RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	Karol Dayana Guerrero Arévalo Laura Vanesa Cañas Verjel
FACULTAD	**Ingenierías**
PLAN DE ESTUDIOS	**Ingeniería Civil**
DIRECTOR	Ingeniero especialista Pedro Nel Angarita Uscategui
TÍTULO DE LA TESIS	Estudio de pérdidas de materiales bajo el modelo Lean Construction en la construcción del edificio residencial San Francisco del municipio de Ocaña, Norte de Santander
TITULO EN INGLES	Study of material losses under the Lean Construction model in the construction of the San Francisco residential building in the municipality of Ocaña, North of Santander

RESUMEN
(70 palabras)

Este proyecto aplicativo se basa en cuantificar las pérdidas de materiales que se han venido presentando en la construcción del edificio San Francisco en la zona céntrica del municipio de Ocaña por la empresa ARDICO S.A.S.
Se extrae en conjunto con la empresa toda la información para identificar factores de pérdidas por medio de la observación directa y recopilación de datos de compra, medición y toma de muestras en donde se cuantifica la información y se integra al modelo Lean Construction y se analiza por el criterio de la técnica ABC, nivel crítico y la evaluación de la matriz.

RESUMEN EN INGLES

This application Project is based on quantifying the losses of materials that have been occurring in the construction of the San Francisco building in the downtown area of the municipality of Ocaña by the company ARDICO S.A.S.
All the information is extracted together with the company to identify loss factors through direct observation and collection of purchase, measurement and sampling data where the information is quantified and integrated into the Lean Construction model and analyzed by the criterion of the ABC technique, critical level and the evaluation of the matrix

PALABRAS CLAVES	Construcción ajustada, materiales, porcentaje de pérdidas, plan de Mejora, edificaciones
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Lean Construction, materials, percentage of losses, improvement plan, buildings

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 94	PLANOS:	ILUSTRACIONES:14	CD-ROM:

Estudio de pérdidas de materiales bajo el modelo Lean Construction en la construcción del edificio residencial San Francisco del municipio de Ocaña, Norte de Santander.

Karol Dayana Guerrero Arévalo

Laura Vanesa Cañas Verjel

Facultad de Ingenierías, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Ingeniería Civil

Dr. Ing. especialista Pedro Nel Angarita Uzcátegui

Marzo, 2023

Agradecimientos

Dios y mi familia son testigos del esfuerzo que se ha dado para lograr esta meta tan importantecomo lo es ser ingeniero civil. Para cada uno de ellos va dedicada este proyecto no solo hecho enpapel, sino un camino forjado y probado como plata en crisol y oro en el fuego.

Agradezco a toda la UPSO y su cuerpo docente por su guía y orientación para el cumplimientode todas las arduas jornadas de aprendizaje, donde cada paso fue vigilado y corregido con la

sabiduría de estas personas llenas de amor por su profesión.

Karol y Laura

Índice

Resumen 11

Abstract 12

Capítulo 1. Estudio de pérdidas de materiales bajo el modelo Lean Construction en la construcción del edificio residencial san francisco del municipio de Ocaña, Norte de Santander13

1.1 Planteamiento del problema 13

1.2 Formulación del problema 14

1.3 Objetivos 15

1.3.1 Objetivo General 15

1.3.2 Objetivos Específicos 15

1.4 Justificación 15

1.5 Delimitaciones 17

1.5.1 Geográfica 17

Nota. Adaptado de Googlemaps en 16oogle.com/maps/place/Ocaña/ 17

1.5.2 Temporal 18

1.5.3 Conceptual 18

1.5.4 Operativa 19

Capítulo 2. Marco referencial 20

2.1 Marco Histórico 20

2.2 Marco Contextual 21

2.3 Marco Conceptual 22

2.3.1 Construcción 22

2.3.2 Edificaciones 22

2.3.3 Escombros 23

2.3.4 Gastos financieros 23

2.3.5 Gestión de proyecto 23

2.3.6 Indicadores 24

2.3.7 Materiales de construcción 24

2.3.8 Obras verticales 25

2.3.9 Planeación de obra 25

2.3.10 Presupuesto 25

2.4 Marco Teórico 26

2.4.1 Modelo Lean Construction 26

2.4.2 Manejo de material de construcción 27

2.4.3 Presupuesto de construcción 29

2.4.4 Plan de acción de mejora 30

2.5 Marco Legal 31

Capítulo 3. Diseño metodológico 33

3.1 Tipo de investigación 33

3.2 Población 34

3.3 Diseño de instrumentos de recolección de la información y técnicas de análisis de datos 34

3.4 Análisis de información 34

3.5 Procedimiento 35

3.5.1 Establecer los materiales que producen más desperdicio y la técnica ABC. ... 36

3.5.2 Cuantificación de los desperdicios de los materiales 39

3.5.3 Uso de macros en Excel para realizar un plan de presupuesto de pérdidas 42

3.5.4 Plan de acción de mejora continua..... 44

3.6 Cronograma de actividades..... 45

Capítulo 4. Administración del proyecto 47

4.1 Recursos humanos 47

4.1.1 Recursos humanos. Se utilizará el siguiente equipo de investigadores para la ejecucióndel proyecto..... 47

4.1.2 Recursos institucionales..... 47

4.1.3 Recursos financieros 48

Capítulo 5. Resultados 50

5.1 Materiales que produjeron más desperdicio en la etapa de planeación del proyecto mediante la técnica ABC para la toma de muestras en campo. 50

5.1.1 identificación de materiales importantes 50

5.2 Cuantificación de los desperdicios de los materiales seleccionados en el estudio mediante el uso de indicadores para el análisis y obtención de porcentajes de perdida 56

5.3 Propuesta de presupuesto de las pérdidas de los materiales estudiados a través del uso de macros en Excel para la obtención del costo de desperdicio. 59

5.4 Plan de acción de mejora continua 63

Capítulo 6. Conclusiones 67

7. Recomendaciones..... 69

Referencias..... 70

Apéndice 75

Lista de Tablas

Tabla 1 *Diagrama de Gantt de las actividades a realizar del proyecto* 45

Tabla 2 *Servicios para el desarrollo del proyecto* 48

Tabla 3 *Materiales e insumos necesarios para el desarrollo del proyecto*..... 48

Tabla 4 *Viáticos a usar para el desarrollo del proyecto*..... 49

Tabla 5 *Presupuesto general del proyecto*..... 49

Tabla 6 *Tabla de criterio a nivel crítico* 54

Tabla 7 *Matriz de evaluación para los materiales*..... 55

Tabla 8 *Cuadro de mejora continua, control y seguimiento de materiales* 65

Lista de Figuras

Figura 1 *ubicacion geográfica del proyecto Edificio San Francisco*..... 17

Figura 2 *Elaboración de las macros en Excel* 43

Figura 3 *Conteo de materiales para la comparación con la información de la empresa ARDICO S.A.S*..... 50

Figura 4 *Medición de la edificación en la etapa de ejecución.*..... 51

Figura 5 *Identificación de posibles factores de pérdidas de materiales*..... 52

Figura 6 Registro de la mezcla de materiales..... 52

Figura 7 *Formato de registro de inventario de materiales.Nota: Adaptado de la empresa constructora ARDICO S.A.S* 53

Figura 8 *Portada de las macros*..... 60

Figura 9 *Ingreso de materiales* 61

Figura 10 *Criterios ABC e importancia de materiales* 62

Figura 11 *Herramienta para el cálculo automatizado del costo de pérdida.* 62

Figura 12 *Diagrama de flujo Ishikawa de la problemática.* 64

Lista de Apéndice

Apendice A Lista de materiales de construcción y precios 75

Apendice B Listado de los materiales de construcción con criterio ABC 83

Apendice C Listado de los materiales, Matriz de evaluación 86

Apéndice D Materiales Importantes 89

Apendice E Registro cantidades usadas 91

Apendice F Porcentaje y costo de perdida 93

Apendice G Enlace a Excel con las macros Macros Empresa Ardico SAS.xlsm 94

Resumen

Este proyecto aplicativo se basa en cuantificar las pérdidas de materiales que se han venido presentando en la construcción del Edificio San Francisco, zona céntrica del municipio de Ocaña, Norte de Santander, por la empresa constructora ARDICO S.A.S. Se extrae en conjunto con la empresa toda la información y espacios de visitas para identificar factores de pérdidas por medio de la observación directa y la recopilación de datos de compra, medición, toma de muestras, y acompañamiento por el personal encargado de la obra. Se realiza una cuantificación de la información donde se integra un conjunto de datos que son modelados por Lean Construction, y desde allí son analizados por el criterio de la técnica ABC, nivel crítico y la evaluación de la matriz. Esto se hizo para seleccionar 23 materiales que son de mayor impacto en el presupuesto de la obra para esta área, y que bajo la herramienta macros de Excel se simula un presupuesto que ofrece una referencia de los posibles factores que son los causantes de aumentar el costo de pérdidas dentro de los cuales son 5 materiales que están por encima del 10% hasta casi el 20% con un diferencial de pérdidas. Se logra proponer mediante diagramas de flujos una ruta de mitigación para solventar estos fallidos procesos.

Palabras clave: Indicadores: *Lean Construction, materiales, porcentaje de pérdidas, plan de mejora*

Abstract

This application project is based on quantifying the losses of materials that have been occurring in the construction of the San Francisco Building, downtown area of the municipality of Ocaña, Norte de Santander, by the construction company ARDICO S.A.S. All the information and spaces of visits are extracted together with the company to identify loss factors through direct observation and data collection of purchase, measurement, sampling, and accompaniment by the personnel in charge of the work. A quantification of the information is performed where a set of data is integrated and modeled by Lean Construction, and from there they are analyzed by the criteria of the ABC technique, critical level and the evaluation of the matrix. This was done to select 23 materials that are of greater impact on the budget of the work for this area, and that under the Excel macro tool simulates a budget that provides a reference of the possible factors that are the cause of increasing the cost of losses within which are 5 materials that are above 10% to almost 20% with a loss differential. A mitigation route to solve these failed processes is proposed by means of flow diagrams.

Key words: *Indicators: Lean Construction, materials, percentage of losses, improvement plan.*

Capítulo 1. Estudio de pérdidas de materiales bajo el modelo Lean Construction en la construcción del edificio residencial san francisco del municipio de Ocaña, Norte de Santander

1.1 Planteamiento del problema

A nivel mundial, la industria de la construcción es considerada una de las principales productoras de residuos materiales, esto se ve reflejado claramente en los informes estadísticos y ambientales de gran variedad de países, tal como lo indica Passuello et al. (2014), en el año 2003 los Estados Unidos generó 170 millones de toneladas de materiales residuales y 1900 vertederos de construcción y demolición.

Así mismo se señala que "en la Unión Europea para el año 2022 se generan 2500 millones de toneladas de materiales residuales en el sector de la construcción entre derivados de la construcción y demolición" según lo indica Rockwool a través del portal Corresponsables (Rockwool, 2022). Además, un estudio realizado por Xia, et al. (2018) demostró que en Hong Kong se eliminan en vertederos 3158 toneladas diarias de residuos materiales correspondientes al sector de la construcción.

Actualmente, la industria de la construcción se enfrenta a presiones crecientes y sin precedentes derivadas de los problemas económicos mundiales, entre ellos el aumento de los costos de los materiales y otros problemas políticos y ambientales. La industria de la construcción se ha sentido impulsada a desarrollar proyectos de construcción en diversas áreas como las obras civiles, puentes, corredores, vías, además de las edificaciones, son actividades en

las cuales las empresas se han visto obligadas a reevaluar los costos de construcción relacionadosen cuanto a recursos empleados en sus obras.

De acuerdo a la problemática anterior, Colombia no es ajena al desperdicio de materiales generados en la construcción, ya que esta situación se ve afectada por diversos factores que influyen en este gran porcentaje de pérdidas de materiales, como lo son métodos de planeación sin uso de Lean Construction, el escaso control de pérdidas de materiales en el desarrollo de la obra por parte del supervisor o interventor, en donde también juega un papel muy importante la mano de obra calificada, en la cual la carencia de esta generará un alto grado de desperdicios.

Teniendo en cuenta lo descrito a nivel internacional y nacional en párrafos anteriores; en nuestro municipio Ocaña, Norte de Santander, se genera también grandes pérdidas de materiales en las diferentes construcciones de edificios residenciales, como por ejemplo el Edificio San Francisco, en el cual impactan en el gasto económico en cuanto este recurso por parte de los ejecutores del proyecto, en este caso, la empresa ARDICO SAS, los cuales desconocen sus porcentajes de desperdicio.

1.2 Formulación del problema

¿Cuánto será el porcentaje de pérdidas de materiales durante la construcción del edificio San Francisco en el municipio de Ocaña?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar el estudio de pérdidas de materiales bajo el modelo Lean Construction en el edificio residencial San Francisco del municipio de Ocaña, Norte de Santander.

1.3.2 Objetivos Específicos

Establecer los materiales que producen más desperdicio en la etapa de planeación del proyecto mediante la técnica ABC para la toma de muestras en campo.

Cuantificar los desperdicios de los materiales seleccionados en el estudio mediante el uso de indicadores para el análisis y obtención de porcentajes de perdida.

Proponer un presupuesto de las pérdidas de los materiales estudiados a través del uso de macros en Excel para la obtención del costo de desperdicio.

Elaborar un plan de acción de mejora continua para los materiales estudiados mediante diagramas de flujo para la eliminación de desperdicios y aumento de la productividad.

1.4 Justificación

Teniendo en cuenta que los desperdicios de los materiales de construcción son una de las actividades dentro de una obra de construcción que conllevan a que se presenten aumentos en los

costos de los proyectos, estos son ocasionados por razones correspondientes al mal uso de cada uno de ellos en cuanto a mediciones para los cortes o usos, inadecuadas condiciones de almacenaje, falencias en la coordinación de los actores de las diferentes fases del proyecto, sobreproducción que resulta en sobrecostos para el presupuesto inicial, y hasta desorden en el inventario.

De acuerdo a ello, se hace necesario que se requieran herramientas que sean aplicadas a laejecución y reduzcan cuantiosamente los residuos generados permitiendo un aumento en las utilidades económicas de la obra. Simultáneamente se le añade a una búsqueda exhaustiva por diseñar en función de las necesidades identificadas una optimización de los procesos a través de la reducción de los recursos destinados a los materiales en la etapa de la ejecución del proyecto, con una adecuada planificación implementando el modelo Lean Construction (Pons & Rubio, 2019), el cual permite disminuir el porcentaje de desperdicios de materiales a través del ciclo de mejoramiento de productividad, considerando según la medición de las perdidas la identificación de los factores que las producen, junto a ello, la evaluación y los sistemas de planes de mejoramiento, con el fin de formular un presupuesto reduciendo costos, mejorando la eficacia y eficiencia del uso de los materiales utilizados, una construcción sin perdidas.

Este proyecto permite mediante los conocimientos adquiridos de la Ingeniería Civil, la realización de un estudio cuantitativo de las pérdidas en materiales, haciéndole seguimiento a las fases del proyecto desde la inicial en el año 2021 hasta la final este año 2022, donde se interviene en la gestión de los recursos que son destinados para la compra de materiales, visita al proyecto y sitio de almacenaje. Esta información le permitirá a la empresa ARDICO S.A.S conocer los procesos y procedimientos a través de la técnica ABC y la herramienta Lean Construction, que identifican las pérdidas y mejoran la productividad de esas mismas mediante los planes de

mejoramiento continuo para el desarrollo de las fases del proyecto, que harán parte de la construcción del edificio residencial San Francisco, ubicado en la zona céntrica del casco urbano del municipio de Ocaña.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Geográfica

La zona geográfica de estudio está ubicada en la región del Catatumbo, presenta una extensión desde la parte norte del departamento de Norte de Santander, pasando por la frontera con Venezuela, y que abarca también las estribaciones de la cordillera Oriental, indicando que su relieve va desde zona montañosa hasta zona con pendiente baja. (Alcaldía de San Calixto, 2015)

Específicamente la zona de influencia que se quiere señalar para la investigación queda en la cordillera y la conforman los municipios de Ocaña, El Carmen, Convención, San Calixto, Teorama, Hacarí, La Playa y Ocaña.

