}}$ $ROP = SS + (DM \times Lt)$	<p>Cantidad de materiales que debe contener cada pedido (Q)</p> <p>Nivel mínimo de existencias que indica la necesidad de realizar un nuevo pedido (ROP)</p>
B	Ninguno	No se aplica ningún método de administración de inventarios	—————	Se debe realizar un pedido con la totalidad del material al inicio del proyecto o de la etapa en vaya a ser requerido
C	Ninguno	No se aplica ningún método de administración de inventarios	—————	Se debe realizar un pedido con la totalidad del material al inicio del proyecto o de la etapa en vaya a ser requerido

- El ingreso de materiales tiene una serie de pasos que se muestran en la Figura 30 a través de un diagrama de flujo.

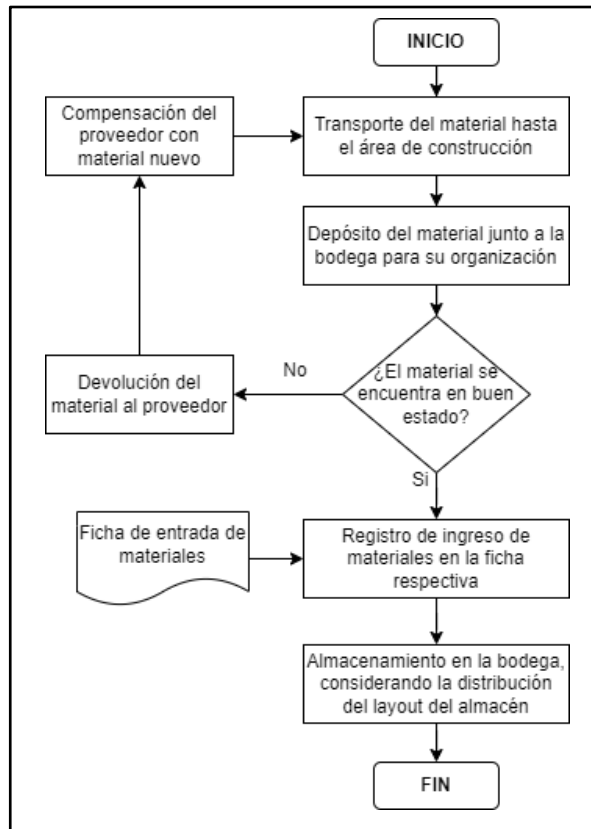


Figura 30: Diagrama de flujo del proceso de entrada de materiales

- Para la salida de los materiales también se trabaja con un diagrama de flujo que muestra la secuencia de las actividades para que un material salga de la bodega, considerando el tipo de abastecimiento al que se apega cada insumo que es requerido. En la Figura 31 se muestra el diagrama mencionado.

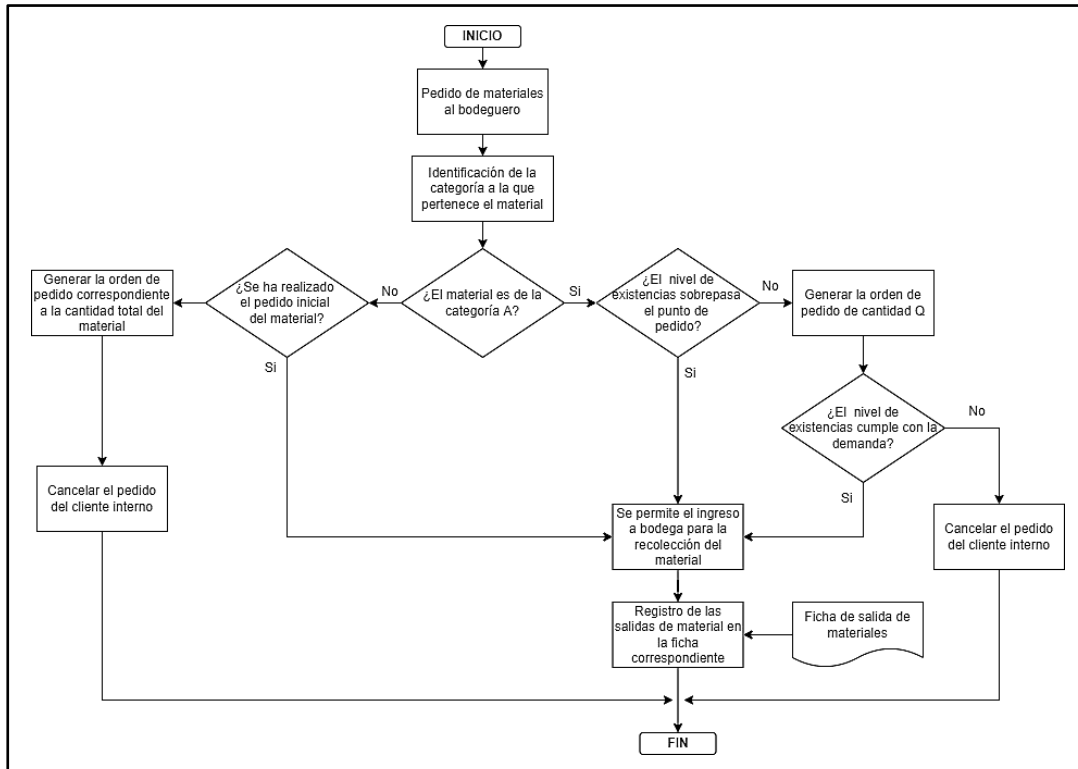


Figura 31: Diagrama de flujo del proceso de salida de materiales

- La estructura de la bodega de materiales que se utiliza debe ser de conocimiento general de todos los trabajadores y miembros de la empresa para evitar problemas de organización, confusiones y pérdidas de tiempo en general, por lo que en la parte exterior de la bodega, ya sea en la puerta de ingreso o la pared externa debe colocarse un plano que contenga las dimensiones y rotulados que guíen con facilidad a cualquier miembro de la organización en el ingreso respectivo. En la Figura 32 se encuentra el plano mencionado.

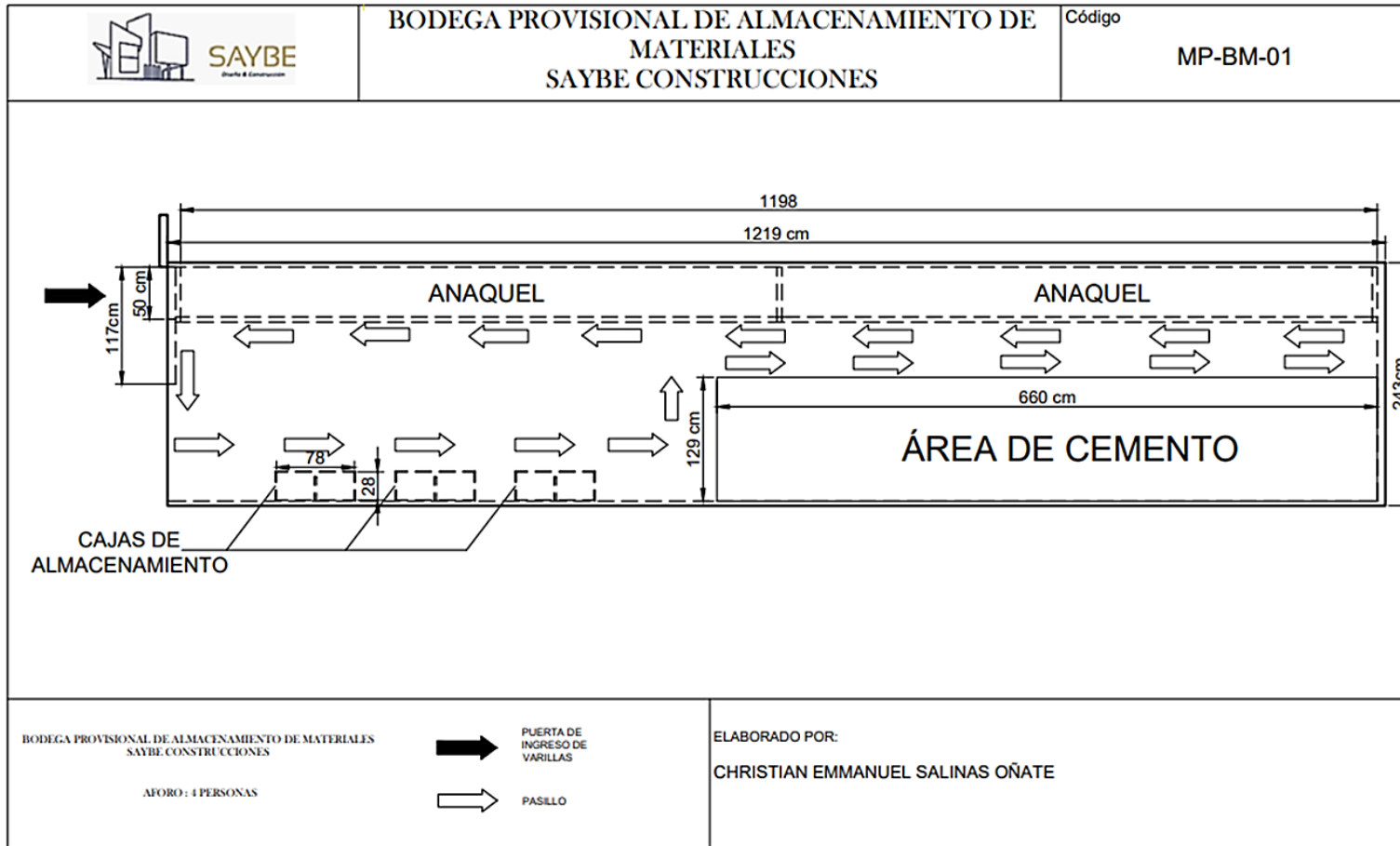


Figura 32: Plano acotado de la bodega de almacenamiento propuesta

CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se analizó la situación de la empresa mediante visitas en el área de construcción de la empresa y la aplicación de una entrevista con el ingeniero encargado del desarrollo de los proyectos de construcción; la información obtenida se estudió mediante el diagrama de Ishikawa con el problema “Deficiencias en la gestión de inventarios de SAIBE CONSTRUCCIONES” concluyendo que las principales causas son la falta de un modelo o método de gestión de las existencias que responda a las preguntas de cuanto y cuando realizar un pedido, así como el almacén de materiales que la empresa debe construir de forma provisional en cada proyecto de construcción que realiza, resultando en una fuga constante de capital y se convierte en un riesgo de seguridad para los insumos por la naturaleza de su estructura. El reconocer estas causas permitió dar el enfoque necesario para el desarrollo de la propuesta, tomando como modelo el último proyecto de construcción realizado.
- Para la identificación de las áreas de almacenamiento se consideró a los materiales que pueden ser almacenados en la bodega de materiales, por tanto, se aplicó una matriz de análisis característico de los materiales, la cual describe su forma de almacenamiento, las dimensiones que tiene, el volumen de espacio que ocupa y el peso que tiene, lo que facilitó el análisis para elaborar la propuesta de la bodega de materiales a incorporar.
- Para elaborar la propuesta se clasificó los materiales utilizados en la construcción de la vivienda tomada como modelo en base a su valor monetario aplicando el diagrama ABC para categorizar a todos los insumos utilizados, donde la categoría A fue el objetivo a aplicar la metodología de administración de inventarios que se ajusta a las características del caso de estudio, la cual fue el modelo de cantidad económica de pedido que permite conocer cuando y cuanto ordenar en cada pedido de materiales, y para el resto de materiales se

propuso realizar un solo pedido de materiales al comienzo del proyecto o de la etapa en que sea requerido. Al comparar los costos de inventario del método tradicional y la propuesta se evidencia la eficiencia del modelo aplicado con un ahorro de \$707,531, por lo aplicar esta metodología en futuros proyectos es rentable para la empresa.

- Considerando los costos generados por la construcción de las bodegas provisionales de materiales en cada proyecto y las características de los materiales que almacena la empresa, se propuso utilizar un contenedor de carga marítima como bodega de almacenamiento de materiales que tienen una vida útil media de 10 años, pudiendo ser reutilizada por la empresa en sus futuros proyectos de construcción; por tanto, se le deben aplicar ciertas modificaciones en su estructura para que pueda adecuarse a las necesidades de almacenamiento de los materiales, teniendo un costo total de \$4852,00; y comparándolo con el costo actual de la construcción, con una proyección de 2 contratos al año, se tendría un ahorro de \$1292,16 anuales, comprobando así la efectividad de la propuesta.

4.2 Recomendaciones

- Identificar todas las actividades de construcción de cada proyecto que se vaya a realizar ya que cada uno puede tener distintas actividades dependiendo de los requerimientos del cliente.
- Considerar adecuadamente las unidades con las que se dimensionan a los materiales utilizados en cada etapa de construcción para que al acumularlos se pueda trabajar con las mismas unidades y el cálculo de su costo total sea correcto.
- Realizar una inducción inicial a todos los trabajadores de la empresa sobre la bodega de almacenamiento a implementar, para que reconozcan todas las estructuras internas rápidamente y no existan pérdidas de tiempo en la búsqueda y deposición de los materiales.

