

REUTILIZACIÓN DE CONTENEDORES PARA SISTEMA DE  
ALMACENAMIENTO DE MATERIALES EN OBRA

ANDRÉS JULIÁN GARZÓN MERCHÁN

YEISI ALEJANDRA OSORIO CIFUENTES



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS  
BOGOTÁ D.C  
JUNIO 2020

REUTILIZACIÓN DE CONTENEDORES PARA SISTEMA DE  
ALMACENAMIENTO EN MATERIALES DE OBRA

ANDRÉS JULIÁN GARZÓN MERCHÁN  
YEISI ALEJANDRA OSORIO CIFUENTES

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de  
TECNÓLOGO EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS

Director de proyecto:

Arq. Melisa Gálvez Bohórquez

Universidad La Gran Colombia  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS  
BOGOTÁ D.C

## CONTENIDO

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| LISTA DE TABLAS .....                                                       | 5  |
| TABLA DE ILUSTRACIONES.....                                                 | 6  |
| TABLA DE ANEXOS.....                                                        | 7  |
| RESUMEN.....                                                                | 8  |
| INTRODUCCIÓN .....                                                          | 9  |
| 1 PROBLEMÁTICA .....                                                        | 12 |
| 1.1 Planteamiento del problema.....                                         | 12 |
| 1.2 Pregunta problema.....                                                  | 13 |
| 2 JUSTIFICACIÓN.....                                                        | 14 |
| 3 HIPÓTESIS .....                                                           | 15 |
| 4 OBJETIVOS.....                                                            | 16 |
| 4.1 Objetivo general .....                                                  | 16 |
| 4.2 Objetivos específicos.....                                              | 16 |
| 5 METODOLOGÍA.....                                                          | 16 |
| 6 ALCANCE .....                                                             | 18 |
| 7 MARCO TEÓRICO .....                                                       | 19 |
| 7.1 Marco normativo .....                                                   | 19 |
| 8 ESTADO DEL ARTE (MARCO REFERENCIAL).....                                  | 21 |
| 8.1 Trabajos de referencia .....                                            | 21 |
| 8.2 Artículos de divulgación .....                                          | 23 |
| 9. INVESTIGACION .....                                                      | 26 |
| 9.1 Evidencia actual del almacenamiento presente en obras .....             | 26 |
| 9.1.1 Proyectos .....                                                       | 26 |
| 9.1.1.1 Proyecto Bosques de Tulipanes.....                                  | 26 |
| 9.1.1.2 Evidencia fotográfica en Bucaramanga Universidad Santo Tomas. ..    | 28 |
| 9.1.1.3 Proyecto Manzanares hacienda Madrid.....                            | 30 |
| 9.1.2 Resumen problemática .....                                            | 32 |
| 9.2 Encuestas realizadas a profesionales de la construcción.....            | 33 |
| 9.2.1 Resultados de la aplicación .....                                     | 34 |
| 9.3 Causas y consecuencias de una inadecuada gestión de materiales en obra. | 34 |
| 10. PRUEBA PILOTO .....                                                     | 37 |
| 10.1.1 Obra 1.....                                                          | 37 |
| 10.1.1.1 Obra San Andrés I, Vivienda unifamiliar en Bogotá, D.C.....        | 37 |

|          |                                                                       |    |
|----------|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 10.1.1.2 | Materiales para tomar en cuenta para almacenaje .....                 | 38 |
| 10.1.1.3 | Porcentaje de desperdicio obtenido .....                              | 38 |
| 10.1.2   | Obra 2 .....                                                          | 40 |
| 10.1.2.1 | Obra edificio Orión, Vivienda unifamiliar en Bogotá, D.C. ....        | 40 |
| 10.1.2.2 | Materiales por tomar en cuenta para almacenaje .....                  | 42 |
| 10.1.2.3 | Porcentaje de desperdicio obtenido .....                              | 43 |
| 10.2     | Clasificación de los materiales. ....                                 | 44 |
| 10.2.1   | Estadística de relevancia para almacenamiento de los materiales ..... | 45 |
| 11.      | DISEÑO.....                                                           | 47 |
| 11.1     | Contenedor .....                                                      | 50 |
| 11.1.1   | Utilidad del contenedor .....                                         | 50 |
| 11.1.2   | Contenedor de 20 pies.....                                            | 50 |
| 11.2     | Articulación de contenedores. ....                                    | 52 |
| 11.2.1   | Segmentos de union .....                                              | 53 |
| 11.2.2.  | Unión contenedores.....                                               | 54 |
| 11.3     | Refuerzo estructural de contenedores .....                            | 55 |
| 11.4     | Cimentación .....                                                     | 56 |
| 11.4.1   | Aplicación del brazo hidráulico con el contenedor.....                | 58 |
| 11.4.2   | Acceso al sistema de almacenamiento .....                             | 58 |
| 11.5     | Diseño de mobiliario .....                                            | 59 |
| 11.5.1   | Estantería colgante .....                                             | 60 |
| 11.5.2   | Estantería cantiléver .....                                           | 61 |
| 11.5.3   | Atril .....                                                           | 62 |
| 11.5.4   | Estantería provisional.....                                           | 63 |
| 11.5.5   | Estante para hierro figurado .....                                    | 64 |
| 11.6     | Almacenamiento y distribución interior.....                           | 66 |
| 11.6.1   | Espacio de almacenamiento total .....                                 | 67 |
| 11.6.2   | Distribución interior de áreas en el sistema propuesto.....           | 68 |
| 11.6.3   | Sistema de iluminación y ventilación .....                            | 71 |
| 11.8     | Modelado 3D.....                                                      | 72 |
| 11.8.1   | Modelado tridimensional en Sketchup.....                              | 73 |
| 11.8.2   | Modelado con ocupación efectiva en distribución propuesta. ....       | 74 |
| 11.8.3   | Implementación de sistema aplicado a obra de trabajo de campo. ....   | 75 |
| 11.9     | Control del material.....                                             | 79 |

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 11.10 Presupuesto .....                                                   | 79 |
| CONCLUSIONES. ....                                                        | 81 |
| REFERENCIAS.....                                                          | 84 |
| ANEXOS .....                                                              | 86 |
| Anexo 1 Encuesta digital aplicada. Trabajo de Campo .....                 | 86 |
| Anexos 2 Presupuesto de obra, construcción unifamiliar San Andres I ..... | 92 |
| Anexos 3 Isométrico conjunto de cimentación. ....                         | 96 |
| Anexos 4 Mobiliario y su uso con materiales .....                         | 97 |
| Anexos 5 Ficha técnica del prototipo.....                                 | 99 |

### **LISTA DE TABLAS**

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| TABLA 1. PORCENTAJE DE DESPERDICIOS.. ....                | 13 |
| TABLA 2 PROBLEMÁTICAS GENERALES DE OBRAS VISITADAS.. .... | 33 |
| TABLA 3. CAUSAS Y CONSECUENCIAS.....                      | 35 |
| TABLA 4. PORCENTAJE DE DESPERDICIOS.. ....                | 39 |
| TABLA 5. CRONOGRAMA DE OBRA.....                          | 41 |
| TABLA 6. PORCENTAJE DE DESPERDICIOS OBRA II.....          | 43 |
| TABLA 7 CLASIFICACIÓN DE MATERIALES.....                  | 45 |
| TABLA 8 MATERIAL ALMACENADO EN OBRA SAN ANDRÉS II.....    | 79 |
| TABLA 9 PRESUPUESTO TOTAL DEL SISTEMA PROPUESTO. ....     | 80 |

**TABLA DE ILUSTRACIONES**

|                                                                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ILUSTRACIÓN 1ANÁLISIS ACTIVIDADES DE OBRA..                                                                                                                                     | 10 |
| ILUSTRACIÓN 2 EXPLICACIONES INCONVENIENTES MAS REALIZANTES QUE SE PRESENTAN EN OBRA.....                                                                                        | 15 |
| ILUSTRACIÓN 3PROYECTO BOSQUES DE TULIPANES. EVIDENCIA DE MAL MANEJO DE MATERIALES. ....                                                                                         | 27 |
| ILUSTRACIÓN 4 PROYECTO BOSQUES DE TULIPANES. MATERIALES A LA INTemperIE.....                                                                                                    | 27 |
| ILUSTRACIÓN 5ESTUDIO DE LA PLANIFICACIÓN DEL ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN BUCARAMANGA. ....                                                                  | 28 |
| ILUSTRACIÓN 6ESTUDIO DE LA PLANEACIÓN EN ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN BUCARAMANGA. ....                                                                      | 28 |
| ILUSTRACIÓN 7 ACERO QUE SE VA A UTILIZAR PARA ARMAR LA CIMENTACIÓN Y COLUMNAS SE ENCUENTRA ALMACENADA DENTRO DE LA ESTRUCTURA, INTERFIRIENDO PARA LA ACTIVIDAD DE ACABADOS..... | 29 |
| ILUSTRACIÓN 8 ACERO ALMACENADO EN EL INTERIOR.....                                                                                                                              | 29 |
| ILUSTRACIÓN 9 PROYECTO MANZANARES HACIENDA MADRID.....                                                                                                                          | 30 |
| ILUSTRACIÓN 10 PROYECTO MANZANARES HACIENDA MADRID.....                                                                                                                         | 31 |
| ILUSTRACIÓN 11 PROYECTO MANZANARES HACIENDA MADRID.....                                                                                                                         | 32 |
| ILUSTRACIÓN 12 ESTADÍSTICA PORCENTAJE DESPERDICIO DE MATERIAL OBRA 1 .....                                                                                                      | 40 |
| ILUSTRACIÓN 13 ESTADÍSTICAS PORCENTAJE DESPERDICIO DE MATERIAL OBRA 2 .....                                                                                                     | 44 |
| ILUSTRACIÓN 14 CLASIFICACIÓN DE MATERIALES.....                                                                                                                                 | 46 |
| ILUSTRACIÓN 15 TIPO DE ARTICULACIÓN DE CONTENEDORES. ELABORACIÓN PROPIA.....                                                                                                    | 48 |
| ILUSTRACIÓN 16 SIMULACIÓN OBRA DE CONSTRUCCIÓN CON SISTEMA PROPUESTO. ....                                                                                                      | 49 |
| ILUSTRACIÓN 17 CONTENEDOR DE 20 PIES. ....                                                                                                                                      | 51 |
| ILUSTRACIÓN 18 UNIÓN TIPO TWISTLOCK. ....                                                                                                                                       | 52 |
| ILUSTRACIÓN 19 UNIÓN DE CONTENEDORES.....                                                                                                                                       | 53 |
| ILUSTRACIÓN 20 CANTONERAS DEL CONTENEDOR.....                                                                                                                                   | 54 |
| ILUSTRACIÓN 21 UNIÓN DE CONTENEDOR CON TWISTLOCK. ....                                                                                                                          | 54 |
| ILUSTRACIÓN 22 PLANTA DE VIGAS ESTRUCTURALES EN CUBIERTA. ....                                                                                                                  | 55 |
| ILUSTRACIÓN 23REPRESENTACIÓN 3D DE REFUERZO ESTRUCTURAL DE VIGAS. ....                                                                                                          | 56 |
| ILUSTRACIÓN 24 DETALLE DE UNIÓN DE VIGAS TIPO C.....                                                                                                                            | 56 |
| ILUSTRACIÓN 25 ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....                                                                                                                                     | 56 |
| ILUSTRACIÓN 26 CIMENTACIÓN.....                                                                                                                                                 | 57 |
| ILUSTRACIÓN 27 UNIÓN Y UTILIZACIÓN DEL BRAZO HIDRÁULICO EN LOS CONTENEDORES. ....                                                                                               | 58 |
| ILUSTRACIÓN 28 ACCESO AL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO. ....                                                                                                                        | 59 |
| ILUSTRACIÓN 29 ESTANTERÍA TIPO CANTILÉVER.....                                                                                                                                  | 62 |
| ILUSTRACIÓN 30 ATRIL.....                                                                                                                                                       | 63 |
| ILUSTRACIÓN 31 ESTANTERÍA PROVISIONAL.. ....                                                                                                                                    | 64 |
| ILUSTRACIÓN 32 ESTANTE PARA HIERRO FIGURADO. ....                                                                                                                               | 65 |
| ILUSTRACIÓN 33 PLATAFORMA DE DISTANCIAMIENTO PARA EL ÁREA DE APILAMIENTO.....                                                                                                   | 66 |

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ILUSTRACIÓN 34 REPRESENTACIÓN 3D DE ÁREA DE APILAMIENTO. ELABORACIÓN PROPIA...                | 66 |
| ILUSTRACIÓN 35 ÁREA TOTAL EN EL INTERIOR DEL SISTEMA PROPUESTO.....                           | 68 |
| ILUSTRACIÓN 36 IMPLEMENTACIÓN DE CLARABOYAS. ELABORACIÓN PROPIA .....                         | 71 |
| ILUSTRACIÓN 37 MODELADO 3D SIN MUROS, CON EL FIN DE APRECIAR LA DISTRIBUCIÓN<br>INTERIOR..... | 73 |
| ILUSTRACIÓN 38 MODELADO 3D SISTEMA AMOBLADO INTERIOR. ELABORACIÓN PROPIA ...                  | 74 |
| ILUSTRACIÓN 39 IMPLEMENTACIÓN DE MATERIAL EN SISTEMA. ELABORACIÓN PROPIA .....                | 75 |
| ILUSTRACIÓN 40 APLICACIÓN DE ALMACENAMIENTO EN OBRA SAN ANDRÉS II. ....                       | 77 |
| ILUSTRACIÓN 41 ISOMÉTRICO EXPLOTADO DE ALMACENAMIENTO EN OBRA. ....                           | 78 |

## TABLA DE ANEXOS

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ANEXO 1 ENCUESTA DIGITAL APLICADA. TRABAJO DE CAMPO.....                                      | 86 |
| ANEXOS 2 PRESUPUESTO DE OBRA, CONSTRUCCIÓN UNIFAMILIAR SAN ANDRES I.....                      | 92 |
| ANEXOS 3 ISOMÉTRICO CONJUNTO DE CIMENTACIÓN. ....                                             | 96 |
| ANEXOS 4 MODELADO DEL MOBILIARIO Y SU IMPLEMENTACIÓN EN EL SISTEMA DE<br>ALMACENAMIENTO. .... | 97 |
| ANEXOS 5 FICHA TÉCNICA .....                                                                  | 99 |

## **RESUMEN**

El presente documento expone una investigación enfocada en el diseño de un sistema de almacenamiento para materiales en obra. Dicho sistema se enfoca en el desarrollo de procesos de gestión, ubicación y manejo de materiales de construcción. Como base teórica se realizarán procesos investigativos durante el trabajo de campo en obras de construcción, observando, identificando y estableciendo falencias existentes de manera notoria hacia el interior de estas obras en relación con el manejo dado a los materiales a utilizar en el proyecto, con un mayor énfasis sobre la falta de planeación respecto de la ubicación de los mismos, y la ineficacia de no disponer de un lugar establecido y apropiado para recibir y controlar los insumos.

Se recopila información por medio del acceso a fuentes primarias como bases de datos, y encuestas dirigidas a personal encargado de las obras de construcción (Residentes, Jefes de Obra, Ingenieros y Arquitectos), con el objetivo de adquirir un conocimiento detallado y específico de los problemas o circunstancias que se presentan en relación con la gestión de los materiales de obra durante la ejecución de los proyectos, además de constituir una guía que permita diseñar un modelo de almacenamiento más preciso y acorde a las necesidades identificadas.

Desarrollando así un modelado 3D de almacenamiento con las condiciones óptimas, teniendo en cuenta el trabajo realizado y normativa presente, al igual que bases constructivas, como refuerzos, uniones y cimientos; además de un mobiliario, enfocado a las condiciones y características de materiales utilizados en obra.

**Palabras claves:** Sistema de almacenamiento, acopio de materiales, reutilización de contenedores, materiales de obra, gestión de proyectos constructivos, planeación de actividades, gestión de materiales.

## INTRODUCCIÓN

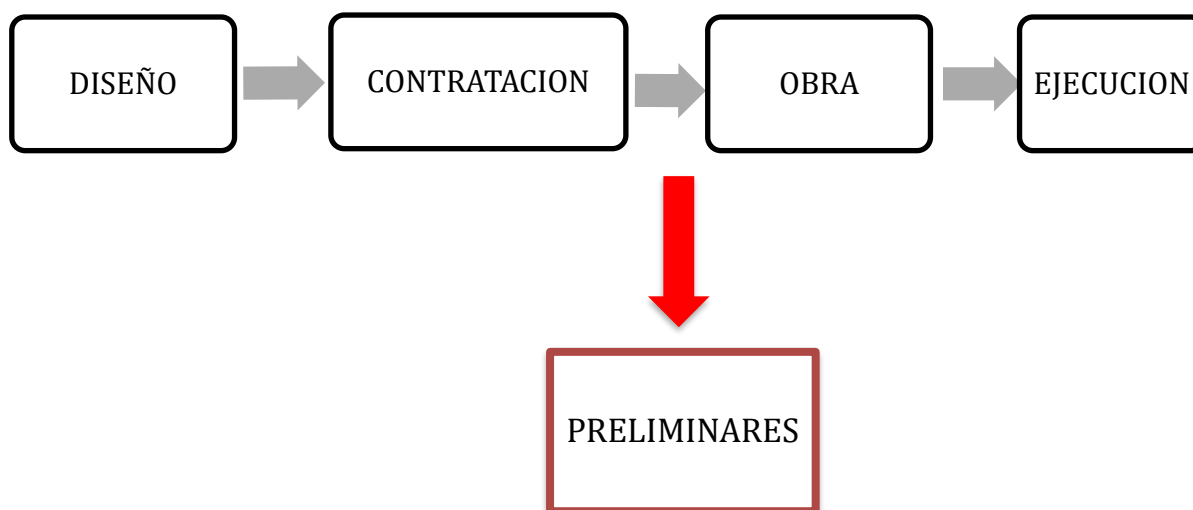
Una ejecución exitosa de una obra requiere de una efectiva y eficiente dirección en todas las etapas del proyecto, principalmente en lo relacionado con la gestión de los materiales, ya que estos constituyen la materia prima del proceso constructivo en las edificaciones. Se debe verificar y garantizar una excelente gestión tanto en calidad como en presupuesto, ligada directamente a su correcto acopio. Es por esto por lo que de acuerdo con lo planteado por Hualpa, A. M. y López, C. A. (2015), “el almacenamiento de materiales es una tarea especializada y compleja, pues está sujeta a condiciones de manipulación, espacio necesario y disponible, desplazamiento del material, entre otros.” (p. 32).