Figura 1

Ubicación geográfica del proyecto Edificio San Francisco



Nota. Adaptado de Googlemaps en 16oogle.com/maps/place/Ocaña/

La característica principal la describe la defensoría del pueblo (2004) como una zona urbana de extensión en progreso, con sitios turísticos, destacándose por ser el segundo municipio más grande del departamento. “Su economía es comer, principalmente en la zona centro y la zona de Santa Clara; aunque no tan fuerte, pero si importante la actividad agrícola de las veredas en el cultivo de cebolla, piña, café”. (Observatorio del Programa Presidencias de DDHH y DIH , 2006)

La investigación será desarrollada en la zona céntrica del municipio de Ocaña, Norte de Santander (Colombia), en el Edificio San Francisco, ubicado en la Carrera 9 Número 9ª-89.

1.5.2 Temporal

Para este proyecto se ha venido indagando e investigando durante más de seis meses, la durabilidad del proyecto es aproximado hasta el mes de noviembre del año en curso, y en los tiempos de la proyección de la universidad tendrá un tiempo aproximado de seis (6) meses.

1.5.3 Conceptual

La delimitación conceptual se direcciona al sector de la construcción, especialmente en cuanto a la edificación, calidad, servicio, rentabilidad, sistema de costos y Lean Construction.

1.5.4 Operativa

El estudio propuesto requiere de información por parte de la empresa ARDICO S.A.S, especialmente relacionado con el tipo de materiales, presupuesto, costos, gastos operativos y demás gastos indispensables relacionados con el proyecto edificio San Francisco que actualmente se está desarrollando en el municipio de Ocaña., Norte de Santander.

Capítulo 2. Marco referencial

2.1 Marco Histórico

Según Pons (2014) “la filosofía Lean comienza a utilizarse desde hace más de treinta años, como modelo para el rubro automotor en el Japón, y después se va desarrollando en otras actividades industriales. Esta nueva aplicación metodológica se está concertando de forma distinta de acuerdo a sus características financieras y organizacionales. En el sector de la construcción, aplicarlo ha sido muy lento, sin embargo, se han estado obteniendo significativos adelantos en países como Estados Unidos, Israel y Alemania”. (p.12)

Para los años 80´s otros grandes países europeos también empiezan a usar el modelo LeanConstruction dando mejoras en las entregas de las edificaciones; “luego en Latinoamérica en los años 90‟s y pese al gran potencial de esta filosofía, solo países como Chile y Brasil lo han podidoadoptar con buenos resultados, en diferencia de Perú y Panamá que desde el año 2000 hanvenido mostrando avances en la materia de resultados en la disminución de los tiempos de entrega de las edificaciones”. (Pons, 2014)

Desde el año 2014 esta filosofía se implanta en Colombia de la mano con la construcción de las 4G, aunque es un modelo nuevo en el país, menciona Porras et al (2014) en su investigación donde se logran en esos años dar a conocer los fundamentos y desafíos que el LC llega a generar en empresas constructoras importantes de Bogotá, Medellín y Manizales, de las cuales usan los principios de seguridad, calidad, reducción de tiempo y dinero, mostrando la capacidad y el impacto técnico que promueve esta nueva alternativa de mejoramiento en los procesos de planeación y ejecución de los proyectos de construcción.

En esta nueva etapa desde el 2015 en adelante, la evolución de la filosofía como lo afirma el Lean Institute Colombia sobre el interés de adquirir mayores conocimientos aplicados a la construcción, interés que proviene de buscar la inversión extranjera sobre proyectos de alta calidad. También, ha surgido la necesidad de aplicar distintas alternativas en metodologías que puedan mejorar los procesos productivos y mejorar el rendimiento de las diferentes empresas del sector. Para que esto se dé, el sector deberá acceder a las constantes innovaciones aportadas desde los productos y aplicaciones hechas desde el 2018, que hacen empeño en la medida de lograr los resultados. (Lean Institute Colombia, 2021)

Actualmente las investigaciones e información que se tiene sobre el Lean son innovadoras para los proyectos que se están realizando en la construcción; debido a que, se necesita de una transición que cuente con estudios suficientes, y que empalmen con los conocimientos que se conocen sobre las metodologías tradicionales en los procesos de control, calidad, manejo de materiales, presupuesto, correctivos y disminución en el tiempo de entrega de las obras.

2.2 Marco Contextual

En la actualidad la empresa ARDICO S.A.S se dedica a la construcción y ampliación de estructuras comerciales, con su sello en estructuras estables y de alta calidad, por ello requiere para el proyecto de edificación del Edificio San Francisco de 446,66 m^2, proyectado para 3 plantas, cantidad para un número de oficinas y de locales comerciales que, debe atender a las necesidades de situaciones cotidianas de una construcción como los riesgos, tiempos de ejecución, manejo de materiales en procedimientos realizados de una manera no acorde a las

pautas establecidas. Se dialoga con el ingeniero residente para abordar el tema de la necesidad realizar un análisis para el desarrollo de una metodología que regule las tareas, todo esto tomando como guía los procesos de planificación de la metodología Lean Construction.

2.3 Marco Conceptual

2.3.1 Construcción

El término construcción está definido como el mejoramiento o cambio en las estructuras de productos en edificaciones, a través de procesos técnicos y financieros que contemplan el uso de recurso humano, el cual debe estar preparado para hacer un trabajo de coordinación junto con los conceptos teóricos y prácticos de la ingeniería (Barrera & Vivas, 2018).

2.3.2 Edificaciones

Son aquellas estructuras que alojan instalaciones y/o dependencias cuyo funcionamiento para actividades según la función que se le asigne según las características que tenga el terreno donde se construye como las dimensiones, tipo de suelo, reglamentaciones ambientales, legales, presupuesto, cumpliendo con las normas de construcción establecidas por el Estado (Safina, 2016).

2.3.3 Escombros

Son los residuos que proceden de las acciones que se realizan en una construcción, se generan a partir de la construcción de edificaciones, donde los sobrantes de cada material son rechazados y llevados por un proceso de almacenamiento, transporte y refinamiento de cada uno de estos materiales que no son considerados de importancia para los proyectos constructivos (López, 2012).

2.3.4 Gastos financieros

El gasto financiero es el uso de un cierto dinero que está presupuestado para la inversión de un proyecto de cualquier rubro. Estos son necesarios para las compras, alquiler, auxilios, representaciones y operaciones que forman parte de las cantidades requeridas por un cliente, consorcio, reglamentaciones, negocios, y todo lo que se considera que forma parte de las finanzas del proyecto (Clavijo & Ortiz, 2015).

2.3.5 Gestión de proyecto

Es considerado la acción sobre el proceso por el cual se realiza una planificación, dirección y control de un proyecto de cualquier área, aplicando los conocimientos, técnicas, habilidades y herramientas, que componen una serie de actividades desarrollando el cumplimiento de los objetivos, metas, entregables, tiempos, costos y calidad, de la mejor forma

de para satisfacer los requerimientos del cliente y beneficiarios (Cano, 2021).

2.3.6 Indicadores

Es un dato o un conjunto de datos que evalúan la medición de objetivos o metas de forma objetiva en un ámbito espacio temporal, para la satisfacción y calidad de la evolución de acciones asumidas por una empresa para el cumplimiento de un determinado compromiso adquirido bajo del marco del protocolo de los requerimientos de un cliente o un proyecto (Russo y otros, 2017).

2.3.7 Materiales de construcción

Los materiales son los compuestos con características determinadas que conforman las construcciones. Estos materiales deben satisfacer las necesidades según el tipo de edificación, los ambientes y las infraestructuras teniendo en cuenta el presupuesto del proyecto, las normativas de sismo resistencia, dentro de estos se destacan los metales y no metales, cemento, ladrillos, piedras, arenas, materiales de bareque, barro, arcilla, y químicos como adhesivos, selladores, aditivos (Marulanda, 2018).

2.3.8 Obras verticales

La denominación de este tipo de obras son aquellos tipos que reciben un proceso desde la parte de iniciación desde la capa superior de la tierra hasta una medida vertical que depende de las condiciones del terreno y de los requerimientos del cliente, es decir: su construcción va en ascenso este tipo de obra Se desarrolla para servir en los sectores como: vivienda, centros comerciales, puntos administrativos de empresas públicas y privadas, industrias etc. (Porras & Díaz, 2015).

2.3.9 Planeación de obra

Es prácticamente un sistema de asociación de procedimientos que involucran la administración, la organización, el control, presupuesto y gestión de los recursos humanos, técnicos y materiales que se requieren para la elaboración de una obra civil, esto depende del tamaño de la empresa que está a cargo de las operaciones (Zamora, 2018).

2.3.10 Presupuesto

El presupuesto es una hoja de ruta u hoja organizadora de planeación económica que debecubrir todas las áreas de una organización, de manera que la información que se maneje represente un plan de acción, para las personas que realizan las actividades empresariales. El presupuesto es una herramienta esencial en la administración de una empresa, pero depende del

esfuerzo que se ponga en su elaboración e implementación (Ramiréz, 2018).

2.4 Marco Teórico

2.4.1 Modelo Lean Construction

Esta es considerada por Rojas et al (2016) como una filosofía que funciona cambiando las prácticas tradicionales que se ejecutan en el trabajo del sector construcción, y los cambia a un sistema de gestión innovador que ha sido fundamentado sobre los problemas en las pérdidas económicas y materiales, de tal forma que se planifican las labores con el objetivo de mejorar la producción en las obras, y dando un rendimiento adecuado a todas las acciones que complementan los procesos.

Este modelo menciona Pons y Rubio (2019) como una serie de procesos que comprenden los conocimientos provenientes del sector automotriz japonés, como ejemplo de industrialización en cuanto a las mejoras notables de la vigencia de los procedimientos que se necesitan para dar una mayor calidad y minimizar los niveles de sobrecostos y retrasos en las entregas de las obras, generando pérdidas económicas y de credibilidad. Entonces a partir de allí, se ha venido avanzado en el sector de la construcción gracias a esta filosofía, convirtiéndose en un concepto fundamental para la resolución en las prácticas de arquitectura, obras civiles y otras ingenierías sin contratiempos que son tan frecuentes en las obras.

Adoptar este tipo de filosofías son importantes debido a la introducción de principios y fundamentos que suponen, de un margen de interés en el tiempo de inversión en otros aspectos de la construcción y proyectos mucho más productivos, que aporte un mayor valor de los

productos iniciados hasta llegar al cliente final, así obviando todos los posibles inconvenientes que se podrían dar y que afectaría el presupuesto del proyecto.

Cano (2021) dice que este modelo Lean hace que los ingenieros analicen el sistema de producción, y encuentren mayores desafíos en la participación de la obra de construcción, con la generación de una cultura de mejoramiento continuo, con el objeto de borrar el desperdicio de materiales, y usándolos para cubrir otros vacíos que se van generando por las actividades productivas para darle una mejor experiencia al cliente.

Del mismo modo, Cano señala que propicia un avance de la organización que valora a cada uno de los profesionales que ejecutan los proyectos. El autor también apunta a introducir cuatro principios para la aplicación del LC, y tienen que ver con la identificación de problemas, hallar la necesidad, la minimización del riesgo, atención a los detalles.

A propósito, se representan los atributos que son ligados con la ejecución de proyectos de construcción, de los cuales son vistos como procesos sistémicos de producción que, comparado a lo que se llevaba haciendo a la forma tradicional, permite incrementar la productividad para mejorar los resultados del negocio por medio de un alto nivel de cumplimiento de la oferta de valor (Cano, 2021).

2.4.2 Manejo de material de construcción

Para comenzar, una planificación de la construcción de cualquier edificación, lleva estipulado un porcentaje de cantidad del total del material usado será convertido en escombro. Entonces resulta que, se incluye un corto presupuesto para estos residuos, que van desde el precio de transporte, el costo de almacenamiento y manipulación, lo que es considerado como el

plan de manejo de materiales o residuos.

Con todo esto, lo realidad indica que se debe realizar los cálculos de las tomas de cantidad de volumen comprado versus el costo de almacenamiento, además de otras variables que a pesar de ser mínimas se involucran dentro las actividades de los proyectos, como conocer la totalidad de los costos de las compras de material, el almacenamiento de los residuos de estos materiales; estos análisis se necesitan utilizar para mejorar la toma de decisiones técnicas para solucionar los inconvenientes en cuanto a la adquisición y almacenamiento de materiales para un proyecto (Obregón, 2015).

En este sentido, Obregón (2015) hace una observación para que las construcciones obstruidas constantemente presenten poco espacio en los exteriores para abarcar todas las instalaciones temporales necesarias y área de almacenamiento de materiales. Por añadidura, este proceso de pérdida de materiales los espacios que están en el interior de las edificaciones debe ser usado para la exposición del material, mientras que los espacios exteriores se pueden utilizar tanto para el almacenamiento de material como de las instalaciones temporales.

La calidad tanto del material como de su manejo, es la base de los buenos procesos constructivos, la óptima gestión del tiempo y la viabilidad del proyecto. Para establecer nuestros estándares de calidad, las autoridades colombianas están tomando medidas para garantizar la seguridad de los residentes y el trabajo realizado, en nuestro caso a través del desarrollo de normas y reglamentos que se aplican a la construcción.

Según Angulo (2019) es importante que el proceso implemente las mejores prácticas para minimizar la cantidad de residuos que está generando, lo que ayuda a reducir el impacto al medio ambiente y traer beneficios económicos a la empresa constructora al identificar la importancia del manejo adecuado de los residuos de la construcción.

2.4.3 Presupuesto de construcción

Se define esto como evaluación de valor económico "a priori" de la obra, se espera que se beneficien las obras destinadas a brindar el mayor conocimiento de todo lo que se puede tener en cuenta para los gastos, costos, inversión y utilidad para la ejecución de un proyecto, frente a seguir sumando en base a una prevención de los altos o bajos costos totales asociados y si llegar a aumentar la tasa de interés. Hay que tener en cuenta que el costo final puede diferir del presupuesto estimado originalmente (Cuadrado, 2020).

El presupuesto de construcción es fundamental para el desarrollo de un proyecto en particular, este incluye elementos de financiamiento invertidos en el desarrollo y puede ser medido y evaluado para obtener los costos de la construcción a planificar, los cuales deben estar cerca de la realidad del dinero de inversión de los clientes, a pesar de ello hay que tener en cuenta que estos costos al final pueden tener sus variaciones significativas (Galeano & Sichacá, 2020). La retención de la ejecución se reserva para estar al tanto de todos los incrementos que pueden aparecer de repente. Según Valderrama (2010) estos gastos pueden que no incluyan los riesgos que se asumen por el cliente (como la inflación o los riesgos de tipo de cambio) o eventos diferenciados como paros laborales o catástrofes naturales.

Para las empresas privadas, si el proyecto está bien diseñado y no existe riesgo alguno que pueda ser especificado, hace un diferencial que se puede estimar en un 7% para la planificación de la obra y un 10% añadido para rehabilitación. Caso contrario cuando hay contratos para obras públicas, ya que allí existe toda una reglamentación de cumplimientos con el estado, por eso hacen la incorporación de variantes donde se acepta un 10 % de aumento de

mediciones y un 20 % de sobrecoste por cambios del proyecto, denominados, modificados, o reformados (Valderrama, 2010).