Referencias bibliográficas


- [1] K. Lucero, “La construcción, un pilar de la economía debilitado por la pandemia,” *Revista Gestión*, Jul. 19, 2020.
- [2] J. P. Jaramillo, “Impacto del Sector de la Construcción en el Ecuador,” *Perspectiva*, pp. 13–15, 2018.
- [3] A. Sampedro, “Impacto económico y social de la pandemia COVID-19 sobre el sector de la construcción en la ciudad de Cuenca en el año 2020,” Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, 2020.
- [4] A. Contreras Juárez, C. A. Zuñiga, J. Martínez, and D. Sánchez, “Gestión de políticas de inventario en el almacenamiento de materiales de acero para la construcción,” *Revista Ingeniería Industrial*, vol. 17, no. 1, pp. 5–22, 2018.
- [5] S. Romero Agila, S. Sáenz Encalada, and A. Pacheco Molina, “La Gestión de inventarios en las PYMES del sector de la construcción,” *Polo del Conocimiento: Revista científico – profesional*, vol. 6, no. 9, pp. 1495–1518, 2021.
- [6] D. Agudelo and Y. López, “Dinámica de sistemas en la gestión de inventarios,” *Ingenierías USBMed*, vol. 9, no. 1, pp. 75–85, Feb. 2018.
- [7] J. García, A. Cazallo, C. Barragan, M. Mercado, L. Olarte, and V. Meza, “Indicadores de Eficacia y Eficiencia en la gestión de procura de materiales en empresas del sector construcción del Departamento del Atlántico, Colombia,” *Revista Espacio*, vol. 40, no. 22, p. 16, 2019.
- [8] K. Salas Navarro, H. Maiguel Mejía, and J. Acevedo Chedid, “Metodología de Gestión de Inventarios para determinar los niveles de integración y colaboración en una cadena de suministro,” *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 25, no. 2, pp. 326–337, 2017.
- [9] J. Gómez, “Formulación del sistema de gestión ambiental para la empresa constructora CONSTRUIR S.A.S. bajo NTC ISO 14001-2015,” Trabajo de grado, Universidad del Valle, Santiago de Cali, 2019.
- [10] D. Torres, “Gestión de inventarios y rentabilidad de la empresa constructora MEIZER S.A. Cantón Salinas, Año 2018.,” Trabajo de Titulación, Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Ecuador, 2019.
- [11] L. Urcía, “Evaluación de la gestión de inventarios para mejorar el sistema de control interno de la empresa constructora JS SAC - JAÉN Cajamarca 2016,” Trabajo de grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2019.
- [12] N. Aravena, “Propuesta de mejora en gestión de inventarios y materias primas para el área de operaciones de la empresa sociedad constructora HÉCTOR MEZA HERMOSILLA SPA. ,” Trabajo de grado, Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, Chile, 2017.

- [13] C. Silva, J. Dugarte, and A. Mejía, “Impacto de los costos de calidad en la ejecución de los proyectos de construcción en Colombia,” *Revista EAN*, pp. 33–54, 2018.
- [14] S. Lozano Serna, I. Patiño Galindo, A. Gómez-Cabrera, and A. Torres, “Identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia,” *Ing Cienc*, vol. 14, no. 27, pp. 117–151, Jun. 2018.
- [15] H. Guerrero Salas, *Inventario y control*, Primera. Bogotá: Ecoe, 2009.
- [16] A. C. Fernandez, *Gestión de Inventarios*, 1st ed., vol. 1, no. 2017. Málaga: IC Editorial, 2021.
- [17] M. J. Sorlózano González, *Gestión de pedidos y stock : UF0929*, 1st ed., vol. 1. Malaga: IC Editorial, 2018.
- [18] Sergi. Flamarique, *Manual de gestión de almacenes*, vol. 1. Barcelona: Marge Books, 2019.
- [19] C. Arenal Laza and M. Ladrón de Guevara, *Gestión de inventarios, UF0476*, 1st ed., vol. 1. San Millan: Tutor Formación, 2020.
- [20] A. Cruz, *Gestión de Inventarios. UF476, I.*, vol. I. Antequera, Málaga: IC Editorial, 2017.
- [21] L. F. Álvarez Pareja and S. P. Parada Fonseca, *Gestión de INVENTARIOS*, 1st ed., vol. 1. Bogota: UNMINUTO, 2020.
- [22] C. Arenal, *Gestión de inventarios. UF0476*. Logroño, España: Editor Tutor formación, 2020.
- [23] J. Heizer and B. Render, *Principios de Administración de Operaciones*, 7th ed., vol. 1. Naucalpan, México: PEARSON EDUCACIÓN, 2009.
- [24] I. Gómez, J. Brito, M. Guerrero, G. Vanoni, A. Gómez, and J. Zapata, *Administración de operaciones*, 1st ed., vol. 1. Ecuador: Principios de ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES, 2020.
- [25] S. Flamarique, *Gestión de existencias en el almacén*. Marge Books, 2018.
- [26] C. J. V. Holguín and U. del Valle, *Fundamentos de control y gestión de inventarios*, 1st ed., vol. 1. Cali: PROGRAMA EDITORIAL UNIVER, 2010.
- [27] M. Espejo Gonzalez, *Gestion de inventarios: metodos cuantitativos*, 2nd ed., vol. 1. Madrid: Marge Books, 2022.
- [28] M. Á. Ladrón de Guevara, *Gestión de inventarios. UF0476.*, 1st ed., vol. 1. San Millán : Editorial Tutor Formación, 2020.
- [29] Servicio de Prevención de Riesgos Laborales, “Recomendaciones ergonómicas para el almacenamiento en estanterías,” Madrid, Jun. 2015.

- [30] Y. Álvarez and M. Toledo, “Procedimiento metodológico para la planificación de inventarios: una propuesta para la enseñanza de la asignatura administración financiera a corto plazo,” *Revista pedagógica de la Universidad de Cienfuegos*, vol. 14, no. 65, Oct. 2018.
- [31] Ibercontainer, “Contenedor 40 pies segunda mano.”
<https://ibercontainer.com/producto/contenedor-40-pies-segunda-mano/>

Anexos

Anexo 1: Contrato de construcción de vivienda seleccionado para el estudio



DISEÑO Y CONSTRUCCION CIVIL
0984994319 - 0990518439 - 0994505712

CONTRATO DE OBRA
BD-2101-2021

CONTRATISTA: GERARDO JESÚS SALINAS PONCE

OBJETO DEL CONTRATO: CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA PILCO GUANIN

VALOR DEL CONTRATO: USD 130.000,00 dólares americanos

PLAZO: 180 DIAS CALENDARIO

COMPARECIENTES

Comparecen a la celebración del presente contrato, por una parte, el Ingeniero GERARDO JESUS SALINAS PONCE, con cédula de identidad 180186959-3, a quien en adelante se los denominará CONTRATISTA; y, por otra parte, el señor WILLIAM LEOVANY PILCO CHILUISA, por sus propios y personales derechos con cédula de ciudadanía 180250366-2, a quien en adelante se le denominará CONTRATANTE. Las partes se obligan en virtud del presente contrato, al tenor de las siguientes cláusulas:

Cláusula Primera. - Objeto del Contrato

El contratista se compromete a realizar los trabajos de **CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA PILCO - GUANÍN** bajo las especificaciones aprobadas por el contratante.

Cláusula Segunda. - Valor de Contrato y Forma de Pago

2.01.- El valor total referencial, que EL CONTRATANTE pagará al CONTRATISTA, es el de USD 130.000,00 dólares americanos, mismo que se encuentra y forman parte integrante del presente instrumento.

El Contratista se compromete a ejecutar los siguientes trabajos:

RUBROS	
Obras Preliminares	
1	Mallade protección, rotulo de identificación de obra
2	Bodegas y Wuachimania
3	Limpieza y nivelación del terreno
Movimiento de Tierras	
4	Replanteo del terreno
5	Subbase granular mejoramiento del terreno
6	Excavación manual y con maquina plintos, cimientos, cadenas
7	Relleno compactado con suelo natural o con material del sitio (plintos y zanjas)
Estructura Gris	
8	Hormigón Ciclópeo f'c=210kg/cm2, cimiento para cadenas
9	Hormigón Simple Replantillo f'c=140kg/cm2 para base de plintos

Sueña y construye...

ESTUDIOS, CÁLCULO, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES
OFICINA TÉCNICA: PARQUE INDUSTRIAL SECTOR DIVINO NIÑO
1

10	Hormigón Simple Plintos $f'c=210\text{kg/cm}^2$
11	Hormigón simple en muros, veredas y bordillos $f'c=180\text{kg/cm}^2$
12	Hormigón simple en cadenas y trabes $f'c=210\text{kg/cm}^2$
13	Hormigón simple en escaleras y rampa $f'c=210\text{kg/cm}^2$ o estructura metálica
14	Bordillos de hormigón simple $f'c=210\text{ kg/cm}^2$
15	Veredas peatonales hormigón simple $f'c=210\text{ kg/cm}^2$
16	Hormigón simple riostras $f'c=210\text{kg/cm}^2$ (inc. Encofrado)
17	Contrapiso $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ $e=6\text{cm}$ (incluye piedra bola $e=8\text{cm}$)
18	Masillado y alisado de pisos
19	Masillado y alisado de losa con impermeabilizante
20	Hormigón simple columnas $f'c=210\text{kg/cm}^2$ (inc. Encofrado)
21	Hierro en barras
22	Encofrados losas, vigas, columnas
23	Hormigón simple en losa y vigas
24	Acero estructural pérgola y mezanine de entrada
Pintura y Acabados (Albañilería)	
25	Techo Pérgola vidrio laminado incluye suministro e instalación
26	Mampostería ladrillo
27	Enlucido Vertical Interiores (alisado de paredes) incluye filos y fajas
28	Enlucido Vertical Exteriores (alisado de paredes) incluye filos y fajas
29	Pintura estructura Interior incluye empaste
30	Pintura estructura Exterior incluye empaste
31	Suministro y colocación de Porcelanato, con cenefas o barrederas
32	Suministro y colocación de cerámica, con cenefas o barrederas
33	Piso flotante ACS instalado incluye barrederas
34	Puertas Melamina Interior
35	Puertas Madera Exterior
36	Puerta Peatonal Metálica de Ingreso Exterior
37	Puerta Vehicular Metálica de Ingreso Exterior
38	Cerradura principal
39	Cerradura puertas de baño y dormitorio
40	Accesorios de Baños
41	Muebles de baño (rubro por negociar)
42	Muebles de closet, (muebles de cocina por negociar)
43	Granito de cocina
44	Gypsum sin diseño cielo Razo, o enlucido de techos
45	Gypsum con diseño lineal
46	Encespado colocación nivelación y cortado
47	Plantas Ornamentales para jardín
48	Ventanas aluminio y vidrio color a elección
49	Adoquinado Patio Exterior

Instalaciones Eléctricas	
50	Luz indirecta led
51	Dicroico foco LED
52	Breaker 1 polo 40-60 A instalado, 110w y 220w
53	Salidas especiales conductor No. 10
54	Caja rectangular de distribución de breakers
55	Punto de Alumbrado
56	Punto alumbrado interiores y exteriores con conductor tipo tw n°14 awg.
57	Punto alumbrado interiores y exteriores con conductor tipo tw n°12 awg.
58	Punto de tomacorrientes simples/dobles con conductores tipo tw n° 12 awg. 110W Y 220W
59	Punto de interruptores simples/dobles con conductores tipo tw n° 12 awg.
60	Manguera Negra conducción 1/2", cerco eléctrico, iluminación exterior
61	Manguera Negra conducción 3/4", cámaras, puerta vehicular
62	Plafones de iluminación led interior
63	Plafones de iluminación led exterior
64	Punto de voz multipar, datos y tv
65	Sistema de automatización de Puerta Peatonal Principal y portero eléctrico
66	Lámparas de iluminación exterior
67	Iluminación exterior
Instalaciones Sanitarias	
68	Caja de revisión en H.S. f.c:180kg/cm2
69	Punto de agua fria PVC 1/2"
70	Tubería PVC agua fría 1/2"
71	Tubería PVC agua fría 3/4"
72	Tubería PVC 1"
73	Tubería PVC agua caliente 1/2"
74	Tubería PVC agua caliente 3/4"
75	Válvula check 3/4"
76	Llave de paso 1/2"
77	Desagüe PVC 110mm
78	Desagüe PVC 75mm
79	Bajantes de aguas servidas PVC 110mm
80	Rejilla de Interior de piso 75
81	Rejilla de exterior tipo 110
82	Llave de agua para exteriores
83	Tanque de agua Plastigama proceso cisterna
84	Mezcladora para lavamanos, duchas
85	Suministro y colocación de sanitarios
86	Suministro y colocación de lavamanos
87	Pozo de cocina acero inoxidable
88	Conducción con manguera de gas domiciliario

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL	OBSERVACION
Obra Vertical	266.57	m2	427.50	113,958.50	Vivienda terminada
Obra Lineal	89.00	ml	106.45	9,474.05	Cerramiento
Obra áreas verdes	190.00	m2	14.50	2,755.00	área Exterior
Obra peatonal exterior	60.00	m2	55.20	3,312.00	Veredas áreas externas
Muebles COCINA Y BAÑOS	---	---	---	---	POR NEGOCIAR
SUB TOTAL:				129,499.55	dólares americanos
TOTAL, NEGOCIACION 29 DE ABRIL 2021:				130,000.00	dólares americanos

2.02.- El CONTRATANTE a entregado al CONTRATISTA, como objeto de precontrato la cantidad \$5,000.00 dólares que forman parte del presupuesto del presente contrato.

2.03.- El CONTRATANTE entregará al CONTRATISTA, por concepto de anticipo la cantidad de \$40,000.00 dólares que, sumados el valor del precontrato inicial, especificado en el numeral 2.02 representan el 34.62% del valor total del contrato y forman parte integrante de esta formalidad.

2.04.- Desembolsos:

2.04.01 Se entregará el porcentaje del 15.38% adicional luego del primer mes de iniciada la obra como avance del proyecto, el valor es de \$20,000.00 dólares americanos, que representará el 50.00% del total del contrato.

2.04.02 Se entregará el porcentaje del 23.08% adicional luego del segundo mes de iniciada la obra como avance del proyecto, el valor es de \$30,000.00 dólares americanos, que representará el 73.08% del total del contrato.

2.04.03 Se entregará el porcentaje del 15.38% adicional luego del tercer mes de iniciada la obra como avance del proyecto, el valor es de \$20,000.00 dólares americanos, que representará el 88.46% del total del contrato.

2.04.04 Se entregará el porcentaje del 11.54% restante como objeto de liquidación al terminar el proyecto, el valor es de \$15,000.00 dólares americanos, que representará el 100.00% del total del contrato; se debe indicar en este numeral que el desembolso se realizará al entregar los trabajos sin tomar en cuenta muebles de cocina y baños que se negociaran en el transcurso de la obra aparte de este contrato.

Clausula Tercera. - PLAZO

El plazo total para la ejecución y terminación de la totalidad de los trabajos contratados es de 180 días calendario, a partir de la fecha de acreditación del anticipo.

Clausula Cuarta. - TERMINACIÓN DEL CONTRATO

4.01.- El contrato termina:

1. Por cabal cumplimiento de las obligaciones contractuales.
2. Por mutuo acuerdo de las partes.
3. Por sentencia o laudo ejecutoriados que declaren la nulidad del contrato o la resolución de este y que debe ser pedido de cualquiera de las partes.