Con base en la definición de (Hualpa, et al 2015) se determinar que la gestión de los materiales en el desarrollo de las obras requiere de procesos administrativos detallados, rigurosos y de gran responsabilidad que deben ser implementados por el constructor. Por otra parte, de acuerdo con lo mencionado por Ducan (2000), “para la administración de cada uno de los recursos utilizados en la construcción se realizan un conjunto de procesos que inician con la elaboración del plan de ejecución” (citado por Carcaño et al, 2009, p. 62).

Los aspectos mencionados hacen que el desarrollo de la gestión de materiales este limitado a un mecanismo muy importante, el de la planeación, donde se debe determinar y dimensionar un área de acopio apropiada al interior de la obra para la disposición de cada uno de los materiales. Este es el punto de partida hacia una representación clara de la

necesidad que presenta el sector de la construcción en relación con la importancia de implementar sistemas efectivos que permitan el acopio apropiado de los recursos necesarios para el desarrollo de los procesos de obra en sus diferentes fases.

Es por esto, que la gestión de los materiales debe ser incluida como parte fundamental de la fase de planeación y programación de obra, donde se debe realizar una proyección organizada para el correcto desarrollo del proyecto, lo cual permitirá identificar a tiempo las diferentes situaciones que puedan presentarse, y plantear soluciones, con el objetivo de no afectar el correcto desarrollo del proceso constructivo, lo cual puede generar afectaciones directas en los tiempos y costos de la obra.



*Ilustración 1* Análisis actividades de obra. En la gráfica se muestra el factor para tener en cuenta en las actividades iniciales de una obra, que es donde se debe tener una previamente clara. Elaboración propia.

Teniendo en cuenta lo mencionado y el enfoque de esta investigación, se busca generar un proceso de gestión de materiales, la cual tiene como objetivo diseñar un sistema de almacenamiento de los insumos necesarios para el desarrollo de los procesos de obra, donde se requieren soluciones viables, de fácil adaptación, y de bajo costo. Es aquí, donde se

propone como solución a la problemática relacionada con el acopio de los materiales, la utilización de contenedores, los cuales poseen características geométricas adecuadas, son altamente reforzados, amplios, desmontables y transportables; óptimos para generar un espacio de almacenamiento, además de tener un tiempo de ejecución bastante rápido (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2018); cabe mencionar que otro factor relevante para considerar el uso de estos elementos es que el 90% del comercio en el mundo es realizado por transporte marítimo, donde Colombia cuenta con diferentes puertos marítimos que movilizan una gran variedad de productos que son almacenados en contenedores, lo que permitirá poder acceder a la fácil consecución de estas estructuras.

## **1 PROBLEMÁTICA**

### **1.1 Planteamiento del problema**

Las obras de construcción muchas veces no tienen en cuenta la gestión del almacenamiento de materiales y las consecuencias frente a la inhabilidad en los procesos constructivos del proyecto, pues no disponen de un manejo adecuado en cuanto el almacenaje y su correcta ubicación en la obra, generando desperdicios de material que se encuentra en buenas condiciones, viéndose perjudicado el presupuesto y la ejecución de la construcción. Esta problemática se ve reflejada en la falta de administración de sitios específicos para el almacenamiento de materiales en obra y táctica para el control de insumos que permita su sistemática manipulación, lo cual genera agilidad en el proceso constructivo y control de dichos materiales.

Pues según Domínguez (1993),  
... el 54.51% del total de los costos directos en obras de edificación de tamaño medio y pequeño, corresponden a los materiales; de aquí que la utilidad de una empresa constructora está determinada en gran medida por la efectividad con la que se administran estos recursos (González y Tirado, 1998, p. 62).

Los desperdicios de materiales pueden significar un gran porcentaje en el costo total, por eso se recalca que es importante el manejo y la incidencia de los materiales. Existen 2 tipos de desperdicio, el que es natural que es inevitable y el que se puede manejar. Una clasificación importante también es “al transportar el material se genera desperdicio por utilizar equipo inadecuado y por tener una distribución inapropiada de almacenamiento.”

(Soibelman, L., 2000, p. 5). De allí se puede generar también un mal inventario, otra causa también es el clima.

Tabla 1. *Porcentaje de desperdicios. Se muestra los materiales con un porcentaje de desperdicio producto de una investigación.*

| CONCEPTO                        | % DE DESPERDICIO |
|---------------------------------|------------------|
| CEMENTO                         | 5                |
| ARENA                           | 30               |
| GRAVA                           | 15               |
| AGUA                            | 30               |
| CONCRETO PARA FUNDACIONES       | 5                |
| CONCRETO PARA COLUMNAS Y MUROS  | 4                |
| CONCRETO PARA LOSAS             | 3                |
| CONCRETO PARA VIGAS INTERMEDIAS | 5                |
| MORTERO PARA JUNTAS             | 30               |
| MORTERO PARA ACABADOS           | 7                |
| MORTERO PARA PISOS              | 10               |
| LECHADA CEMENTO BLANCO          | 15               |
| ESTRIBOS                        | 2                |
| VARILLAS CORRUGADAS             | 3                |
| ALAMBRE DE AMARRE # 18          | 10               |
| CLAVOS                          | 30               |
| BLOQUES                         | 7                |
| LADRILLO CUARTERON              | 10               |
| LAMINAS LISAS PLYCEM            | 10               |
| GYPSUM                          | 5                |
| PANEL W                         | 3                |
| PREFABRICADOS                   | 2                |
| LADRILLOS                       | 5                |
| CERAMICA                        | 5                |
| AZULEJO                         | 5                |
| FORMALETAS                      | 20               |
| ANDAMIOS                        | 5                |
| LAMINAS ONDULADAS PLYCEM        | 5                |
| LAMINAS DE ZINC                 | 2                |
| TUBOS DE ACERO                  | 2                |
| TORNILLOS                       | 5                |

*Nota:* El porcentaje de desperdicio se hizo de acuerdo con una aproximación según experiencias de expertos.

Tomado de: “Normas y costos de construcción (plazola) costo y tiempo en edificación.” Por SUÁREZ SALAZAR, EDICIÓN: 3, 2011.

## 1.2 Pregunta problema

¿Cómo aportar en la gestión de una obra desde el buen almacenaje y ubicación de los materiales?

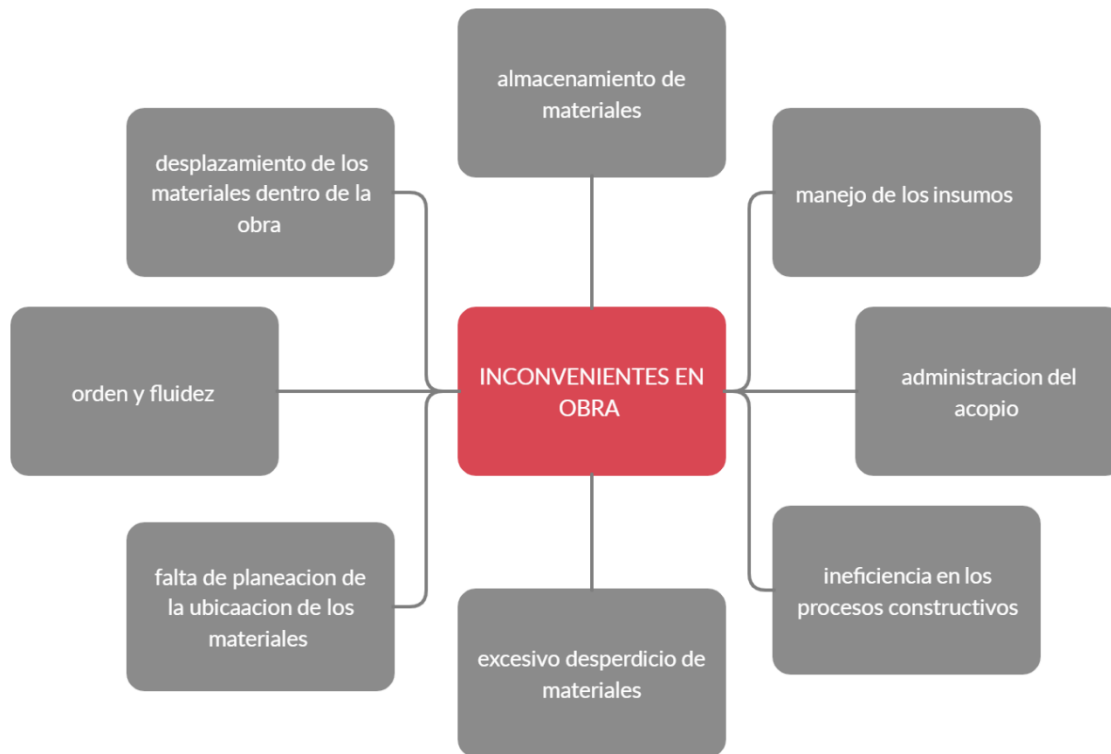
¿Cómo almacenar de forma competente e innovadora los materiales de construcción utilizados en obra?

## 2 JUSTIFICACIÓN

La construcción debe y necesita controlar de modo detallada la estipulación de validez y clase, iniciando de una correcta planeación, como lo dicta la norma que se encarga de regularizar los procesos constructivos (ISO 9000), todo parte de las decisiones con que tanta deber y negociación se obligan a desempeñarse en el enjuiciamiento constructivo.

Es rodeando esta idea que se mueve actualmente el orbe de la edificación y la construcción, como es el caso de la metodología BIM (Building Information Modeling). Por eso es tan importante profundizar y vincularse desde la perspectiva de los materiales utilizados en la obra, con su adecuada administración de almacenamiento, su correcta delimitación y orden clave en el campamento, con el fin de minimizar los traslados (acarreos) en el interior de la obra, para así llegar a un ordenamiento competente y de mejor calidad en su proceso constructivo desde su fase inicial hasta el posterior de la misma, visualizando una mayor productividad y un valor en cuanto a la reducción del insumo en lo posible, evitando desperdicios, teniendo relación directa con las bases que constituyen el término de “LEAN CONSTRUCTION” y que el razonamiento de almacenamiento en las construcciones actualmente no cumple.

En este proyecto se quiere mostrar que el mayor desperdicio de materiales en obra se puede evitar. La deficiencia de supervisión y control influye en la falta de preocupación en el manejo del material. Ya que mostrando resultados de ahorro y garantía de calidad de los materiales al ser almacenados adecuadamente y transportados como debe ser, de esta forma demostrar la viabilidad de este proyecto.



*Ilustración 2* Explicativos inconvenientes más relevantes que se presentan en obra. Se clasifica las principales y más importantes problemáticas que se generan en las obras de construcción, en cuanto a los factores que se deberían tener en cuenta al momento de planeación de materiales. Elaboración propia.

### 3 HIPÓTESIS

A partir de la implementación de un esquema de administración controlada de los materiales, por medio de su almacenamiento en contenedores, se obtendrá una optimización en los procesos de obra tanto administrativos como de ejecución, además de una considerable reducción de costos, ocasionados por el desperdicio, pérdida y daño de insumos.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo General**

Proporcionar un sistema de almacenamiento de obra que permita la adecuada gestión de los materiales al interior de los proyectos, conformado a partir de la reutilización de contenedores de carga marítima, disminuyendo las pérdidas y ofreciendo mejores prácticas de administración.

### **4.2 Objetivos Específicos**

- Identificar por medio del acceso a fuentes primarias y secundarias de información las falencias presentadas en relación con los procesos de administración y gestión de materiales al interior de las obras.
- Realizar un proceso investigativo en torno a las diferentes características que presentan los materiales utilizados al interior de la obra, con el objetivo de identificar factores relevantes que se deben tener en cuenta durante el proceso de gestión de estos (transporte, almacenamiento, manipulación al interior de la obra y disposición final).
- Generar un diseño del sistema de almacenamiento “contenedores” adaptado a las condiciones que presentan los espacios y procesos de almacenamiento de materiales al interior de las obras.

## **5 METODOLOGÍA**

Este proyecto se apoyará en una investigación descriptiva ya que se utilizarán métodos de observación para llevar a cabo el estudio de factibilidad de este sistema de almacenamiento para materiales utilizados en obra. Este estudio utilizará dos enfoques metodológicos uno cuantitativo y otro cualitativo en las que se analizaran cinco fases sugeridas por Grinnell

(Hernandez R., 2003) (1997) en su estudio *Metodología de la investigación: enfoque cualitativo, cuantitativo y mixto*, que se describen a continuación:

- A. Llevar a cabo observación y evaluación de fenómenos.
- B. Establecer suposiciones o ideas como consecuencias de la observación y evaluación realizadas.
- C. Demostrar el grado en que la suposición o idea tiene fundamento.
- D. Revisar tales suposiciones o ideas sobre la base de las pruebas o análisis.
- E. Proponer nuevas observaciones y evaluaciones para esclarecer, modificar y fundamentar las suposiciones e ideas; o incluso para generar otras. (p. 63)

Según Salkind (1999) “la investigación descriptiva reseña las características de un fenómeno existente”. (p. 11)

Y según Arias, (1999) “La investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna.” (p. 21)

Así se observará y/o evaluará el manejo de materiales y almacenamiento, para luego proceder a implementar ideas y soluciones esperando una mejora. Cada una de estas fases se usarán en el proceso del desarrollo del sistema, donde se abarcará la evaluación de fenómenos que causan un mal manejo en la administración de los materiales haciendo un estudio detallado, realizando visitas a obras y encuestando a los residentes de obra ya que son las personas encargadas de la administración de los materiales. Se considerará estudios que engloban el tema de desperdicios y toman en cuenta varios factores como lo son la planificación, los traslados del material, la ubicación y cuidado de cada material para un buen manejo y resultado. De allí surgirán las ideas de cómo se puede mejorar las condiciones que se

evaluaron y observaron en cada visita a obra, experiencia de cada Profesional y Tecnólogo. En la siguiente fase se realizará una estrategia estadística (encuestas y/o entrevistas) que permitirá visualizar si existe conciencia del mal manejo de materiales, desechos producidos e incremento de costos, análisis que tendrá como base la norma ISO 9000 (Control de calidad y gestión de calidad).

Con este estudio se pretende explicar y predecir cuales son los fenómenos investigados, teniendo como principal objetivo percibir cuales son las teorías que demuestran tanto las falencias e irregularidades como las falacias derivadas del mal manejo de materiales, teniendo como resultado posibles soluciones que puedan erradicar por completo la problemática ya mencionada.

Cabe resaltar la importancia de Obreros, Ingenieros y Arquitectos en el estudio, puesto a que ellos serán clave fundamental para definir si el planteamiento del proyecto es asertivo, proyecto que expone nuevos sistemas de almacenamiento como lo son los contenedores marítimos y que además será presentado por medio de un sistema de almacenamiento diseñado que se obtendrá mediante el estudio previo en las visitas de campo y que se realizará con el apoyo de instrumentos software (Sketchup, AutoCAD 2D y 3D).

El sistema de almacenamiento expone un tipo de módulo de contenedor (20 pies) con sus respectivos planos, cortés, cotas, detalles e inmobiliario.

## **6 ALCANCE**

Las obras de construcción de pequeña y mediana escala que no disponen de un sistema de almacenamiento adecuado y que estén dispuestos a implementar dentro de su estructura administrativa el sistema de acopio para materiales en obra, serán el campo de análisis y levantamiento de datos de esta investigación.

Por otro lado, se valorarán los materiales a utilizar en cada actividad del proceso constructivo para almacenar en el interior del contenedor de acuerdo con sus términos y dimensiones.

Se contará con un amoblado interior (estantes) con la posibilidad de implementarse o removerse manualmente si se desea, para administrar mejor el espacio. Lo que busca el proyecto al final es que, al momento de implementarse el sistema de almacenamiento, tenga una manipulación sencilla para que cualquier funcionario pueda tener acceso sin inconvenientes.

## **7 MARCO TEÓRICO**

En este punto se pretende ubicar y fortalecer tanto al lector como investigadores dentro del proyecto, con el fin de entender y apropiarse del tema, por medio de conceptos, teorías acerca el tema, antecedentes de acuerdo con la problemática planteada y datos de interés que puedan aportar en el avance del proyecto.

Se permite analizar y exponer las normas que se deben tener en cuenta en el proceso de elaboración del prototipo, así como la normativa actual con respecto al almacenamiento y gestión de materiales en obra, que se requiere ser definida, al igual enfoques que se va a tener en cuenta, investigaciones y antecedentes en general que se adecuan para el desarrollo del tema.

### **7.1 Marco normativo**

El marco normativo aplicable al tema se presenta a fin de mencionar y seguir estrictos parámetros para el trascurso del proyecto, que a la vez sirve como fundamento de la investigación.

El marco legal adaptable y que se tuvieron en cuenta para el tema seria:

**ISO 9000.**

La norma internacional, integra terminología y conocimiento encargada de reglamentar todo lo relacionado a la calidad de productos y satisfacción hacia el cliente, a través de la calidad de procesos.

**ISO 668 (2020).**

Esta normativa internacional es la encargada de regir sobre la categorización y estandarización de container de serie 1. Establece las dimensiones externas, y en cuanto a lo que tiene que ver con las dimensiones de las puertas.

La clasificación de contenedores está sujeta a su distancia longitudinal, lo cual se puede establecer 2 tipos de contenedores que son los de 40 y 20 pies.

**INSTITUTO DE DESARROLLO URBANOS.**

La norma hace referencia a un programa de manejo de insumos utilizados en obra.

**EPM, NC-MN-OC01-03**

Normatividad encargada de la construcción de lo que son instalaciones temporales. El objetivo principal de esta normativa es reglamentar los requerimientos necesarios que se deben seguir para la construcción e instalaciones temporal, que se requieren para comenzar una obra. Este documento reemplaza la NEGC 101-00 y la NEGC 102-00.

Se menciona un término importante para tener en cuenta, el punto 4.1.2 hace referencia al centro de acopio de materiales. Establece como deben ser el almacén propicio de materiales, según el uso, tipo e importancia.

**NSR Título I.**

La norma sismo resistente es un documento donde se establece un reglamento con el fin de normalizar los parámetros rigiendo las construcciones para que la respuesta del edificio sea positiva frente a un sismo. El título I de la norma menciona la supervisión técnica y controles mínimos del área a construir, en el punto 2.4.4 menciona el control de materiales que debe tener el encargado de la supervisión, requiriendo a la constructora que los materiales a utilizar cumplan con los requerimientos generales.

## **8 ESTADO DEL ARTE (MARCO REFERENCIAL)**

Para el proyecto se realiza una recopilación de documentos como tesis, artículos de divulgación, proyectos, entre otros que ayudara a llenar vacíos e interrogantes para justificar el desarrollo del proyecto. Los documentos relacionados abarcan temas de materiales, administración, planeación, logística, etc., todo enfocado a realizar un mejor análisis de diferentes perspectivas en cuanto al manejo que se le da al espacio de los materiales en la construcción, su relación con la logística y desarrollo de un proyecto constructivo.