Por otra parte, Galeano y Sichacá (2020) indica que para tener en cuenta el presupuesto de construcción es importante tener en cuenta el valor de un metro cuadrado, porque establece en forma real el valor comercial del mercado en consideración de la oferta y la demanda. Además, da un valor a la presunción de las necesidades del comprador potencial también son muy importantes y brindan una mejor base para la comercialización. También es claro que los bienes inmuebles, más equitativamente representados de acuerdo con la realidad del mercado, son un punto de partida muy valioso para uso de edificaciones de tipo residencial y comercial, la ubicación, la formación y la valoración del cadáver. No es un punto de referencia bien establecido.

2.4.4 Plan de acción de mejora

La mejora se da después de identificar los problema, entonces, Proaño et al (2017) exponen sobre la idea de implementar esta estrategia de mejoramiento sobre las falencias en los proyectos, por lo que postulan cinco niveles como guía para hacer un plan de mejora, que son el análisis de las causas o raíz del problema, hacer una propuesta de intervención, planificación de planes de mejora, la implantación y seguimiento continuo, y finalmente la evaluación de la última metodología aplicada en su conjunto. Estas acciones permiten a las organizaciones beneficiarse de ahorros en costos, ganancias en productividad, mejoras en la calidad, satisfacción del cliente, mejor comunicación entre departamentos y mayores niveles de producción.

Otra sugerencia sobre el plan de acción de mejora lo da Espejo (2019) como proceso que

se utiliza para eliminar gradualmente la calidad y la excelencia generales de una organización con el fin de lograr resultados eficientes y efectivos. El objetivo de la planificación de la mejora es establecer relaciones entre los procesos y las personas y crear sinergias que cooperen con el progreso constante.

2.5 Marco Legal

Ley 2020 de 2020. Enmarca que, si el trabajo de construcción no se completa en su totalidad por razones ajenas al contratista, un comité técnico designado por el representante legal del cliente determinará si el trabajo de construcción está realmente incompleto. (Ley 2020 de 2020, 2020).

Ley 1796 de 2016. Establece medidas enfocadas en proteger a los compradores de viviendas, mejorar la seguridad de los edificios y fortalecer las funciones públicas de los concejales de la ciudad, algunas de las cuales están delegadas a los notarios y la supervisión de la autoridad de registro. (Ley 1796 de 2016, 2016)

Ley 400 de 1997. La ley establece normas y requisitos mínimos para el diseño, construcción, supervisión técnica de nuevas edificaciones y la recuperación de comunidades en caso de un sismo que pueda estar sujeto a fuerzas sísmicas u otras (Ley 400 de 1997, 1997).

Resolución 541 de diciembre de 1994. Regula la carga, descarga, transporte, almacenamiento y disposición final de residuos de demolición, materiales, elementos, concreto y agregados sueltos, construcción, demolición y capas orgánicas, suelo y subsuelo excavado.

En particular, es necesario definir medidas de mitigación y control para reducir el impacto sobre el paisaje, el ruido y la calidad del aire de acuerdo con la normativa ambiental

existente. Se debe incluir el uso de barreras visuales amigables con el medio ambiente para no obstruir la vista alrededor del vertedero (Resolución 541 de 1994, 1994).

Norma Técnica Colombiana NTC 4076. Esta norma establece los requisitos para bloques de hormigón de mampostería macizos o perforados fabricados con cemento hidráulico, agua y áridos minerales con o sin otros materiales. Aunque estas unidades están diseñadas para uso en particiones no estructuradas, pueden ser adecuadas para su uso en paredes exteriores no estructuradas que estén protegidas de manera efectiva de los elementos bajo ciertas condiciones. (Norma Técnica Colombiana NTC 4076, 2019).

Capítulo 3. Diseño metodológico

3.1 Tipo de investigación

El núcleo de este proyecto es la investigación cuantitativa, de acuerdo con Hernández Sampieri (2014) el enfoque cuantitativo tiene como objetivo la comprobación de relaciones entrevariables. Esto permite revisar el comportamiento de las variables, que por medio de datos numéricos le dan una mayor profundidad en analizar todos los factores, situaciones, conceptos, que se pueden abordar a partir de los datos otorgados por los ingenieros y el área administrativa de la obra de construcción del Edificio San Francisco, quienes van a compartir la información desde las diferentes fases de este proyecto, complementa esta información con la filosofía de Lean Construction y las técnicas de identificación de pérdidas. En consecuencia, el método a implementar se basa en la naturaleza de la recopilación y análisis de la información, lo cual es importante para llegar a responder los objetivos específicos propuestos.

El diseño de la investigación es no experimental, ya que las observaciones son directas en estado natural sin intervenir ni manipular la investigación. Para ello se va a reunir información detallada de la obra, respaldando con otros casos donde se han manejados desde la práctica el manejo de las pérdidas de materiales en las obras de construcción.

3.2 Población

La población que se va abordar es el proyecto de construcción en ejecución del Edificio San Francisco a cargo de la Empresa constructora ARDICO S.A.S de Ocaña, ubicado en la Carrera 9 Número 9ª-89, zona Centro del municipio.

3.3 Diseño de instrumentos de recolección de la información y técnicas de análisis de datos

Observación directa. Se emplea la técnica de observación que busca recopilar y generar una matriz de datos recolectados para que se vayan identificando y clasificando las variables respecto al área de construcción, materiales utilizados, gastos, para realizarle el diagnóstico correspondiente. Se requiere aplicar un formato para diligenciar la información de primera mano de los ingenieros y de las múltiples observaciones que se llegaran a realizar a través de un registro fotográfico.

3.4 Análisis de información

A partir de la información recolectada en las matrices, se va a realizar el cálculo de los residuos de Materiales de construcción que no son empleados, porque no cuentan con las características mínimas que se le exige al material para que conforme o sea parte de la construcción o edificación, y de lo que se están utilizando en cuanto porcentaje de lo comprado

se ha utilizado en la edificación. De esto se establecen los materiales que producen más desperdicio en la etapa de planeación del proyecto, y mediante la técnica ABC para la toma de muestras en campo se corroboran los datos.

Posteriormente se van a cuantificar los desperdicios de los materiales seleccionados en el estudio mediante el uso de indicadores gestión para identificar: Gastos reales / gastos planificados, costos de materiales principales / costos de materiales totales, total de Unidades de materiales / Total de Costo de materiales, Costo de materiales en fase de planificación / costo de materiales en fase de ejecución, fueron seleccionados por los autores y el director de la investigación, para el respectivo el análisis y obtención de porcentajes de perdida ha tenido la obra.

Después con la implementación del uso de macros en Excel se va a calcular la relación del costo de desperdicio con lo presupuestado, con el fin de proponer un presupuesto de las pérdidas de los materiales estudiados.

Finalmente, basado en el marco teórico de la investigación se elabora un plan de acción de mejora continua en los materiales estudiados mediante diagramas de flujo para la eliminación de desperdicios y aumento de la productividad del proyecto.

3.5 Procedimiento

Como procedimiento central se realizaron un número de cinco visitas al proyecto del edificio residencial San Francisco por la empresa ARDICO S.A.S, las cuales se formalizaron con la finalidad de conseguir la información que requería esta investigación, que fue brindada por los ingenieros encargados de las operaciones y del área administrativa, con una lista total de 71

referencias de materiales destinados para las fases de planeación y ejecución. Se señala que toda la documentación y datos suministrados fue brindada con el fin de mostrar la importancia del modelo Lean Construction para los materiales que son utilizados en etapa de planeación y ejecución en obras de edificación en altura que generan más perdida, independiente de los factores que las estén ocasionando.

Con esta información se logra obtener datos estadísticos acerca de la recurrencia con la cual los materiales tienen una importancia en el costo del proyecto, observando una disposición en la selección de los materiales que generan mayor pérdida para su pertinente análisis.

3.5.1 Establecer los materiales que producen más desperdicio y la técnica ABC.

La gestión de la pérdida o desperdicio de material es una de las soluciones a los muchos problemas de gestión que enfrentan las empresas, y la búsqueda de la mejora continua, la reducción de los costos de mantenimiento y la maximización de los recursos ha llevado a las empresas a utilizar diversos métodos para mantener la productividad y el beneficio.

La mayor importancia de la técnica ABC es identificar los artículos que representan mayor valor del inventario, según Agüero, Urquiola y Martínez (2016), la reducción de inventario reduce los costos al realizar un análisis ABC de los artículos del inventario e integrar un diagrama ABC de Pareto para clasificarlos según su importancia. Esto debe mejorarse manteniendo un buen servicio al cliente y considerando las políticas de inventario interno para evitar sobrecostos y garantizar suministros suficientes a los clientes.

En primero orden, para el uso de la técnica ABC se empieza con la determinación de los valores, cantidades o unidades, valor unitario y el valor total, de los materiales destinados a la construcción en la etapa de planeación; si bien hay materiales que no son muy relevantes en cuanto a sus unidades o el costo, por lo que no influyen en la posterior clasificación son de igual de importantes para los procedimientos del proyecto del edificio San Francisco.

Luego esta lista de materiales se va seleccionando los materiales más importantes ordenándolos de mayor a menor costo, después se hace la sumatoria del total del costo que representa el 100%, necesario para hallar el cálculo de porcentaje de material con la fórmula de costo total de material sobre total del costo total de los materiales por el 100%, lo que se traduce así (Moya, 1985)

$$\%\ Material = \frac{Costo\ total\ material}{Costo\ total\ de\ la\ sumatoria\ de\ los\ \ materiales} * 100\%$$ Ecuación **(1)**

A partir de estos resultados se crea otra columna para el porcentaje acumulado de los materiales, que es importante para categorizar el valor del material dentro del proyecto y darle posteriormente un rango de A, B o C. Por lo tanto, se utiliza la siguiente ecuación (Moya, 1985):

$$\%\ Acumulado\ de\ Material = \%\ Material\ 1 + \%Material\ n + 1$$ Ecuación **(2)**

Una vez se obtiene ese porcentaje, se observa que hay grupos de materiales con un número entre el 1 y el 80%, otro grupo de 81 y 95%, y otro mayor al 95%. Ahora bien, el criterio o técnica ABC presenta tres categorías que se diferencias por el valor acumulado corresponde a

los materiales más importantes para el proyecto. Se dividen en A para los materiales que tienen una importante valorización para el proyecto, por su alto costo, lo que indica que hay que hacerles un control en cuanto a cuidado, uso, preservación. La categoría B son de menor importancia que los A, son de menor valor, y ostentan entre el 40% de los materiales del proyecto. Por último, la categoría C que son los artículos de poco valor, o que son usados pocas veces; cabe decir que estos materiales dentro de la ingeniería también son importantes, pero teniendo en cuenta el concepto de la técnica ABC, no tienen un mayor impacto dentro del ámbito presupuestario.

Los materiales deben tener una clasificación según la importancia que tienen en el proceso, lo que significa que según los conocimientos de la ingeniería y en base al proyecto del edificio San Francisco, se usa el criterio 1, 2, 3, para ir categorizando cuales de esos materiales tienen un impacto en la producción. Otorgar una clasificación de 1 indica que a falta de ese material la construcción debe pausarse hasta nuevamente conseguirlo. La clasificación 2, es para materiales que tienen importancia, pero pueden ser reemplazados, diferente de la clasificación 3 que se les da a los materiales que comúnmente pueden ser reemplazados o simplemente omitirlos.

Todo este proceso de selección se puede resumir de forma que se una cada criterio para darle un 100% al o a los materiales que el control de carácter 100% estricto debe concentrarse sobre ellos, y se les conoce como α (alfa), son estos los que al final se van a tener en cuenta para la cuantificación de los indicadores, y sobre los cuales se harán los procedimientos para dar solución a la problemática propuesta.

3.5.2 Cuantificación de los desperdicios de los materiales.

Los indicadores corresponden a diversos ponderadores que resumen la información recogida durante un determinado proceso que se transforman en un dato estadístico, que pueden servir para establecer su nivel de desempeño, por lo que en la búsqueda exhaustiva por hallar resultados que muestren una realidad, el indicador es una comparación entre dos o más tipos de datos que sirve para elaborar una medida cuantitativa o una observación cualitativa (Bravo, 2018). Al desarrollarse de una forma correcta y congruente con el hilo de la investigación, los indicadores permiten facilitar su evaluación y seguimiento para impulsar la toma de decisiones hacia mejores resultados.

Con el objetivo de realizar un procesamiento de datos matemático para cuantificar las pérdidas de materiales, se demuestra una favorabilidad el uso de indicadores por los valores que se van a manejar, brindando unos criterios de fácil interpretación desde el ámbito de la ingeniería y la administración que es el fin para lo que se quiere detallar. En la gestión de la construcción existen diversos indicadores en relación a las pérdidas de materiales, en base a mediciones que se realizan durante la ejecución del proyecto, dichas mediciones en relación a la cantidad de material proyectada para alguna partida asociada, y la cantidad de material efectivamente utilizada (cantidad del material que realmente es parte del producto final).

Aunque existen diversos tipos de indicadores para esta investigación se van a tener en cuenta los indicadores cuantitativos que se refieren directamente a datos convertidos en cantidades necesarias para toma de decisiones. Esta medición sirve para datar las pérdidas que se están obteniendo en la construcción, pueden ser concebidos de diversas maneras, siendo la más común definir la situación proyectada y luego se cuantifica la situación real, y el indicador se

establece como la relación porcentual de la diferencia del escenario real con relación a la situación proyectada con respecto a lo que se logró en la obra.

A raíz de estos resultados, se pueden verificar los factores que están ocasionando que los materiales se estén usando de una manera incorrecta, esto se hace con la información administrativa y con la toma de muestras durante las visitas al proyecto, que han sido registrados en un formato para realizar una posterior compasión entre los datos brindados por las ecuaciones establecidas y los datos reales dados por la empresa ARDICO S.A.S.

De esta forma se logra obtener un indicador establecido por la relación porcentual de la discrepancia entre la cantidad pedida y la cantidad usada con respecto a lo ejecutado en obra; de esta manera el indicador es expresado generalmente como se presenta a continuación:

$$Indicador\ de\ pérdida\ (\%) = \frac{Cantidad\ pedida - Cantidad\ usada}{Cantidad\ usada} x\ 100 \quad \text{Ecuación } \mathbf{(3)}$$

Cabe indicar que este indicador de pérdida propuesto está destinado para los materiales que fueron considerados como importantes para el proyecto bajo los criterios de la técnica ABC. Esta aclaración se hace debido a que se brindar unas mejoras a partir de las situaciones que se puedan identificar.

Esto se va a interpretar de tal forma que, si el resultado del indicador es negativo, esa es la cantidad pedida concuerda con las proyecciones establecidas para ese material, pero, no alcanza a ser suficiente para la ejecución del proyecto y le corresponde a la empresa asumir nuevos costos. En el caso de que el resultado de algún indicador sea cero, Esto indicará claramente que no se percibe pérdida o exceso de material de un determinado elemento, caso bastante alejado de la realidad que se presenta en el sector de la construcción.

Y por último si el resultado del indicador llega a tener una tendencia mayor a cero, muestra que hay pérdidas en el material. Además, en este resultado, se pueden considerar dos

situaciones, la primera es, si el indicador llega a ser menor del 100%, es definitivo en decir que el volumen de pérdidas es menor a la cantidad de material usado, y este sería un caso que se da recurrentemente en los proyectos de construcción de edificaciones. En el caso que el indicador es igual o mayor al 100%, se infiere que se están presentando pérdidas del mismo volumen o mayor a la cantidad de material utilizada en la edificación.