4. Por muerte del CONTRATISTA.

4.02.- De existir dificultades no solventadas dentro del proceso de ejecución tanto con el CONTRATISTA como con el CONTRATANTE, o de ambas partes, o de común acuerdo, se podrá utilizar los procedimientos de arbitraje, medición legal o procedimiento de demanda legal que lleven a solucionar sus diferencias y la devolución o liquidación de los dividendos económicos en cuestión.

Clausula Quinta. - RESPONSABILIDADES DE LAS PARTE

5.01.- El CONTRATISTA otorgará una garantía de 6 meses luego de terminado el plazo de ejecución de los trabajos realizados al CONTRATANTE, garantía que cubre escenarios como trabajos de mala calidad o incorrecta manipulación e instalación del material, baja calidad de los materiales incluidos, luego de este tiempo el CONTRATANTE de no haber reclamo o dificultad alguna se entregará en forma definitiva la obra.

5.02.- El CONTRATANTE está de acuerdo totalmente con los estudios plasmados en los planos del proyecto aprobado, por lo que las modificaciones internas o externas salvo las del área de cocina no podrán ser modificadas, por tal motivo en caso de existir algún cambio dentro del diseño del proyecto, el mismo se deberá presentar por escrito y será objeto de estudio modificatorio por parte del CONTRATISTA, el mismo que tendrá un costo adicional tanto el nuevo diseño como lo que se vaya a modificar de ser el caso en la obra, por concepto de tiempo, material y diseño que representen dichos trabajos.

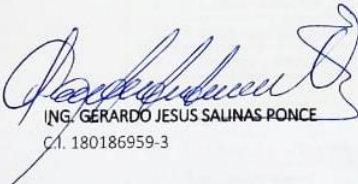
5.03.- El CONTRATISTA por objeto de no interrumpir los trabajos contratados dará apertura a la obra al CONTRATANTE para que visite la misma cuantas veces así lo requiera, pero deberá siempre ser una visita conjunta entre las dos partes por motivo de aclaración de los procesos constructivos y logística a ser intervenida, cave aclarar que ninguna orden del CONTRATANTE sin previo consentimiento del CONTRATISTA podrá ser dado a sus trabajadores con el objeto de modificar la logística técnica establecida e implantada en el proyecto.

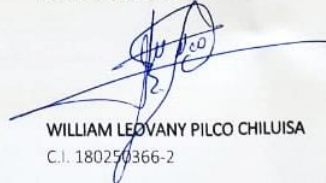
Clausula Sexta. - ACEPTACIÓN DE LAS PARTES

Libre y voluntariamente, previo al cumplimiento de todos los requisitos exigidos por las leyes en la materia, las partes declara expresamente su aceptación a todo lo convenido en el presente contrato, y firman en original y copia de igual tenor y valor, en el cantón de Pillaro a los 30 días del mes de abril de 2021.

EL CONTRATISTA

EL CONTRATANTE


ING. GERARDO JESUS SALINAS PONCE
C.I. 180186959-3


WILLIAM LEOVANY PILCO CHILUISA
C.I. 180250366-2

INICIO DE PLAZO DEL CONTRATO: 03-MAYO-2021 → Desembolso \$ 80000,00 a fe fecha.
FIN DE PLAZO DEL CONTATO: 30-OCTUBRE-2021
Entregado a fe fecha 11 de Diciembre de 2021 : \$ 132.000,00
Saldo con Entrega : \$ 5665,85

Sueña y construye...

ESTUDIOS, CÁLCULO, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES
OFICINA TÉCNICA: PARQUE INDUSTRIAL SECTOR DIVINO NIÑO
S



Anexo 2: Entrevista aplicada a la empresa

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial

Carrera de Ingeniería Industrial

Entrevista aplicada al Ingeniero responsable del desarrollo de obras civiles de la empresa SAIBE CONSTRUCCIONES

Tema de investigación

Gestión de inventarios para mejorar el control interno de materiales en la empresa “SAIBE CONSTRUCCIONES”.

Objetivos de la entrevista

Objetivo General

- Reconocer las actividades necesarias para la construcción de obras civiles, tomando en cuenta los materiales y equipos utilizados, su almacenamiento y utilización, para elaborar una propuesta de gestión de inventarios.

Objetivos Específicos

- Determinar las etapas de la construcción desde la cimentación inicial hasta los acabados finales para estimar las actividades que lo componen.
- Identificar los materiales y equipos aplicados en cada fase de la construcción para establecer la rotación de inventarios existente.
- Analizar las actividades de almacenamiento de inventarios realizadas en SAIBE CONSTRUCCIONES tomando en cuenta la organización que siguen.

Alcance:

- Las actividades de la construcción dependen directamente de la rotación de materiales que presenta, pero como bien se sabe, esta tiene diferentes fases o etapas que siguen un orden establecido, y en cada una de ellas se necesitan diferentes herramientas y materiales (aunque muchos de ellos se utilizan la

mayor parte del tiempo de construcción). Toda esta información será recolectada mediante preguntas enfocadas en definir apropiadamente las etapas de la construcción a través de esta entrevista, y de igual forma los materiales y equipos necesarios, destacando también las actividades de almacenamiento que presenta la empresa.

Investigador:

- Christian Salinas – Estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial

Docente Tutor:

- Ing. Israel Naranjo, Mg – Docente de la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato.

Guía de entrevista

Presentación: Reciba un cordial saludo ingeniero, mediante la siguiente entrevista se plantean varias interrogantes referentes a las etapas y procesos para la construcción de obras civiles, en este caso una vivienda, así como las actividades de recepción, almacenamiento y despacho de materiales en obra aplicadas en SAIBE CONSTRUCCIONES.

Nombres	
Cargo/rol en la empresa	
Actividades a cargo	
Fecha de entrevista	

1. ¿Cuál es el origen de la empresa?
2. ¿Dónde se encuentra ubicada la oficina principal de la empresa?

3. ¿La empresa tiene algún logotipo?
4. ¿Cuáles son los tipos de proyectos de construcción que maneja la empresa?
5. ¿Cuál es el tipo de proyecto constructivo que más realiza la empresa?
6. ¿En qué intervalo de tiempo se tiene un nuevo proyecto de construcción?
7. ¿Con cuántos trabajadores cuenta la empresa?
8. ¿Cuál es la cantidad de trabajadores necesarios para la construcción de una vivienda?
9. ¿Cuáles son las etapas de construcción de la vivienda seleccionada como modelo para el desarrollo del presente proyecto?
10. ¿Se aplican las mismas etapas para cualquier otro proyecto de construcción?
11. ¿Cuál es la duración media de cada etapa, y en cuál se emplea la mayor cantidad de tiempo?
12. ¿Qué materiales se utilizan en cada etapa de construcción?
13. ¿Cuántos pedidos de materiales realiza mensualmente?
14. ¿Qué cantidad de materiales ordena por cada pedido?
15. De los materiales utilizados en las actividades de la empresa ¿Cuál es la cantidad media diaria que mantiene en bodega?
16. ¿Han presentado pérdidas de materiales por desorganización o daños de su calidad?

17. ¿Existe algún espacio destinado para el almacenamiento de materiales en obra?
18. En caso de ser afirmativa su respuesta anterior, ¿cuál es el área mínima que han manejado para estos almacenes?
19. ¿Cuentan con un responsable de bodega? Si es así ¿Tiene alguna capacitación en materia de gestión y almacenamiento de inventarios?
20. ¿La empresa tiene un manual de actividades para el almacenamiento de materiales? De ser así ¿todos los trabajadores tienen conocimiento de estas?
21. ¿Cuáles son las actividades que realizan los trabajadores para la recepción, almacenamiento y salida de materiales de la bodega?
22. ¿Cuenta con formatos para la recepción y salida de materiales y equipos?
23. ¿Cómo controla que los materiales de la bodega sigan procesos adecuados de almacenamiento?
24. ¿Se ha designado a un trabajador responsable de la bodega, que tenga conocimientos referentes al almacenamiento de materiales?
25. ¿Qué problemas a identificado en el manejo de materiales en los proyectos de construcción?
26. ¿Considera importante estandarizar las actividades de gestión de inventarios para controlar y corregir deficiencias en el área de almacén?

Anexo 3: Actividades de construcción de la vivienda modelo

Rubro	Unidad	Cantidad
Obras Preliminares		
Cerramiento Provisional H=3,0m; malla de protección, rotulo de identificación de obra	m	38,00
Bodegas y Oficinas Guachimania	m2	25,00
Limpieza y nivelación del terreno	m2	372,00
Movimiento de Tierras		
Replanteo del terreno	m2	372,00
Sub-base granular mejoramiento del terreno	m3	12,84
Excavación manual/maquina plintos, cimientos, cadenas	m3	30,57
Relleno compactado con suelo natural o con material del sitio (plintos y zanjas)	m3	29,06
Estructura Gris		
Hormigón Ciclópeo f'c=210kg/cm2, cimiento para cadena	m3	11,50
Hormigón Simple Replantillo f'c=140kg/cm2 para base de plintos	m3	1,74
Hormigón Simple Plintos f'c=210kg/cm2	m3	6,83
Hormigón simple en cadenas y trabes f'c=210kg/cm2	m3	4,49
Hormigón simple en escaleras	m3	2,21
Hormigón simple riostras f'c=210kg/cm2 (inc. Encofrado)	m3	1,22
Contrapiso f'c= 210 kg/cm2 e=6cm (incluye piedra bola e=8cm)	m2	151,00
Masillado y alisado de losa con impermeabilizante	m2	144,00
Hormigón simple columnas f'c=210kg/cm2 (inc. Encofrado)	m3	7,49
Hierro en barras y estructural	kg	7.500,00
Novalosa según especificación	m2	
Hormigón simple en losa y vigas	m3	40,00
Acero estructural	kg	500,00
Pintura y Acabados (Albañilería)		
Mampostería ladrillo	m2	699,40
Enlucido Vertical Interiores (alisado de paredes) incluye filos y fajas	m2	699,40
Enlucido Vertical Exteriores (alisado de paredes) incluye filos y fajas	m2	699,40
Pintura estructura Interior incluye empaste	m2	699,40
Pintura estructura Exterior incluye empaste	m2	699,40
Suministro y colocación de Porcelanato, con cenefas o barrederas	m2	35,80
Suministro y colocación de cerámica, con cenefas o barrederas	m2	161,50
Piso flotante	m2	170,00
Puertas según especificación Interior	u	13,00
Puertas según especificación Exterior	u	1,00
Cerradura principal	u	2,00
Cerradura puertas de baño y dormitorio	u	11,00
Accesorios de Baños	juego	4,00
Muebles de baño para empotrar simples	u	4,00
Encespado, colocación, nivelación y cortado	m2	200,00
Plantas para jardín	u	300,00
Ventanas aluminio vidrio color a elección e=8mm, perfiles serie 100	m2	75,00

Rubro	Unidad	Cantidad
Adoquinado Patio trasero	m2	40,00
Instalaciones Eléctricas		
Luz indirecta	m	40,00
Dicroico foco LED	u	40,00
Breaker 1 polo 40-60 A instalado	u	15,00
Salidas especiales conductor No. 10	pto	1,00
Caja rectangular de distribución de breakers	u	3,00
Punto de Alumbrado incluye plafón de iluminación	u	35,00
Punto alumbrado interiores y exteriores con conductor tipo tw n°14 awg.	pto	10,00
Punto alumbrado interiores y exteriores con conductor tipo tw n°14 awg.	pto	10,00
Punto de tomacorrientes simples/dobles con conductores tipo tw n° 14 awg. 110W Y 220W	pto	2,00
Punto de interruptores simples/dobles con conductores tipo tw n° 12 awg.	pto	20,00
Manguera 1/2	m	50,00
Manguera 3/4	m	50,00
Tubería emt 3/4 pulgada incluye accesorios	m	20,00
Punto de voz multipar, datos y tv	pto	11,00
Sistema de automatización de puertas y portero	pto	2,00
Gypsum sin diseño cielo raso	m2	190,00
Gypsum con diseño lineal	m	130,00
Instalaciones Sanitarias		
Caja de revisión en H.S. f.c:180kg/cm2	u	6,00
Punto de agua fría PVC 1/2"	pto	12,00
Tubería PVC agua fría 1/2"	m	40,00
Tubería PVC agua fría 3/4"	m	15,00
Tubería PVC 1"	m	15,00
Tubería PVC agua caliente 1/2"	m	40,00
Tubería PVC agua caliente 3/4"	m	15,00
Válvula check 3/4"	u	3,00
Llave de paso 1/2"	u	2,00
Desagüe PVC 110mm	pto	5,00
Desagüe PVC 75mm	pto	5,00
Bajantes de aguas servidas PVC 110mm	m	60,00
Rejilla de Interior de piso 110	u	8,00
Rejilla de exterior tipo 110	u	8,00
Mezcladora para lavamanos	u	8,00
Suministro y colocación de sanitarios	pto	6,00
Suministro y colocación de lavamanos	pto	6,00
Muebles de cocina y closet	m2	60,00
Granito de cocina	m	13,00
Cerramiento	m	85,00
Pozos de cocina	u	1,00
Suministro y colocación de duchas	u	4,00
Pasamano acero niquelado	m	15,00