Poder generar un enfoque más preciso de cómo solucionar la problemática planteada por medio de proyectos relacionados ayudara a entender y a la vez buscar una solución más eficaz de como en torno a la construcción siendo uno de los sectores económicos y de mayor importancia en la sociedad, carece de un control y normativa en cuanto al acopio de la materia prima de las edificaciones; reiterando la fortaleza que puede tener el proyecto.

### **8.1 Trabajos de referencia**

**UNIVERSIDAD:** UNIVERSIDAD SANTO TOMAS, BUCARAMANGA

**DOCUMENTO:** Trabajo de grado

**TITULO:** Estudio de la planificación del almacenamiento de materiales de construcción en Bucaramanga

**AUTOR:** Díaz Sarmiento, Rosa Esther Sandoval Díaz, Angélica Roció Benavides Cadena, José Alberto

**ANALISIS:**

El documento abre la perspectiva a un mejor análisis más detallado de una problemática presenciada en las obras de construcción donde sin importa la ciudad es un inconveniente general ya que se puede ver en la ciudad de Bogotá, como la deficiencia en la obra, está ligada a la administración y Logística de materiales.

El estudio realizado por los estudiantes de la universidad santo tomas permite aclarar parámetros que se deben tener en cuenta por parte de las constructoras como son el almacenamiento, negociación, planeación, pedido, recepción, forma de pago y control de la materia prima a implementar en la edificación, como también permitió adquirir el conocimiento de softwares que ayudan a tener un mejor control de las variables ya mencionadas.

**UNIVERSIDAD:** PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

**DOCUMENTO:** Trabajo de grado

**TITULO:** Simulación Para El Mejoramiento De La Logística De Materiales y Equipos En Un Proyecto De Edificación

**AUTOR:** Granado Castillo, María Alejandra Pérez Cendales, Ivonne Karime

**ANALISIS:**

El trabajo realizado en la universidad javeriana y el edificio ecotower 93, los cuales son el objeto de estudio del trabajo realizado por los estudiantes. Estas dos edificaciones fueron realizadas como un sistema constructivo a porticado, un aporte a nuestra investigación, pues ofrece una visión más amplia respecto a los materiales implementados, el sistema de Logística y administrativo que tuvieron en cuenta.

En el trabajo de campo se realizaron visitas a obras, posteriormente realizar un mapa en planta de la ubicación de zonas de almacenamiento, distribución y acopio de material, accesos y lugares de trabajo. Esto permite tomar en cuenta el mejor desarrollo y traslado de materiales atreves de la obra, sus tiempos más cortos y lugares óptimos para establecer el acopio u/o almacén.

Como referente brinda un apoyo en las bases del proyecto para replantear un método de mejoramiento en el desplazamiento de materiales.

## **8.2 Artículos de divulgación**

**UNIVERSIDAD:** UNIVERSIDAD AUTONOMA DE YUCATAN

**DOCUMENTO:** Articulo académico de divulgación

**TITULO:** La administración de los materiales en la construcción

**AUTOR:** Solís Carcaño, R. Zaragoza Grife, N. y Gonzáles Fajardo, A.

**ANALISIS:** El fin del artículo es proporcionar una guía para la adecuada administración de los insumos a utilizar en cada actividad de la obra.

Al ser un documento plenamente académico, se garantiza de que el contenido es veraz, con un fin único de informar y dar a conocer los aspectos para tener en cuenta con respecto a los

insumos que se van a utilizar en la construcción, su fluctuación en el ámbito administrativo y procesos constructivos.

Procesos que se debe tener en cuenta señalados en el documento para poder generar un mejor sistema de acaparamiento para materiales en la construcción son **la planeación**, el orden de importancia y utilidad de los materiales, al igual que un catálogo de materiales o presupuestos, con el fin de tener un mejor control; **el pedido** es otro aspecto importante a tener en cuenta, a la llegada, transporte dentro de la obra y ubicación de los materiales, esto bajo una planeación previa. **El almacenamiento** es el aspecto que más relevancia podríamos tener en cuenta, es el tema principal del proyecto que se desarrollara, dependiendo del material se pueden clasificar en almacenamiento abierto o cerrado, bajo condiciones apropiadas; en espacios abiertos, deben estar estratégicamente ubicados para que el maestro tenga que realizar en menor transcurso posible dentro de la obra. Aquí también esta relación un aspecto que toca el autor en el documento y es **el uso**, pues de acuerdo con su almacenamiento, sea cerrado o abierto se puede tener un estudio de los materiales que son más solicitados con respecto al proceso en el que se encuentre la obra.

**REVISTA:** CHILE.CUBICA

**DOCUMENTO:** Artículo de divulgación web

**TITULO:** Porcentaje de Pérdidas de los Materiales

Según la revista CHILE.CUBA hoy en día en la obra de construcción el coste total de los materiales puede superar el 30% del coste de un proyecto.

De acuerdo con lo anterior se plantea un punto de partida hacia el enfoque que debe realizársele en la intervención de los materiales en la construcción. Las pérdidas se deben

medir en porcentaje y debe adecuarse al análisis de precios unitarios, pues a cada material debe agregársele su pérdida.

La clasificación que plantea la revista se basa en la pérdida sobre producción, es decir los residuos, escombros y sobras, aunque es un dato de bastante utilidad, realmente lo que aporta al proyecto es un porcentaje de pérdidas por mal almacenamiento de los materiales.

**EMPRESA:** INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO

**DOCUMENTO:** Artículo de divulgación web

**TITULO:** Programa de manejo de materiales de construcción

**AUTOR:** Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.

## **9. INVESTIGACION**

Se desarrolla una investigación de acuerdo con el proceso metodológico donde se presenta y examina el almacenamiento actual que se presenta en obras, donde se tiene en cuenta falencias cometidas en las construcciones, respecto al manejo administrativo de los insumos, esto por medio de imágenes y descripciones.

### **9.1 Proyectos**

En la investigación, la recopilación de datos fotográficos genera un resultado importante en el análisis detallado para plantearse como posible solución al orden que se ve reflejado en las obras, como se puede evidenciar en los siguientes proyectos:

#### **9.1.1 Proyecto Bosques de Tulipanes**

Es un proyecto ubicado en la localidad de Suba, se realizó la visita a obra en el sexto semestre de la carrera, para la materia de residencia de obra, con el fin de conocer de forma más teórica el proceso constructivo y situaciones que se presentaban dentro de la obra; dentro de ella se encuentra una falla en lo que es el acopio de materiales y formaleas, estaban almacenados en el exterior, sin protección a precipitaciones y ubicados en un predio ajeno.

La constructora desarrollo la obra de apartamentos para vivienda multifamiliar, donde se utilizó un sistema constructivo industrializado junto con mampostería. Un importante referente para tener en cuenta, pues es el tipo de construcción al que va dirigido al trabajo de grado, a este tipo de vivienda. Con el registro a esta obra pudimos destacar aspectos en el manejo de los materiales que más se descuidan por parte de las constructoras para tener en cuenta para desarrollar el primer prototipo de almacenamiento. La arena, los bloques, las formaleas y los aceros son los principales materiales en problemas de manejo.



*Ilustración 3* Proyecto bosques de tulipanes. Evidencia de mal manejo de materiales. Fuente propia.



*Ilustración 4* Proyecto bosques de tulipanes. Materiales a la intemperie. Fuente propia

La obra presenta una cuestión de adecuación de almacenamiento para el material a emplearse, se invade espacio no correspondiente a la obra y sobra aclarar que se está incumpliendo normas. Así se manifiesta una inapropiada administración y planeación.

**9.1.2 Evidencia fotográfica proyecto estudio de la planificación del almacenamiento de materiales de construcción en Bucaramanga Universidad Santo Tomas.**



*Ilustración 5* Estudio de la planificación del almacenamiento de materiales de construcción en Bucaramanga. La imagen muestra claramente la ausencia de un acopio en el campamento. Recuperado de <https://repository.usta.edu.co>



*Ilustración 6* Estudio de la planeación en almacenamiento de materiales de construcción en Bucaramanga. Los maestros tienen implementos, insumos y materiales de construcción en el lugar donde trabajan y es la correspondiente cimentación. Recuperado de <https://repository.usta.edu.co>

Allí se observa que los obreros comparten el mismo espacio con lo que supuestamente sería un almacenamiento de materiales, claramente se puede concluir que no existe un espacio determinado para el acaparamiento de los materiales.



*Ilustración 7* El acero que se va a utilizar para armar la cimentación y columnas se encuentra almacenada dentro de la estructura, interfiriendo para la actividad de acabados. Tomado de “Estudio de la planificación del almacenamiento de materiales de construcción en Bucaramanga” por José Alberto Benavides Cadena, 2015. Recuperado de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/887>



*Ilustración 8* El acero que se va a utilizar para armar la cimentación y columnas se encuentra almacenada dentro de la estructura, interfiriendo para la actividad de acabados. Tomado de “Estudio de la planificación del

almacenamiento de materiales de construcción en Bucaramanga” por José Alberto Benavides Cadena, 2015. Recuperado de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/887>

Se evidencia la ausencia de un espacio determinado para el acaparamiento del hierro y demás materiales, se observa que están ubicados en un área ya construida, interfiriendo e interrumpiendo con el flujo de actividad.

### 9.1.3 Proyecto Manzanares hacienda Madrid

Conjunto de apartamentos ubicados en el municipio de Madrid (Cundinamarca) desarrollado por parte de la constructora Bolívar, es un claro ejemplo que siendo una de las mejores constructoras del país, no promueve la buena administración y manejo de escombros o material en sus obras.



*Ilustración 9* Proyecto Manzanares Hacienda Madrid. El acero de las parrillas para fundir los entresijos se encuentra a la exposición del sol y el agua, compartiendo espacio junto con los desperdicios de este. Adaptado de estudiante Baquero Luz.

Se evidencia que hay un lugar exceptivo para el material, pero se toma por alto este generando así un mal acopio del hierro que como consecuencia ha generado oxido ya que se halla a la intemperie.



*Ilustración 10* Proyecto Manzanares Hacienda Madrid. Se evidencia una falencia en la administración del acero con de los desechos y desperdicios, falta de organización y exposición. Adaptado de estudiante Baquero Luz.

Se observa una incompetencia en cuanto al acopio de materiales en buen estado, que serán empleados en el proceso constructivo, añadiendo que también se puede notar que el escombros está agrupado con basura.



*Ilustración 11* Proyecto Manzanares Hacienda Madrid. Se puede ver que en la construcción y levantamiento de un muro se comparte con los tubos de PVC como almacenamiento de estos. Adaptado de estudiante Baquero Luz.

Acaparamiento de tuberías PVC en una de las actividades constructivas, en donde se observa que ocupa el espacio de trabajo, generando incomodidad en la mano de obra y un riesgo para los obreros y hasta para el mismo material.

## 9.2 Resumen Problemática

Se analizan las tres obras, sus problemática, deficiencias, fallas e insuficiencias, que abarca en general y por medio del siguiente un cuadro se concluye:

Tabla 2 Problemáticas generales de obras visitadas. Se muestra y relaciona las problemáticas generales encontradas por medio del trabajo de campo.

| OBRAS VISITADAS |                                                                                                                                                                                                                             |                              |                            |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| PROBLEMATICAS   | PROYECTOS                                                                                                                                                                                                                   |                              |                            |
|                 | BOSQUES DE TULIPANES                                                                                                                                                                                                        | PLANIFICACION EN BUCARAMANGA | MANZANARES HACIENDA MADRID |
|                 | Los proyectos poseen una problemática general que son los acopios, aunque dos de tres obras contienen su espacio de almacenamiento, estos ni se majean y ni se encuentran en óptimas condiciones.                           |                              |                            |
|                 | Los materiales utilizados, se encuentran fuera del acopio, a la intemperie, y simplemente donde no corresponden; se encuentra invadiendo propiedades y compartiendo espacio con los residuos y desperdicios de la obra.     |                              |                            |
|                 | En dos de las tres obras, los materiales interfieren con las actividades internas de la construcción, disminuyendo el flujo de la obra. Aun cuando una posee un acopio plenamente marcado, como se ve en la ilustración 11. |                              |                            |
|                 | Carecen de un control y manejo de los desperdicios por parte de la construcción                                                                                                                                             |                              |                            |

Elaboración propia

### 9.3 Encuestas realizadas a profesionales de la construcción (ingenieros y arquitectos)

Se llevó a cabo la aplicación técnica de una encuesta de formato digital, dirigida al personal que estaba al mando de obras de construcción en la capital, con el fin de conocer el estado en que se encontraban los materiales, además de su desperdicio, manejo y ubicación correspondiente de los mismos. Como tal, se buscó un punto de vista Profesional en el campo de acción, que contara con la experiencia de haber trabajar con materiales e insumos que son requeridos en la construcción. Formato y encuestas realizadas se aprecia en ([anexo A](#)) del presente documento.

### **9.3.1 Resultados de la aplicación**

Lo que se buscaba con el trabajo de campo, en este caso con las encuestas, era determinar que tanto conocimiento se tiene en general respecto a los materiales de construcción, influyendo esto en los demás aspectos tenidos en cuenta.

Se pudo determinar que en promedio 2 de cada 5 no posee el mismo conocimiento e interés que la muestra (grupo específico encuestado) entorno a materiales, desperdicio, costos en la obra; lo que concluye que facilitar el almacenamiento de los materiales para este tipo de obras, conlleva a un mejor manejo, determinación de los procesos constructivo, disminución de desperdicios, conocimiento perfeccionado en torno al costo de los materiales y por ultimo pero no menos importante, crear e inculcar para desarrollar un programa de manejo de manejo de materiales y en dado caso de desperdicios en las obras, sin olvidar que el sistema de almacenamiento propuesto lo que busca es una disminución en el porcentaje de desperdicios.

### **9.4 Causas y consecuencias de una inadecuada gestión de materiales en obra.**

Se realizó una recopilación de datos con el fin de tener claro las causas y consecuencia que en el ámbito de la construcción se genera ineficaz en el aspecto administrativo de los materiales y como puede tener derivaciones directas en diferentes aspectos como la ejecución de la obra y que en varias ocasiones se utiliza modelos de gestión o una forma de gestionar la obra bastante habitual que impide ser consciente de los problemas que se generan en la misma, encaminando toda la información suministrada hacia el acopio de insumos; las cuales posteriormente se analizarán, permitiendo aclarar específicamente que inconvenientes en el entorno constructivo son los más comunes.

La recopilación de información se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 3. *Causas y consecuencias. Muestra las causas de una mala administración en cada uno de los factores y sus consecuencias.*

| <b>MALA ADMINISTRACION</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                         |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
|                            | <b>CAUSAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>CONSECUENCIAS</b>                                    |
| <b>ADMINISRRACION</b>      | Se considera la base de todo desarrollo, la carencia de la misma afecta directamente la obra. El éxito de una obra depende de un buen manejo administrativo, por esta razón el profesional debe ser consciente de la importancia en la cual se deposita la visión general de la constructora.                                                                                                                                                                  |                                                         |
| <b>CONTROL DE CALIDAD</b>  | Es importante una verificación técnica, esta se encarga de que la construcción este bajo las características que le corresponde, malos métodos e irresponsabilidad constructiva. El control de la calidad se rige bajo los siguientes aspectos: el control general del proyecto, materiales, ejecución e instalaciones.                                                                                                                                        | CONTRATIEMPOS<br>DESORGANIZACION<br>DESPERDICIOS        |
| <b>ESPACIO</b>             | La distribución que se evidencia en muchas obras no genera un buen desarrollo para la construcción, es falta de dedicar un tiempo a organizar y planear la mejor ubicación de los espacios designados, para lograr una excelente fluidez del proyecto, disponiendo de las medidas suficientes para evitar inconvenientes en el momento de abastecimiento o situaciones inesperadas, que requieran de un lugar propicio.                                        | PROBLEMAS<br>FINANCIEROS<br>DESPLAZAMIENTO              |
| <b>PLANEACION</b>          | Es básicamente la coordinación de los recursos que dispone la obra, como los materiales, para alcanzar objetivos planeados, bajo estrategias con ayuda de herramientas. En el caso de los materiales el disponer anticipadamente de un espacio adecuado y que cumpla con los estándares que va a exigir la obra es de gran importancia, de lo contrario se verá reflejados inconvenientes como los mencionados en el estado del arte, que ocurren actualmente. | FALTA DE ESTRATEGIA<br>FALTA DE CALIDAD<br>RENDIMIENTO. |

---

|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PLANIFICACION</b> | Es probablemente una de las fases que, aunque son más relevantes en la construcción, no necesariamente debería tener el mayor peso sobre las causas de un mal proceso de construcción, pues se cumple con los requisitos mínimos de simular las actividades a desarrollar, porque se considera que por mejor que sea la planeación de un proyecto siempre se presentaran imprevistos, pero también es responsabilidad de la constructora y el profesional abarcar la mayoría de los inconvenientes que puedan surgir. |
| <b>SEGUIMIENTO</b>   | El seguimiento hace referencia al proceso que como jefe de obra se debe realizar mediante el desarrollo de la construcción, al tanto de inconvenientes. La falta de un riguroso y ordenado seguimiento de obra generaría inconvenientes en la comunicación y posteriormente reflejar resultados negativos en el abastecimiento de materiales, flujo de distribución interior, manejo adecuado del material y hasta falta de insumos.                                                                                  |

---

*Nota:* Se muestra como cada una de las causas lleva a un conjunto de consecuencias apreciadas en fallas de una obra.

Elaboración propia.

El problema de gestión viene de fondo, es decir denota un problema específico, por un lado, un resídetete de obra que no tiene claro los conceptos y por otro lado una empresa que no cubre esa necesidad o carencia, porque al final repercute en el segmento de la obra y finalmente sería el beneficio económico de la empresa que se vería afectado.

Un modelo de gestión correcto cubre un papel importante en lo que sería una administración de obra, pues la gestión que se aplica es a medida de experiencia o intuición a lo largo del aprendizaje y ese modelo empírico es en varias ocasiones erróneo. El responsable de obra y constructora debe saber que cuando se acumulan los problemas se tiene que es directamente proporcional a peores resultados, entre más inconvenientes surjan a medida que avanza la obra, los resultados será de igual o peor magnitud. Lo que implica un gasto más enfocado en solucionar los problemas y menos tiempo para trabajar sobre los resultados.

La tabla causas y consecuencia en relación con los aspectos mencionados, permite concluir que lo que permite una buena gestión de control sobre las causas que producen la mala administración sobre las actividades de la construcción es el control que se debe tener, adelantarse a los posibles hechos, inconvenientes que aparecen, no se puede tener control sobre un aspecto que está por delante del responsable. Definir y marcar por donde debe ir la obra (un buen camino) tratando de evitar los problemas, sin olvidarse que existen multitud de factores que perjudican la obra.

Si se evitan los problemas se puede tener un porcentaje de tiempo que en los proyectos constructivos es de vital importancia, de forma que se invierte y adquiere un mejor rendimiento.