Una vez identificado se procede a realizar otro tipo de análisis de las pérdidas de materiales en construcción, pueden ser utilizados otros indicadores de pérdidas, si es que se consideran tres tipos de cantidad de material proyectada proporcionadas de forma distinta. El motivo de utilizar distintos indicadores de pérdida en base a lo proyectado, es lograr realizar un análisis más amplio en cuanto a la influencia de las distintas formas que se tienen de cubicar y proyectar los materiales para las obras, además lograr percibir algún otro aspecto que pueda intervenir en las pérdidas, de acuerdo a los diversos procedimientos de trabajo con los que cuenta cada obra. A continuación, se presentan los tres indicadores que pueden ser utilizados para el análisis de las pérdidas de materiales, explicando la función que contribuye cada uno. Gastos reales / gastos planificados, costos de materiales principales / costos de materiales totales, total de Unidades de materiales / Total de Costo de materiales, Costo de materiales en fase de planificación / costo de materiales en fase de ejecución, se basan en lograr observar la influencia de las cantidades que se presupuestan en la fase de planificación y de la ejecución del proyecto del Edificio San Francisco en base a las pérdidas en costos que se pueden percibir.

3.5.3 Uso de macros en Excel para realizar un plan de presupuesto de pérdidas.

Para entender las disposiciones de una herramienta como macros de Excel, se requiere identificarla como la automatización de tareas organizadas según una programación especificada en una lista de comandos para unos agilizar los procedimientos, siendo esta una acción que se graba en la hoja de cálculo para ser usada en otro momento. (Cuesta, 2019)

Con las macros lo que se pretende es automatizar varias tareas y fusionarlas en una sola, añadiendo por ejemplo un botón en nuestro libro que al pulsar sobre él realice todas esas tareas (Acosta, 2010). Una vez identificada la base de datos que se espera automatizar por medio de una macro en Excel, es necesario documentar el proceso de desarrollo de esta, para así se pueda demostrar un cambio después de que la macro sea ejecutada.

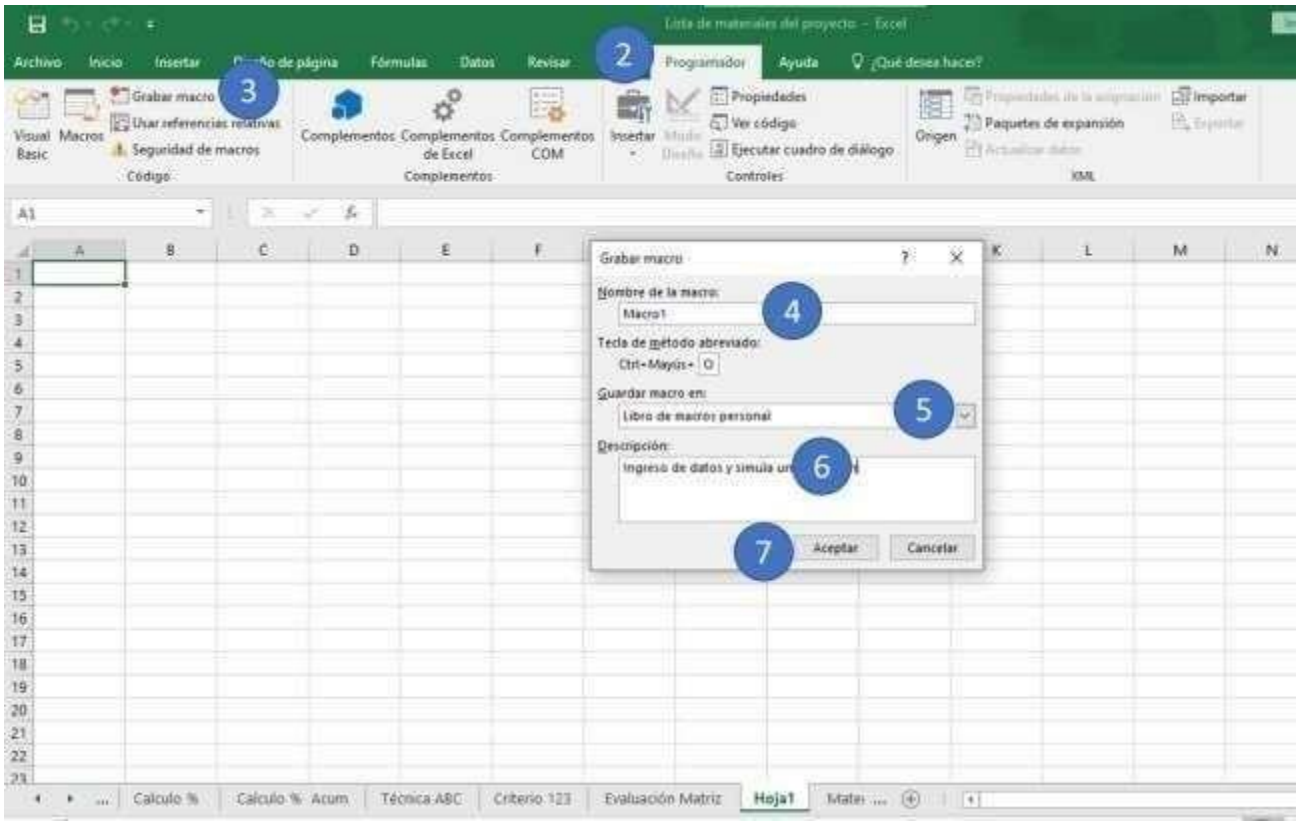
Para este caso se hace un análisis de la problemática previo para la elaboración de la programación del control de pérdidas de los materiales, permitiendo orientar la entrada y salida de los datos y la verificación del resultado satisfactorio al final de la aplicación. Este procedimiento de la creación de las macros tiene que ver con el deseo de grabar una herramienta que contenga lo requerido para que el usuario pueda obtener el mejor resultado dentro de la simulación con los datos introducidos.

Para ello hay que hacer un paso a paso (figura 2) que inicia desde abrir Excel con la hoja de cálculo principal donde hay que hacer clic en la pestaña “programador”, allí debe buscar en la barra de opciones el botón “Grabar macro” que despliega un cuadro anexo donde hay que ingresas el “nombre de la macro”, que es importante para ubicarlo a la hora de darle la opción de “Guardar macro en” ya sea en libro Excel de solo tipo macro o mixto, al igual que la descripción de lo que se va a realizar en la macro. Hay que completar todo el proceso para que las acciones

se puedan automatizar en el momento de escribir las formulas necesarias para generar el formato en la macro seleccionada, En una nueva hoja se realiza una macro para establecer el porcentaje de perdida de los materiales, reanudando los valores, con la posibilidad de editarla o eliminarla.

Figura 2

Elaboración de las macros en Excel.



Nota: Elaboración de autores.

Las macros realizadas tienen la asignación de criterios de la técnica ABC de forma automatizada seleccionando los materiales dentro de la lista de los materiales establecidos para la edificación, mostrando y seleccionando los materiales que van a ser estudiados. Luego en Excel se selecciona en una nueva hoja de cálculo, utilizada para hacer una combinatoria en cuanto al

nivel de criterio de cada uno de los materiales bajo la misma técnica, haciendo la salvedad que se pueden restablecer los valores.

3.5.4 Plan de acción de mejora continua.

El plan de mejora se procesa para brindar una estrategia de calidad en consecuencia de los hallazgos encontrados durante las fases de recopilación de información, procesamiento de datos y resultados. El punto clave del plan de mejora es conseguir una relación entre los procesos y la situación real de empresa que ayude a generar una integración costo – beneficio.

Cabe aclara que en los proyectos de construcción los procesos se esquematizan en diversos diagramas de flujo, en los cuáles se detallan todas las etapas a que son sometidos los materiales hasta ser parte del producto final. Estos diagramas pasan a ser instrumentos muy importantes para la identificación de los flujos (traspasos) de consumo de materiales en la obra, que eventualmente pueden dar origen pérdidas por mal manejo de materiales. La elaboración del diagrama de flujo de un determinado proceso pasa por el levantamiento de todas sus etapas junto con la representación de la relación entre ellas.

Para cumplir con este requisito, se recomiendan los siguientes puntos:

Examinar las áreas y procesos que necesitan mejorar y priorícelos en función de su alineación con la misión, visión y objetivos estratégicos de la organización.

Describir la causa y el efecto negativo del problema, con el apoyo de diversas herramientas y métodos analíticos.

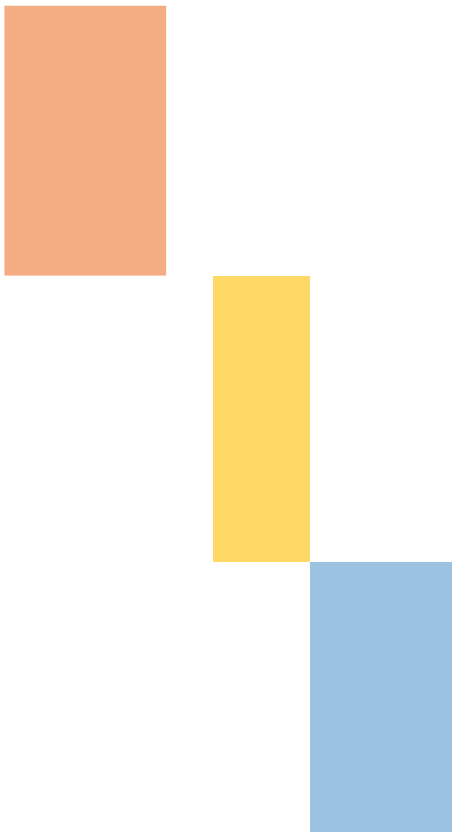
Analizar el impacto de los procesos regionales en el logro de los objetivos estratégicos planteados por la empresa.

3.6 Cronograma de actividades

Tabla 1

Diagrama de Gantt de las actividades a realizar del proyecto.

Actividades	Tiempo de duración			
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Recolección de la información por observación e indagación con la empresa ARDICO S.A.S, junto con el diligenciamiento de las fichas.				
Establecer los materiales que producen más desperdicio en la etapa de planeación del proyecto mediante la técnica ABC para la toma de muestras en campo				
Cuantificar los desperdicios de los materiales seleccionados en el estudio mediante el uso de indicadores para el análisis y obtención de porcentajes de perdida.				
Proponer un presupuesto de las pérdidas de los materiales estudiados a través del uso de macros en Excel para la obtención del costo de desperdicio.				



Elaborar un plan de acción de mejora continua en los materiales estudiados mediante diagramas de flujo para la eliminación de desperdicios y aumento de la productividad.	

Capítulo 4. Administración del proyecto

4.1 Recursos humanos

4.1.1 Recursos humanos. Se utilizará el siguiente equipo de investigadores para la ejecucióndel proyecto:

Karol Dayana Guerrero Arévalo, Laura Vanesa Cañas Verjel; estudiantes de décimo semestre de Ingeniería Civil de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

Ingenieros de planeación y ejecución de la Empresa ARDICO S.A.S

Director de la investigación el Ingeniero Especialista Pedro Nel Angarita Uscategui.

4.1.2 Recursos institucionales

Información de tipo confidencial proveniente de la Empresa ARDICO S.A.SDocumentos de la secretaria de planeación de Ocaña

Información de apoyo en la guía del trabajo de grado de la UFPSO

4.1.3 Recursos financieros

Tabla 2

Servicios para el desarrollo del proyecto

1. Servicios

Descripción	Justificación	Cant.	Forma de adquisición	Fuentes de financiamiento			TOTAL
				Recursos propios	Facultad /Programa	Otras fuentes	
Fotocopias	De la información fichas bitácoras		Compra	$10.000	0	0	$10.000
Digitación e Impresión	Para la Presentación de cada etapa del proyecto		Compra	$20.000	0	0	$20.000

Nota. Elaboración autores

Tabla 3

Materiales e insumos necesarios para el desarrollo del proyecto

2. Materiales e insumos

Descripción	Justificación	Cant.	Forma de adquisición	Fuentes de financiamiento			Total
				Recursos propios	Facultad / Programa	Otras fuentes	
1. Papelería	Fotocopias, formatos, fichas.		Compra	$ 10,000	$0	0	$ 10,000
Total				**$ 10,000**	**$0**	**$o**	**$ 10,000**

Nota. Elaboración autores

Tabla 4

Viáticos a usar para el desarrollo del proyecto.

Descripción	Justificación	3. Viáticos Recursos propios	Facultad / Programa	Otras fuentes	TOTAL
1. Transportes	Rodamiento.	$ 100,000	$0	$ 0	$ 100,000
1. Gastos representación	Encuentro con personal de la empresa ARDICO S.A.S	$120.000	$0	$0	$120.000
Total		**$ 220,000**	**$0**	**$0**	**$ 220,000**

Nota. Elaboración autores

Tabla 5

Presupuesto general del proyecto

4. Presupuesto general de proyectos	
Rubros	Fuentes de Financiamiento Recursos Propios
1. Servicios	$ 113.000
2. Materiales e Insumos	$ 10.000
3. Viáticos	$220.000
Presupuesto total del proyecto	**$ 343.000**

Capítulo 5. Resultados

5.1 Materiales que produjeron más desperdicio en la etapa de planeación del proyecto mediante la técnica ABC para la toma de muestras en campo.

Para la recolección de esta información se hizo un reconocimiento de la obra, donde se organizó la información recopilada en 2 partes, la primera el registro fotográfico evidenciando la comparación de la información dada en materiales por la administración con la observación (figura 2) y la toma de muestras para el análisis posterior de los materiales a los que se les debe hacer mayor control por pérdidas.

5.1.1 identificación de materiales importantes.

Figura 3

Conteo de materiales para la comparación con la información de la empresa ARDICO S.A.S



La medición respectiva de la edificación, en cuanto a muros, pisos, áreas comunes proyectadas en los planos estructurales y arquitectónicos (Figura 3), con un error de +/-5 metros con la medida planificada para el proyecto.

Figura 4

Medición de la edificación en la etapa de ejecución.



Se registraron factores causantes de posibles pérdidas como lo son: la falta de un lugar de acopio para los materiales de construcción (figura 4) donde hay distanciamiento entre la misma referencia de materiales, ubicados en sectores de parqueo de vehículos, y esto hace que se pierda el control sobre el inventario y se pierda la relación de las cantidades compradas con las que se están utilizando. Además, se evidencia la mezcla de materiales (figura 5), entre material denominado como escombro, con material que es funcional como lo muestra la figura como la

gravilla.

Figura 5

Identificación de posibles factores de pérdidas de materiales.



Figura 6

Registro de la mezcla de materiales



Con la información suministrada por la empresa ARDICO S.A.S por medio de un formato que maneja para su inventario de materiales (figura 6), se estableció la técnica ABC por la cantidad de materiales que manejan en su base de datos administrativa como materiales de mayor compra para el proyecto, que a su vez fueron analizados mediante el manejo del criterio 80% acumulado para A, hasta 95% acumulado para B y el resto para C.

Figura 7

Formato de registro de inventario de materiales.Nota: Adaptado de la empresa constructora ARDICO S.A.S



REQUISICIÓN DE MATERIALES

No _____

Entregar a _____ Fecha _____

Aprobado por _____ Cargar a _____

Artículo	Cantidad	Número	Descripción	Cantidad emitida	Costo unitario	Costo total

Llamado por _____ Cotizado por _____ Recibido por _____ Fecha rec _____

Los resultados de dicha clasificación se presentan en la tabla 6 que muestra la lista de los materiales utilizados, las cantidades y las unidades en los cuales están registrados, también en la tabla 7 muestra el costo unitario y el costo total por cada material. Posteriormente, se muestra un cuadro concentrador del análisis de los resultados de la clasificación ABC en la Tabla 4 y finalmente se presenta el gráfico del Método ABC. En el Anexo A, se presenta la lista de materiales construcción con la cantidad y los precios de los mismos.