Anexo 4: Desglose de materiales por actividad de construcción

Rubro	Materiales	Unidad	Cantidad	V. Unitario
Cerramiento provisional Metro	Vara rolliza promedio 7 cm *3.00 m	u	0,20	3,00
	Lamina de zinc trapez, galvanizada de 0,18 mm.* 3.05 m.*0,80 m	u	0,20	19,20
	Perfil estructural C18	u	0,02	18,95
	Estacones de madera de 3 m.	u	0,10	0,80
	Clavos de 2" con cabeza	kg	0,05	0,30
	Concreto común de planta f'c=2000 psi	m3	0,03	78,71
	Ladrillo macizo y mortero de pega	u	2,50	0,12
Construccion de la bodega provisional (guachimania) Metro2	Cemento gris Portland	kg	30,00	0,15
	Bloque para mampostería	u	12,00	0,28
	Teja ondulada de zinc para cubierta	u	0,40	7,92
	Tabla chapa ordinario para puerta de 2*0,20*0,02 m.	u	0,20	4,58
Replanteo del terreno Metro2	Bisagra de acero de 3", portacandado de 3".	u	0,10	0,60
	Tiras de Madera 2,5 x 2,0x 250 cm	u	0,10	0,80
	Clavos de 2 a 2 1/2-3" a 3 1/2"	kg	0,05	0,60
	Tabla dura de encofrado de 0,20	u	0,08	2,20
Mejoramiento del terreno Metro3	Mojones de cemento	u	0,10	1,00
	Sub base granular clase 2	m3	1,20	10,50
Hormigón Ciclópeo f'c=210kg/cm2, cimientto para cadena Metro3	Agua	m3	0,30	1,00
	Cemento rocafuerte ip 50 kg	kg	162,00	0,15
	Ripio triturado	m3	0,50	13,88
	Arena	m3	0,45	9,38
	Piedra bola	m3	0,50	11,25
Hormigón Simple Replantillo f'c=140kg/cm2 para base de plintos Metro3	Agua	m3	0,12	1,00
	Cemento rocafuerte ip 50 kg	kg	250,00	0,15
	Ripio triturado	m3	0,86	13,88
	Arena	m3	0,50	9,38
	Agua	m3	0,22	1,00
Hormigón Simple Plintos f'c=210kg/cm2 Metro3	Aditivo	kg	0,01	2,25
	Cemento rocafuerte ip 50 kg	kg	420,00	0,15
	Ripio triturado	m3	0,67	13,88
	Arena	m3	0,67	9,38
Hormigón simple en cadenas y trabes f'c=210kg/cm2 Metro 3	Agua	m3	0,12	1,00
	Cemento portland clase 1P	kg	350,00	0,15
	Arena	m3	0,50	9,38
	Ripio triturado de 1/2"	m3	0,86	13,88
	Agua	m3	0,20	1,00
	Clavos de 2 a 2 1/2"	kg	0,15	0,60
	Cuartón de madera (dos usos)	u	2,00	1,63

Rubro	Materiales	Unidad	Cantidad	V. Unitario
	Aditivos para hormigón	kg	0,10	2,25
	Pingos (3m)	u	0,20	1,00
Hormigón simple columnas f _c =210kg/cm ² (inc. Encofrado) Metro3	Cemento portland clase 1P	kg	350,00	0,15
	Arena	m ³	0,50	9,38
	Ripio triturado de 1/2"	m ³	0,86	13,88
	Agua	m ³	0,20	1,00
	Clavos de 2 a 2 1/2"	kg	0,15	0,60
	Cuartón de madera (dos usos)	u	2,00	1,63
	Aditivos para hormigón	kg	0,10	2,25
	Pingos (3m)	u	0,20	1,00
Enlucido Vertical Interiores	Cementina	kg	1,00	0,07
	Cemento rocafuerte ip 50 kg	kg	4,00	0,15
	Arena	m ³	0,02	9,38
	Agua	m ³	0,02	1,00
Enlucido Vertical Exteriores	Cementina	kg	1,00	0,07
	Cemento rocafuerte ip 50 kg	kg	4,00	0,15
	Arena	m ³	0,02	9,38
	Agua	m ³	0,02	1,00
Colocación de porcelanato con cenefas y barrederas	Porcelanato nacional	m ²	1,00	12,00
	Bondex	kg	2,00	3,90
	Agua	m ³	0,02	1,00
	Porcelana	kg	0,20	1,14
	Crucetas 2 mm	u	2,00	0,05
	Cemento rocafuerte ip 50 kg	kg	2,00	0,15
Colocación de cerámica, con cenefas o barrederas	Ceramica para pared 40x40	m ²	1,02	11,50
	Cemento rocafuerte ip 50 kg	kg	8,50	0,15
	Agua	m ³	0,01	1,00
	Emporador	u	0,20	2,28
Cerraduras	Cerradura KWIKSET polo (laton brillante)	m ²	1,00	14,00
Accesorios de Baños	Accesorios de baño plateado incluye platina y tornillos de fijación	glb	1,00	24,50
Encespado	Chamba kikuyo	m ²	1,00	3,40
	Agua	m ³	0,01	1,00
Plantas para jardín	Flores de jardín 1	u	300,00	0,25
	Flores de jardín 2	u	100,00	0,80
	Ciprés	u	8,00	8,00
	Arrayan	u	4,00	12,00
	Bugambilla	u	3,00	12,00
	Limon	u	4,00	10,00
	Agua	m ³	4,19	1,00
Caja de revisión en H.S. f _c :180kg/cm ²	Clavos 2 a 4 "	kg	1,00	1,00
	Acero de refuerzo f _c =4200kg/cm ²	kg	2,00	1,33
	Cemento portland i	kg	130,00	0,15

Rubro	Materiales	Unidad	Cantidad	V. Unitario
	Arena	m3	0,04	9,38
	Agua	m3	0,05	0,92
	Ripio triturado	m3	0,01	13,88
	Tablero TRIPLEX CORRIENTE 1.22X2.44x9cact1	u	1,00	9,80
	Cuartones de encofrado	u	4,00	2,70
	Tiras de eucalipto 2.5x2x250 (cm) rústica	u	2,00	0,43
Desagüe PVC 110mm	Tubo PVC 110 mm desagüe tipo B	u	0,40	11,25
	Accesorios PVC 110 mm	u	0,10	12,26
	Sifón PVC desagüe 110mm	u	1,00	8,97
	Polipega	cc	50,00	0,01
Desagüe PVC 75mm	Tubo PVC 75 mm desagüe tipo B	u	0,40	8,65
	Accesorios PVC 75 mm	u	0,10	7,30
	Sifón PVC desagüe 75mm	u	1,00	6,55
	Polipega	cc	50,00	0,01
Tubería PVC 3/4" agua fría	Teflon rollo	rollo	0,30	0,30
	Permatex tubo pequeño	u	0,05	2,50
	Tubería PVC 20mm x 2Mpa 3m	u	0,33	1,60
Tubería PVC 3/4" agua caliente	Teflon rollo	rollo	0,30	0,30
	Permatex tubo pequeño	u	0,05	2,50
	Tubería PVC 20mm x 2Mpa 3m	u	0,33	1,60
Válvula check 3/4"	Llave de paso 1" Calco	u	1,00	9,41
	Teflon rollo	rollo	0,50	0,30
	Permatex tubo pequeño	u	0,30	2,50
Llave de paso 1/2"	Llave de paso 1" Calco	u	1,00	9,41
	Teflon rollo	rollo	0,50	0,30
	Permatex tubo pequeño	u	0,30	2,50
Tubería PVC agua fría 1/2"	Teflon rollo	rollo	0,30	0,30
	Permatex tubo pequeño	u	0,05	2,50
	Tubería PVC 20mm x 2Mpa 3m	u	0,33	1,60
Tubería PVC 1"	Teflon rollo	rollo	0,30	0,30
	Permatex tubo pequeño	u	0,05	2,50
	Tubería PVC 20mm x 2Mpa 3m	u	0,33	1,60
Tubería PVC agua caliente 1/2"	Tubería pvc 1/2" agua caliente	m	1,00	1,80
	Codo pvc 1/2" agua caliente	u	0,30	2,20
	Union universal pvc 1/2" caliente	u	0,30	2,70
	Teflon	u	0,50	1,20
Suministro y colocación de lavamanos	Lavamanos empotrable en mesón	u	1,00	27,60
	Accesorios de lavamanos (tubo de abasto y juego de accesorios)	u	1,00	12,60

Rubro	Materiales	Unidad	Cantidad	V. Unitario
Suministro y colocación de sanitarios	Inodoro tanque bajo descarga	u	1,00	65,00
	Accesorios de inodoros (llave angular y juego de accesorios)	u	1,00	16,60
Pozos de cocina	Soldadura 60/11x1/8" tipo Indura	kg	1,60	3,13
	Clavos 2 a 4 "	kg	1,00	1,00
	Acero de refuerzo $f_c=4200\text{kg/cm}^2$	kg	2,00	1,33
	Cemento portland i	kg	200,00	0,15
	Angulo 50 * 3 mm	m	1,00	2,17
	Arena	m ³	1,70	9,38
	Agua	m ³	1,40	0,92
	Ripio triturado	m ³	1,70	13,88
	Tablero triplex corriente 1.22x2.44x9cact1	u	1,40	9,80
	Cuartones de encofrado	u	4,00	2,70
	Tiras de eucalipto 2.5x2x250 (cm) rústica	u	4,00	0,43
Hormigón simple en escaleras	Agua	m ³	0,12	1,00
	Cemento	kg	350,00	0,16
	Arena	m ³	0,70	11,25
	Ripio triturado	m ³	0,70	16,25
	Pingos	u	3,00	1,10
	Estacas	u	2,00	0,20
	Madera aserrada	u	3,00	3,50
Hormigón simple riostras $f_c=210\text{kg/cm}^2$ (inc. Encofrado)	Agua	m ³	0,13	1,00
	Cemento	kg	350,00	0,16
	Arena	m ³	0,70	11,25
	Ripio triturado	m ³	0,70	16,25
	Pingos	u	1,00	1,10
	Madera aserrada	u	1,00	3,50
Contrapiso $f_c=210\text{ kg/cm}^2$ $e=6\text{cm}$ (incluye piedra bola $e=8\text{cm}$)	Agua	m ³	0,01	1,00
	Cemento	kg	30,00	0,16
	Arena	m ³	0,04	11,25
	Ripio triturado	m ³	0,06	16,25
	Madera aserrada	u	1,00	3,50
	Piedra bola	m ³	0,08	8,75
Masillado y alisado de losa con impermeabilizante	Agua	m ³	0,01	1,00
	Cemento	kg	14,00	0,16
	Arena	m ³	0,03	11,25
	Impermeabilizante para morteros	gal	0,01	30,00
Hierro en barras y estructural	Hierro en barras	kg	1,05	1,20
	Alambre galvanizado # 18	kg	0,00	45,00
Hormigón simple en losa y vigas	Agua	m ³	0,12	1,00
	Cemento	kg	360,00	0,16
	Arena	m ³	0,70	11,25

Rubro	Materiales	Unidad	Cantidad	V. Unitario
	Ripio triturado	m3	0,80	16,25
	Pingos	u	1,00	1,10
	Estacas	u	3,00	0,20
	Madera aserrada	u	3,00	3,50
	Clavos	kg	0,10	4,00
Acero estructural	Acero estructural	kg	0,12	3,20
	Electrodos	glb	0,10	21,00
Mampostería ladrillo	Agua	m3	0,12	1,00
	Cemento	kg	0,14	0,16
	Arena	m3	0,06	11,25
	Madera aserrada	u	0,10	3,50
	Ladrillo	u	50,00	0,13
Cerradura principal	Cerradura principal gama media	u	1,00	115,00
	Accesorios de instalacion (colocacion) en madera o mdf	glb	1,00	55,00
Muebles de baño para empotrar simples	Muebles de mdf o melamina terminada	u	1,00	145,00
	Accesorios de instalación (colocación) en madera o mdf	glb	1,00	55,00
Adoquinado Patio trasero	Agua	m3	0,01	1,00
	Cemento	kg	0,25	0,16
	Arena	m3	0,15	11,25
	Adoquin decorativo gama media	m2	1,00	13,00
Punto de agua fría PVC 1/2"	Tuberia pvc 1/2" agua fria	m	1,00	0,95
	Codo pvc 1/2" agua fria	u	1,00	1,60
	Union universal pvc 1/2" agua fria	u	1,00	1,80
	Teflon	u	1,00	1,20
Bajantes de aguas servidas PVC 110mm	Desague PVC 110mm	m	1,00	5,90
	Polipeaga	u	0,05	1,50
	Accesorios PVC para instalacion	glb	0,10	3,00
Rejilla de Interior de piso 110	Rejilla de interior de piso 110mm niquelada	u	1,00	15,00
	Bondex	saco	0,10	14,00
Rejilla de exterior tipo 110	Rejilla de exterior de piso 110mm con trampa desarenadora	u	1,00	11,00
	Bondex	saco	0,10	14,00
Mezcladora para lavamanos	Mezcladora para lavabo gama media	u	1,00	57,20
	Teflon	u	1,00	1,20
Granito de cocina	Granito o cuarzo gama media ancho 0,6 metros	m	1,00	139,50
	Empore acrilico	u	0,20	25,00
	Bondex	saco	0,40	14,00
Cerramiento	Agua	m3	0,12	1,00
	Cemento	kg	300,00	0,16
	Arena	m3	0,70	11,25

Rubro	Materiales	Unidad	Cantidad	V. Unitario
	Ripio triturado	m3	0,70	16,25
	Pingos	u	1,00	1,10
	Estacas	u	1,00	0,20
	Madera aserrada	u	1,00	3,50
Suministro y colocacion de duchas	Agua	m3	0,10	1,00
	Cemento	kg	10,00	0,16
	Arena	m3	0,22	11,25
	Ducha con mezcladora gama media	u	1,00	57,43
Pasamano acero niquelado	Pasamano acero niquelado	m	1,00	39,00
	Accesorios de instalacion perfilera decorativa	glb	0,20	30,00
Mesón de cocina	Pozo de cocina doble acero inoxidable gama media	u	1,00	96,21
	Empore acrílico	u	0,30	25,00
	Bondex	saco	0,30	14,00
	Poliuretano frasco	u	0,50	15,00
	Silicona	u	0,30	10,00