## **10 PRUEBA PILOTO**

Para el desarrollo del proyecto y de acuerdo la metodología, se realizó el trabajo del campo correspondiente al proyecto, por medio de una inspección a dos obras iniciadas en la ciudad de Bogotá, en donde se le solicito al residente y/o responsable de la obra el respectivo inventario de materiales, de esta forma se evidenciara la cantidad y el porcentaje de desperdicio tomado hasta el día que se realizó la visita.

### **10.1 Obra 1**

#### **10.1.1 Obra San Andrés I, vivienda unifamiliar en Bogotá, D.C.**

**Tipo de proyecto:** Construcción tradicional

**Clasificación:** Construcción de vivienda unifamiliar de 3 pisos

**Datos de generación:** Material de excavación, escombros de demolición, materiales a utilizar.

La tabla correspondiente donde se detalla el presupuesto de obra facilitado por el residente de la respectiva construcción y por medio del cual se encuentra las actividades pertinentes, cantidades de materiales que se requiere para cada una y unidad a solicitar, se aprecia en el (anexo 2) del presente documento.

### 10.1.2 Materiales para tomar en cuenta para almacenaje

Actividades de obra (construcción tradicional):

1. **Preliminares** (Residuos de material de excavación no contaminado)
2. **Mampostería** (Ladrillo N5, N4. Concreto)
3. **Pañetes en muros** (Pañetes)
4. **Cubierta** (Lámina de aislamiento, cubierta)
5. **Carpintería en madera** (Puertas, marcos, láminas de vidrio)
6. **Carpintería metálica** (Canal de aluminios, estructuras metálicas, puertas, barandas, Varillas)
7. **Pisos** (Cerámicas)
8. **Enchapes y accesorios** (Laminas, accesorios)
9. **Cielo raso** (Drywall, listones de madera)
10. **Aparatos sanitarios**
11. **Pintura**
12. **Exteriores** (Adoquines, contenedor de raíces)

### 10.2.3 Porcentaje de desperdicio obtenido

Para tomar el desperdicio se utilizó la siguiente fórmula:

$$P = C \text{ recibida} - [(C \text{ real} + C \text{ equiv}) \times C \text{ teórico} + C \text{ almacenado}]$$

Donde:

P= Pérdida

C recibida= Cantidad recibida

C real= Cantidad real consumida

C equiv= Cantidad equivalente

C teórica= Cantidad Teórica

C almacenada= Cantidad almacenada

Tabla 4. Porcentaje de desperdicios. Cada actividad en orden con su respectivo desperdicio según análisis.

| <b>No.<br/>ACTIVIDAD</b> | <b>DESCRIPCIÓN</b>    | <b>DESPERDICIO</b> |
|--------------------------|-----------------------|--------------------|
| 1                        | PRELIMINARES          | 15-20%             |
| 2                        | MAMPOSTERÍA           | 10%                |
| 4                        | PAÑETES EN MURO       | 10%                |
| 5                        | CUBIERTA              | 3%                 |
| 6                        | CARPINTERÍA EN MADERA | 5%                 |
| 7                        | CARPINTERÍA METÁLICA  | 5%                 |
| 8                        | PISOS                 | 8%                 |
| 9                        | ENCHAPES Y ACCESORIOS | 3%                 |
| 10                       | CIELO RASO            | 3%                 |
| 11                       | PINTURA               | 5%                 |
| 12                       | EXTERIORES            | 8%                 |

*Nota:* El desperdicio señalado es el resultado de la formula aplicada por el residente de obra para observar y tener un control del desperdicio.

Fuente: Elaboración propia.

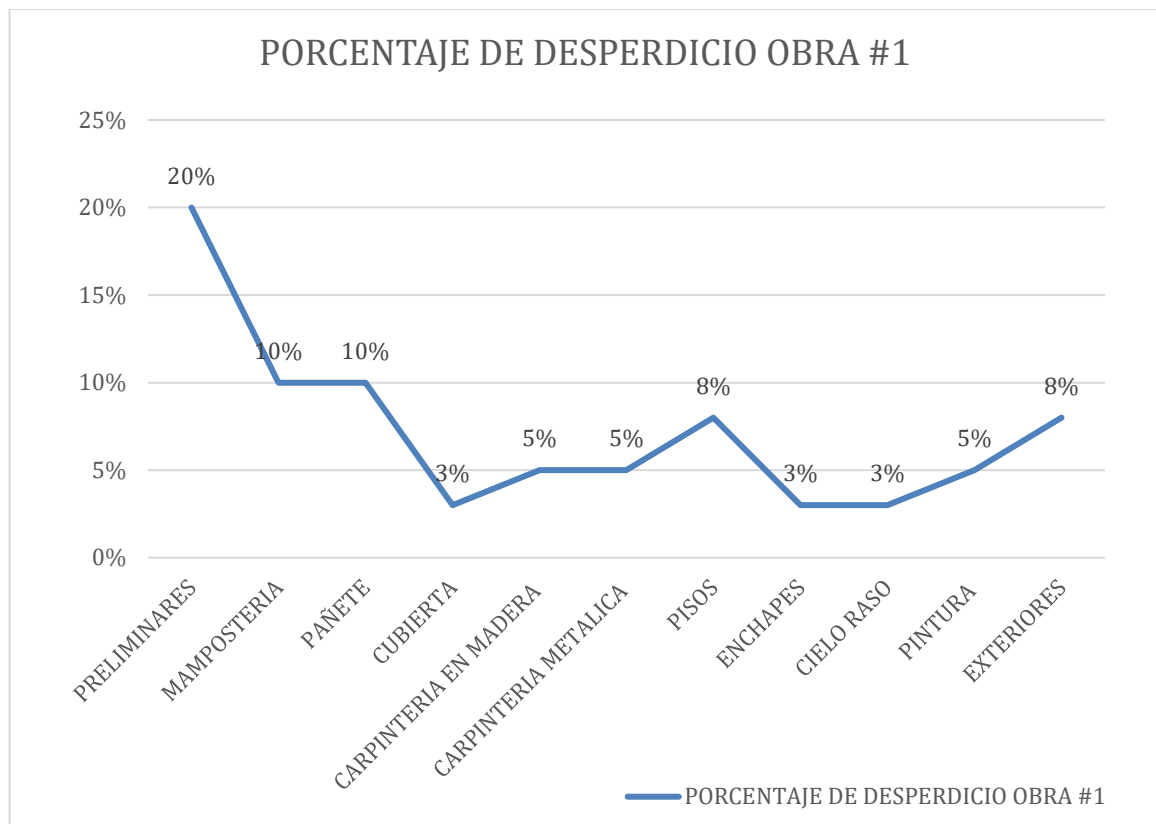


Ilustración 12 Estadística porcentaje desperdicio de material obra 1. Elaboración propia

### 10.3 Obra 2

#### 10.2.1 Obra Edificio Orión, Vivienda Unifamiliar en Bogotá, D.C.

**Tipo de proyecto:** Construcción tradicional

**Clasificación:** Construcción de vivienda unifamiliar de 4 pisos

**Datos de generación:** Material de excavación, escombros de demolición, materiales a utilizar.

Se anexa documento de cronograma donde muestra las actividades respectivas a realizar y se visualiza el material:

Tabla 5. Cronograma de obra. Se muestra las actividades con su respectivo cronograma y duración de cada una.

| N° | Descripción de la etapa              | Duración de la etapa (días) | Tarea dependiente | Tipo de Dependencia | Días de dependencia |
|----|--------------------------------------|-----------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| 1  | Limpieza y deshiere del terreno      | 4                           | No aplica         | No aplica           | +0                  |
| 2  | Cerramiento obra                     | 1                           | 1                 | FC                  | +1                  |
| 3  | Demolicion                           | 20                          | 2                 | FC                  | +1                  |
| 4  | Replanteo Cimentacion                | 2                           | 3                 | FC                  | +1                  |
| 5  | Excavacion                           | 25                          | 4                 | FC                  | +1                  |
| 6  | Retiro tierra                        | 25                          | 5                 | CC                  | +1                  |
| 7  | Relleno y compactado                 | 15                          | 6                 | FC                  | +1                  |
| 8  | Armado hierro cimentacion            | 12                          | 7                 | FC                  | +1                  |
| 9  | Cajas de inspeccion aguas negras     | 10                          | 8                 | FC                  | +1                  |
| 10 | Fundida concreto cimentacion         | 2                           | 9                 | FC                  | +1                  |
| 11 | Columnas primer piso                 | 8                           | 10                | FC                  | +1                  |
| 12 | Muros laterales primer piso          | 7                           | 11                | FC                  | +1                  |
| 13 | Placa aerea No. 1                    | 28                          | 12                | FC                  | +1                  |
| 14 | Columnas segundo piso                | 8                           | 13                | FC                  | +1                  |
| 15 | Muros laterales segundo piso         | 7                           | 14                | FC                  | +1                  |
| 16 | Placa aerea No. 2                    | 28                          | 15                | FC                  | +1                  |
| 17 | Columnas tercer piso                 | 8                           | 16                | FC                  | +1                  |
| 18 | Muros laterales tercer piso          | 8                           | 17                | FC                  | +1                  |
| 19 | Placa aerea No. 3                    | 28                          | 18                | FC                  | +1                  |
| 20 | Columnas Cuarto piso                 | 8                           | 19                | FC                  | +1                  |
| 21 | Muros laterales cuarto piso          | 10                          | 20                | FC                  | +1                  |
| 22 | Placa aerea No. 4                    | 28                          | 21                | FC                  | +1                  |
| 23 | Columnas punto fijo                  | 8                           | 22                | FC                  | +1                  |
| 24 | Armado hierro cubierta punto fijo    | 12                          | 23                | FC                  | +1                  |
| 25 | Fundida concreto cubierta punto fijo | 2                           | 24                | FC                  | +1                  |
| 26 | Muros remate punto fijo              | 9                           | 25                | FC                  | +1                  |
| 27 | Antepecho Terraza                    | 6                           | 26                | FC                  | +1                  |
| 28 | Mamposteria                          | 90                          | 23                | FC                  | +8                  |
| 29 | Instalaciones electricas             | 60                          | 28                | CC                  | +15                 |
| 30 | Instalaciones hidraulicas            | 60                          | 28                | CC                  | +18                 |
| 31 | Instalacion de gas                   | 60                          | 28                | CC                  | +20                 |
| 32 | Pañete                               | 90                          | 28                | FC                  | +1                  |
| 33 | Alistado de pisos                    | 80                          | 32                | FC                  | +1                  |
| 34 | Estuco                               | 60                          | 33                | FC                  | +1                  |

|    |                                |    |    |    |    |
|----|--------------------------------|----|----|----|----|
| 35 | Pintura                        | 60 | 34 | FC | +1 |
| 36 | Enchapes                       | 90 | 35 | FC | +0 |
| 37 | Techos                         | 45 | 35 | FC | +1 |
| 38 | Fachada principal mamposteria  | 60 | 28 | FC | +1 |
| 39 | Fachada posterior mamposteria  | 60 | 28 | FC | +1 |
| 40 | Pañete fachda principal        | 30 | 38 | FC | +1 |
| 41 | graniplas fachada principal    | 20 | 40 | FC | +1 |
| 42 | Pañete fachada posterior       | 15 | 38 | CC | +0 |
| 43 | Enchape fachada principal      | 20 | 42 | FC | +1 |
| 44 | pintura fachada posterior      | 10 | 42 | CC | +1 |
| 45 | Culatas                        | 15 | 44 | FC | +1 |
| 46 | Zonas comunes                  | 10 | 45 | CC | +1 |
| 47 | Adecuacion cubierta            | 15 | 46 | CC | +1 |
| 48 | Cerramiento antejardin         | 15 | 46 | CC | +1 |
| 49 | Pintura cerramiento antejardin | 10 | 48 | FC | +1 |
| 50 | Alistado cubierta antejardin   | 8  | 48 | CC | +6 |
| 51 | Techado cubierta antejardin    | 6  | 50 | FC | +1 |
| 52 | Acabados escaleras             | 10 | 51 | FC | +1 |
| 53 | Intervencion andenes           | 15 | 52 | CC | +2 |
| 54 | Aseo general                   | 2  | 53 | FC | +1 |

*Nota:* Cronograma de obra donde muestra cada una de las actividades y así poder observar los materiales a utilizar. Fue el único documento que facilitaron ya que la persona a cargo de los materiales no se encontraba en contacto y fue imposible conseguir como tal una especificación más amplia de los materiales.

Elaborado por: Residente de obra a cargo del cronograma (Giovanna A, 2020)

## 10.2.2 Materiales por tomar en cuenta para almacenaje

### ACTIVIDADES DE OBRA (construcción tradicional)

1. Cimentación
2. Mampostería
3. Entrepisos
4. Cubierta
5. Instalaciones Eléctricas
6. Instalaciones Hidráulicas
7. Pañete
8. Pisos
9. Pintura
10. Acabados
11. Exteriores

### 10.2.3 Porcentaje de desperdicio obtenido

Para tomar el desperdicio muchas veces lo hacen es observando, por experiencia calculan más o menos la cantidad de cuanto llega a la obra y al descargar, se fijan cuánto desperdicio hay. Para ser más exactos, una aproximación.

Para tomar el desperdicio exacto se utilizó la siguiente fórmula:

$$(C \text{ real} - C \text{ teórica}) / V \text{ teórico}$$

Donde:

C real = Cantidad real consumida

C teórica = Cantidad Teórica

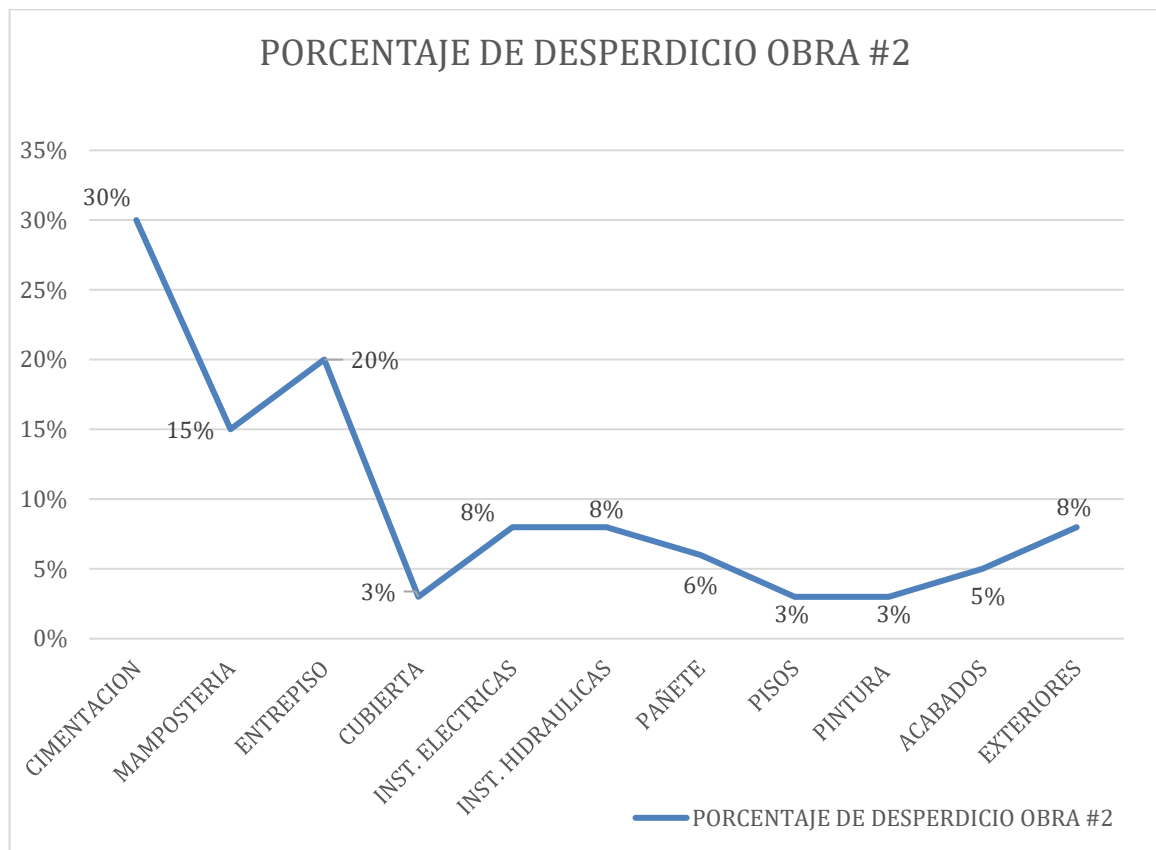
V teórico = Valor teórico

Tabla 6. Porcentaje de desperdicios Obra II. Cada actividad en orden con su respectivo desperdicio según análisis.

| No.<br>ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN       | APROX.<br>DESPERDICIO |
|------------------|-------------------|-----------------------|
| 1                | CIMENTACIÓN       | 20-30%                |
| 2                | MAMPOSTERÍA       | 15%                   |
| 4                | ENTREPISOS        | 20%                   |
| 5                | CUBIERTA          | 3%                    |
| 6                | INST. ELÉCTRICAS  | 8%                    |
| 7                | INST. HIDRÁULICAS | 8%                    |
| 8                | PEÑETES           | 6%                    |
| 9                | PISOS             | 3%                    |
| 10               | PINTURA           | 3%                    |
| 11               | ACABADOS          | 5%                    |
| 12               | EXTERIORES        | 8%                    |

Elaboración propia.

*Nota:* La persona encargada de pedir el material informó que el desperdicio del concreto en la cimentación es alto. Esto sucedió en la primera fundida ya que se realizó una mala medida en la cantidad del m3(metro cubico), se pidió de más. El camión desocupó todo el material ya que ellos deben regresar con el camión vacío. La conclusión fue que el concreto que sobró formó una placa en el sitio donde se almaceno y pues al final se picó y quedó como escombros.



*Ilustración 13 Estadísticas porcentaje desperdicio de material obra 2. Elaboración propia*

### 10.3 Clasificación de los materiales.

De acuerdo con los resultados obtenidos se realizó una clasificación de materiales, donde se resalta cuáles eran los más afectados y los que mayor porcentaje de desperdicio presentaban, sin embargo, igualmente se realizó una su clasificación de acuerdo con las variables de almacenamiento que deberían tener los materiales indicados, siguiendo la normatividad, disminuyendo su afectación por mal uso de los acopios comunes en obras y que no siguen los parámetros indicados para la misma.