Los datos de materiales de mantenimiento cuentan con un total de 436 materiales utilizados entre el periodo 2020 – 2022 cuyo costo total es de $ 1,520,073,932 millones de pesos según el informe de planeación de la constructora, informe que no fue suministrado en su totalidad por reserva, aunque si fue brindado los datos de los materiales del periodo 2021 – 2022, en el cual una lista de 44 materiales que equivale al 10% de la muestra de todos los periodos que ha estado realizándose la construcción.

Porcentaje que significa dentro del criterio ABC está entre el 1 y el 80%, por lo tanto, se clasifica como A.

Porcentaje que significa dentro del criterio ABC está entre el 1 y el 80%, por lo tanto, se clasifica como B.

Ahora bien, se realizó el listado de los materiales de construcción junto con la asignación del criterio ABC, el cual se presenta en el anexo B.

En la continuación de la aplicación de la técnica se hace un criterio a nivel crítico para cada uno de los materiales sin intervenir su clasificación ABC y decir su importancia para el proceso de producción.

Tabla 6

Tabla de criterio a nivel crítico

Categoría	Criterio
1	1 Materiales de mayor importancia en el proceso
2	2 Materiales medianamente importantes en el proceso
3	3 Materiales poco importantes en el proceso

Nota: Adaptado de (Moya, 1985)

Como último paso se registra la matriz de evaluación que da la clasificación para la importancia del material dentro del presupuesto.

Tabla 7

Matriz de evaluación para los materiales

Matriz de Evaluación	
A1	α
A2	α
A3	α
B1	α
C1	α
B2	β
B3	β
C1	β
C2	δ

Nota: Adaptado de (Moya, 1985)

Por lo tanto, matriz resultante quedó estructurada tal y como se presenta en el anexo

El resultado de hacer toda la categorización a través de la técnica ABC y demás criterios muestra que 23 de los 74 materiales son los más importantes para el proyecto, indicando que son los que hay que hacerle un mayor control debido a su gran importancia dentro del proceso de la edificación por su costo, características y la frecuencia de su uso. En el anexo D se encuentra la selección de aquellos materiales de mayor importancia.

5.2 Cuantificación de los desperdicios de los materiales seleccionados en el estudio mediante el uso de indicadores para el análisis y obtención de porcentajes de perdida

Ya identificados los 23 materiales más importantes, se les realizó el estudio a través de la aplicación de la ecuación para hallar el indicador de pérdida, que está relacionado directamente con las cantidades utilizadas, para aplicar esto se debió conocer los datos proyectados para cada piso y área de construcción donde este material iba a ser utilizado, teniendo en cuenta las cantidades pedidas por planeación y las cantidades usadas por la ejecución del proyecto. Esta información fue suministrada por la empresa ARDICO S.A.S registrada en la tabla que se encuentra ubicada como anexo D.

Luego se realizó la sumatoria de las cantidades para tener un global de las cantidades pedidas por la planeación, y se registra las cantidades usadas según los datos otorgados por la fase de ejecución del proyecto, como se muestra en el anexo E.

Esta información es necesaria hacer el cálculo respectivo de los indicadores de pérdida que se requieren para orientar los resultados de la investigación.

A continuación, se realizan para hallar este porcentaje que sirve para identificar el impacto de las pérdidas dentro del presupuesto.

$$Indicador\ de\ pérdida\ (\%) = \frac{Cantidad\ pedida - Cantidad\ usada}{Cantidad\ usada}\ x\ 100$$

Para Concreto reforzado de placa maciza de 21 Mpa se realiza el cálculo siguiente:

$$Indicador\ de\ pérdida\ (\%) = \frac{827.42 - 819.5}{819.5}\ x\ 100$$

$$Indicador\ de\ pérdida\ (\%) = 0.97$$

Este indicador muestra que solo se ha perdido el 0.97% del material, y este porcentaje está dentro de las normalidades de una obra de construcción.

Otro caso es para el material Pintura vinilo sobre estuco exteriores (Tipo koraza - Pintuco o similar), para el cual se hace el cálculo:

$$Indicador\ de\ pérdida\ (\%) = \frac{1217 - 844}{844} = x\ 100$$

$$Indicador\ de\ pérdida\ (\%) = 44.19$$

Este resultado muestra la cantidad de pérdida del material es de casi la mitad de lo que pidió, y se señala como un material que se le tiene que hacer seguimiento y control de los factores por los cuales se ha presentado una perdida valorable.

Ya con los datos obtenidos de primera mano se hizo el cálculo de los porcentajes y valores de pérdida del proyecto, los cuales se pueden encontrar en el anexo F.

Los resultados arrojan a 4 materiales que obtuvieron pérdidas considerables por encima del 15%, y son Cemento uso general 50Kg, Cemento Cemex Gris Usos General X 50 Kg, Figurado cor 3/8", Bloque H10. Son materiales que tuvieron un seguimiento que muestra cuales son los posibles factores que causaron su desperdicio.

5.3 Propuesta de presupuesto de las pérdidas de los materiales estudiados a través del uso de macros en Excel para la obtención del costo de desperdicio.

La función macros de Excel fue seleccionada para automatizar el proceso de selección de los materiales y poder determinar el presupuesto de las pérdidas, lo que ayuda a la toma de decisiones sobre la problemática que se observa en el proyecto Edificio San Francisco.

En primera instancia se creó otro archivo distinto al que ya se estaba trabajando, en el cual se realizó un paso a paso para la construcción de un aplicativo Macros que funciona para el registro, procedimiento, análisis de la técnica ABC, e identificación de los materiales con mayor pérdida del proyecto.

Se crea una portada para la presentación de las Macros destinado para la empresa ARDICO S.A.S, y es allí donde inicia la ruta para la programación que se realizó y se detalla en el archivo Excel con vinculo en el Anexo G. Esta interfaz está diseñada en base a los datos

recolectados durante la investigación a la medida para la empresa ARDICO S.A.S con un contenido para ingresar la información de una manera ágil, transparente y con resultados específicos.

Figura 8

Portada de las macros



En la segunda hoja del archivo se encuentra el panel de ingreso de cada material que se quiera evaluar, el usuario debe ingresar el producto o material que va a registrar, donde se acompaña de su respectivo valor, cantidad, y automáticamente se calcula el valor total. Solo dentro del conocimiento del usuario en apoyo de la tabla de criterio 123, clasificará al material según la importancia dentro del proyecto como en los ejercicios realizados en los objetivos

anteriores, esto se evidencia en la figura 8 y se puede verificar en el Anexo G.

Figura 9

Ingreso de materiales.



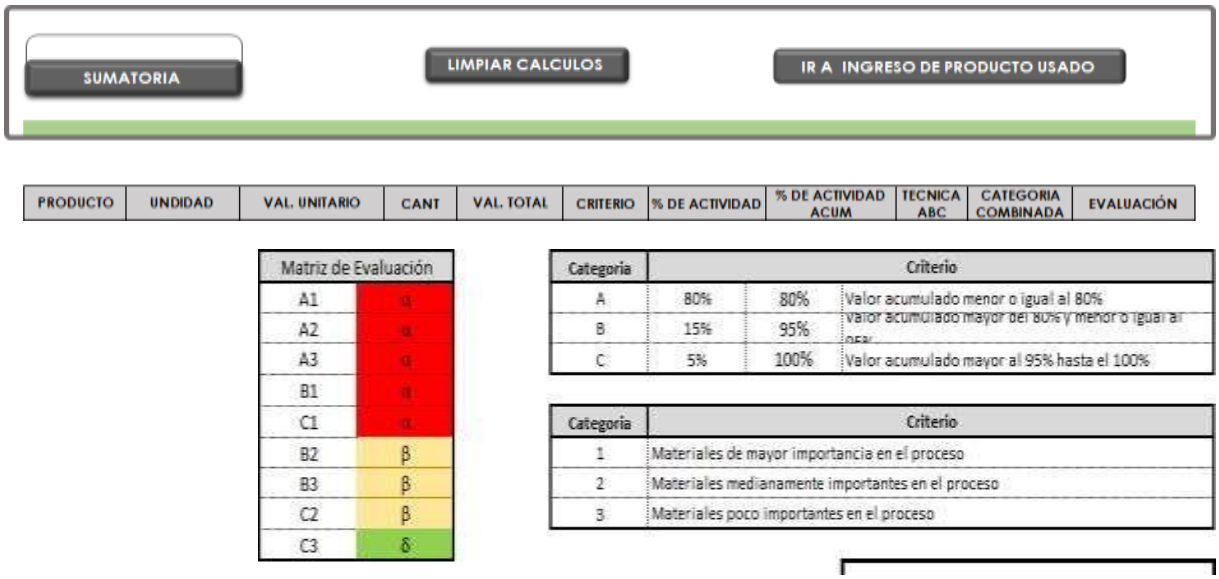
Ahora bien, en la página siguiente se observan los detalles mencionados en los criterios de la técnica ABC, en orden de material de mayor costo, % acumulado, categoría ABC, nivel crítico 123, y la matriz de evaluación, todo se automatiza con los botones “categorizar ABC”, “importancia”, el usuario podrá insertar los valores y en el momento de darle clic en los botones les aparecerá el resultado esperado.

Siguiendo con el criterio o técnica ABC se le da una serie de opciones prácticas para que el usuario además de ir suministrando la información, va aprendiendo los conceptos de la técnica como se identifica las claves de la filosofía Lean Construction, de tal forma que vaya

minimizando otras apreciaciones fuera de las categorías que está trabajando para la identificación de las pérdidas.

Figura 10

Criterios ABC e importancia de materiales.



Finalmente, se presenta la hoja automatizada para el cálculo del costo de pérdida establecido por las fórmulas anteriormentedescritas para indicadores de porcentaje de perdida, diferenciales de costos, unidades, distribución de los materiales por áreas.

Figura 11

Herramienta para el cálculo automatizado del costo de pérdida.



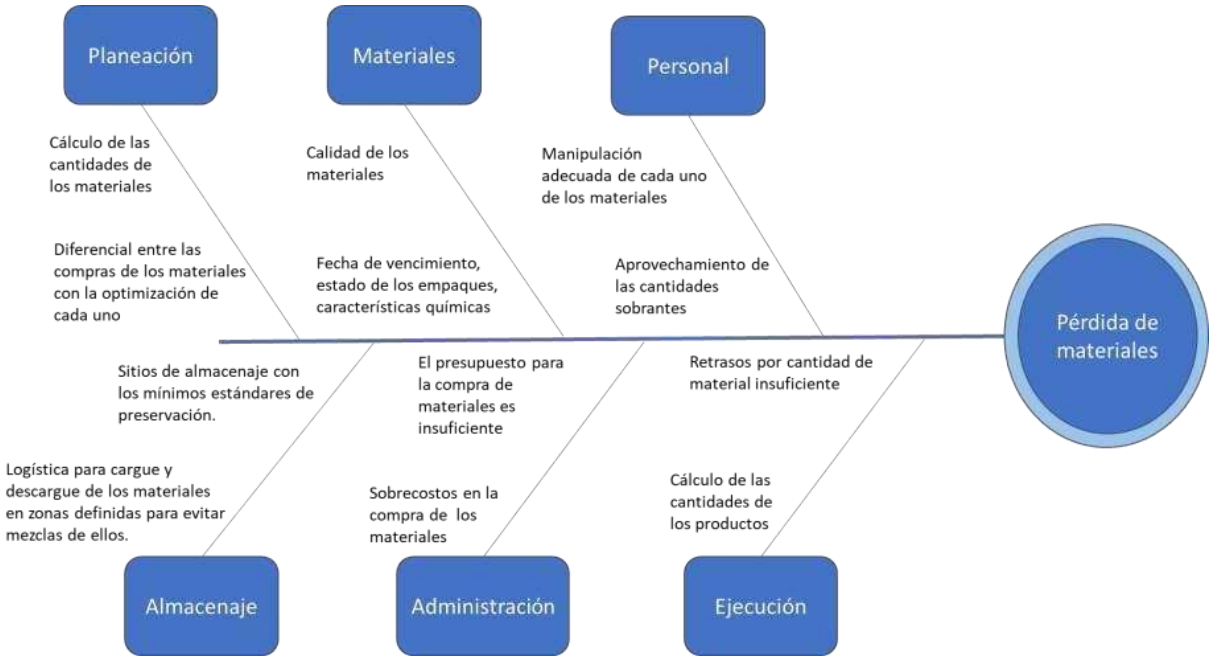
5.4 Plan de acción de mejora continua

El plan de mejora continua es una herramienta de mucha utilidad para las empresas que quieren mejorar sus servicios, productos o procesos, permitiéndoles mantenerse en el mercado, crecer y competir. La propuesta sirve que el proceso de manejo de materiales crezca en importancia y sea beneficioso para el proyecto constructivo que se lleva a cabo por la empresa ARDICO S.A.S. Cabe decir que la aplicación de esta técnica a través de diagramas de flujo es mostrar cómo se puede solucionar el problema, y en que funciones o procesos se pueden hacerle un mayor seguimiento, definiendo objetivos claros, actividades, responsables e indicadores que permita evaluar el proceso de mejora todo esto dentro de un periodo determinado y bien definido.

Teniendo en cuenta los resultados de los anteriores procesos desde la técnica ABC hasta los indicadores de pérdidas se exponen los siguientes diagramas de flujo como propuesta de plan de acción continua. Se describe un diagrama de flujo donde explica la ruta de causa y efectos de las pérdidas de materiales, donde se identifican ciertos factores que son causantes de la problemática.

Figura 12

Diagrama de flujo Ishikawa de la problemática.



El siguiente es un cuadro de mejoramiento propuesto con el fin de darle una medición al proceso definitivo de la planeación, almacenamiento, uso de materiales, gestión administrativa, personal adecuado, y la ejecución de la obra, diferenciado por una tabla de colores que diferencia cada tópico, señalando una falla para el color rojo, una alerta para el color verde, soluciones para los colores gris y azul, y la medición del proceso con el blanco; mostrando las causas, las acciones y los parámetros medibles para el cumplimiento de todos los objetivos de la construcción.

Tabla 8

Cuadro de mejora continua, control y seguimiento de materiales.