Anexo 5: Organización de los materiales de construcción

Descripción	Unidad	Cantidad total
Accesorios de baño plateado incluye platina y tornillos de fijación	glb	4,00
Accesorios de inodoros (llave angular y juego de accesorios)	u	6,00
Accesorios de instalación (colocación) en madera o mdf	glb	4,00
Accesorios de instalación (colocación) en madera o mdf	glb	2,00
Accesorios de instalación perfilera decorativa	glb	3,00
Accesorios de lavamanos (tubo de abasto y juego de accesorios)	u	6,00
Accesorios pvc 110 mm	u	0,50
Accesorios pvc 75 mm	u	0,50
Accesorios pvc para instalación	glb	6,00
Acero de refuerzo $f_c=4200\text{kg/cm}^2$	kg	14,00
Acero estructural	kg	60,00
Aditivo	kg	1,22
Adoquín decorativo gama media	m ²	40,00
Agua	m ³	150,13
Alambre galvanizado # 18	kg	7,50
Angulo 50 * 3 mm	m	1,00
Arena	m ³	195,63
Arayan	u	4,00
Bisagra de acero de 3", portacandado de 3".	u	2,50
Bloque para mampostería	u	300,00
Bondex	saco	78,70
Bugambilla	u	3,00
Cementina	kg	1.398,80
Cemento	kg	65.921,34
Cerámica para pared 40x40	m ²	164,73
Cerradura kwikset polo (latón brillante)	m ²	11,00
Cerradura principal gama media	u	2,00
Chamba kikuyo	m ²	200,00
Ciprés	u	8,00
Clavos 2 a 4 "	kg	7,00
Clavos de 2 a 2 1/2"	kg	5,80
Clavos de 2 a 2 1/2-3" a 3 1/2"	kg	18,60
Clavos de 2" con cabeza	kg	1,90
Codo pvc 1/2" agua caliente	u	12,00
Codo pvc 1/2" agua fria	u	12,00
Concreto común de planta $f'_c=2000$ psi	m ³	1,14
Crucetas 2 mm	u	71,60

Descripción	Unidad	Cantidad total
Cuartón de madera (dos usos)	u	23,96
Cuartones de encofrado	u	28,00
Desague pvc 110mm	m	60,00
Ducha con mezcladora gama media	u	4,00
Electrodos	glb	50,00
Emporador	u	32,30
Empore acrilico	u	2,90
Estacas	u	205,00
Estacas	u	4,42
Estacones de madera de 3 m.	u	3,80
Flores de jardín 1	u	300,00
Flores de jardín 2	u	100,00
Granito o cuarzo gama media ancho 0,6 metros	m	13,00
Hierro en barras	kg	7.875,00
Impermeabilizante para morteros	gal	1,44
Inodoro tanque bajo descarga	u	6,00
Ladrillo	u	35.065,00
Lamina de zinc trapez, galvanizada de 0,18 mm.* 3.05 m.*0,80 m	u	7,60
Lavamanos empotrable en mesón	u	6,00
Limón	u	4,00
Llave de paso 1" calco	u	5,00
Madera aserrada	u	433,79
Mezcladora para lavabo gama media	u	8,00
Mojones de cemento	u	37,20
Muebles de mdf o melamina terminada	u	4,00
Pasamano acero niquelado	m	15,00
Perfil estructural c18	u	0,76
Permatex tubo pequeño	u	5,75
Piedra bola	m3	17,83
Pingos	u	135,24
Polipega	u	3,00
Polipega	cc	500,00
Poliuretano frasco	u	0,50
Porcelana	kg	7,16
Porcelanato nacional	m2	35,80
Pozo de cocina doble acero inoxidable gama media	u	1,00
Rejilla de exterior de piso 110mm con trampa desarenadora	u	8,00
Rejilla de interior de piso 110mm niquelada	u	8,00
Ripio triturado 3/4"	m3	102,96
Ripio triturado de 1/2"	m3	23,88
Sifón pvc desague 110mm	u	5,00
Sifón pvc desague 75mm	u	5,00
Silicona	u	0,30

Descripción	Unidad	Cantidad total
Soldadura 60/11x1/8" tipo indura	kg	1,60
Subbase granular clase 2	m3	15,41
Tabla chapa ordinario para puerta de 2*0,20*0,02 m.	u	5,00
Tabla dura de encofrado de 0,20	u	29,76
Tablero triplex corriente 1.22x2.44x9cact1	u	7,40
Teflon	u	40,00
Teflon rollo	rollo	28,00
Teja ondulada de zinc para cubierta	u	10,00
Tiras de eucalipto 2.5x2x250 (cm) rústica	u	16,00
Tiras de madera 2,5 x 2,0x 250 cm	u	37,20
Tuberia pvc 1/2" agua caliente	m	40,00
Tuberia pvc 1/2" agua fria	m	12,00
Tubería pvc 20mm x 2mpa 3m	u	13,32
Tubería pvc 20mm x 2mpa 3m	u	5,00
Tubería pvc 20mm x 2mpa 3m	u	5,00
Tubería pvc 20mm x 2mpa 3m	u	5,00
Tubo pvc 110 mm desague tipo b	u	2,00
Tubo pvc 75 mm desague tipo b	m	2,00
Unión universal pvc 1/2" agua fría	u	12,00
Unión universal pvc 1/2" caliente	u	12,00
Vara rolliza promedio 7 cm *3.00 m	u	7,60

Anexo 6: Cantidad media de materiales de construcción

Descripción	Unidad	Nivel alto de inventario	Nivel bajo de inventario	Nivel medio	Costo unitario (\$)	Costo medio mensual (\$)
Cemento	kg	5000,00	500,00	2750,00	0,16	440,00
Hierro en barras	kg	1811,60	180,00	995,80	1,2	1.194,96
Ladrillo	u	5000,00	500,00	2750,00	0,13	357,50
Arena	m3	32,00	8,00	20,00	11,25	225,00
Cerámica para pared 40x40	m2	164,73	0,00	82,37	11,500	947,20
Granito o cuarzo gama media ancho 0,6 metros	m	13,00	0,00	6,50	139,50	906,75
Ripio triturado 3/4"	m3	40,00	8,00	24,00	16,25	390,00
Madera aserrada	u	100,00	50,00	75,00	3,5	262,50
Bondex	saco	78,70	0,00	39,35	14,00	550,90
Chamba kikuyo	m2	200,00	0,00	100,00	3,40	340,00
Pasamano acero niquelado	m	15,00	0,00	7,50	39,00	292,50
Muebles de MDF o melamina terminada	u	4,00	0,00	2,00	145,00	290,00
Adoquín decorativo gama media	m2	40,00	0,00	20,00	13,00	260,00
Mezcladora para lavabo gama media	u	8,00	0,00	4,00	57,20	228,80
Porcelanato nacional	m2	35,80	0,00	17,90	12,00	214,80
Inodoro tanque bajo descarga	u	6,00	0,00	3,00	65,00	195,00
Desagüe PVC 110mm	m	20,00	3,00	11,50	5,90	67,85
Alambre galvanizado # 18	rollo	7,50	0,00	3,75	45	168,75
Ripio triturado de 1/2"	m3	23,88	0,00	11,94	13,88	165,73
Cerradura principal gama media	u	2,00	0,00	1,00	115,00	115,00
Ducha con mezcladora gama media	u	4,00	0,00	2,00	57,43	114,86
Accesorios de instalación (colocación) en madera o MDF	glb	4,00	0,00	2,00	55,00	110,00
Acero estructural	kg	60,00	0,00	30,00	3,2	96,00
Lavamanos empotrable en mesón	u	6,00	0,00	3,00	27,60	82,80
Subbase granular clase 2	m3	15,41	0,00	7,70	10,500	80,89
Piedra bola	m3	17,83	0,00	8,92	8,75	78,02
Cerradura KWIKSET polo (latón brillante)	m2	11,00	0,00	5,50	14,000	77,00
Agua	m3	10,00	0,50	5,25	1,00	5,25

Descripción	Unidad	Nivel alto de inventario	Nivel bajo de inventario	Nivel medio	Costo unitario (\$)	Costo medio mensual (\$)
Pingos	u	135,24	0,00	67,62	1,10	74,38
Lamina de zinc trapez, galvanizada de 0,18 mm.* 3.05 m.*0,80 m	u	7,60	0,00	3,80	19,20	72,96
Rejilla de interior de piso 110mm niquelada	u	8,00	0,00	4,00	15,00	60,00
Accesorios de instalación (colocación) en madera o MDF	glb	2,00	0,00	1,00	55,00	55,00
Electrodos	glb	5,00	0,00	2,50	21	52,50
Accesorios de inodoros (llave angular y juego de accesorios)	u	6,00	0,00	3,00	16,60	49,80
Accesorios de baño plateado incluye platina y tornillos de fijación	glb	4,00	0,00	2,00	24,50	49,00
Cementina	kg	750,00	125,00	437,50	0,070	30,45
Pozo de cocina doble acero inoxidable gama media	u	1,00	0,00	0,50	96,21	48,11
Accesorios de instalación perfilera decorativa	glb	3,00	0,00	1,50	30,00	45,00
Concreto común de planta f'c=2000 psi	m3	1,14	0,00	0,57	78,710	44,86
Rejilla de exterior de piso 110mm con trampa desarenadora	u	8,00	0,00	4,00	11,00	44,00
Bloque para mampostería	u	300,00	0,00	150,00	0,280	42,00
Flores de jardín 2	u	100,00	0,00	50,00	0,800	40,00
Teja ondulada de zinc para cubierta	u	10,00	0,00	5,00	7,920	39,60
Cuartones de encofrado	u	28,00	0,00	14,00	2,70	37,80
Accesorios de lavamanos (tubo de abasto y juego de accesorios)	u	6,00	0,00	3,00	12,60	37,80
Flores de jardín 1	u	300,00	0,00	150,00	0,250	37,50
Emporador	u	32,30	0,00	16,15	2,280	36,82
Tablero tríplex corriente 1.22X2.44x9cact1	u	7,40	0,00	3,70	9,80	36,26
Empore acrílico	u	2,90	0,00	1,45	25,00	36,25
Tubería PVC 1/2" agua caliente	m	40,00	0,00	20,00	1,80	36,00

Descripción	Unidad	Nivel alto de inventario	Nivel bajo de inventario	Nivel medio	Costo unitario (\$)	Costo medio mensual (\$)
Tabla dura de encofrado de 0,20	u	29,76	0,00	14,88	2,20	32,74
Ciprés	u	8,00	0,00	4,00	8,000	32,00
Arrayan	u	4,00	0,00	2,00	12,000	24,00
teflón	u	10,00	3,00	6,50	1,20	7,80
Llave de paso 1" Calco	u	5,00	0,00	2,50	9,41	23,53
Sifón PVC desagüe 110mm	u	5,00	0,00	2,50	8,97	22,43
Impermeabilizante para morteros	galón	1,44	0,00	0,72	30	21,60
Estacas	u	205,00	0,00	102,50	0,20	20,50
Limón	u	4,00	0,00	2,00	10,000	20,00
Cuartón de madera (dos usos)	u	23,96	0,00	11,98	1,63	19,53
Mojones de cemento	u	37,00	0,00	18,50	1,00	18,50
Buganvilia	u	3,00	0,00	1,50	12,000	18,00
Sifón PVC desagüe 75mm	u	5,00	0,00	2,50	6,55	16,38
Unión universal PVC 1/2" caliente	u	12,00	0,00	6,00	2,70	16,20
Tiras de Madera 2,5 x 2,0x 250 cm	u	37,20	0,00	18,60	0,80	14,88
Codo PVC 1/2" agua caliente	u	12,00	0,00	6,00	2,20	13,20
Clavos de 2 a 2 1/2"	kg	5,80	0,00	2,90	4,00	11,59
Tabla chapa ordinario para puerta de 2*0,20*0,02 m.	u	5,00	0,00	2,50	4,580	11,45
Vara rolliza promedio 7 cm *3.00 m	u	7,60	0,00	3,80	3,00	11,40
Tubo PVC 110 mm desagüe tipo B	u	2,00	0,00	1,00	11,25	11,25
Unión universal PVC 1/2" agua fría	u	12,00	0,00	6,00	1,80	10,80
Tubería PVC 20mm x 2Mpa 3m	u	13,32	0,00	6,66	1,60	10,66
Codo PVC 1/2" agua fría	u	12,00	0,00	6,00	1,60	9,60
Acero de refuerzo fc=4200kg/cm2	kg	14,00	0,00	7,00	1,33	9,31
Accesorios PVC para instalación	glb	6,00	0,00	3,00	3,00	9,00
Tubo PVC 75 mm desagüe tipo B	m	2,00	0,00	1,00	8,65	8,65
Perfil estructural C18	u	0,76	0,00	0,38	18,95	7,20
Permite tubo pequeño	u	5,75	0,00	2,88	2,50	7,19
Tubería PVC 1/2" agua fría	m	12,00	0,00	6,00	0,95	5,70

Descripción	Unidad	Nivel alto de inventario	Nivel bajo de inventario	Nivel medio	Costo unitario (\$)	Costo medio mensual (\$)
Clavos de 2 a 2 1/2-3" a 3 1/2"	kg	10,00	3,00	6,50	0,60	3,90
Teflón rollo	rollo	10,00	4,00	7,00	0,30	2,10
Porcelana	kg	7,16	0,00	3,58	1,14	4,08
Tubería PVC 20mm x 2Mpa 3m	u	5,00	0,00	2,50	1,60	4,00
Tubería PVC 20mm x 2Mpa 3m	u	5,00	0,00	2,50	1,60	4,00
Tubería PVC 20mm x 2Mpa 3m	u	5,00	0,00	2,50	1,60	4,00
Poliuretano frasco	u	0,50	0,00	0,25	15,00	3,75
Clavos 2 a 4 "	kg	7,00	0,00	3,50	1,00	3,50
Tiras de eucalipto 2.5x2x250 (cm) rústica	u	16,00	0,00	8,00	0,43	3,44
Accesorios PVC 110 mm	u	0,50	0,00	0,25	12,26	3,07
Soldadura 60/11x1/8" tipo indura	kg	1,60	0,00	0,80	3,13	2,50
Poli pega	cc	500,00	0,00	250,00	0,01	2,50
Poli pega	u	3,00	0,00	1,50	1,50	2,25
Accesorios PVC 75 mm	u	0,50	0,00	0,25	7,30	1,83
Crucetas 2 mm	u	71,60	0,00	35,80	0,05	1,79
Estacones de madera de 3 m.	u	3,80	0,00	1,90	0,800	1,52
Silicona	u	0,30	0,00	0,15	10,00	1,50
Aditivo	kg	1,22	0,00	0,61	2,25	1,37
Angulo 50 * 3 mm	m	1,00	0,00	0,50	2,17	1,09
Bisagra de acero de 3", portacandado de 3".	u	2,50	0,00	1,25	0,600	0,75
Estacas	u	4,42	0,00	2,21	0,2	0,44
Clavos de 2" con cabeza	kg	1,90	0,00	0,95	0,300	0,29
Costo total mensual						\$9.762,86