Cabe añadir que se tuvo en cuenta información suministrada en bases de datos y la recopilación de proyecto piloto para elaborar los parámetros de clasificación de los siguientes materiales:

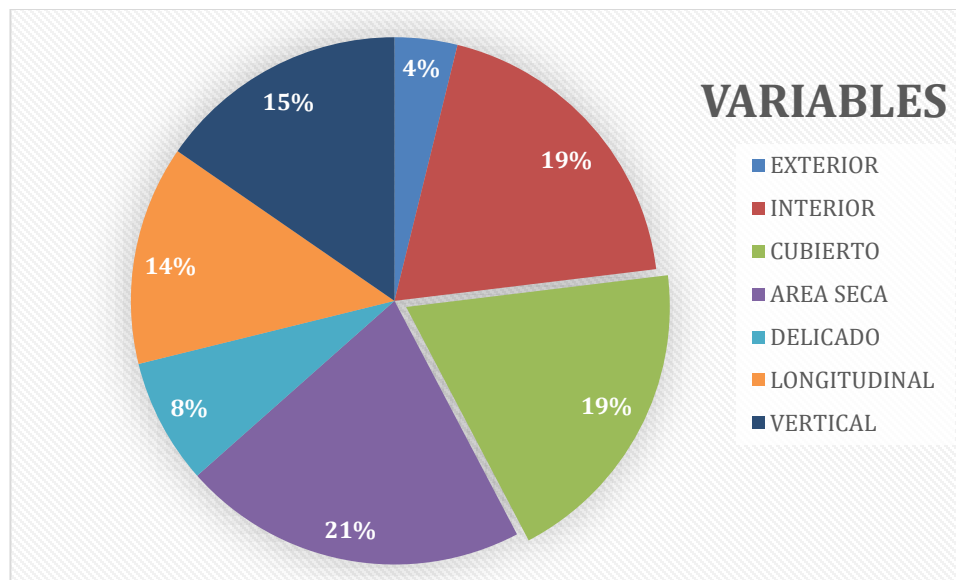
Tabla 7 *Clasificación de Materiales.*

| CLASIFICACION DE MATERIALES |                        |          |                             |           |          |              |          |
|-----------------------------|------------------------|----------|-----------------------------|-----------|----------|--------------|----------|
| MATERIALES                  | TIPO DE ALMACENAMIENTO |          | VARIABLES DE ALMACENAMIENTO |           |          |              |          |
|                             | EXTERIOR               | INTERIOR | CUBIERTO                    | AREA SECA | DELICADO | LONGITUDINAL | VERTICAL |
| CONCRETO                    |                        | X        | X                           | X         |          |              | X        |
| AGREGADOS                   |                        | X        | X                           | X         |          |              | X        |
| MAMPOSTERIA                 |                        | X        | X                           | X         |          | X            | X        |
| BLOQUE                      |                        | X        | X                           | X         |          | X            | X        |
| PIEDRA                      | X                      |          |                             | X         |          | X            |          |
| ACERO                       |                        | X        | X                           | X         |          | X            |          |
| HIERRO                      |                        | X        | X                           | X         |          | X            |          |
| TUVERIA PVC                 |                        | X        | X                           | X         | X        | X            |          |
| VRIDRIOS                    |                        | X        | X                           |           | X        |              | X        |
| PINTURA                     | X                      |          |                             | X         |          |              | X        |
| DRYWALL                     |                        | X        | X                           | X         | X        | X            | X        |
| CERAMICAS                   |                        | X        | X                           | X         | X        |              | X        |
| TOTAL                       | 2                      | 10       | 10                          | 11        | 4        | 7            | 8        |

Se clasifican los materiales por importancia de almacenamiento, de acuerdo con su tipo, característica y variables de acopio. Elaboración propia

### 10.3.1 Estadística de relevancia para almacenamiento de los materiales

Se transforman los resultados a porcentaje para determinar el mayor nivel de parámetros que presentan los materiales para un acopio propicio, bajo su mismo régimen de características y propiedades.



*Ilustración 14* Clasificación de materiales. Muestra los materiales clasificados de acuerdo las características. Elaboración propia.

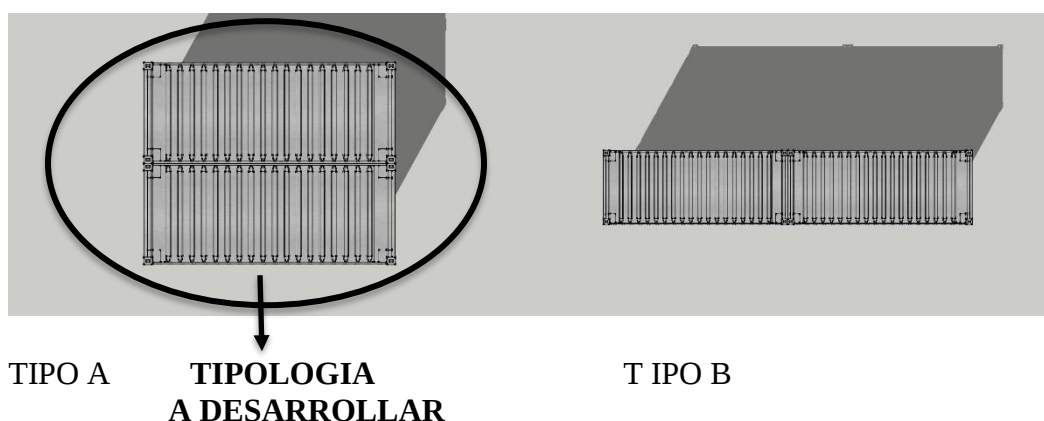
La estadística permite concluir de forma más precisa los parámetros a seguir para el desarrollo el modelo del prototipo, junto con las características principales que se deben tener en cuenta, en ese orden de ideas se determina que según el resultado se debe asegurar y cumplir que los materiales estarán en orden de relevancia:

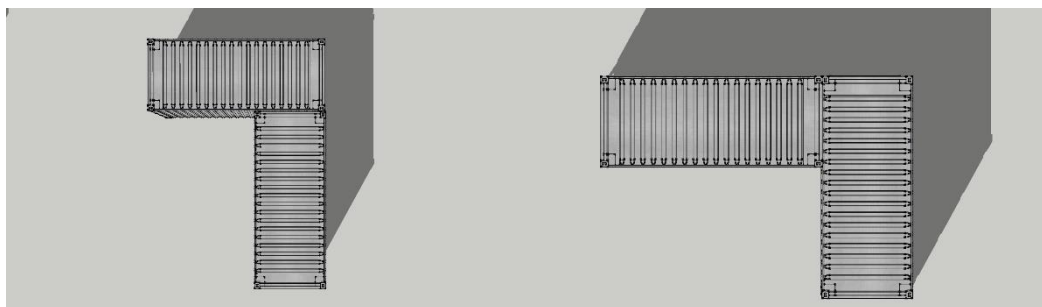
- Bajo un área seca, fuera del contacto con la humedad
- Estarán almacenados en interior, cubiertos de precipitaciones y factores ambientales exteriores.
- Se tendrá que disponer un espacio tanto para el almacenamiento de tipo horizontal como vertical.

## 11 DISEÑO

De acuerdo con nuestra metodología para el desarrollo de este capítulo se tuvo en cuenta los resultados y conclusiones del primer y segundo capítulo. Se ve a los contenedores como una pieza totalmente modificable, posee condiciones en su estructura que se acoplan fácilmente y permite una articulación entre ellos mismo. Según este tanteo y por medio el cual se desarrolló el modelo del prototipo que se plantea; que consiste en la unión de dos contenedores de 20 pies, se permite aprovechar el atributo de acoplo que los caracteriza y ubicarse así en distintas posiciones (*Ilustración 15*), adaptándose a las condiciones de espacios de trabajo y de construcción presentes es obra, se pueden instalar fácil y eficientemente a un lado del terreno de la obra, haciendo referencia a una obra limitada en la obras con terrenos más amplios no existe inconveniente en su ubicación, se permite explorar diseños de articulación por parte de la constructora.

En este punto se enfocará en un diseño específico, el más conveniente para detallar y presentar como propuesta general, la unión de los contenedores por sus caras laterales.





TIPO C

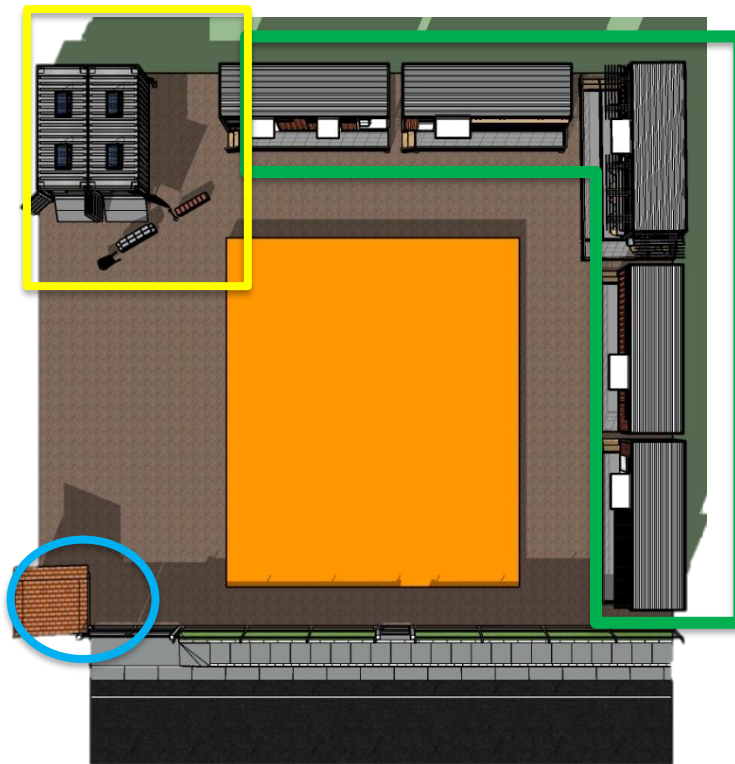
TIPO D

*Ilustración 15* Tipo de articulación de contenedores. Elaboración propia.

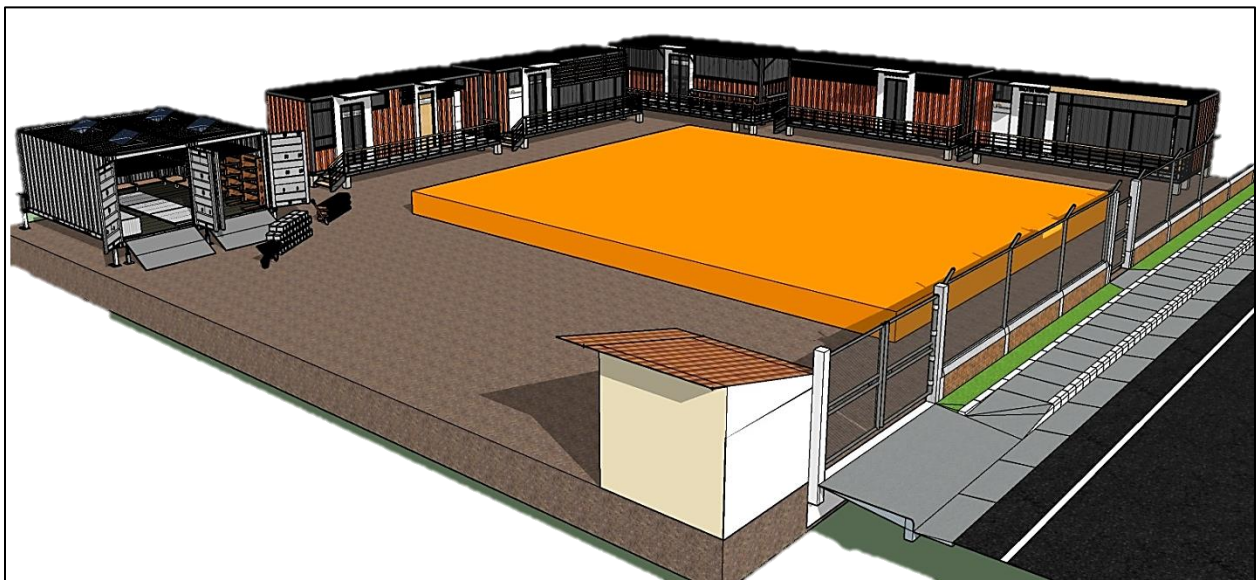
El prototipo enfatizado cuenta con un espacio abierto en su interior, logrando esto por la extracción de los muros interiores de los mismos contenedores, contando con un dimensionamiento más grande que al limitado únicamente en la puertas, al igual que permite un espacio de circulación adecuado en el interior de los contenedores; permitiendo al constructor, maestro o encargado del almacenamiento agilizar la extracción, ingreso de los materiales, manipulación en el interior del sistema y contemplando una perspectiva más general por parte del encargado del material, facilitando su control.

El diseño permite el aprovechamiento del espacio en la obra sin plena interferencia en la circulación y actividades del obrero o maquinaria por la obra, mientras a su vez contribuye a el flujo de actividades diarias, desplazamiento, circulación, acondicionamiento de las faenas. Ver (*Ilustración 16*).

Se realizó una simulación de un proyecto constructivo, teniendo como base la dimensión promedio de los terrenos de las obras visitadas en campo, con sus respectivas instalaciones provisionales (sala de ventas, baños, cafetería, lockers y oficinas)



- SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
- INSTALACIONES PROVISORIALES
- CASETA SEGURIDAD
- CONSTRUCCION



*Ilustración 16* Simulación obra de construcción con sistema propuesto. Elaboración propia

### **11.1 Contenedor**

Los contenedores para el cual se contó en el proceso corresponden según a la ISO 668 a los de tipo serie 1, contenedores de 40 y 20 pies de distancia; pero el proyecto tuvo en cuenta para la elaboración del sistema de almacenamiento el contenedor pequeño, el de 20 pies, por su comodidad de espacio que aportan sus medidas, más espacio total en obra, menos movimiento de material en obra y menos recursos para el desplazamiento del material.

Se analizó sus medidas que se encuentran estandarizadas, de acuerdo con esto se tuvo en cuenta su ocupación en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) en espacio que ocupa en el terreno por su distancia en altura y en ancho; lo que permite ya tener en datos lo que el contenedor ocupa en cuanto a volumen en el espacio dentro de la obra.

En el proceso de elaboración del proyecto se acudió a la aplicación AutoCAD en su configuración de anotación, que permite la elaboración de planos en segunda dimensión.

#### **11.1.1 Utilidad del contenedor**

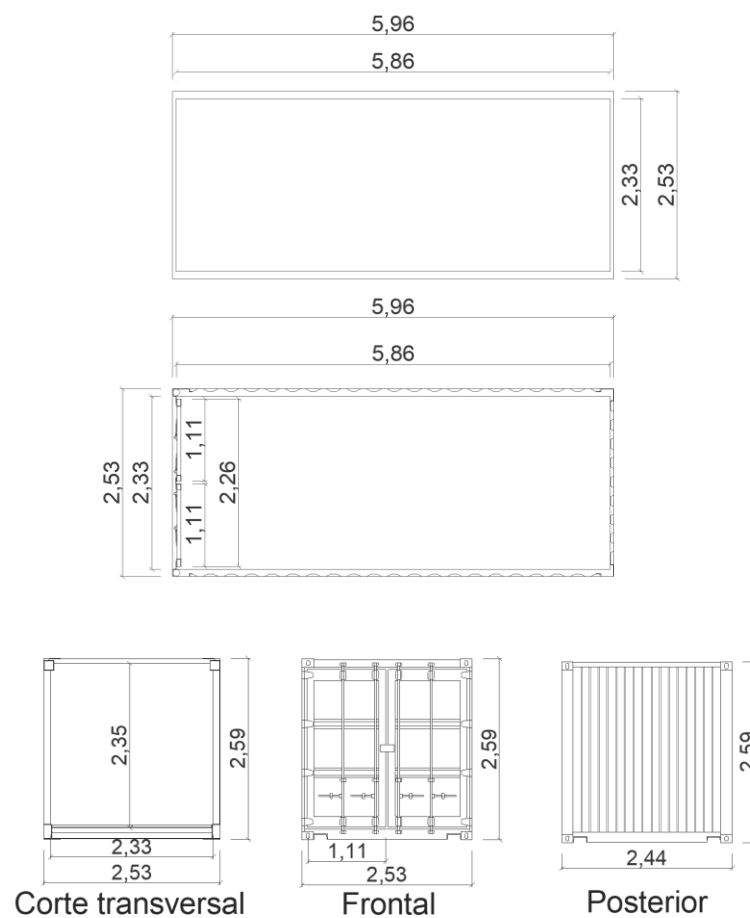
Los contenedores siendo específicamente una figura geométrica que contiene tres dimensiones lo que genera un volumen determinante, es decir un espacio de ocupación en la construcción, el contenedor de 40 pies es un contenedor que abarca un gran espacio, sin embargo, será de gran utilidad en el almacenamiento de material que cuente con grandes longitudes que deben ser almacenadas cubiertamente, como lo indica en la *Tabla 8 Clasificación de Materiales*.

#### **11.1.2 Contenedor de 20 pies**

Este tipo de contenedor con respecto al de 40 pies posee las mismas dimensiones en relación con la base y altura como aparece en la ISO, la única característica que influye en su dimensionamiento es la longitud; este se reduce al doble de su tamaño. Lo que permite

una ventaja de ubicación en el interior de las obras, sin ignorar su aceptación en cuanto acople para las distintas obras de mediana y alta escala a la que se enfoca el proyecto, en caso de cotar con un espacio considerable puede requerir de un segundo sistema, o los que sean necesarios y ser configurados con el mobiliario para el tipo de almacenamiento que se le vaya a emplear.

Las dimensiones de acuerdo con la normatividad y su espacio de utilidad correspondiente:



*Ilustración 17* Planos contenedor de 20 pies Se muestra planos de planta y vistas del contenedor de 20 pies con sus respectivas cotas. Elaboración propia.

El contenedor de 20 pies es el contenedor más pequeño que se implementó

$$V = | (a * (b * c)) |$$

Siendo:

a = altura

b = base

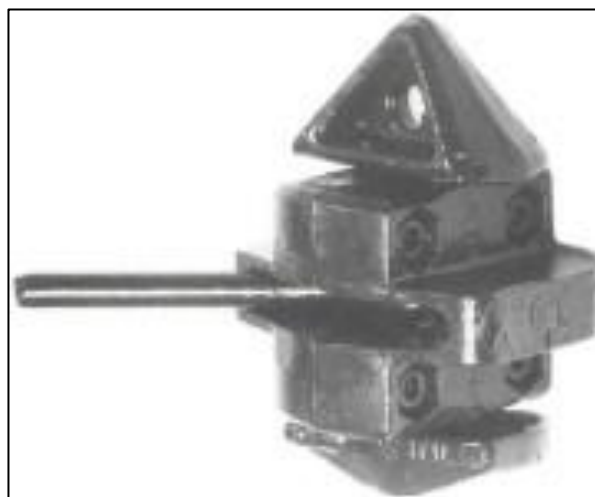
c= largo

- Volumen exterior  $V = | (2.59 * (2.53 * 5.96) ) | = 39.05$
- Volumen interior  $V = | (2.35 * (2.33 * 5.86) ) | = 32.08$

La utilidad de aprovechamiento interior para el contenedor se representa en 32.08 m<sup>3</sup>, mientras su dimensionamiento en terreno es de 13.65 m<sup>2</sup> que se tendrá en cuenta al momento de almacenar los insumos, mientras en su ocupación en terreno pertenece a 15.07 m<sup>2</sup>.