Causa	Subcausa	Acción Preventiva	Acción Correctiva	Indicador	Responsable
Planeación	Diferencia Entre cantidades pedidas de materiales con la cantidades utilizadas,	Verificación del presupuesto con planos estructurales y arquitectónicos para el cálculo de las cantidades de los materiales.	Modelamiento con la técnica ABC	Porcentaje de pérdidas del proyecto por materiales.	Ingeniero y administrador del proyecto
Almacenamiento	Sitios de almacenaje con las mínimas garantías.	Ubicación de los materiales en zonas dispuestas y con características acordes para la preservación, cuidado e inventario de los mismos.	Mantenimiento de las áreas de acopio.	Cantidades totales de materiales/cantidades usadas	Ingeniero y personal encargado del almacén.
Materiales	Verificación del estado de los materiales (vencimiento, empaques, propiedades químicas)	Seguimiento en el registro de inventario por las secciones de almacenamiento	Control en el proceso de compras	Cantidades totales de materiales/cantidades usadas.	Administración y personal encargado del almacén
Administración	Sobrecosto en La ejecución Del proyecto Debido a la Recompra de materiales	Identificación de Los factores de perdida	Hacer la simulación en la herramienta Macros para Analizar el Presupuesto de pérdidas	Presupuesto inicial/ Presupuesto de ejecución	Administración
Personal	Uso no acorde del material con respecto a las directrices	Seguimiento de l buen uso de los materiales. Aprovechamiento	Capacitación al personal en el uso y almacenamiento	Cantidades de materiales en	Ingeniero de la obra

	de la obra	de las cantidades sobrantes	de los materiales	inventario/ Cantidades usadas	
Ejecución	Retrasos en la obra por la Falta de material	Uso del plan de mejora y análisis de los seguimientos realizados a cada actividad	Tener en cuenta el modelo de pérdidas de materiales	Presupuesto inicial/ Presupuesto de ejecución	Gerente de las obra

Nota: Adaptado de (Moya, 1985)

Capítulo 6. Conclusiones

Esta pérdida de materiales está dirigida por factores que involucran el almacenaje, la falta de control y seguimiento de los procedimientos de utilización de cada uno, el fallo en el cálculo del material que se necesita en las proyecciones basadas en los planos estructurales y arquitectónicos. Lo que comúnmente se ignora es el cálculo de pérdida de materiales que están almacenados de una forma inadecuada como se detalla en el registro fotográfico como identificación de factores de pérdida en el objetivo primero de este proyecto. Entonces, se ocultan otros factores existentes como el transporte, sobrecostos del material, baja demanda, índice negativo en la tasa de rotación de inventarios y se sobre estima en no controlar sobre todo los materiales como el cemento de uso general de 50Kg que es el material de mayor costo para el proyecto.

Las alteraciones o desperfectos en las obras de construcción se consideran normales, pero para este caso se los factores que influyen en la generación de pérdidas de material, sin tener en cuenta la manipulación del mismo. Desde la planeación, se presentan diferencias entre unidades pedidas contra las unidades usadas en la ejecución, además del retraso del periodo de entrega por cuestiones asociadas a la pandemia, pero también por inconvenientes con los materiales que han venido solucionándose gracias al trabajo en conjunto y las recomendaciones de este proyecto.

A través de la técnica ABC se observó que, se acomoda a la orientación que se quiere para el Lean Construction, son esenciales para identificar los materiales que se les debe poner mayor interés en su almacenaje y manejo, el caso del Cemento Cemex Gris Usos General X 50 Kg, quien presentó el mayor porcentaje de pérdidas del 23%, seguido del bloque H10 con el 21% y el cemento uso general 50Kg con el 18%.

Al igual que en otros proyectos de construcción, la proyección de costos materiales está basado en variables económicas que no se tuvieron en cuenta para este proyecto, lo que si se incluyó fueron las variables dadas por la relación cantidades consumidas y las proyectadas que tuvieron en las fases de planeación y ejecución.

Esta dualidad se presenta importante en la investigación debido a que es posible clasificar los costos de pérdida como directos ya que una suma simulada desde la herramienta macros de Excel arroja una cantidad de $35.075.860 millones de pesos, solo en 23 materiales importantes para un periodo entre junio de 2021 a junio de 2022, por lo tanto, en el momento donde la empresa tenga en cuenta todos los periodos que han estado construyendo, podrán obtener una cifra puntual de todos los materiales que se han gastado y perdido en la obra.

El trabajo presentado contribuye al estudio del modelo Lean Construction como filosofía para evitar grandes pérdidas para las empresas de construcción y obras civiles, enfocándose en materiales de construcción en Colombia porque permite cuantificar sus pérdidas a través de criterios de clasificación, y la propuesta del uso de herramientas funcionales que identifican variables que definen el comportamiento de la construcción, como son los demoras en los procesos de construcción y los sobrecostos en la compra de materiales. Es por ello que se realizó un diagrama de flujo de Ishikawa exponiendo la principal problemática con sus causas y efectos, que fue necesario para la elaboración de un cuadro de mejora que involucra la coordinación de los mecanismos de compra y planeación, con el uso de las herramientas dadas en este proyecto, que pueden ser tenidos en cuenta a la hora de realizar la planificación del proyecto.

7. Recomendaciones

Siendo el Lean Construction una filosofía que mejora los procesos en las obras de construcción, y sobre todo la manera que se puede implementar de una forma rápida, adaptable a los cambios y las inversiones que puedan traer para darle solución a los problemas recurrentes que ocurren en este tipo de proyectos constructivos desde su etapa de planeación.

La metodología que se usó en esta investigación fue importante para abarcar todas las áreas de la obra, donde la más importante fue las visitas realizadas porque se percibieron factores de pérdidas en la forma de almacenamiento que no fueron calculados porque no fueron contempladas por la misma empresa. Por esta razón, se deben aplicar cálculos aplicados a las áreas de acopio y a las mezclas de materiales que se vienen presentando, especialmente para el cemento refiriéndose a que en el lugar donde lo acumular no es el más óptimo y está latente a humedecerse, deteriorarse, la fuga por rompimiento del empaque.

El control y seguimiento que se recomienda aplicar se debe hacer en cada rotación de inventario y en cada cambio de etapa de la edificación, estos procedimientos disminuirán las irregularidades que se observan en las compras, las unidades utilizadas, y permite avisar a la administración para que puedan ejecutar el plan de acción para este tipo de situaciones.

Reconocer que la reutilización de material ayuda en el control de gastos, debido a que los escombros que se producen, comúnmente son cargados y retirados de la obra, sin que se les aplique un tipo de solución enfocada al Lean Construction que asume estrategias que mitigan el gasto en el presupuesto del proyecto.

Referencias

Acosta, P. (2010). *MS Excel 2007 con programación de Macros en Visual Basic Application.*Obtenidode https://www3.uji.es/~berbel/Visual%20Basic/Manuales/Excelvbaplication%20 2010.pd

Alcaldía de San Calixto. (2015). *Reseña Histótica.* Obtenido de Sitio web municipal: http://www.sancalixto-nortedesantander.gov.co/

Angulo, J. (2019). *Buenas prácticas para el manejo de materiales de la construcción y su impacto.* Instituto Tecnológico de Costa Rica, Ingeniería Ambiental.

Barrera, A., & Vivas, H. (2018). *Filosofía Lean aplicada a casos de estudio, bajo la implementación del mampuesto cerámico.* Universidad La Gran Colombia, Bogotá. Obtenido de https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3337/Filosofia_lean_aplicada .pdf?s equence=1

Bohórquez, G., Caicedo , G., & Franco, O. (2017). *Diseño de una aplicación para minimizar el desperdicio de concreto en edificaciones estrato1 y 2.* Universidad Católica de Colombia,Bogotá. Obtenido de https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15340/1/TRABAJO%20DE% 20GRA DO%20%28Dise%C3%B1o%20de%20una%20aplicacion%20para%20minimizar %20el %20desperdicio%20de%20concreto%20en%20edificaciones%20estrato%201% 20y%202%29.pdf

Bravo, F. (2018). *Análisis de las principales pérdidas de materiales en obras de edificación en etapa de terminaciones.* Universidad Técnica Federico Santa María, Departamento de

Obras Civiles,Valparaíso.Obtenidode https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/42593/3560900257399UTFSM.pdf?seq uence=1&isAllowed=y

Bravo, F. (2018). Análisis de las principales pérdidas de materiales en obras de edificación en etapa de terminaciones. Universidad Técnica Federico Santa María, Chile.

Camacol. (2022). PIB del sector edificador crecerá 3.5 veces más que el total de la economía en el 2022: Camacol.Obtenido de Sitio web Camacol: ttps://camacol.co/actualidad/noticias/pib-del-sector-edificador-crecera-35-veces-mas- que-el-total-de-la-economia-en#:~:text=El%20sector%20de%20la%20construcci%C3%B3n,econ%C3%B3mica%20y

%20social%20del%20pa%C3%ADs.

Cano, S. (2021). Modelo sistémico de evolución de Lean Construction SLC-EMODEL. Programa Editorial Universidad del Valle.

Clavijo, M., & Ortiz, T. (2015). La medición de ingresos y costos en el sector de la construcción en Colombia NIC 11. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Ciencias Económicas y Administrativas,Bogotá. Obtenido de https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/2651/La%20m edici%C3%B3n%20de%20ingresos%20y%20costos%20en%20el%20Sector%20de%20l a%20Construcci%C3%B3n%20en%20Colombia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cuadrado, M. (2020). Elaboración del presupuesto de obra del proyecto de vivienda de interés social "mirador de la fontana". Universidad de Antioquia, Ingeniería Ambiental. Obtenido de

https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/16016/1/CuadradoMelkin_2020_PresupuestoObraProyecto.pdf

Cuesta, Y. (2019). About Español: ¿Qué es una macro y para qué me sirve en Excel. Obtenido de https://www.aboutespanol.com/que-es-una-macro-y-para-que-me-sirve-en-excel- 3975158

DANE. (07 de Junio de 2022). Indicadores Económicos Alrededor de la Construcción (IEAC). Obtenido de Sitio web DANE: https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/indicadores-economicos-alrededor-de-la-construccion

Defensoría del pueblo. (2004). Situación de la región del Catatumbo. Defensoría del pueblo, Bogotá. Obtenido de http://www.archivodelosddhh.gov.co/saia_release1/fondos/carpeta_digitalizacion/co_ami nga_01/Caja%208/Carpeta%204/39-104.pdf

Delgado, J. (2021). Diseño de un sistema de gestión de inventarios para la empresaferretera Piamonte en la ciudad de Villavicencio. Universidad Antonio

Nariño, Ingeniería Industrial.Obtenido de http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/6333/1/2021_JuanDelgado.pdf

Espejo, L. (2019). Plan de mejoramiento del proceso de producción y gestión operativa para Nacional de Cortes S.A.S. Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano, Ingeniería Industrial, Bogotá. Obtenido de https://alejandria.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/1630/PLAN%20DE%20MEJO RAMIENTO%20DEL%20PROCESO%20DE%20PRODUCCION%20Y%20GESTION %20OPERATIVA%20NC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Galeano, M., & Sichacá, D. (2020). Establecer un promedio de valor por metro cuadrado de proyectos de apartamentos en los estratos tres y cuatro de la ciudad de Bogotá, teniendo en cuenta la rentabilidad de los presupuestos realizados. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Especialización en Avalúos - Urbanos.Obtenido de https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/25576/GaleanoMonicaMaria2 020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

González, J., Quevedo, D., & Álvarez, B. (2019). Materiales y prácticas de construcción sostenible; construcción sostenible en Villavicencio (Meta). Universidad Cooperativa de Colombia, Villavicencio. Obtenido de https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/11364/1/2019_materiales_pr%C3% A1cticas_construcci%C3%B3n.pdf

Guarda, J. (2008). Estudio para minimizar las pérdidas de materiales en obras de edificación en extensión. Santiago de Chile.

La República. (29 de Abril de 2022). Costos para la construcción de edificaciones subieron 0,98% para el mes de marzo. La República. Obtenido de https://www.larepublica.co/economia/los-costos-para-la-construccion-de-edificaciones- subieron-0-98-para-el-mes-de-marzo-3352875

Lean Institute Colombia. (04 de Junio de 2021). Lean construction - Desarrollando solucionadores de problemas. Obtenido de Sitio web de Lean Institute Colombia: https://institutolean.co/lean-construction-desarrollando-solucionadores-de-problemas/

Ley 1796 de 2016. (2016). establece medidas enfocadas a la protección del comprador de vivienda, el incremento de la seguridad de las edificaciones. Ministerio de Vivienda.Obtenido de https://www.vqingenieria.com/ley-1796-de-2016#:~:text=La%20Ley%201796%20del%2013,la%20Superintendencia%20de%20Not ariado%20y

Ley 2020 de 2020. (2020). por medio del la cual se crea el registro nacional de obras civiles inconclusas de las entidades estatales y se dictan otras disposiciones. Función Pública. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=135349

Ley 400 de 1997. (1997). Se adoptan normas sobre Construcciones Sismo Resistentes. Ministerio de vivienda. Obtenido de https://leyes.co/se_adoptan_normas_sobre_construcciones_sismo_resistentes.htm

López, F. (2012). Propuesta para el manejo adecuado de los escombros en Bogotá . Universidad Libre de Colombia, Especialización en Gerencia Ambiental, Bogotá. Obtenido de https://core.ac.uk/download/pdf/198441825.pdf

Marulanda, J. (2018). Materiales de construcción. Obtenido de https://issuu.com/jorgemarulanda9/docs/materiales_de_construccion

Moya, M. (1985). Clasificación de materiales en procedimientos computarizado. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7427471.pdf

Norma Técnica Colombiana NTC 4076. (2019). Esta norma establece los requisitos para unidades de materiales de construcción. Obtenido de https://metroblock.com.co/norma- tecnica-colombiana-ntc-4076/

Obregón, L. (2015). Control y manejo de materiales de construcción en obras de vivienda en la ciudad de Cucutá. Universidad Santo Tomás, Especialización Interventoría de la construcción, Bucaramanga.

Observatorio del Programa Presidencias de DDHH y DIH . (2006). Dinámica reciente de la confrontación armada en el Catatumbo.

Pons, J.(2014).Introducción a Lean Construction. Obtenidode http://www.juanfelipepons.com/wp-content/uploads/2017/02/Introduccion-al-Lean- Construction.pdf

Pons, J., & Rubio, I. (2019). Lean construction y la planificación colaborativa. Metodología del Last Planner System. (C. G. España, Ed.) Obtenido de https://www.cgate.es/pdf/LEAN%20CONSTRUCTION%20PDF%20Web.pdf

Porras, D., & Díaz, J. (2015). La planeación y ejecución de las obras de construcción dentro de las buenas prácticas de la administración y programación. Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería Civil. Obtenido de https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2951/4/LA%20PLANEACI%C3%93N%20Y%20EJECUCI%C3%93N%20DE%20LAS%20OBRAS%20DE%20CONSTRU CCI%C3%93N%20DENTRO%20DE%20LAS%20BUENAS%20PR%C3%81CTICAS %20DE%20LA%20ADMIN.pdf

Porras, H., Sánchez, O., & Galvis, J. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. Avances Investigación en ingeniería, 11(1).

Proaño, D., Soler, V., & Pérez, E. (2017). Metodología para elaborar un plan de mejora continua. 3C Empresa: investigación y pensamiento crítico, 50 - 56. doi:http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.50-56/

Ramiréz, C. (2018). Los presupuestos: sus objetivos e importancia. Revista Cultural Unilibre. Obtenido de https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/revista_cultural/article/download/3981/3350/

Resolución 541 de 1994. (1994). Por medio del cual se regula el cargue, descargue,

transporte, almacenamiento y disposición final de escombros. Obtenido de Sitio web cda: https://cda.gov.co/apc-aa-files/64313463346136383731653464623265/res_541.pdf

Rockwool. (18 de Mayo de 2022). ODS12. El sector de la construcción se enfrenta al reciclaje. Obtenido de Corresponsables sitio web: https://www.corresponsables.com/actualidad/ods12-sector-construccion-reciclaje-rockwoold

Rojas, M., Henao, M., & Valencia, M. (2016). Lean construction - LC bajo pensamiento Lean. Revista ingenierías Universidad de Medellín, 16(30), 115 - 128. doi:10.22395/rium.v16n30a6

Ruiz, N., & Rojas, C. (2018). Análisis de los desperdicios del concreto y su incidencia en el presupuesto final. Universidad La Gran Colombia, Facultad de Arquitectura, Bogotá. Obtenido de

https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3329/Analisis_desperdicios_concreto.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Russo, A., Guerreiro, I., & Díaz, O. (2017). Metodología para el diseño y análisis de indicadores de gestión. CNEA, Gerencia Gestión de la Calidad . Obtenido de https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/49/101/49101711.pdf

Safina, S. (2016). Capítulo 3. Edificaciones Esenciales. Obtenido de https://www.tdx.cat>bitstream>handle

Sampieri, Fernández, & Baptista. (2014). Metodología de la investigación. Mc Graw Hill.