Anexo 7: Fotografías de la construcción de la vivienda modelo







Anexo 8: Cálculo de costos totales de inventario del método tradicional

Material	Unidad	Cantidad total	Precio unitario (\$)	Q	PUxD	Cp(D/Q)	Ca(Q/2)	TC (\$)
Cemento	kg	65921,34	0,16	2500,00	10547,41	630,47	25,80	11203,69
Hierro en barras	kg	7875,00	1,20	0,00	9450,00	96,09	151,67	9697,76
Ladrillo	u	35065,00	0,13	5000,00	4558,45	167,68	41,93	4768,06
Arena	m3	195,63	11,25	24,00	2200,82	194,90	17,42	2413,13
Cerámica para pared 40x40	m2	164,73	11,50	164,73	1894,40	23,91	122,19	2040,49
Granito o cuarzo gama media ancho 0,6 metros	m	13,00	139,50	13,00	1813,50	23,91	116,97	1954,38
Ripio triturado 3/4"	m3	102,96	16,25	32,00	1673,10	76,93	33,54	1783,57
Madera aserrada	u	433,79	3,50	100,00	1518,25	103,72	22,58	1644,55
Bondex	saco	78,70	14,00	78,70	1101,80	23,91	71,07	1196,78
Chamba kikuyo	m2	200,00	3,40	200,00	680,00	23,91	43,86	747,77
Pasamano acero niquelado	m	15,00	39,00	15,00	585,00	23,91	37,73	646,64
Muebles de mdf o melamina terminada	u	4,00	145,00	4,00	580,00	23,91	37,41	641,32
Adoquín decorativo gama media	m2	40,00	13,00	40,00	520,00	23,91	33,54	577,45
Mezcladora para lavabo gama media	u	8,00	57,20	8,00	457,60	23,91	29,52	511,03
Porcelanato nacional	m2	35,80	12,00	35,80	429,60	23,91	27,71	481,22
Inodoro tanque bajo descarga	u	6,00	65,00	6,00	390,00	23,91	25,16	439,07
Desague pvc 110mm	m	60,00	5,90	30,00	354,00	47,82	11,42	413,24
Alambre galvanizado # 18	rollo	7,50	45,00	3,00	337,50	59,78	8,71	405,98
Ripio triturado de 1/2"	m3	23,88	13,88	32,00	331,48	17,84	28,65	377,98

Material	Unidad	Cantidad total	Precio unitario (\$)	Q	PUxD	Cp(D/Q)	Ca(Q/2)	TC (\$)
Cerradura principal gama media	u	2,00	115,00	2,00	230,00	23,91	14,84	268,75
Ducha con mezcladora gama media	u	4,00	57,43	4,00	229,72	23,91	14,82	268,45
Accesorios de instalacion (colocacion) en madera o mdf	glb	4,00	55,00	4,00	220,00	23,91	14,19	258,10
Acero estructural	kg	60,00	3,20	60,00	192,00	23,91	12,38	228,29
Lavamanos empotrable en mesón	u	6,00	27,60	6,00	165,60	23,91	10,68	200,19
Sub base granular clase 2	m3	15,41	10,50	15,41	161,78	23,91	10,44	196,13
Piedra bola	m3	17,83	8,75	17,83	156,03	23,91	10,06	190,00
Cerradura kwikset polo (laton brillante)	m2	11,00	14,00	11,00	154,00	23,91	9,93	187,84
Agua	m3	150,13	1,00	10,00	150,13	358,96	0,65	509,73
Pingos	u	135,24	1,10	50,00	148,77	64,67	3,55	216,99
Lamina de zinc trapez, galvanizada de 0,18 mm.* 3.05 m.*0,80 m	u	7,60	19,20	7,60	145,92	23,91	9,41	179,24
Rejilla de interior de piso 110mm niquelada	u	8,00	15,00	8,00	120,00	23,91	7,74	151,65
Accesorios de instalacion (colocacion) en madera o mdf	glb	2,00	55,00	2,00	110,00	23,91	7,10	141,01
Electrodos	glb	5,00	21,00	5,00	105,00	23,91	6,77	135,68
Accesorios de inodoros (llave angular y juego de accesorios)	u	6,00	16,60	6,00	99,60	23,91	6,42	129,93
Accesorios de baño plateado incluye platina y tornillos de fijación	glb	4,00	24,50	4,00	98,00	23,91	6,32	128,23

Material	Unidad	Cantidad total	Precio unitario (\$)	Q	PUxD	Cp(D/Q)	Ca(Q/2)	TC (\$)
Cementina	kg	1398,80	0,07	1398,80	97,36	23,91	6,28	127,55
Pozo de cocina doble acero inoxidable gama media	u	1,00	96,21	1,00	96,21	23,91	6,21	126,33
Accesorios de instalacion perfilera decorativa	glb	3,00	30,00	3,00	90,00	23,91	5,81	119,72
Concreto común de planta f'c=2000 psi	m3	1,14	78,71	1,14	89,73	23,91	5,79	119,43
Rejilla de exterior de piso 110mm con trampa desarenadora	u	8,00	11,00	8,00	88,00	23,91	5,68	117,59
Bloque para mampostería	u	300,00	0,28	300,00	84,00	23,91	5,42	113,33
Flores de jardín 2	u	100,00	0,80	100,00	80,00	23,91	5,16	109,07
Teja ondulada de zinc para cubierta	u	10,00	7,92	10,00	79,20	23,91	5,11	108,22
Cuartones de encofrado	u	28,00	2,70	28,00	75,60	23,91	4,88	104,39
Accesorios de lavamanos (tubo de abasto y juego de accesorios)	u	6,00	12,60	6,00	75,60	23,91	4,88	104,39
Flores de jardín 1	u	300,00	0,25	300,00	75,00	23,91	4,84	103,75
Emporador	u	32,30	2,28	32,30	73,64	23,91	4,75	102,30
Tablero triplex corriente 1.22x2.44x9cact1	u	7,40	9,80	7,40	72,52	23,91	4,68	101,11
Empore acrilico	u	2,90	25,00	2,90	72,50	23,91	4,68	101,09
Tuberia pvc 1/2" agua caliente	m	40,00	1,80	40,00	72,00	23,91	4,64	100,55
Tabla dura de encofrado de 0,20	u	29,76	2,20	29,76	65,47	23,91	4,22	93,60
Ciprés	u	8,00	8,00	8,00	64,00	23,91	4,13	92,04
Arrayan	u	4,00	12,00	4,00	48,00	23,91	3,10	75,01

Material	Unidad	Cantidad total	Precio unitario (\$)	Q	PUxD	Cp(D/Q)	Ca(Q/2)	TC (\$)
Teflon	u	40,00	1,20	40,00	48,00	23,91	3,10	75,01
Llave de paso 1" calco	u	5,00	9,41	5,00	47,05	23,91	3,03	73,99
Sifón pvc desague 110mm	u	5,00	8,97	5,00	44,85	23,91	2,89	71,65
Impermeabilizante para morteros	gal	1,44	30,00	1,44	43,20	23,91	2,79	69,90
Estacas	u	205,00	0,20	205,00	41,00	23,91	2,64	67,55
Limon	u	4,00	10,00	4,00	40,00	23,91	2,58	66,49
Cuartón de madera (dos usos)	u	23,96	1,63	23,96	39,06	23,91	2,52	65,49
Mojones de cemento	u	37,20	1,00	37,20	37,20	23,91	2,40	63,51
Bugambilla	u	3,00	12,00	3,00	36,00	23,91	2,32	62,23
Sifón pvc desague 75mm	u	5,00	6,55	5,00	32,75	23,91	2,11	58,77
Union universal pvc 1/2" caliente	u	12,00	2,70	12,00	32,40	23,91	2,09	58,40
Tiras de madera 2,5 x 2,0x 250 cm	u	37,20	0,80	37,20	29,76	23,91	1,92	55,59
Codo pvc 1/2" agua caliente	u	12,00	2,20	12,00	26,40	23,91	1,70	52,01
Clavos de 2 a 2 1/2"	kg	5,80	4,00	5,80	23,19	23,91	1,50	48,59
Tabla chapa ordinario para puerta de 2*0,20*0,02 m.	u	5,00	4,58	5,00	22,90	23,91	1,48	48,29
Vara rolliza promedio 7 cm *3.00 m	u	7,60	3,00	7,60	22,80	23,91	1,47	48,18

Material	Unidad	Cantidad total	Precio unitario (\$)	Q	PUxD	Cp(D/Q)	Ca(Q/2)	TC (\$)
Tubo pvc 110 mm desagüe tipo b	3m	2,00	11,25	2,00	22,50	23,91	1,45	47,86
Unión universal pvc 1/2" agua fría	u	12,00	1,80	12,00	21,60	23,91	1,39	46,90
Tubería pvc 20mm x 2mpa 3m	u	13,32	1,60	13,32	21,31	23,91	1,37	46,60
Codo pvc 1/2" agua fría	u	12,00	1,60	12,00	19,20	23,91	1,24	44,35
Acero de refuerzo fc=4200kg/cm2	kg	14,00	1,33	14,00	18,62	23,91	1,20	43,73
Accesorios pvc para instalación	glb	6,00	3,00	6,00	18,00	23,91	1,16	43,07
Tubo pvc 75 mm desagüe tipo b	m	2,00	8,65	2,00	17,30	23,91	1,12	42,33
Perfil estructural c18	u	0,76	18,95	0,76	14,40	23,91	0,93	39,24
Permatex tubo pequeño	u	5,75	2,50	5,75	14,38	23,91	0,93	39,21
Tubería pvc 1/2" agua fría	m	12,00	0,95	12,00	11,40	23,91	0,74	36,05
Clavos de 2 a 2 1/2-3" a 3 1/2"	kg	18,60	0,60	18,60	11,16	23,91	0,72	35,79
Teflon rollo	rollo	28,00	0,30	28,00	8,40	23,91	0,54	32,85
Porcelana	kg	7,16	1,14	7,16	8,16	23,91	0,53	32,60
Tubería pvc 20mm x 2mpa 3m	u	5,00	1,60	5,00	7,99	23,91	0,52	32,42
Tubería pvc 20mm x 2mpa 3m	u	5,00	1,60	5,00	7,99	23,91	0,52	32,42
Tubería pvc 20mm x 2mpa 3m	u	5,00	1,60	5,00	7,99	23,91	0,52	32,42
Poliuretano frasco	u	0,50	15,00	0,50	7,50	23,91	0,48	31,89
Clavos 2 a 4 "	kg	7,00	1,00	7,00	7,00	23,91	0,45	31,36
Tiras de eucalipto 2.5x2x250 (cm) rústica	u	16,00	0,43	16,00	6,88	23,91	0,44	31,23
Accesorios pvc 110 mm	u	0,50	12,26	0,50	6,13	23,91	0,40	30,44

Material	Unidad	Cantidad total	Precio unitario (\$)	Q	PUxD	Cp(D/Q)	Ca(Q/2)	TC (\$)
Soldadura 60/11x1/8" tipo indura	kg	1,60	3,13	1,60	5,01	23,91	0,32	29,24
Polipega	cc	500,00	0,01	500,00	5,00	23,91	0,32	29,23
Polipega	u	3,00	1,50	3,00	4,50	23,91	0,29	28,70
Accesorios pvc 75 mm	u	0,50	7,30	0,50	3,65	23,91	0,24	27,80
Crucetas 2 mm	u	71,60	0,05	71,60	3,58	23,91	0,23	27,72
Estacones de madera de 3 m.	u	3,80	0,80	3,80	3,04	23,91	0,20	27,15
Silicona	u	0,30	10,00	0,30	3,00	23,91	0,19	27,10
Aditivo	kg	1,22	2,25	1,22	2,73	23,91	0,18	26,82
Angulo 50 * 3 mm	m	1,00	2,17	1,00	2,17	23,91	0,14	26,22
Bisagra de acero de 3", portacandado de 3".	u	2,50	0,60	2,50	1,50	23,91	0,10	25,51
Estacas	u	4,42	0,20	4,42	0,88	23,91	0,06	24,85
Clavos de 2" con cabeza	kg	1,90	0,30	1,90	0,57	23,91	0,04	24,52
								49317,01

Anexo 9: Cálculo de costos totales de inventario de la categoría A

Categoría A - EOQ								
Material	Unidad	Precio unitario	Demanda	Costo de pedido (\$)	%Ca	Cantidad óptima de pedido	Número de pedidos	TC (\$)
Cemento	kg	0,16	65921,34	23,91	12,9	9886,57	6,67	10802,4922
Hierro en barras	kg	1,20	7875,00			1247,75	6,31	9691,44352
Ladrillo	u	0,13	35065,00			7999,41	4,38	4726,14041
Arena	m3	11,25	195,63			64,23	3,05	2317,35566
Cerámica para pared 40x40	m2	11,50	164,73			58,29	2,83	2002,49729
Granito o cuarzo gama media ancho 0,6 metros	m	139,50	13,00			4,70	2,76	1919,26901
Ripio triturado 3/4"	m3	16,25	102,96			38,77	2,66	1774,69225
Madera aserrada	u	3,50	433,79			171,47	2,53	1615,04228
Bondex	saco	14,00	78,70			36,52	2,16	1184,24248
Chamba kikuyo	m2	3,40	200,00			118,13	1,69	744,767047
								36777,9421

Anexo 10: Cálculo de costos totales de inventario de la categoría B

CATEGORÍA B							
Descripción	Unidad	Demanda	Precio unitario	D*c	Ct(D/Q)	Ce(Q/2)	TC
Pasamano acero niquelado	m	15,00	39,00	585,00	18,73	46,19	649,92
Muebles de mdf o melamina terminada	u	4,00	145,00	580,00	18,73	45,79	644,52
Adoquín decorativo gama media	m2	40,00	13,00	520,00	18,73	41,05	579,78
Mezcladora para lavabo gama media	u	8,00	57,20	457,60	18,73	36,13	512,46
Porcelanato nacional	m2	35,80	12,00	429,60	18,73	33,92	482,25
Inodoro tanque bajo descarga	u	6,00	65,00	390,00	18,73	30,79	439,52
Ripio triturado de 1/2"	m3	23,88	13,88	331,48	13,98	35,07	380,53
Cerradura principal gama media	u	2,00	115,00	230,00	18,73	18,16	266,89
Ducha con mezcladora gama media	u	4,00	57,43	229,72	18,73	18,14	266,59
Accesorios de instalación (colocación) en madera o mdf	glb	4,00	55,00	220,00	18,73	17,37	256,10
Acero estructural	kg	60,00	3,20	192,00	18,73	15,16	225,89
Lavamanos empotrable en mesón	u	6,00	27,60	165,60	18,73	13,07	197,40