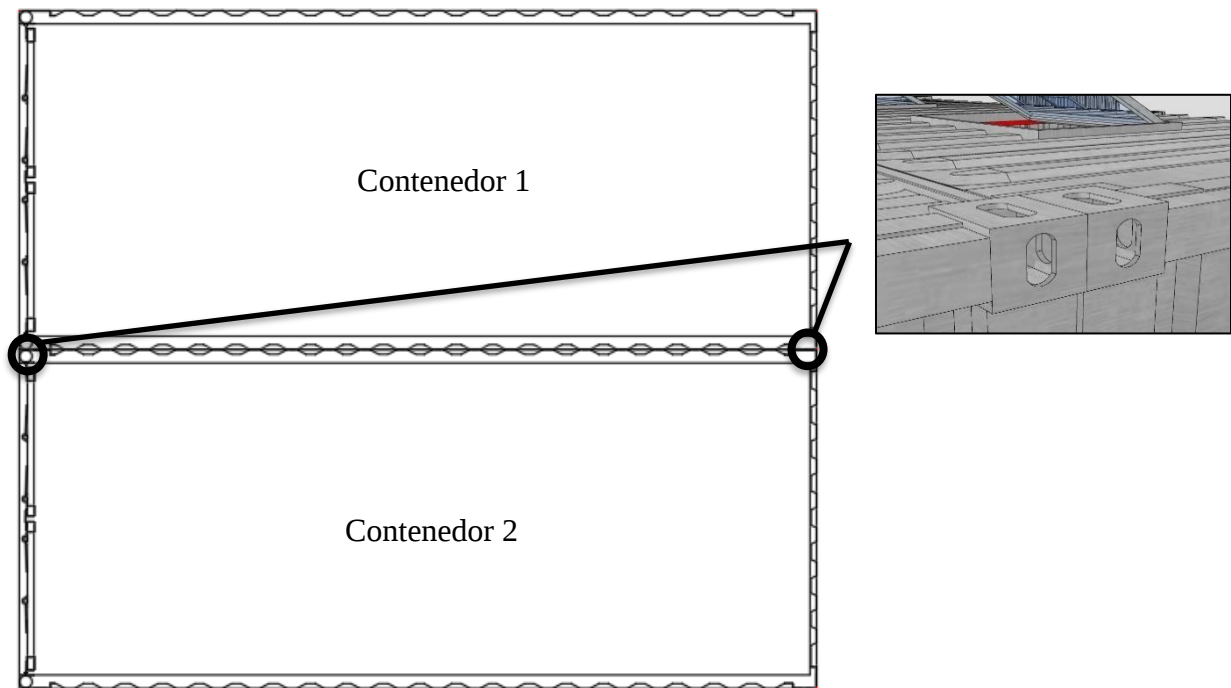
### 11.2 Articulación de contenedores.

El diseño de unión por caras laterales de cada contenedor se llevan a cabo mediante un elemento de Unión tipo Twistlock (*Ilustración 18*), diseñados especialmente para la conexión de contenedores por medio de las canteras de los mismo, el dispositivo va instalado en los ángulos exteriores de los contenedores que se van a ser empalmados, dando garantía de estabilidad e inmovilización entre ellos.



*Ilustración 18* Unión tipo Twistlock. Recuperado de <https://www.conpargroup.co.uk/marine-twistlock.html>

### 11.2.1 Segmentos de union



*Ilustración 19* Unión de contenedores. Se muestra los ángulos donde se unen los contenedores. Elaboración propia.

Los segmentos de Unión hacen referencia al conjunto de cuatro ángulos (dos superiores y dos inferiores) donde posteriormente se unen los contenedores entre sí, estos se unen por medio de las cantoneras (*Ilustración 20*) y donde igualmente se implementan los elementos de Unión.

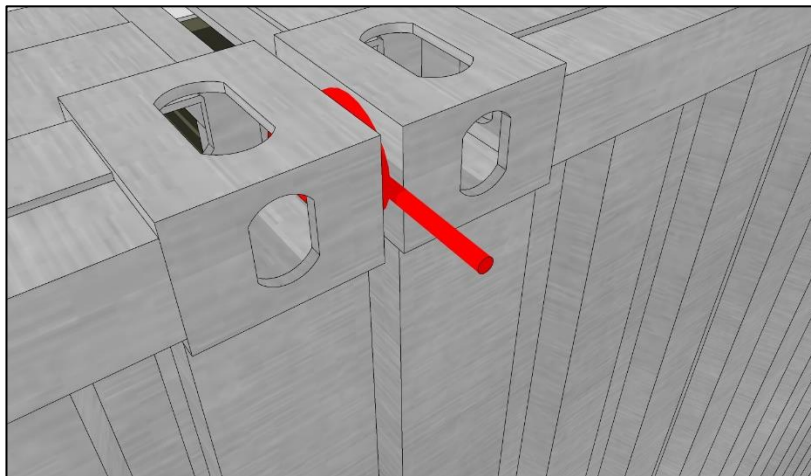


*Ilustración 20* Cantoneras del contenedor. Se muestra las cantoneras con su respecta unión Twistlock. Recuperado de <https://squaredbluecontainers.co.uk/container-stacking-pins/>

### 11.2.2. Unión contenedores.

La Unión horizontal de los contenedores se realiza por medio de piezas diseñadas para la unificación y apilamiento de los mismo, los elementos de unión que se implementan en el prototipo por su fácil manipulación y ensamble se encuentran estandarizados internacionalmente.

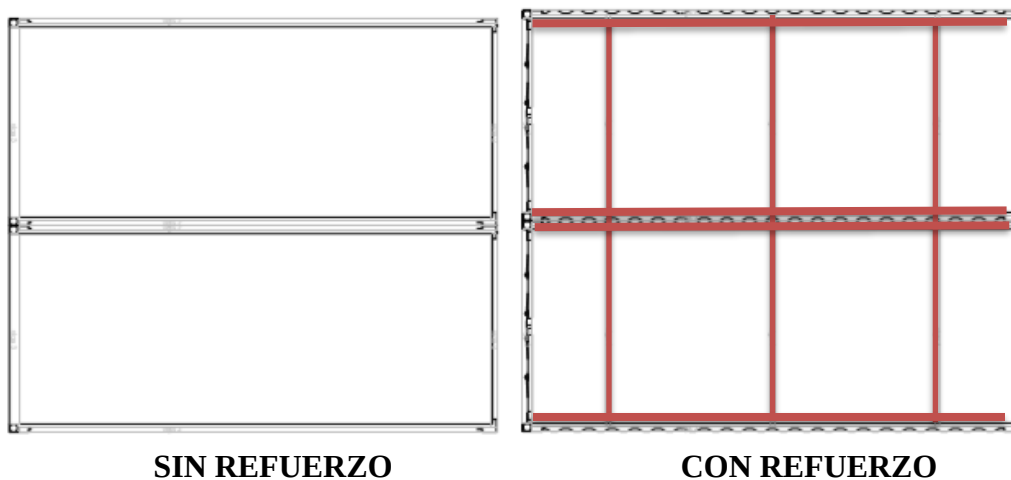
Estos elementos juegan un papel importante en el ensamble y unificación de los container, esto se logra unificando cantonera – cantonera y posteriormente se dispone a utilizar el elemento que más convenga para el constructor y ensamblador. Gracias a los distintos agujeros que tiene las cantoneras en sus caras permite ubicar los contenedores tanto en orden horizontal como vertical.



*Ilustración 21* Unión de contenedor con Twistlock. Render realizado en Sketchup, donde se muestra la forma que se unen los contenedores con el sistema twistlock. Elaboración propia

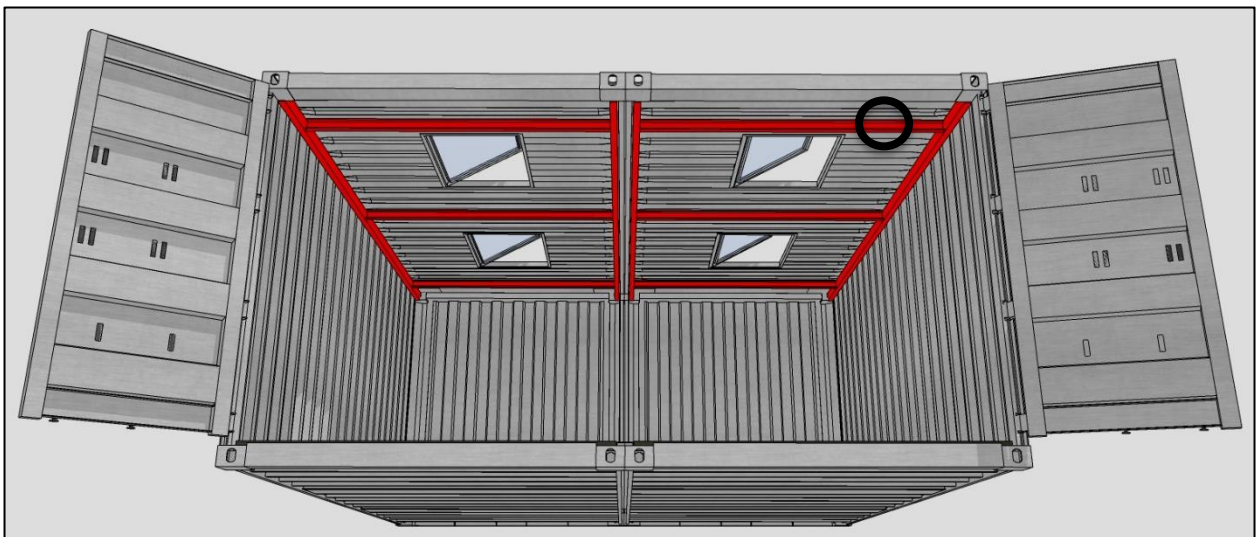
### 11.3 Refuerzo estructural de contenedores

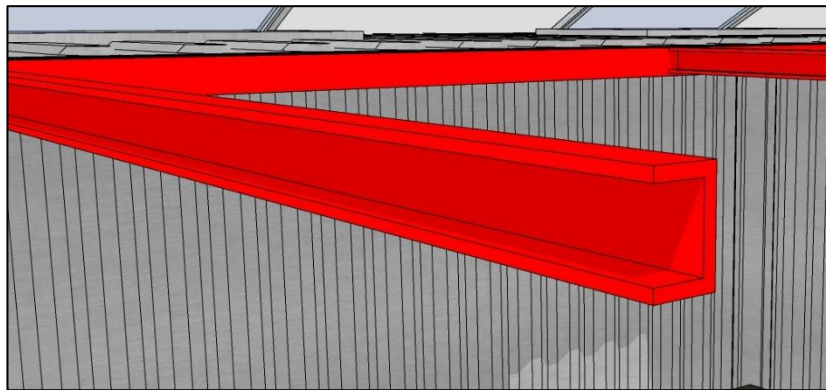
El diseño propuesto, gracias a la extracción de sus caras laterales, requiere del reforzamiento estructural de los contenedores, este se realizará por medio de vigas y viguetas en acero, con el fin de poder soportar cargas individualmente y aun así trabajar en conjunto.



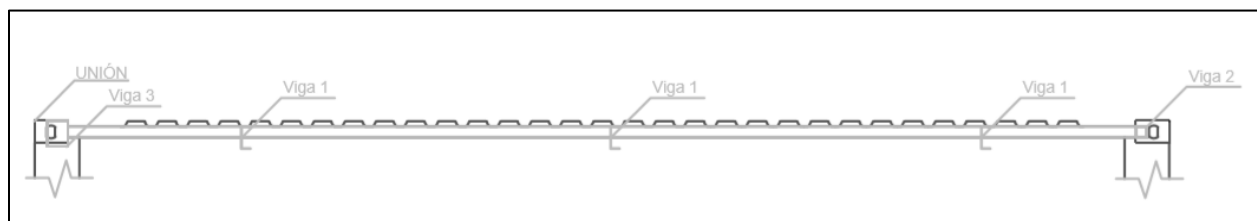
*Ilustración 22 Planta de vigas estructurales en cubierta. Elaboración propia*

Para el respectivo refuerzo a efectuar se hace uso de vigas en acero tipo C, que es excelente para estructuras de soporte de cargas moderadas y luces cortas, al mismo tiempo que no requiere constante mantenimiento.



*Ilustración 23 Representación 3D de refuerzo estructural de vigas. Elaboración propia**Ilustración 24 Detalle de unión de vigas tipo C. Elaboración propia*

El refuerzo utilizado en la cubierta de los contenedores, se integran con el método que el mismo contenedor posee en su estructura original, de este modo se logra que las fuerzas trabajen en un solo vinculado. En ese orden de ideas se clasifico el tipo de vigas que el sistema de almacenamiento contendrá.

*Ilustración 25 Detalle de elementos estructurales ubicados en la parte superior de la estructura del contenedor. Elaboración propia*

## 11.4 Cimentación

Para la implementación del sistema de almacenamiento en las obras, se requiere de una cimentación básica pero que garantice la estabilidad de los mismos contenedores sobre el terreno, es por este motivo que se propone un sistema de cimentación articulando un brazo hidráulico en sus extremos y centros, con la finalidad de tener una nivelación perfecta del proyecto. Esto de acuerdo con que la aplicación de este sistema de almacenamiento será

en la ciudad de Bogotá, D.C. en donde el suelo es arcilloso y puede producir asentamientos dando paso a una inestabilidad a la estructura.

El brazo hidráulico con el que se va a contar trabaja con un sistema innovador y útil al momento de su manipulación, permitiendo el manejo por personal que no requiera de una experiencia previa. Se plantea la utilización de estos brazos en los ángulos exteriores inferiores del sistema, además de un par en el medio, sobre una cimentación corrida, respondiendo a las cargas intermedias de los contenedores.

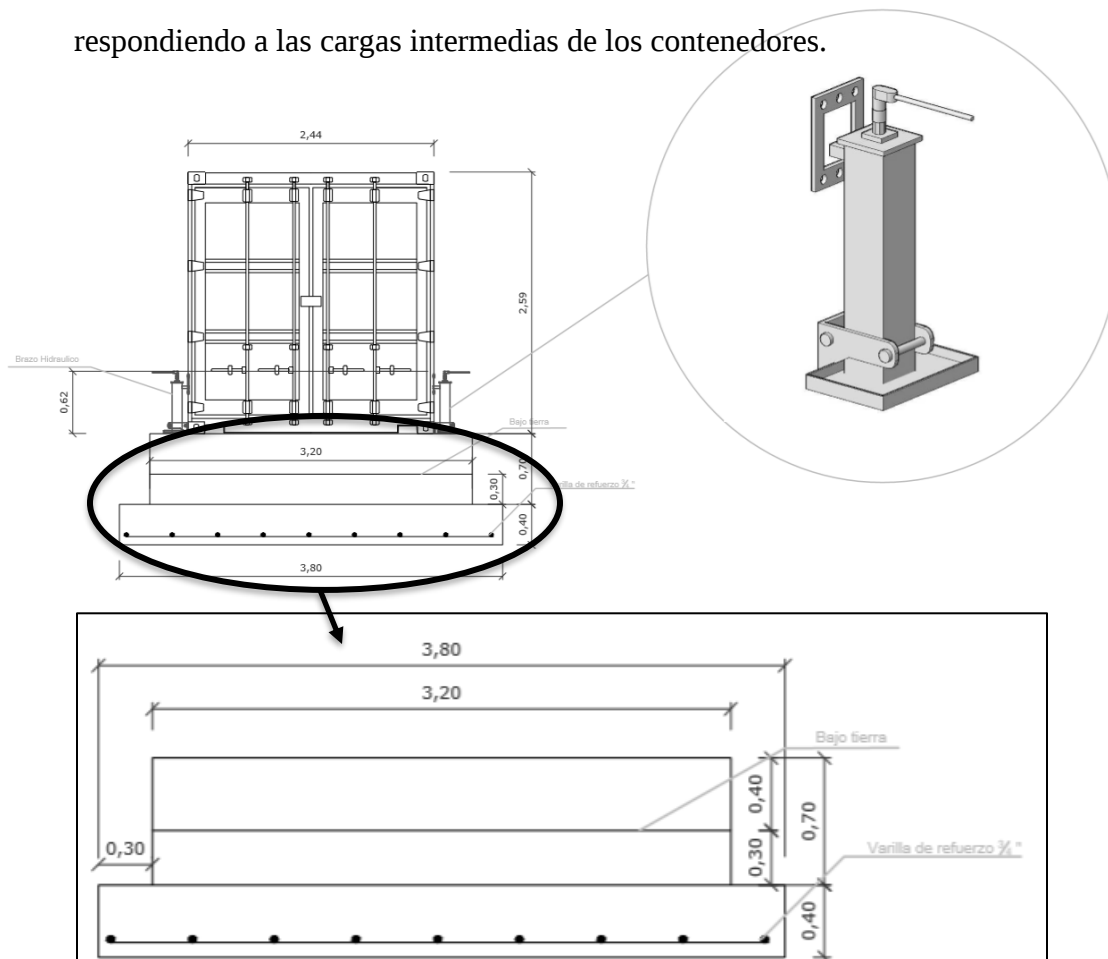


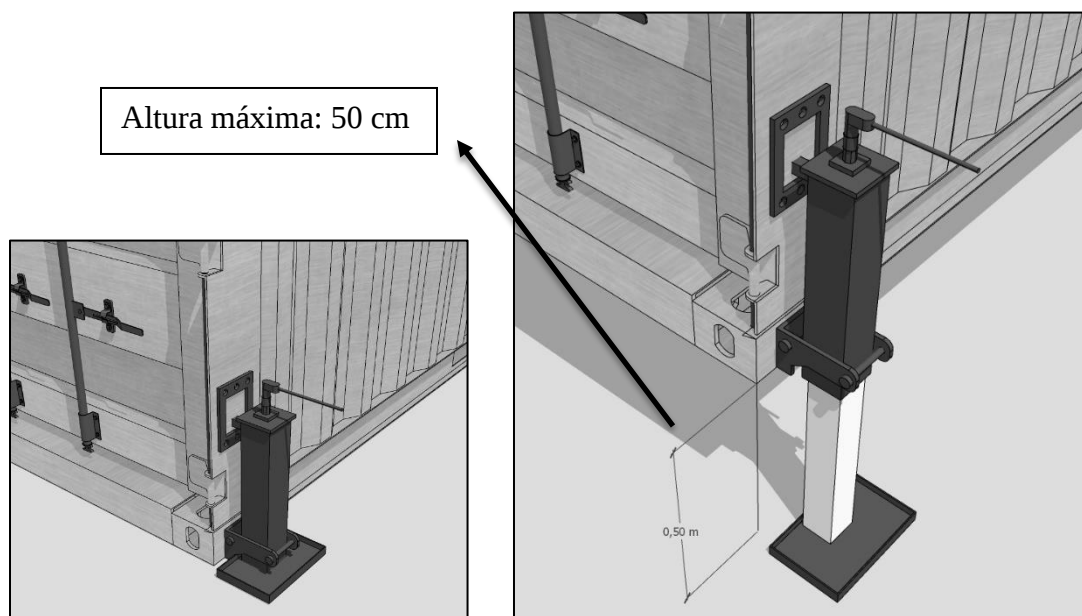
Ilustración 26 Cimentación propuesta plano de detalle y representación 3d de brazo hidráulico. Elaboración propia

Ver modelación 3D isométrico de cimentación y brazo hidráulico, remitirse al

(Anexo 3)

#### 11.4.1 Aplicación del brazo hidráulico con el contenedor

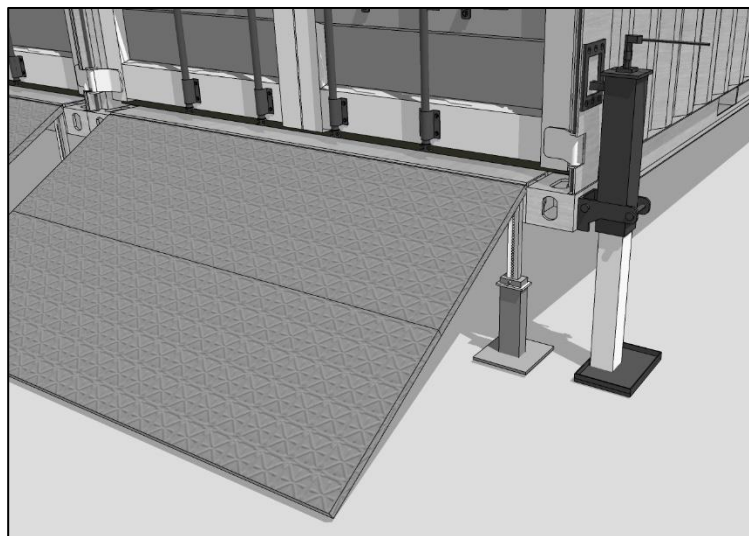
El sistema de nivelación para el contenedor que se implementa se une por medio del soporte de las cantoneras exteriores y por medio de una platina anclada al marco del acceso, es así como se conecta articuladamente al sistema. Se alcanza la altura requerida de acuerdo con el terreno, con un máximo de 50 cm con respecto al nivel 0.