Valderrama, F. (2010). Mediciones y presupuestos. Reverté S.A. Obtenido de https://www.reverte.com/media/reverte/files/sample-80954.pdf

Zamora, W. (2018). Modelo para la planificación de obra de construcción de edificaciónes bajo el enfoque del PMI. Universidad Santo Tomás, Facultad de ingeniería Civil. Obtenido de https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/14495/2018wbaldozamora.pdf?se

Apéndice

Apéndice A Lista de materiales de construcción y precios

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Cemento uso general 50Kg	2400	$ 28.9000	$ 69.360.000
Cemento Cemex Gris Usos General X 50 Kg	2740	$ 23.7900	$ 65.184.600
Figurado cor 3/8"	6091	$ 5.35	$ 32.5

		0	86.850
Bloque H10 * 30	39000	$ 800	$ 31.200.000
Varilla 60,000 lbs 5/8" x 6m	707	$ 43.700	$ 30.895.900
CHIPA3/8 Chipa 60,000 Lbs X 3/8 1,8M/Kg (9,5mm)	5902	$ 4.750	$ 28.034.500
Malla electrosoldada	83	$	$

		283.6000	23.5380.8000
Ladrillo 10 *30	21650	$ 800	$ 17.320.0000
Varilla 60,000 lbs 1/2" x 6m	584	$ 27.690	$ 16.170.9600
Varilla 60000 lbs 3/4 * 6m	241	$ 65.200	$ 15.713.20

			0
Varilla corrugada 3/8	991	$ 15.590	$ 15.449.690
Figurado cor 1/2"	1559	$ 5.200	$ 8.106.800
Teja colonial redonda grande	7700	$ 1.050	$ 8.085.000
Cemento Tipo 1 gris Estructural de 42,5 Kg	236	$ 28.900	$ 6.820.4

			0 0
Varilla corrugada 5/8 * 6mts	130	$ 43.700	$ 5.681.000
Varilla corrugada 1/2 - 12	200	$ 25.400	$ 5.080.000
Cemento 50 kg	110	$ 35.000	$ 3.850.000
Varilla 60000 Lbs x 6m	100	$ 27.690	$ 2.769.0

			0 0
Varilla corrugada 1/2	100	$ 27.690	$ 2.769.000
Superboard 122x244	85	$ 31.200	$ 2.652.000
Sikadur-32 Primer 3 kilos	6	$ 406.900	$ 2.441.400
Lamina de zinc 240	74	$ 31.900	$ 2.360.6

				0 0
	Flejes por Kg 3/8	3 47	$ 6.7 50	$ 2.342.2 50
	Varilla 60,000 Lbs 5/8" x 12m gerdau	5 1	$ 43.7 00	$ 2.228.7 00
	Pegante Pegototal Ceramica X 25Kg	1 14	$ 16.8 00	$ 1.915.2 00
	Sikadur 32 primer * 6kg	5	$ 373.0 00	$ 1.865.0 00
	Varilla corrugada 8,5	1 20	$ 15.1 00	$ 1.812.0 00
	Varilla corrugada 8,5	1 20	$ 15.1 00	$ 1.812.0 00
	Metaldeck 2" 0,75mm 0,94 * 6,10m	4	$ 374.9 00	$ 1.499.6 00
	Lamina Galvanizada cal 22 con dobleces	5 0	$ 29.9 00	$ 1.495.0 00
	Triturado Pasa 3/4"	1 87	$ 7.0 00	$ 1.309.0 00
	2107042 Sika Anchorfix-2 *300 ml	1 4	$ 77.0 00	$ 1.078.0 00
	CJPVC4*2 Caja pvc 4*2	6 57	$ 1.5 00	$ 985.5 00
	Arena Lavada	8 1	$ 11.9 00	$ 963.9 00
	Plastico Negro Cal. 6 * metro	1 00	$ 8.9 00	$ 890.0 00
	Disco corte metal 4 1/2"	1 50	$ 5.0 00	$ 750.0 00
	Esmalte Ind Amarillo	5 9	$ 11.9 00	$ 702.1 00
	Emulsion Asfaltica sika 18 kilos	8	$ 86.7 90	$ 694.3 20
	Metros cuadrados casetón Icopor perdido	3 54	$ 1.9 00	$ 672.6 00
	Thiner 1/1 Gal	2 0	$ 33.5 00	$ 670.0 00
	Tornillo Lámina 8*1	6 00	$ 9 40	$ 564.0 00
	Curva Conduit PVC 1/2	4 50	$ 1.2 00	$ 540.0 00
	Anchorfix-4	4	$ 124.9 00	$ 499.6 00
	Tubo conduit PVC 1/2 3m tipo pesado	6 95	$ 6 60	$ 458.7 00
	Malla 7.0 15*15*2, 35x6m	7 6	$ 6.0 00	$ 456.0 00
100	Metro Lineal Tuberia corrugada sin filtro	1 00	$ 4.1 90	$ 419.0 00
	Adaptador terminal SCH 40 1/2	4 00	$ 9 00	$ 360.0 00
	Cable encauchetado 3x12 Nexans	3 4	$ 10.2 00	$ 346.8 00
	Alambre Recocido	2 000	$ 1 66	$ 332.0 00
	Riel Omega Perforado	6 0	$ 4.9 00	$ 294.0 00
	Caja de paso 20x20x10	9	$ 31.9 00	$ 287.1 00
	Guantes Obrero	5 4	$ 5.0 00	$ 270.0 00
	Tela Verde 2 *100 mts	1	$ 245.0 00	$ 245.0 00
	Curva 1/2 SCH40	7 0	$ 3.3 00	$ 231.0 00
	Adaptador terminal PVC 1/2	5 50	$ 3 80	$ 209.0 00
	Arandela 3/8 zincada	6 80	$ 3	$ 204.0

		00	00
Polisombra	2 1	$ 8.9 00	$ 186.9 00
Tabla Caracoly * docena	9	$ 20.0 00	$ 180.0 00
Tubo conduit PVC 3/4 3m	2 16	$ 8 30	$ 179.2 80
Anticorrosivo Gris Pintuland * gl	4	$ 35.0 00	$ 140.0 00
Lamina zinc liso 2,14 m * 0,90 Cal 35	5	$ 27.9 00	$ 139.5 00
Cable 8 Nexan-Proc	2 4	$ 5.6 00	$ 134.4 00
Adaptador pvc 3/4 T.P	1 48	$ 9 00	$ 133.2 00
Chazo Plastico 1/4	5 00	$ 2 33	$ 116.5 00
Suplemento PVC 4x4	4 15	$ 2 50	$ 103.7 50
Bisagra Nudo 3 1/2*3 1/2 Zinc	1 2	$ 7.9 00	$ 94.8 00
Tubo sanitario semipesado 6	1	$ 81.0 00	$ 81.0 00
Puntilla de Hierro 2 1/2	5 76	$ 1 16	$ 66.8 16
Clavo de acero Estria vertical 2 1/2	1 50	$ 3 13	$ 46.9 50
Puntillas 3" Puma	5 2	$ 8 00	$ 41.6 00
Tornillo drywall 1 1/2	5 00	$ 45 00	$ 22.5 00
Puntilla de acero 2 1/2 estriada	5 5	$ 3 50	$ 19.2 50
Puntilla Caballo 2 1/2	1 50	$ 1 16	$ 17.4 00
Clavo acero estriado 2"	2 2	$ 5 00	$ 11.0 00
		Total	**$ 427.185.9 16**

Apendice B Listado de los materiales de construcción con criterio ABC

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	Actividad	% Actividad Acum	técnica ABC	riterio 123
Cemento uso general 50Kg	2400	$ 28.900	$ 69.360.000	6,33%	16,33%		
Cemento Cemex Gris Usos General X 50 Kg	2740	$ 23.790	$ 65.184.600	5,35%	31,69%		
Figurado cor 3/8"	6091	$ 5.350	$ 32.586.850	,67%	39,36%		
Bloque H10 * 30	39000	$ 800	$ 31.200.000	,35%	46,71%		
Varilla 60,000 lbs 5/8" x 6m	707	$ 43.700	$ 30.895.900	,28%	53,98%		
CHIPA3/8 Chipa 60,000 Lbs X 3/8 1,8M/Kg (9,5mm)	5902	$ 4.750	$ 28.034.500	,60%	60,59%		
Malla electrosoldada	83	$ 283.600	$ 23.538.800	,54%	66,13%		
Ladrillo 10 *30	21650	$ 800	$ 17.320.000	,08%	70,21%		
Varilla 60,000 lbs 1/2" x 6m	584	$ 27.690	$ 16.170.960	,81%	74,02%		
Varilla 60000 lbs 3/4 * 6m	241	$ 65.200	$ 15.713.200	,70%	77,72%		
Varilla corrugada 3/8	991	$ 15.590	$ 15.449.690	,64%	81,36%		
Figurado cor 1/2"	1559	$ 5.200	$ 8.106.800	,91%	83,26%		
Teja colonial redonda grande	7700	$ 1.050	$ 8.085.000	,90%	85,17%		
Cemento Tipo 1 gris Estructural de 42,5 Kg	236	$ 28.900	$ 6.820.400	,61%	86,77%		
Varilla corrugada 5/8 * 6mts	130	$ 43.700	$ 5.681.000	,34%	88,11%		
Varilla corrugada 1/2 - 12	200	$ 25.400	$ 5.080.000	,20%	89,31%		
Cemento 50 kg	110	$ 35.000	$ 3.850.000	,91%	90,22%		
Varilla 60000 Lbs x 6m	100	$ 27.690	$ 2.769.000	,65%	90,87%		
Varilla corrugada 1/2	100	$ 27.690	$ 2.769.000	,65%	91,52%		
Superboard 122x244	85	$ 31.200	$ 2.652.000	,62%	92,14%		
Sikadur-32 Primer 3 kilos	6	$ 406.900	$ 2.441.400	,57%	92,72%		
Lamina de zinc 240	74	$ 31.900	$ 2.360.600	,56%	93,28%		
Flejes por Kg 3/8	473	$ 6.750	$ 2.342.250	,55%	93,83%		
Varilla 60,000 Lbs 5/8" x 12m gerdau	51	$ 43.700	$ 2.228.700	,52%	94,35%		
Pegante Pegototal Ceramica X 25Kg	114	$ 16.800	$ 1.915.200	,45%	94,80%		
Sikadur 32 primer * 6kg	5	$ 373.000	$ 1.865.000	,44%	95,24%		
Varilla corrugada 8,5	120	$ 15.100	$ 1.812.000	,43%	95,67%		
Metaldeck 2" 0,75mm 0,94 * 6,10m	4	$ 374.900	$ 1.499.600	,35%	96,02%		
Lamina Galvanizada cal 22 con dobleces	50	$ 29.900	$ 1.495.000	,35%	96,37%		
Triturado Pasa 3/4"	187	$ 7.000	$ 1.309.000	,31%	96,68%		
Sika Anchorfix-2 *300 ml	14	$ 77.000	$ 1.078.000	,25%	96,94%		
CJPVC4*2 Caja pvc 4*2	657	$ 1.500	$ 985.500	,23%	97,17%		
Arena Lavada	81	$ 11.900	$ 963.	,23%	97,40%		

	00	900					
Plastico Negro Cal. 6 * metro	1 00	$ 8.9 00	$ 890. 000	,21%	9 7,60%		
Esmalte Ind Amarillo	5 9	$ 11.9 00	$ 702. 100	,17%	9 7,77%		
Emulsion Asfaltica sika 18 kilos	8	$ 86.7 90	$ 694. 320	,16%	9 7,93%		
Metros cuadrados casetón Icopor perdido	3 54	$ 1.9 00	$ 672. 600	,16%	9 8,09%		
Thiner 1/1 Gal	2 0	$ 33.5 00	$ 670. 000	,16%	9 8,25%		
Tornillo Lámina 8*1	6 00	$ 9 40	$ 564. 000	,13%	9 8,38%		
Curva Conduit PVC 1/2	4 50	$ 1.2 00	$ 540. 000	,13%	9 8,51%		
Anchorfix-4	4	$ 124. 900	$ 499. 600	,12%	9 8,63%		
Tubo conduit PVC 1/2 3m tipo pesado	6 95	$ 6 60	$ 458. 700	,11%	9 8,74%		
Malla 7.0 15*15*2, 35x6m	7 6	$ 6.0 00	$ 456. 000	,11%	9 8,84%		
Metro Lineal Tuberia corrugada sin filtro 100	1 00	$ 4.1 90	$ 419. 000	,10%	9 8,94%		
Adaptador terminal SCH 40 1/2	4 00	$ 9 00	$ 360. 000	,08%	9 9,03%		
Cable encauchetado 3x12 Nexans	3 4	$ 10.2 00	$ 346. 800	,08%	9 9,11%		
Alambre Recocido	2 000	$ 1 66	$ 332. 000	,08%	9 9,19%		
Riel Omega Perforado	6 0	$ 4.9 00	$ 294. 000	,07%	9 9,26%		
Caja de paso 20x20x10	9	$ 31.9 00	$ 287. 100	,07%	9 9,32%		
Guantes Obrero	5 4	$ 5.0 00	$ 270. 000	,06%	9 9,39%		
Tela Verde 2 *100 mts	1	$ 245. 000	$ 245. 000	,06%	9 9,44%		
Curva 1/2 SCH40	7 0	$ 3.3 00	$ 231. 000	,05%	9 9,50%		
Adaptador terminal PVC 1/2	5 50	$ 3 80	$ 209. 000	,05%	9 9,55%		
Arandela 3/8 zincada	6 80	$ 3 00	$ 204. 000	,05%	9 9,60%		
Polisombra	2 1	$ 8.9 00	$ 186. 900	,04%	9 9,64%		
Tabla Caracoly * docena	9	$ 20.0 00	$ 180. 000	,04%	9 9,68%		
Tubo conduit PVC 3/4 3m	2 16	$ 8 30	$ 179. 280	,04%	9 9,72%		
Anticorrosivo Gris Pintuland * gl	4	$ 35.0 00	$ 140. 000	,03%	9 9,76%		
Lamina zinc liso 2,14 m * 0,90 Cal 35	5	$ 27.9 00	$ 139. 500	,03%	9 9,79%		
Cable 8 Nexan-Proc	2 4	$ 5.6 00	$ 134. 400	,03%	9 9,82%		
Adaptador pvc 3/4 T.P	1 48	$ 9 00	$ 133. 200	,03%	9 9,85%		
Chazo Plastico 1/4	5 00	$ 2 33	$ 116. 500	,03%	9 9,88%		
Suplemento PVC 4x4	4 15	$ 2 50	$ 103. 750	,02%	9 9,91%		
Bisagra Nudo 3 1/2*3 1/2 Zinc	1 2	$ 7.9 00	$ 94.8 00	,02%	9 9,93%		
Tubo sanitario semipesado 6	1	$ 81.0 00	$ 81.0 00	,02%	9 9,95%		
Puntilla de Hierro 2 1/2	5 76	$ 1 16	$ 66.8 16	,02%	9 9,96%		
Clavo de acero Estria vertical 2 1/2	1 50	$ 3 13	$ 46.9 50	,01%	9 9,97%		
Puntillas 3" Puma	5 2	$ 8 00	$ 41.6 00	,01%	9 9,98%		

Tornillo drywall 1 1/2	500	$ 0,045	$ 22.500	,01%	99,99%		
Puntilla de acero 2 1/2 estriada	55	$ 3,050	$ 19.250	,00%	99,99%		
Puntilla Caballo 2 1/2	150	$ 1,016	$ 17.400	,00%	100,00%		
Clavo acero estriado 2"	22	$ 5,000	$ 11.000	,00%	100,00%		
		Total	**$ 424.623.916**				