CATEGORÍA B							
Descripción	Unidad	Demanda	Precio unitario	D*c	Ct(D/Q)	Ce(Q/2)	TC
Sub base granular clase 2	m3	15,41	10,50	161,78	18,73	12,77	193,29
Piedra bola	m3	17,83	8,75	156,03	18,73	12,32	187,08
Cerradura kwikset polo (laton brillante)	m2	11,00	14,00	154,00	18,73	12,16	184,89
Agua	m3	150,13	1,00	150,13	281,19	0,79	432,11
Pingos	u	135,24	1,10	148,77	50,66	4,34	203,77
Lamina de zinc trapez, galvanizada de 0,18 mm.* 3.05 m.*0,80 m	u	7,60	19,20	145,92	18,73	11,52	176,17
Rejilla de interior de piso 110mm niquelada	u	8,00	15,00	120,00	18,73	9,47	148,20
Accesorios de instalacion (colocacion) en madera o mdf	glb	2,00	55,00	110,00	18,73	8,68	137,41
Electrodos	glb	5,00	21,00	105,00	18,73	8,29	132,02
Accesorios de inodoros (llave angular y juego de accesorios)	u	6,00	16,60	99,60	18,73	7,86	126,19
Accesorios de baño plateado incluye platina y tornillos de fijación	glb	4,00	24,50	98,00	18,73	7,74	124,47
Cementina	kg	1.398,80	0,07	97,36	18,73	7,69	123,77
Desague PVC 110mm	m	60,00	5,90	354	23,91	22,83	400,74
Alambre galvanizado # 18	kg	7,50	45,00	337,5	23,91	21,768	383,17
							7.976,38

Anexo 11: Cálculo de costos totales de inventario de la categoría C


CATEGORÍA C							
Descripción	Unidad	Demanda	Precio unitario	D*c	Ct(D/Q)	Ce(Q/2)	TC
Pozo de cocina doble acero inoxidable gama media	u	1,00	96,21	96,21	23,91	6,21	126,33
Accesorios de instalación perfilería decorativa	glb	3,00	30,00	90,00	23,91	5,81	119,72
Concreto común de planta f'c=2000 psi	m3	1,14	78,71	89,73	23,91	5,79	119,43
Rejilla de exterior de piso 110mm con trampa desarenadora	u	8,00	11,00	88,00	23,91	5,68	117,59
Bloque para mampostería	u	300,00	0,28	84,00	23,91	5,42	113,33
Flores de jardín 2	u	100,00	0,80	80,00	23,91	5,16	109,07
Teja ondulada de zinc para cubierta	u	10,00	7,92	79,20	23,91	5,11	108,22
Cuartones de encofrado	u	28,00	2,70	75,60	23,91	4,88	104,39
Accesorios de lavamanos (tubo de abasto y juego de accesorios)	u	6,00	12,60	75,60	23,91	4,88	104,39
Flores de jardín 1	u	300,00	0,25	75,00	23,91	4,84	103,75
Emporador	u	32,30	2,28	73,64	23,91	4,75	102,30
Tablero triplex corriente 1.22x2.44x9cact1	u	7,40	9,80	72,52	23,91	4,68	101,11
Empore acrilico	u	2,90	25,00	72,50	23,91	4,68	101,09
Tuberia pvc 1/2" agua caliente	m	40,00	1,80	72,00	23,91	4,64	100,55
Tabla dura de encofrado de 0,20	u	29,76	2,20	65,47	23,91	4,22	93,60

CATEGORÍA C							
Descripción	Unidad	Demanda	Precio unitario	D*c	Ct(D/Q)	Ce(Q/2)	TC
Ciprés	u	8,00	8,00	64,00	23,91	4,13	92,04
Arrayan	u	4,00	12,00	48,00	23,91	3,10	75,01
Teflón	u	40,00	1,20	48,00	23,91	3,10	75,01
Llave de paso 1" calco	u	5,00	9,41	47,05	23,91	3,03	73,99
Sifón pvc desagüe 110mm	u	5,00	8,97	44,85	23,91	2,89	71,65
Impermeabilizante para morteros	galon	1,44	30,00	43,20	23,91	2,79	69,90
Estacas	u	205,00	0,20	41,00	23,91	2,64	67,55
Limón	u	4,00	10,00	40,00	23,91	2,58	66,49
Cuartón de madera (dos usos)	u	23,96	1,63	39,06	23,91	2,52	65,49
Mojones de cemento	u	37,20	1,00	37,20	23,91	2,40	63,51
Buganvilla	u	3,00	12,00	36,00	23,91	2,32	62,23
Sifón pvc desagüe 75mm	u	5,00	6,55	32,75	23,91	2,11	58,77
Unión universal pvc 1/2" caliente	u	12,00	2,70	32,40	23,91	2,09	58,40
Tiras de madera 2,5 x 2,0x 250 cm	u	37,20	0,80	29,76	23,91	1,92	55,59
Codo pvc 1/2" agua caliente	u	12,00	2,20	26,40	23,91	1,70	52,01
Clavos de 2 a 2 1/2"	kg	5,80	4,00	23,19	23,91	1,50	48,59
Tabla chapa ordinario para puerta de 2*0,20*0,02 m.	u	5,00	4,58	22,90	23,91	1,48	48,29
Vara rolliza promedio 7 cm *3.00 m	u	7,60	3,00	22,80	23,91	1,47	48,18
Tubo pvc 110 mm desagüe tipo b	u	2,00	11,25	22,50	23,91	1,45	47,86
Union universal pvc 1/2" agua fria	u	12,00	1,80	21,60	23,91	1,39	46,90

CATEGORÍA C							
Descripción	Unidad	Demanda	Precio unitario	D*c	Ct(D/Q)	Ce(Q/2)	TC
Tubería pvc 20mm x 2mpa 3m	u	13,32	1,60	21,31	23,91	1,37	46,60
Codo pvc 1/2" agua fria	u	12,00	1,60	19,20	23,91	1,24	44,35
Acero de refuerzo fc=4200kg/cm2	kg	14,00	1,33	18,62	23,91	1,20	43,73
Accesorios pvc para instalacion	glb	6,00	3,00	18,00	23,91	1,16	43,07
Tubo pvc 75 mm desague tipo b	m	2,00	8,65	17,30	23,91	1,12	42,33
Perfil estructural c18	u	0,76	18,95	14,40	23,91	0,93	39,24
Permatex tubo pequeño	u	5,75	2,50	14,38	23,91	0,93	39,21
Tuberia pvc 1/2" agua fria	m	12,00	0,95	11,40	23,91	0,74	36,05
Clavos de 2 a 2 1/2-3" a 3 1/2"	kg	18,60	0,60	11,16	23,91	0,72	35,79
Teflon rollo	rollo	28,00	0,30	8,40	23,91	0,54	32,85
Porcelana	kg	7,16	1,14	8,16	23,91	0,53	32,60
Tubería pvc 20mm x 2mpa 3m	u	5,00	1,60	7,99	23,91	0,52	32,42
Tubería pvc 20mm x 2mpa 3m	u	5,00	1,60	7,99	23,91	0,52	32,42
Tubería pvc 20mm x 2mpa 3m	u	5,00	1,60	7,99	23,91	0,52	32,42
Poliuretano frasco	u	0,50	15,00	7,50	23,91	0,48	31,89
Clavos 2 a 4 "	kg	7,00	1,00	7,00	23,91	0,45	31,36
Tiras de eucalipto 2.5x2x250 (cm) rústica	u	16,00	0,43	6,88	23,91	0,44	31,23
Accesorios pvc 110 mm	u	0,50	12,26	6,13	23,91	0,40	30,44

CATEGORÍA C							
Descripción	Unidad	Demanda	Precio unitario	D*c	Ct(D/Q)	Ce(Q/2)	TC
Soldadura 60/11x1/8" tipo indura	kg	1,60	3,13	5,01	23,91	0,32	29,24
Polipega	cc	500,00	0,01	5,00	23,91	0,32	29,23
Polipega	u	3,00	1,50	4,50	23,91	0,29	28,70
Accesorios pvc 75 mm	u	0,50	7,30	3,65	23,91	0,24	27,80
Crucetas 2 mm	u	71,60	0,05	3,58	23,91	0,23	27,72
Estacones de madera de 3 m.	u	3,80	0,80	3,04	23,91	0,20	27,15
Silicona	u	0,30	10,00	3,00	23,91	0,19	27,10
Aditivo	kg	1,22	2,25	2,73	23,91	0,18	26,82
Angulo 50 * 3 mm	m	1,00	2,17	2,17	23,91	0,14	26,22
Bisagra de acero de 3", portacandado de 3".	u	2,50	0,60	1,50	23,91	0,10	25,51
Estacas	u	4,42	0,20	0,88	23,91	0,06	24,85
Clavos de 2" con cabeza	kg	1,90	0,30	0,57	23,91	0,04	24,52
							3.855,16

Anexo 12: Proforma de adecuaciones del contenedor marítimo

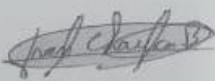


HOLSVAN - MUEBLES

PROFORMA
FABRICACIÓN DE LÍNEA DE MUEBLES PARA OFICINA - CAJAS FUERTES
Ruc: 1802595080001

Señores: Jesús Salinas fecha: 26 julio 2022
 Dirección: Ambato


CANT.	DESCRIPCIÓN	V. UNIT.	V. TOTAL
1	Estantería para material pesado de 12mts x 55x100 (materiales 3 planchas de 1.5, 8 tubos cuadrados de 1y media x 2mm, 3 tool de 1.2 pintados e instalados)		850.00
3	Cajones en metal de 1.2 (medidas .80x.30x.20 pintados)		
FORMA DE PAGO: 50% de anticipo y 50% a la entrega TIEMPO DE ENTREGA: 15 días laborables PROFORMA VALIDA POR 8 días		DSTO	NETO 0,00%
			SUBTOTAL
		IVA	12%
		TOTAL	952.00




Ing. Iván Chauca
Asesor comercial

Dirección: Cdla. Simón Bolívar, Calle José García y 9 de Octubre
 Cel.: 0995221232 - 0995248127 e-mail: sandrachicaiza_@hotmail.com
 Ambato - Ecuador


Anexo 13: Ficha de registro de materiales

	SAIBE CONSTRUCCIONES			Código: RM-001
	Ficha de registro de materiales			No Versión: 01
				Hoja: 1 de _
Responsable de bodega: _____ Fecha: g _____ Tipo de ficha: Ingreso de materiales <input type="checkbox"/> Salida de materiales <input type="checkbox"/>				
N°	Material	U	Cantidad	Observaciones
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

Anexo 14: Manual de procedimientos para el manejo de la bodega provisional de materiales


	SAIBE CONSTRUCCIONES	
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE LA BODEGA DE ALMACENAMIENTO	CODIGO: MP-BM-01 PÁGINA: 01/11


**Manual de procedimientos para el manejo de la
bodega provisional de materiales**





MP-BM-01

SAIBE CONSTRUCCIONES

	SAIBE CONSTRUCCIONES	
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE LA BODEGA DE ALMACENAMIENTO	CODIGO: MP-BM-01 PÁGINA: 01/11
<p>➤ Introducción</p> <p>El presente manual fue realizado considerando los cambios en la bodega provisional de materiales a implementar dentro de la empresa, tomando en cuenta los espacios designados para ciertos materiales, evitando así pérdidas de tiempo al momento de dejar o retirar cualquier suministro, así como los modelos de administración de inventarios aplicados a cada categoría de materiales.</p> <p>➤ Objetivo</p> <p>Definir las actividades estándar para la entrada y salida de materiales en la bodega provisional establecida en el área de construcción, de forma que se optimice la gestión de los inventarios en obra.</p> <p>➤ Alcance</p> <p>El presente manual comprende desde la planificación del abastecimiento definiendo las ecuaciones necesarias para la aplicación de los métodos de cada categoría de materiales, el ingreso de los materiales, desde su llegada al área de construcción, incluyendo su registro y almacenamiento en la bodega, y la salida de cada uno de ellos cuando se los necesita en el proceso constructivo. En cuanto a las personas a quienes está destinado el manual se tiene al personal del departamento de desarrollo de obras, que incluye peones, maestros albañiles, bodeguero e ingeniero responsable, así como del departamento de estudios.</p> <p>➤ Definiciones</p> <p>Diagrama ABC: También conocido como diagrama de Pareto, es una herramienta que permite clasificar los productos o insumos de una organización en base a al impacto que tienen cada uno de ellos, obteniendo 3 categorías, donde la primera corresponde al 80% del valor total, la segunda el 15% y la última el 5%.</p>		

	SAIBE CONSTRUCCIONES	
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE LA BODEGA DE ALMACENAMIENTO	CODIGO: MP-BM-01 PÁGINA: 01/11
<p>Layout: Se refiere a la representación en un plano de 2 dimensiones de la distribución de alguna locación.</p> <p style="padding-left: 40px;">➤ Nomenclatura</p> <p>D: Demanda del producto o material en el período de análisis</p> <p>Cp: Costo de lanzamiento de pedido</p> <p>PU: Precio unitario del material</p> <p>Ca: Costo de almacenamiento</p> <p>Q: Cantidad óptima a ordenar</p> <p>ROP: Punto de reorden</p> <p>Lt: Tiempo de suministro de los proveedores</p> <p>DM: Demanda media del producto en circunstancias normales de trabajo.</p> <p>SS: Inventario o stock de seguridad</p> <p style="padding-left: 40px;">➤ Descripción del proceso</p> <p>Abastecimiento de materiales: Las actividades que se realizan en este proceso son las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El departamento de estudios debe entregar el diagrama ABC que delimite las categorías de materiales correspondientes. 2. Obtención de toda la información referentes a los inventarios, como su demanda, costos de adquisición, almacenamiento y de pedido por parte del departamento de estudios en base a las especificaciones del proyecto a realizar. 3. Se aplican las ecuaciones correspondientes al modelo de cantidad económica de pedido en la categoría A 4. Los pedidos de materiales necesarios para el inicio del proyecto son enviados a los proveedores 5. Las condiciones de pedido de cada categoría de materiales deben ser de conocimiento del ingeniero responsable de desarrollo de obras y el bodeguero 		