*Ilustración 27 Unión y utilización del brazo hidráulico en los contenedores. Elaboración Propia*

#### 11.4.2 Acceso al sistema de almacenamiento

Con la implementación de una técnica de nivelación como lo es la anteriormente mencionada, se debe crear un acceso al sistema de almacenamiento, cumpliendo con las condiciones de comodidad de uso, para esto se implementa una rampa de ingreso, que puede ser graduada de acuerdo con la altura en que se encuentren los contenedores. La rampa está diseñada para facilitar el ingreso y egreso de material almacenado en su interior, de forma manual como con carretilla.



*Ilustración 28* Acceso al sistema de almacenamiento. Se muestra la utilización de la rampa con la altura máxima alcanzada por el brazo hidráulico. Elaboración propia

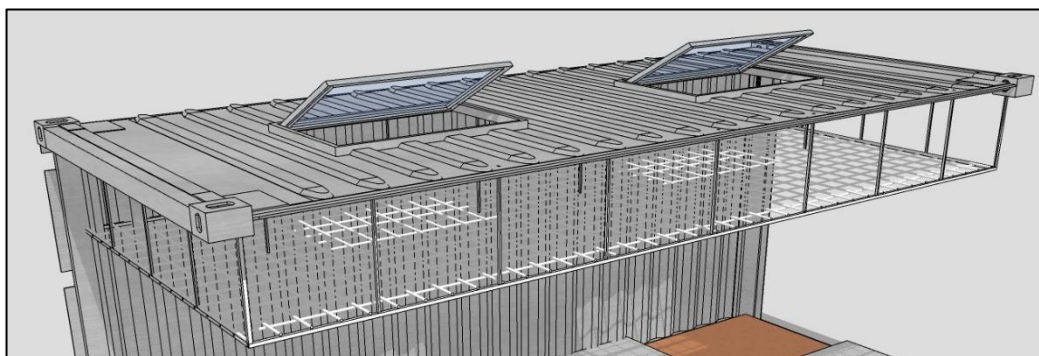
### 11.5 Diseño de mobiliario

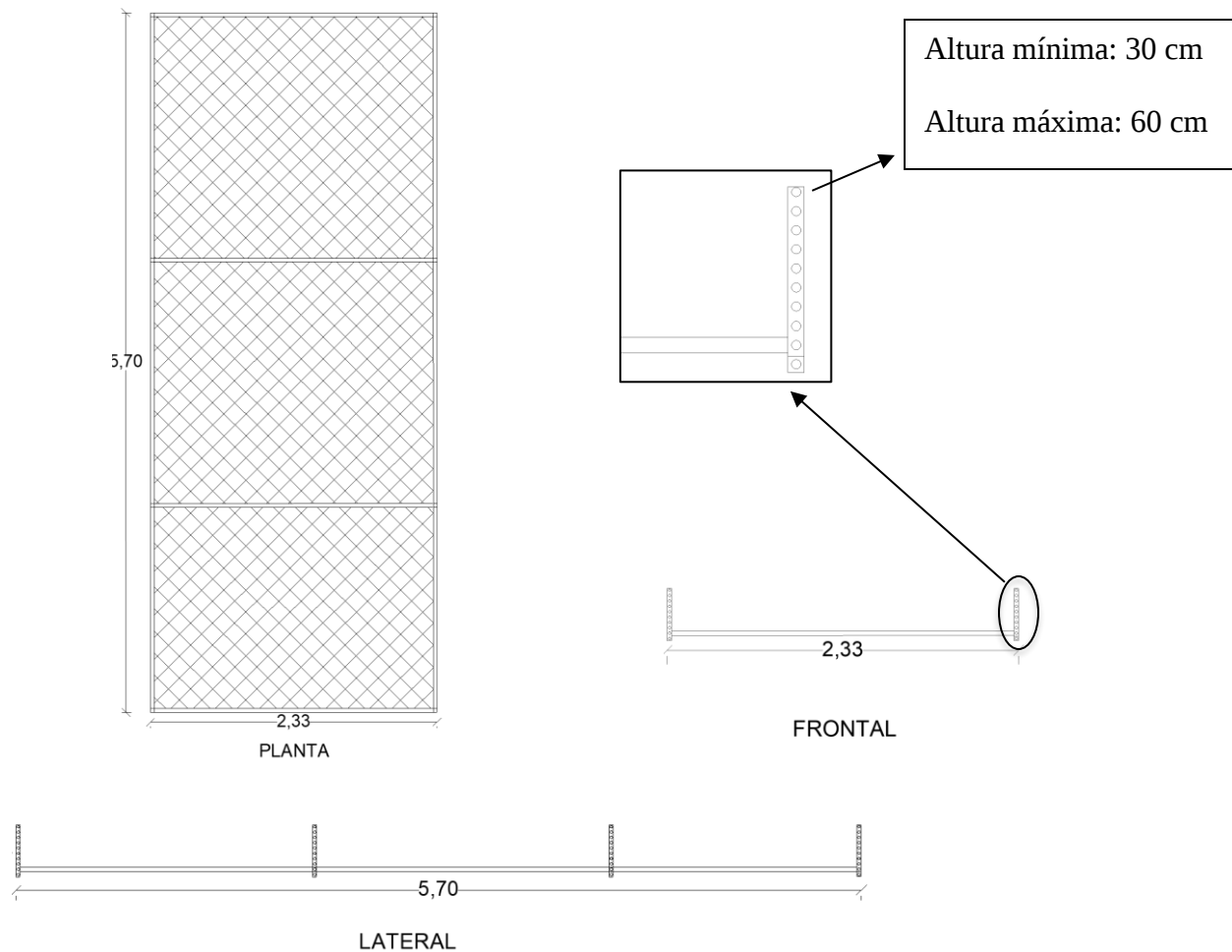
Para la aplicación del mobiliario se tuvo en cuenta principalmente el *numeral 10.2 clasificación de materiales*, posteriormente remitirse a la normatividad (***EPM, NC-MN-OC01-03 y Manuela de manejo de materiales de construcción***) que permite tener presente los materiales que cumplen con características de almacenamiento de acuerdo con sus propiedades y manejo que se le debe tener. De acuerdo con lo anterior se estableció un mobiliario interior a implementar para el almacenamiento, adecuado para los insumos, que cumpla con la normatividad de almacenamiento y calidad. También se tuvo en cuenta la demanda de cada material, donde según el “Blog de Arquitectura En Obra Contratistas” menciona los materiales con mayor demanda de uso en la construcción en Colombia, de acuerdo con esto se concluye que el cemento y concreto llevan el número uno con un 35%, aunque en el 90% de las construcciones el concreto que llega a obra, presenta un estado de preparación para ser utilizado inmediatamente, hierro y acero 25,3%, pinturas y químicos 11%, PVC y plásticos 8%, cerámica 6,4%, cables 5,6%, vidrios 4% y otros recursos 5,4%.

El mobiliario fue diseñado y representado mediante el programa AutoCAD y posteriormente modelado en Sketchup (*Anexo 4*) teniendo en cuenta para la elaboración debía ser ubicado en el contorno de los contenedores, esto con el fin de permitir la circulación del personal en el interior del sistema. De acuerdo con esto se modificó y diseñó:

#### **11.5.1 Estantería colgante**

Es un estante desarrollado en acero, se ubica en la cubierta del contenedor, por su cara interna de ambos contenedores. Esta estantería se encuentra debidamente anclada a la primera capa de lo que es la cubierta del prototipo. Posee en su estructura una unión entre el anclaje y lo que sería la parrilla, que permite su desplazamiento en sentido vertical, con el fin de poder ajustar la altura deseada y/o requerida por el almacenista. El material por el cual se diseña el estante es el acero de refuerzo, aunque también cabe destacar que por sus medidas permite el almacenamiento de tubería en PVC, con una longitud que puede ser almacenada desde los 6 a los 8 metros, esta medida permite que el material esté debidamente abrigado de la humedad, también facilita una clasificación del acero a implementar en la construcción al igual que gracias a la malla donde se apoya el material permite que este no se deforme ni se doble, todo conforme con la NC-MN-OC01-03.

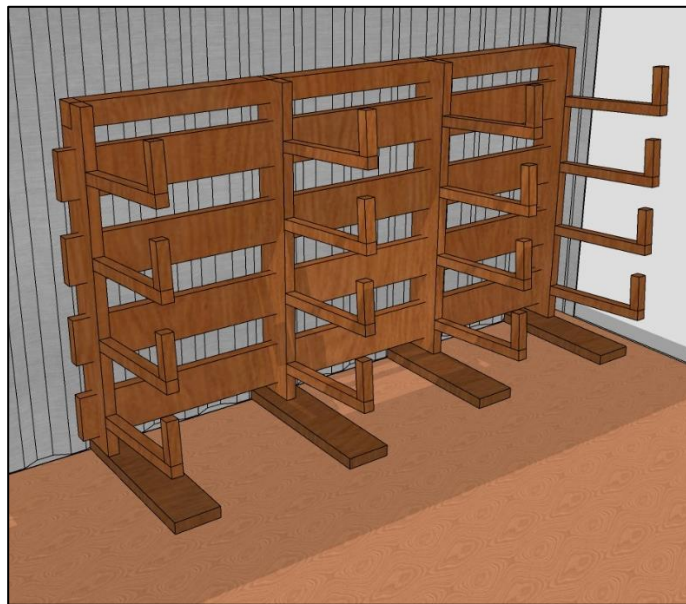
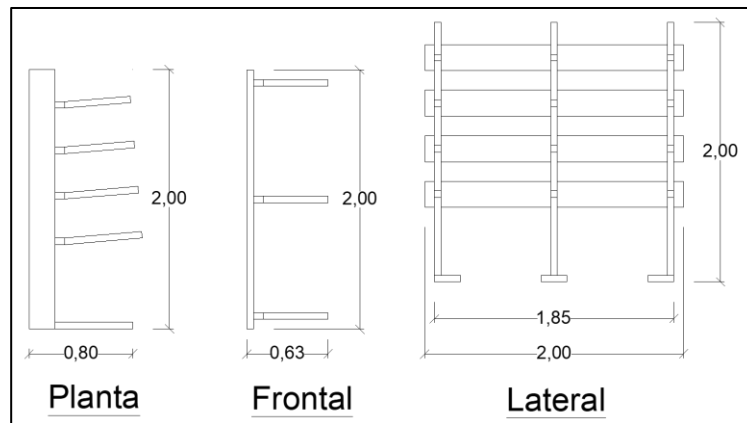




*Ilustración 37 Estantería Colgante. Elaboración propia*

### 11.5.2 Estantería Cantiléver

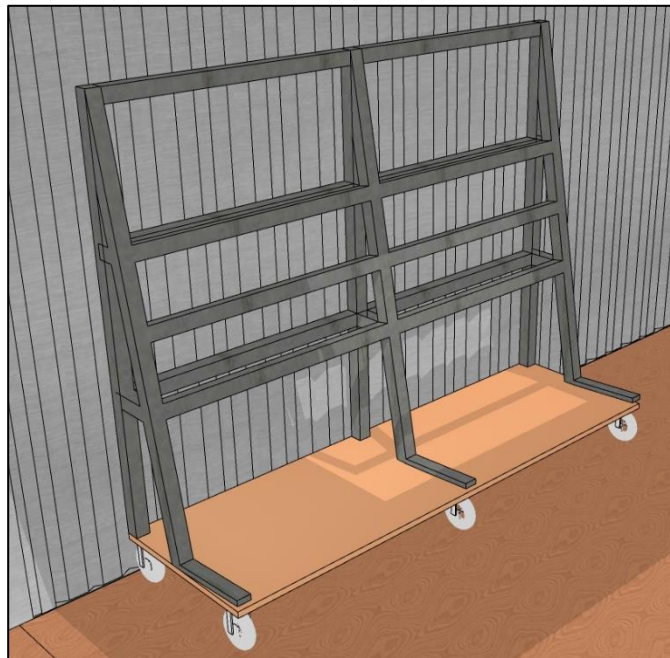
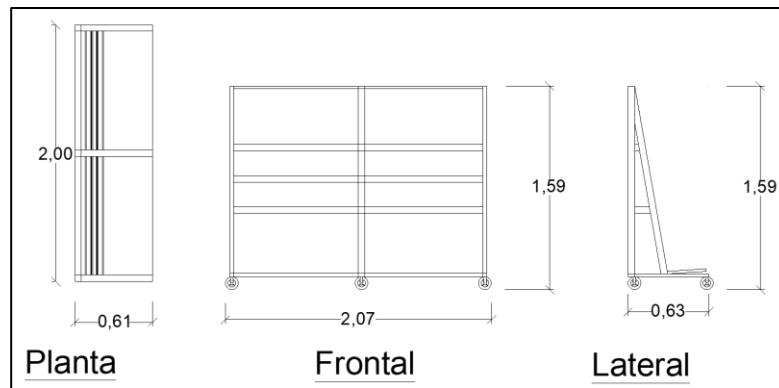
Por su composición de árbol permite el almacenamiento de material longitudinal, que debe estar cubierto, como lo son hierros, tubería en PVC, madera, etc. Posee una declinación al centro que evita que se pueda salir el material, y su dimensionamiento permite una orientación distinta, dependiendo de la necesidad del constructor.



*Ilustración 29* Planos estantería tipo cantiléver. Muestra el tipo de estantería a implementar para almacenar horizontalmente elementos longitudinales. Elaboración propia.

### 11.5.3 Atril

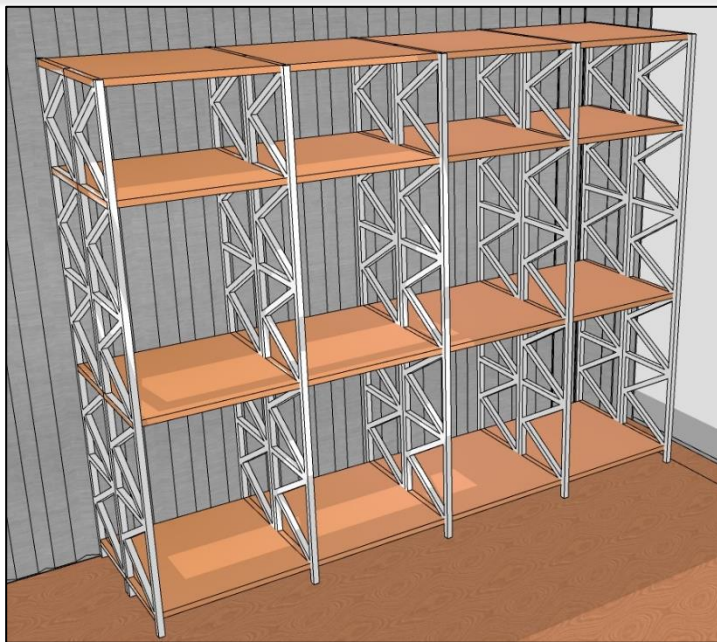
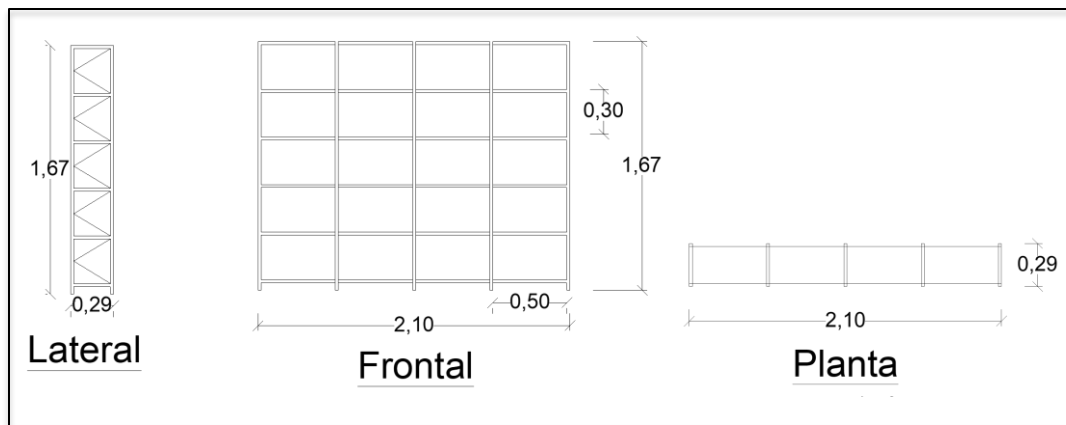
Es un tipo de caballete que permite el almacenamiento vertical del vidrio, su transporte de distintos formatos; se encuentra aislado del suelo para evitar que el vidrio sufra daños en su almacenamiento, posee un Angulo mayor a 4 grados de inclinación. Tanto la manipulación como el almacenamiento del vidrio es importante en la conservación del presupuesto como en la calidad de los terminados.