Criterio
Materiales de mayor importancia en el proceso
Materiales medianamente importantes en el proceso
Materiales poco importantes en el proceso

Apéndice C Listado de los materiales, Matriz de evaluación

D escripci ón	C antidad	P recio Unitario	P recio Total	Activid ad	% Actividad Acum	écnica ABC	riterio 123	β δ
Cemento uso general 50Kg	2 400	$ 28. 900	$ 69.360. 000	6,33%	1 6,33%			
Cemento Cemex Gris Usos General X 50 Kg	2 740	$ 23. 790	$ 65.184. 600	5,35%	3 1,69%			
Figurado cor 3/8"	6 091	$ 5. 350	$ 32.586. 850	,67%	3 9,36%			
Bloque H10 * 30	3 9000	$ 800	$ 31.200. 000	,35%	4 6,71%			
Varilla 60,000 lbs 5/8" x 6m	7 07	$ 43. 700	$ 30.895. 900	,28%	5 3,98%			
CHIPA3/8 Chipa 60,000 Lbs X 3/8 1,8M/Kg (9,5mm)	5 902	$ 4. 750	$ 28.034. 500	,60%	6 0,59%			
Malla electrosoldada	8 3	$ 283. 600	$ 23.538. 800	,54%	6 6,13%			
Ladrillo 10 *30	2 1650	$ 800	$ 17.320. 000	,08%	7 0,21%			
Varilla 60,000 lbs 1/2" x 6m	5 84	$ 27. 690	$ 16.170. 960	,81%	7 4,02%			
Varilla 60000 lbs 3/4 * 6m	2 41	$ 65. 200	$ 15.713. 200	,70%	7 7,72%			
Varilla corrugada 3/8	9 91	$ 15. 590	$ 15.449. 690	,64%	8 1,36%			
Figurado cor 1/2"	1 559	$ 5. 200	$ 8.106. 800	,91%	8 3,26%			
Teja colonial redonda grande	7 700	$ 1. 050	$ 8.085. 000	,90%	8 5,17%			
Cemento Tipo 1 gris Estructural de 42,5 Kg	2 36	$ 28. 900	$ 6.820. 400	,61%	8 6,77%			
Varilla corrugada 5/8 * 6mts	1 30	$ 43. 700	$ 5.681. 000	,34%	8 8,11%			
Varilla corrugada 1/2 - 12	2 00	$ 25. 400	$ 5.080. 000	,20%	8 9,31%			
Cemento 50 kg	1 10	$ 35. 000	$ 3.850. 000	,91%	9 0,22%			
Varilla 60000 Lbs x 6m	1 00	$ 27. 690	$ 2.769. 000	,65%	9 0,87%			
Varilla corrugada 1/2	1 00	$ 27. 690	$ 2.769. 000	,65%	9 1,52%			
Superboard 122x244	8 5	$ 31. 200	$ 2.652. 000	,62%	9 2,14%			
Sikadur-32 Primer 3 kilos	6	$ 406. 900	$ 2.441. 400	,57%	9 2,72%			
Lamina de zinc 240	7 4	$ 31. 900	$ 2.360. 600	,56%	9 3,28%			
Flejes por Kg 3/8	3 47	$ 6. 750	$ 2.342. 250	,55%	9 3,83%			
Varilla 60,000 Lbs 5/8" x 12m gerdau	5 1	$ 43. 700	$ 2.228. 700	,52%	9 4,35%			
Pegante Pegototal Ceramica X 25Kg	1 14	$ 16. 800	$ 1.915. 200	,45%	9 4,80%			
Sikadur 32 primer * 6kg	5	$ 373. 000	$ 1.865. 000	,44%	9 5,24%			
Varilla corrugada 8,5	1 20	$ 15. 100	$ 1.812. 000	,43%	9 5,67%			
Metaldeck 2" 0,75mm 0,94 * 6,10m	4	$ 374. 900	$ 1.499. 600	,35%	9 6,02%			
Lamina Galvanizada cal 22 con dobleces	5 0	$ 29. 900	$ 1.495. 000	,35%	9 6,37%			
Triturado Pasa 3/4"	1 87	$ 7. 000	$ 1.309. 000	,31%	9 6,68%			
Sika Anchorfix-2 *300 ml	1 4	$ 77. 000	$ 1.078. 000	,25%	9 6,94%			
CJPVC4*2 Caja pvc 4*2	6 57	$ 1. 500	$ 985. 500	,23%	9 7,17%			
Arena Lavada	8	$	$		9			

		1	11 900	963. 900	,23%	7,40%			
	Plastico Negro Cal. 6 * metro	1 00	$ 8. 900	$ 890. 000	,21%	9 7,60%			
	Esmalte Ind Amarillo	5 9	$ 11. 900	$ 702. 100	,17%	9 7,77%			
	Emulsion Asfaltica sika 18 kilos	8	$ 86. 790	$ 694. 320	,16%	9 7,93%			
perdido	Metros cuadrados casetón Icopor	3 54	$ 1. 900	$ 672. 600	,16%	9 8,09%			
	Thiner 1/1 Gal	2 0	$ 33. 500	$ 670. 000	,16%	9 8,25%			
	Tornillo Lámina 8*1	6 00	$ 940	$ 564. 000	,13%	9 8,38%			
	Curva Conduit PVC 1/2	4 50	$ 1. 200	$ 540. 000	,13%	9 8,51%			
	Anchorfix-4	4	$ 124. 900	$ 499. 600	,12%	9 8,63%			
pesado	Tubo conduit PVC 1/2 3m tipo	6 95	$ 660	$ 458. 700	,11%	9 8,74%			
	Malla 7.0 15*15*2, 35x6m	7 6	$ 6. 000	$ 456. 000	,11%	9 8,84%			
filtro 100	Metro Lineal Tuberia corrugada sin	1 00	$ 4. 190	$ 419. 000	,10%	9 8,94%			
	Adaptador terminal SCH 40 1/2	4 00	$ 900	$ 360. 000	,08%	9 9,03%			
	Cable encauchetado 3x12 Nexans	3 4	$ 10. 200	$ 346. 800	,08%	9 9,11%			
	Alambre Recocido	2 000	$ 166	$ 332. 000	,08%	9 9,19%			
	Riel Omega Perforado	6 0	$ 4. 900	$ 294. 000	,07%	9 9,26%			
	Caja de paso 20x20x10	9	$ 31. 900	$ 287. 100	,07%	9 9,32%			
	Guantes Obrero	5 4	$ 5. 000	$ 270. 000	,06%	9 9,39%			
	Tela Verde 2 *100 mts	1	$ 245. 000	$ 245. 000	,06%	9 9,44%			
	Curva 1/2 SCH40	7 0	$ 3. 300	$ 231. 000	,05%	9 9,50%			
	Adaptador terminal PVC 1/2	5 50	$ 380	$ 209. 000	,05%	9 9,55%			
	Arandela 3/8 zincada	6 80	$ 300	$ 204. 000	,05%	9 9,60%			
	Polisombra	2 1	$ 8. 900	$ 186. 900	,04%	9 9,64%			
	Tabla Caracoly * docena	9	$ 20. 000	$ 180. 000	,04%	9 9,68%			
	Tubo conduit PVC 3/4 3m	2 16	$ 830	$ 179. 280	,04%	9 9,72%			
	Anticorrosivo Gris Pintuland * gl	4	$ 35. 000	$ 140. 000	,03%	9 9,76%			
	Lamina zinc liso 2,14 m * 0,90 Cal 35	5	$ 27. 900	$ 139. 500	,03%	9 9,79%			
	Cable 8 Nexan-Proc	2 4	$ 5. 600	$ 134. 400	,03%	9 9,82%			
	Adaptador pvc 3/4 T.P	1 48	$ 900	$ 133. 200	,03%	9 9,85%			
	Chazo Plastico 1/4	5 00	$ 233	$ 116. 500	,03%	9 9,88%			
	Suplemento PVC 4x4	4 15	$ 250	$ 103. 750	,02%	9 9,91%			
	Bisagra Nudo 3 1/2*3 1/2 Zinc	1 2	$ 7. 900	$ 94. 800	,02%	9 9,93%			
	Tubo sanitario semipesado 6	1	$ 81. 000	$ 81. 000	,02%	9 9,95%			
	Puntilla de Hierro 2 1/2	5 76	$ 116	$ 66. 816	,02%	9 9,96%			
	Clavo de acero Estria vertical 2 1/2	1 50	$ 313	$ 46. 950	,01%	9 9,97%			
	Puntillas 3" Puma	5	$	$		9			

	2	800	41.600	,01%	9,98%			
Tornillo drywall 1 1/2	500	$ 45	$ 22.500	,01%	9 9,99%			
Puntilla de acero 2 1/2 estriada	5 5	$ 350	$ 19.250	,00%	9 9,99%			
Puntilla Caballo 2 1/2	150	$ 116	$ 17.400	,00%	1 00,00%			
Clavo acero estriado 2"	2 2	$ 500	$ 11.000	,00%	1 00,00%			
		Total	**$ 424.623.916**					

					A			
					α			
					α			
					α			

Apéndice D Materiales Importantes

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	técnica ABC	riterio 123	βδ
Cemento uso general 50Kg	2400	$ 28.900	$ 69.360.000	A		
Cemento Cemex Gris Usos General X 50 Kg	2740	$ 23.790	$ 65.184.600	A		
Figurado cor 3/8"	6091	$ 5.350	$ 32.586.850	A		
Bloque H10 * 30	3900	$ 8000	$ 31.200.000	A		
Varilla 60,000 lbs 5/8" x 6m	707	$ 43.700	$ 30.895.900	A		
CHIPA3/8 Chipa 60,000 Lbs X 3/8 1,8M/Kg (9,5mm)	5902	$ 4.750	$ 28.034.500	A		
Malla electrosoldada	83	$ 283.600	$ 23.538.800	A		
Ladrillo 10 *30	2165	$ 8000	$ 17.320.000	A		
Varilla 60,000 lbs 1/2" x 6m	584	$ 27.690	$ 16.170.960	A		
Varilla 60000 lbs 3/4 * 6m	241	$ 65.200	$ 15.713.200	A		
Varilla corrugada 3/8	991	$ 15.590	$ 15.449.690	B		
Cemento Tipo 1 gris Estructural de 42,5 Kg	236	$ 28.900	$ 6.820.400	B		
Varilla corrugada 5/8 * 6mts	130	$ 43.700	$ 5.681.000	B		
Varilla corrugada 1/2 - 12	200	$ 25.400	$ 5.080.000	B		
Cemento 50 kg	110	$ 35.000	$ 3.850.000	B		
Varilla 60000 Lbs x 6m	100	$ 27.690	$ 2.769.000	B		
Varilla corrugada 1/2	100	$ 27.690	$ 2.769.000	B		
Superboard 122x244	85	$ 31.200	$ 2.652.000	B		
Flejes por Kg 3/8	347	$ 6.750	$ 2.342.250	B		
Varilla 60,000 Lbs 5/8" x 12m gerdau	51	$ 43.700	$ 2.228.700	B		
Varilla corrugada 8,5	12	$	$	C		

	0	15.100	1.812.000			
Triturado Pasa 3/4"	187	$ 7.000	$ 1.309.000	C		
Arena Lavada	81	$ 11.900	$ 963.900	C		
Se escogen las de grado alfa como las actividades de mayor impacto del proyecto.						

Apendice E Registro cantidades usadas

Descripción	Cantidad Adquirida	Cantidad Usada	Precio Unitario
Cemento uso general 50Kg	2400	2031	$ 28.900
Cemento Cemex Gris Usos General X 50 Kg	2740	2230	$ 23.790
Figurado cor 3/8"	6091	5935	$ 5.350
Bloque H10 * 30	39000	32120	$ 800
Varilla 60,000 lbs 5/8" x 6m	707	695	$ 43.700
CHIPA3/8 Chipa 60,000 Lbs X 3/8 1,8M/Kg (9,5mm)	5902	5568	$ 4.750
Malla electrosoldada	83	81	$ 283.600
Ladrillo 10 *30	21650	21050	$ 800
Varilla 60,000 lbs 1/2" x 6m	584	579	$ 27.690
Varilla 60000 lbs 3/4 * 6m	241	232	$ 65.200
Varilla corrugada 3/8	991	975	$ 15.590
Cemento Tipo 1 gris Estructural de 42,5 Kg	236	230	$ 28.900
Varilla corrugada 5/8 * 6mts	130	128	$ 43.700
Varilla corrugada 1/2 - 12	200	180	$ 25.400
Cemento 50 kg	110	109	$ 35.000
Varilla 60000 Lbs x 6m	100	90	$ 27.6

			90
Varilla corrugada 1/2	100	92	$ 27.690
Superboard 122x244	85	81	$ 31.200
Flejes por Kg 3/8	347	320	$ 6.750
Varilla 60,000 Lbs 5/8" x 12m gerdau	51	50	$ 43.700
Varilla corrugada 8,5	120	117	$ 15.100
Triturado Pasa 3/4"	187	185	$ 7.000
Arena Lavada	81	73	$ 11.900

Apendice F Porcentaje y costo de perdida

Descripción	Cantidad Adquirida	Cantidad Usada	Precio Unitario	DIFERENCIA	PORCENTAJE DE PERDIDA	VALOR DE LA PERDIDA
Cemento uso general 50Kg	2400	2031	28.900	69	18%	$ 10.664.100
Cemento Cemex Gris Usos General X 50 Kg	2740	2230	23.790	10	23%	$ 12.132.900
Figurado cor 3/8"	6091	5935	5.350	56	3%	$ 834.600
Bloque H10 * 30	3900	32120	800	880	21%	$ 5.504.000
Varilla 60,000 lbs 5/8" x 6m	707	695	43.700	2	2%	$ 524.400
CHIPA3/8 Chipa 60,000 Lbs X 3/8 1,8M/Kg (9,5mm)	5902	5568	4.750	34	6%	$ 1.586.500
Malla electrosoldada	83	81	283.600		2%	$ 567.200
Ladrillo 10 *30	21650	21050	800	00	3%	$ 480.000
Varilla 60,000 lbs 1/2" x 6m	584	579	27.690		1%	$ 138.450
Varilla 60000 lbs 3/4 * 6m	241	232	65.200		4%	$ 586.800
Varilla corrugada 3/8	991	975	15.590	6	2%	$ 249.440
Cemento Tipo 1 gris Estructural de 42,5 Kg	236	230	28.900		3%	$ 173.400
Varilla corrugada 5/8 * 6mts	130	128	43.700		2%	$ 87.400
Varilla corrugada 1/2 - 12	200	180	25.400	0	11%	$ 508.000
Cemento 50 kg	110	109	35.000		1%	$ 35.000
Varilla 60000 Lbs x 6m	100	90	27.690	0	11%	$ 276.900
Varilla corrugada 1/2	100	92	27.690		9%	$ 221.520
Superboard 122x244	85	81	31.200		5%	$ 124.800
Flejes por Kg 3/8	347	320	6.750	7	8%	$ 182.250
Varilla 60,000 Lbs 5/8" x 12m gerdau	51	50	43.700		2%	$ 43.700
Varilla corrugada 8,5	120	117	15.100		3%	$ 45.300
Triturado Pasa 3/4"	18	1			1%	$

	7	85	7.000			14.000
Arena Lavada	81	73	11.900		11%	$ 95.200
					Total	$ 35.075.86

Apéndice G Enlace a Excel con las macros Macros Empresa Ardico SAS.xlsm