	SAIBE CONSTRUCCIONES	
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE LA BODEGA DE ALMACENAMIENTO	CODIGO: MP-BM-01 PÁGINA: 01/11
<p>6. Cuando se debe realizar un nuevo pedido de materiales, el bodeguero se debe comunicar con el jefe del departamento de estudios para que genere una nueva orden al proveedor.</p> <p>Aplicación del método: El proceso de aplicación de los modelos de gestión de inventarios debe ser de conocimiento de los jefes de cada departamento de la empresa, pero quien realiza los respectivos cálculos para cada material es el jefe del departamento de estudios, ya que se encarga de coordinar los pedidos con los proveedores.</p> <p>El bodeguero debe conocer las categorías de materiales con las que se trabaja y los materiales que tienen la factibilidad de aplicación del modelo de gestión de inventarios, así como los aspectos importantes a considerar de cada uno de ellos, para facilitar las interacciones con el jefe del departamento de estudios al momento de realizar un nuevo pedido de materiales.</p> <p>A continuación, se muestra una ficha técnica que destaca los aspectos importantes para la planificación del abastecimiento de materiales, describiendo los modelos aplicados para cada categoría de materiales:</p>		

 SAYBE <small>Diseño & Construcción</small>		SAIBE CONSTRUCCIONES		
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE LA BODEGA DE ALMACENAMIENTO		CODIGO: MP-BM-01 PÁGINA: 01/11
Categoría	Modelo	Descripción	Ecuaciones	Aspectos importantes por considerar
A	Modelo de cantidad óptima de pedido (EOQ)	Determina la cantidad óptima de material que debe contener cada pedido	$Q = \sqrt{\frac{2 \times D \times C_p}{PU \times Ca}}$ $ROP = SS + (DM \times Lt)$	<p>Cantidad de materiales que debe contener cada pedido (Q)</p> <p>Nivel mínimo de existencias que indica la necesidad de realizar un nuevo pedido (ROP)</p>
B	Ninguno	No se aplica ningún método de administración de inventarios	—————	Se debe realizar un pedido con la totalidad del material al inicio del proyecto o de la etapa en vaya a ser requerido
C	Ninguno	No se aplica ningún método de administración de inventarios	—————	Se debe realizar un pedido con la totalidad del material al inicio del proyecto o de la etapa en vaya a ser requerido

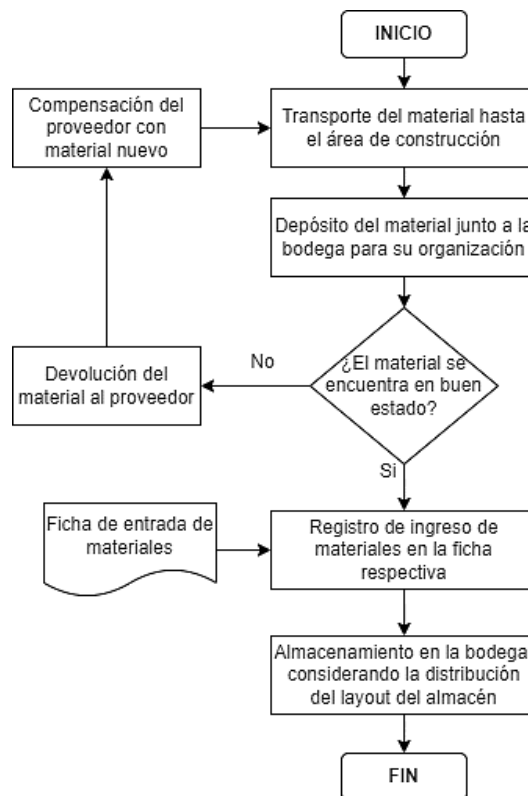
Para los materiales de la categoría A se debe tomar en cuenta que la comprobación del ROP se debe apoyar de las fichas de entrada y salida de materiales correspondientes, comprobando que los niveles de existencias concuerden con los registrados.

Entrada de materiales: Las actividades para el ingreso de materiales se muestran en la siguiente Tabla:



N°	Actividades del proceso de entrada de materiales
1	El proveedor realiza el envío de los materiales solicitados a la zona de construcción o se los transporta en el vehículo del ingeniero responsable del desarrollo de obras
2	Los materiales llegan al área de construcción y se los depositan junto a la bodega de almacenamiento para su organización
3	Se verifica que todos los materiales hayan llegado en buen estado, de lo contrario se los regresan al proveedor esperando un nuevo envío que reemplace los materiales defectuosos
4	El bodeguero registra en la ficha de ingreso de materiales las cantidades que entran en el día, tomando en cuenta las unidades con que se maneja cada tipo de material
5	Debe existir un layout en la parte exterior de la bodega provisional que permita un reconocimiento rápido de área del almacén
6	Con la ayuda de los trabajadores de la empresa se almacenan los materiales respetando las áreas destinadas para un determinado material
7	El acceso al almacén debe ser restringido, donde el bodeguero es el responsable de permitir el ingreso a los trabajadores cuando se requiera algún material

Las actividades de este proceso se representan de mejor manera en el siguiente diagrama de flujo:

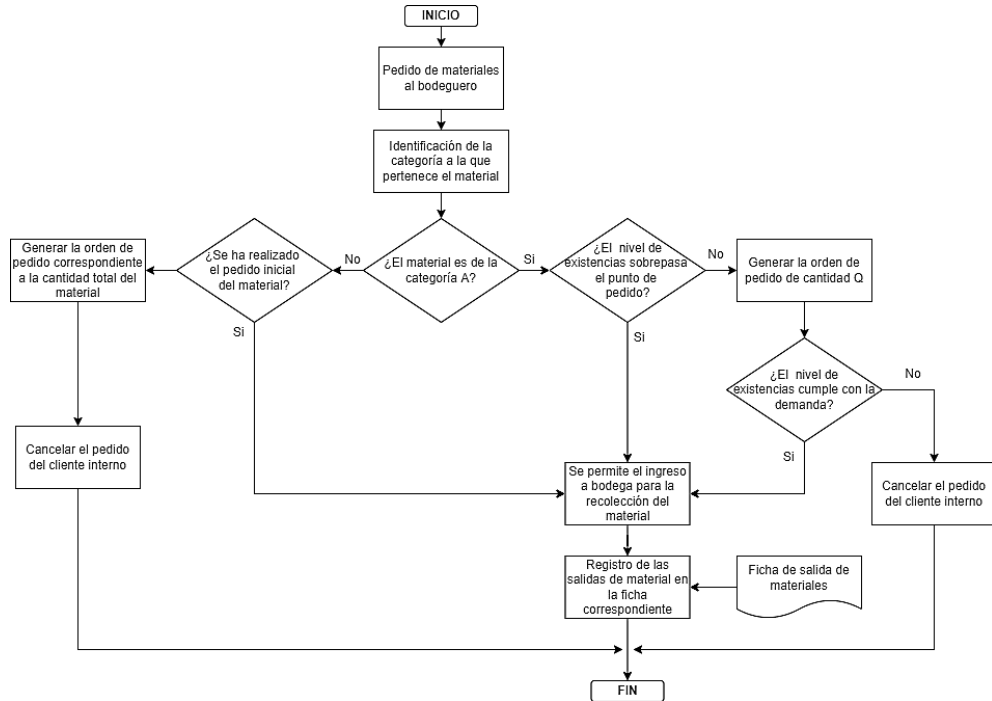


Salida de materiales: Cuando se requiere algún material de la bodega provisional de almacenamiento, es el bodeguero quien toma toda la responsabilidad sobre el control adecuado de esta actividad, para evitar que los trabajadores interactúen directamente con la bodega y se termine desaprovechando los espacios de almacenamiento.

A continuación, se muestran las actividades del proceso de salida de materiales de la bodega, considerando como punto inicial los requerimientos generados por el desarrollo del proyecto de construcción.

N°	Actividades del proceso
1	El bodeguero recibe los pedidos de materiales por parte de los trabajadores
2	Identificación de la categoría a la que corresponde el material
3	Comprobación rápida de existencias en el almacén por parte del bodeguero
4	En el caso de existir faltantes, apegarse a la política de reabastecimiento de cada categoría y cancelar el pedido de los trabajadores
5	Confirmando que el nivel de existencias cumple la demanda, el bodeguero permite el ingreso de los trabajadores para que tomen los materiales requeridos
6	El bodeguero registra los materiales salientes en la ficha de materiales correspondiente

El diagrama de flujo del proceso que se muestra a continuación permite un mejor reconocimiento de las actividades que se realizan en el proceso de salida de materiales.



Layout de la bodega: En los procesos anteriores se ha mencionado el layout del almacén, el cual debe mostrar la organización del espacio interno de almacenamiento, que será el siguiente:

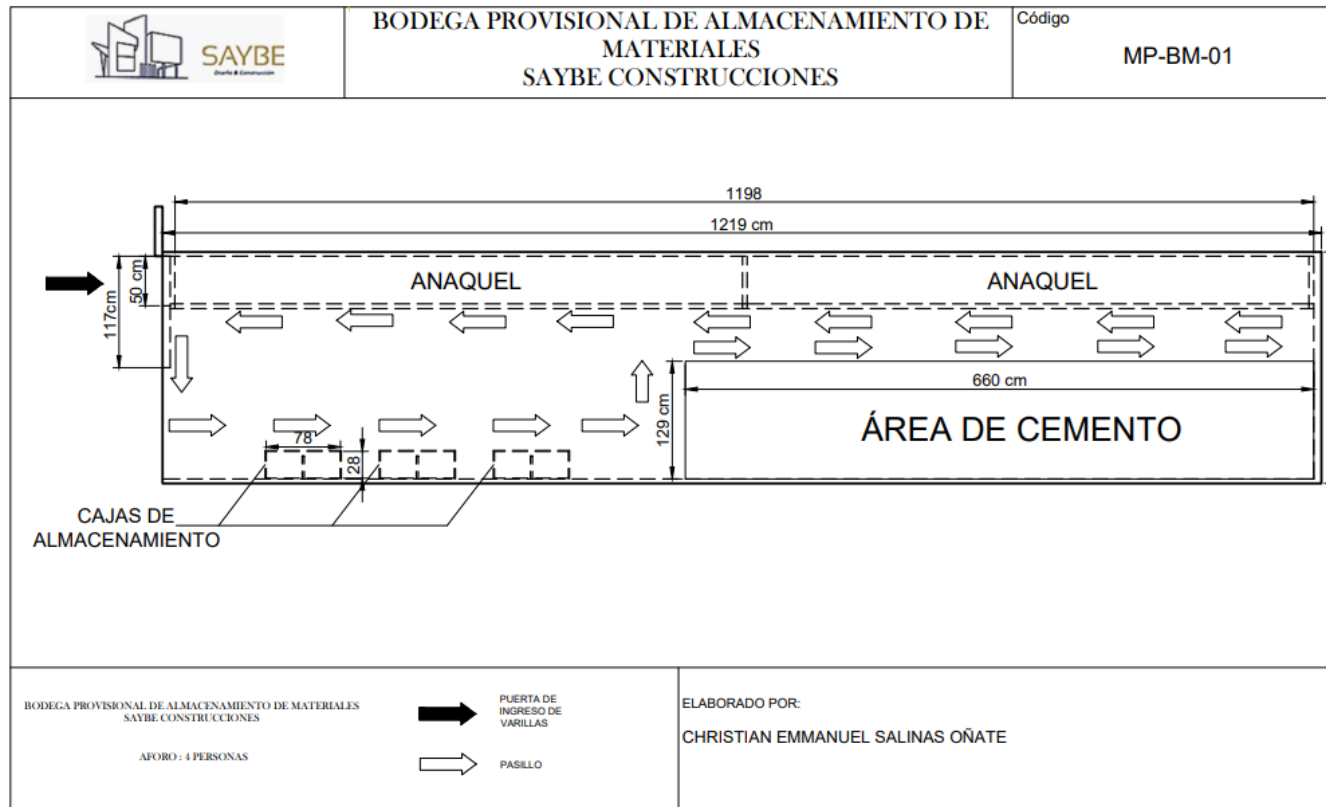



SAIBE CONSTRUCCIONES

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE LA BODEGA DE ALMACENAMIENTO

CODIGO: MP-BM-01

PÁGINA: 01/11



	SAIBE CONSTRUCCIONES	
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE LA BODEGA DE ALMACENAMIENTO	CODIGO: MP-BM-01 PÁGINA: 01/11
<ul style="list-style-type: none"> • El plano debe estar en el área de ingreso a la bodega de almacenamiento, fijado en la puerta o pared del almacén para que se encuentre al alcance de cualquiera de los miembros de la empresa. • El anaquel posee 3 niveles de almacenamiento, el primero que se sitúa en la base está destinado exclusivamente para el almacenamiento del hierro en varas, el segundo nivel también se utiliza para las varillas en el caso que se supere el espacio del nivel inferior, pero por lo general se utiliza para el almacén de materiales varios como tuberías, cajas de clavos, empore, cajas de cerámica, etc., y el nivel superior también se lo debe aprovechar para estos materiales varios y las herramientas con las que cuenta la empresa. • El área de cemento es para su almacenamiento exclusivo, pero se puede almacenar los sacos de bondex y cementina en ese espacio cuando se los requiera en las etapas de construcción, estos se almacenarán en la zona más próxima a la puerta de salida de la bodega. • Las cajas de almacenamiento que se muestran están destinadas para el acopio de los accesorios para instalaciones de la red eléctrica, de agua y varios respectivamente, se debe respetar las leyendas de cada cajón de almacenamiento para que no se desorganicen los materiales. • Las flechas del suelo muestran la ruta de acceso a todas las áreas del almacén, los trabajadores deben respetar el orden de circulación para no entorpecer el flujo del personal. 		