*Ilustración 30 plano Atril.* Sistema de almacenamiento de vidrio, que permite el cuidado y preservación del material. Elaboración propia.

#### 11.5.4 Estantería provisional.

Mobiliario opcional, una alternativa que presta un servicio de desempeño bastante útil, su constitución permite el almacenamiento de cerámicas y de pinturas, ya que con sus entrepaños movibles puede alternar su estructura, dando paso a un almacenamiento más específico. Igualmente permite ubicar un estante frente al otro, aumentando su base de almacenamiento, tal como se muestra en la modelación 3D de la (*ilustración 30*).



*Ilustración 31* Estantería Provisional. Mobiliario diseñado para almacenamiento de material secundario (baldosas, pinturas, herramientas, etc.). Elaboración propia.

### 11.5.5 Estante para hierro figurado

Siguiendo con los resultados de las investigaciones, el acero como material significativo en las construcciones, llega a la obra muchas veces figurado, es por eso por lo que se diseñó un estante que permite el almacenamiento, ordenado y clasificatorio del mismo, facilitando el proceso de diseño y armado estructural.

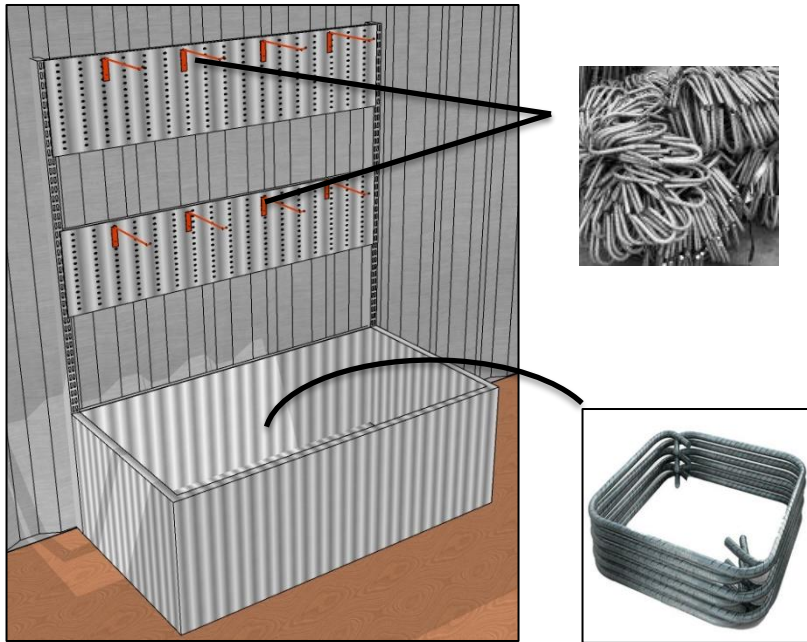


Ilustración 32 Estante para hierro figurado. Especifica el tipo de acero a almacenar. Elaboración Propia

### 11.5.6 Área de apilamiento

Es una sección diseñada para material que sea exclusivo de apilamiento, que bajo características se debe encontrar completamente cubierto. El sistema propuesto cuenta con unas plataformas de 10 cm de altura, para un total de 26 cm al nivel de terreno, que según la Norma de construcción de campamentos de EPM debe tener específicamente el concreto y materiales para garantizar su protección a la humedad, permite un aislamiento del suelo y en caso de aposamiento de agua una distancia prudente para evitar que pueda estar en contacto con este material, aislándolo completamente.

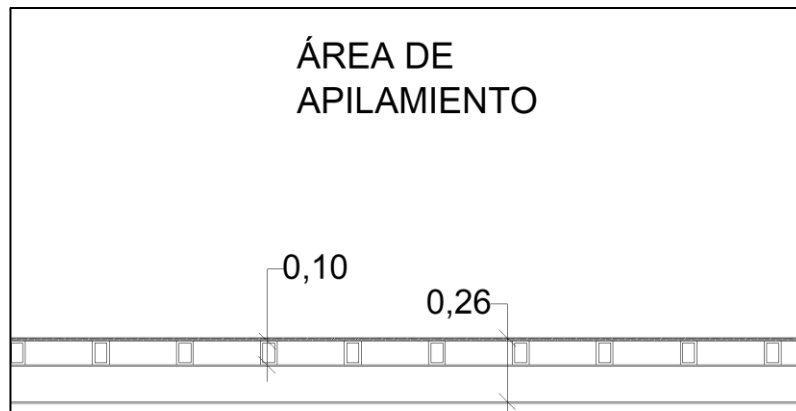


Ilustración 33 Plataforma inferior de distanciamiento para el área de apilamiento. Elaboración Propia

Estas plataformas están diseñadas en acero con relieve para evitar deslizamiento y/o accidentes, cuanto con 1,18 m x 1,43 m de base, es decir 1,16 metros cuadrados de utilidad. De igual forma son acoplables aumentando su dimensionamiento, es decir cumple la necesidad específica.

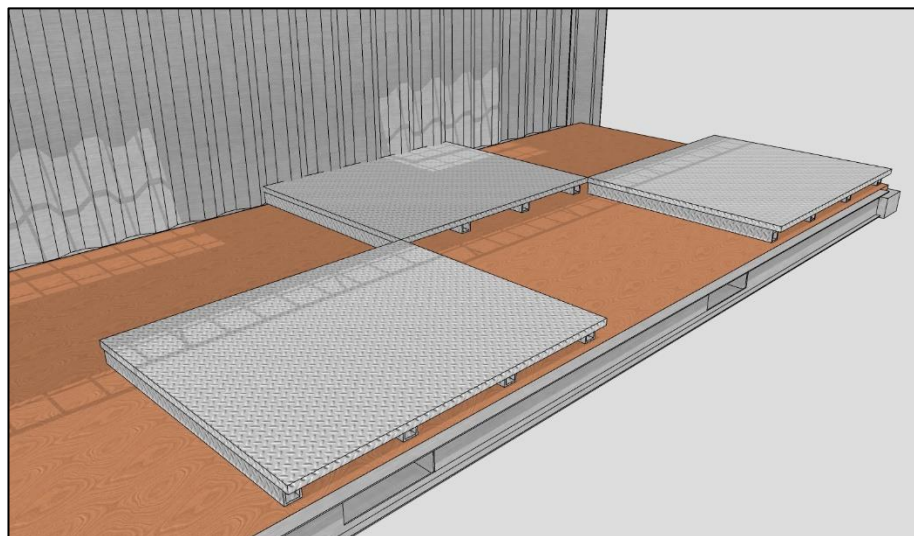


Ilustración 34 Representación 3D de área de apilamiento. Elaboración propia

### 11.6 Almacenamiento y distribución interior.

El almacenamiento con el que cuenta el sistema propuesto se obtiene primero en m<sup>2</sup>, de aquí se parte para determinar el área de distribución de los espacios destinados al

almacenamiento por sección, es decir por material, teniendo en cuenta la cantidad de insumos que se puede asignar a cada área, al igual que el permitido.

La distribución de la estantería y mobiliario se realiza en torno a la comodidad del personal de obra así pues se ubican en las caras interiores, dejando en el medio un área de apilamiento, contando con una estiva de acero, sin embargo, cabe mencionar que el diseño es completamente modificable a condiciones específicas de acuerdo con los tipos de construcciones que va dirigido el proyecto.

#### **11.6.1 Espacio de almacenamiento total**

Al ser un sistema articulado de dos contenedores, el área total corresponde a la suma de cada uno, contando con un área total de 28.26 m<sup>2</sup> que está dispuesto totalmente a el alojamiento de material. En la suma total del área, se tuvo en cuenta únicamente el área interior como se ve en el *Ilustración 26*. De igual forma es importantes mencionar el cubicaje del total del sistema, así representa una idea más clara del alojamiento de material y su abrochamiento total en insitu.

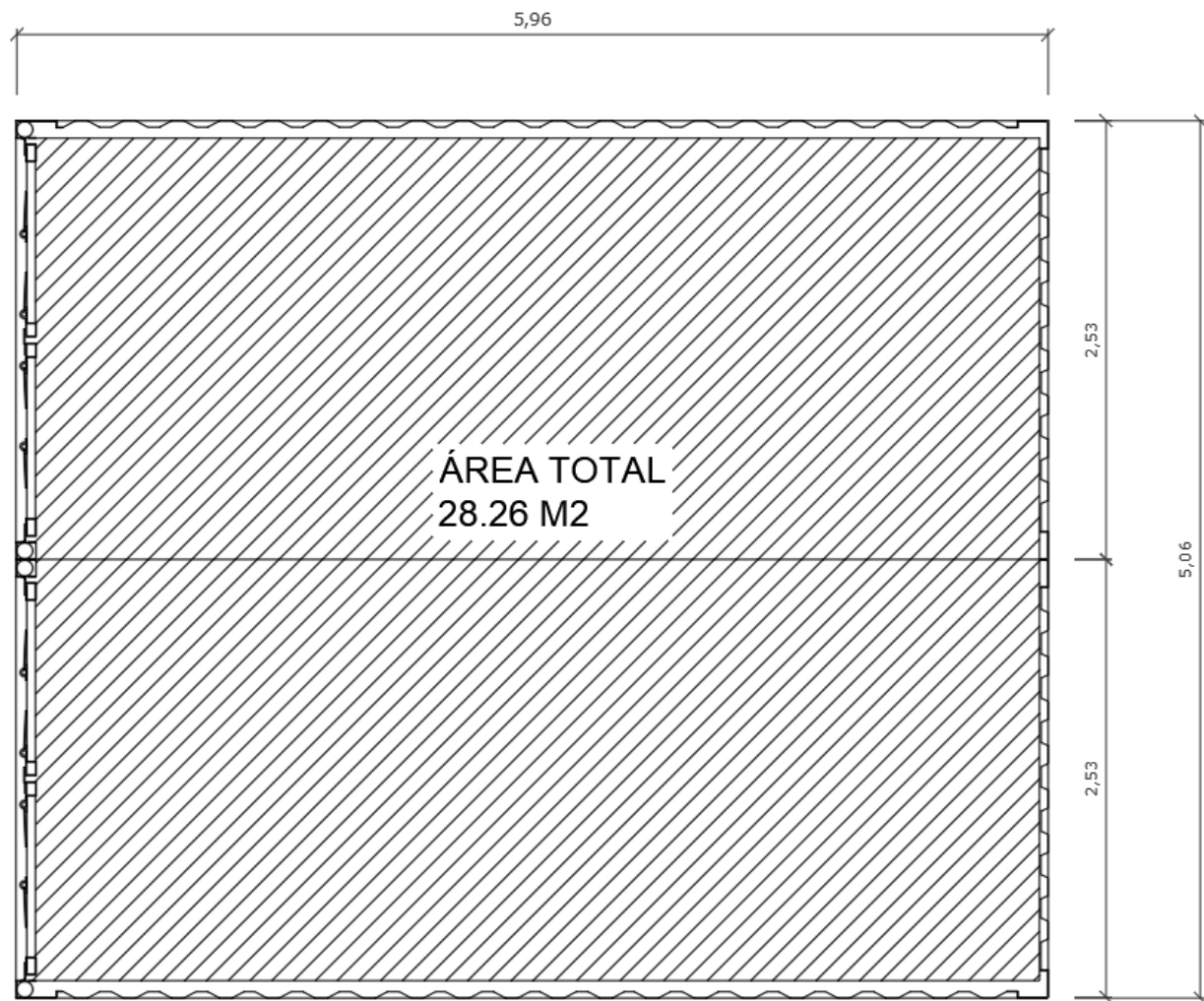


Ilustración 35 Área total en el interior del sistema propuesto. Elaboración propia.

### 11.6.2 Distribución interior de áreas en el sistema propuesto

Para la distribución de las áreas en el interior del contenedor se toma el material que es más utilizado en la construcción de vivienda multifamiliar y que más tiempo se encuentra en Stock, por eso es importante reservarle un espacio específico para su alojamiento en el transcurso de toda la obra. Para eso se tomó en cuenta los datos de la *tabla 8* de los materiales, en la NC-MN-OC01-03 de EPM e investigación realizada se priorizaron de acuerdo con su relevancia de uso.

Así mismo los materiales fueron:

- 1) Concreto (no aplica, por su uso directo en obra)
- 2) Ladrillo
- 3) Acero.
- 4) Tuberías
- 5) Pinturas y cerámicas

De acuerdo con esto se asignó un espacio en m<sup>2</sup> en el interior del contenedor y siguiendo los parámetros de estos, que cuentan con características establecidas según la norma y su respectivo mobiliario para su cuidado y preservación, es aquí donde de acuerdo con las tipologías de los materiales se almacenan, los parámetros de acopio que deben seguir las áreas y de acuerdo con la norma son:

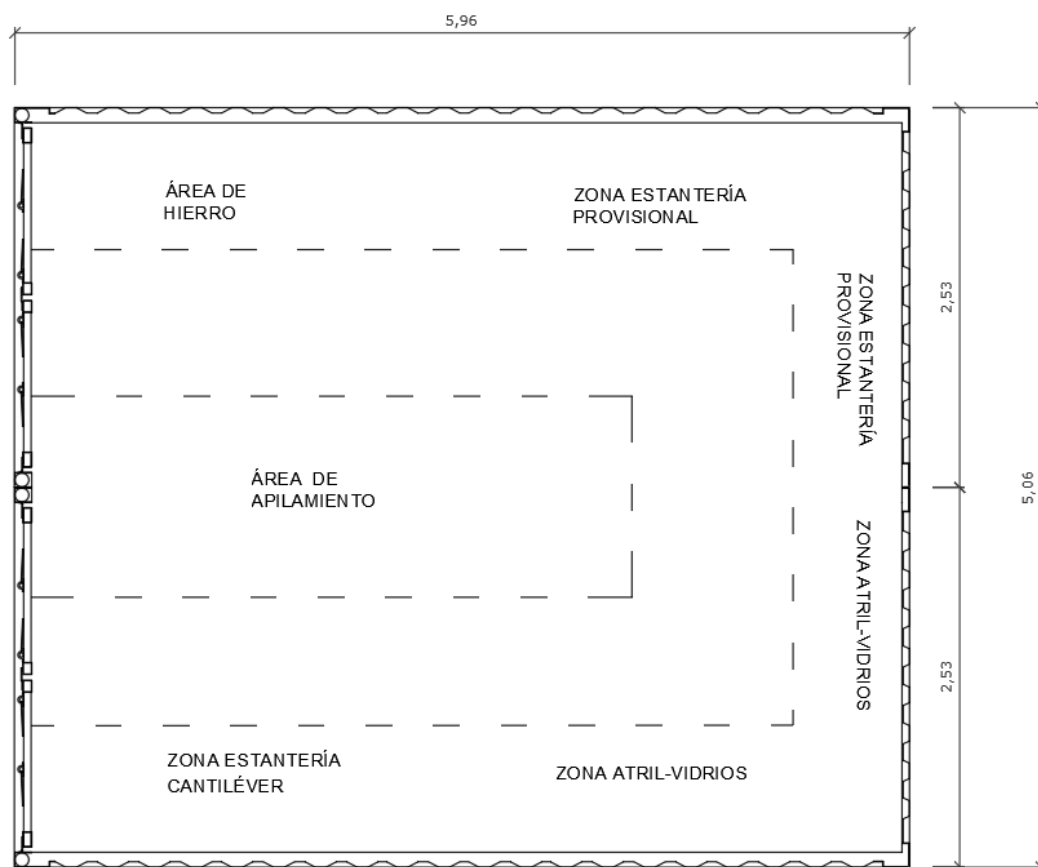
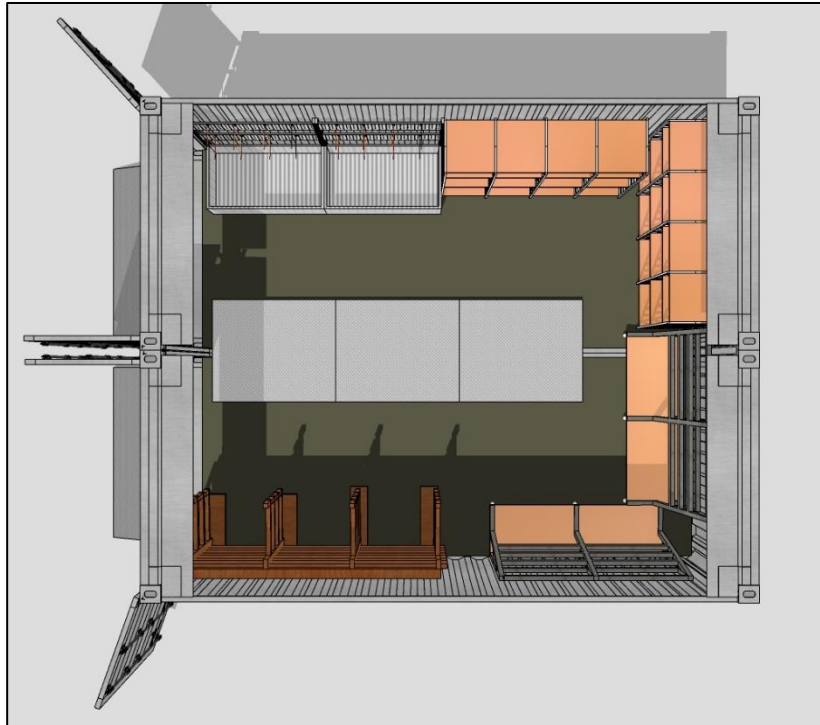


Ilustración 34 Distribución Interior. Muestra los espacios por áreas de acuerdo con el material en m<sup>2</sup>. Elaboración propia.



*Ilustración 35* Vista en representación 3D de mobiliario instalado en los contenedores adaptados para almacenamiento de materiales en obra. Elaboración propia



*Ilustración 36* Vista frontal en representación 3D de mobiliario instalado en los contenedores adaptados para almacenamiento de materiales en obra con su respectiva rampa como elemento de entrada. Elaboración propia

### 11.6.3 Sistema de iluminación y ventilación

Los materiales en el interior deben seguir la normatividad y condiciones requeridas, es por lo que la ventilación es importante en este tipo de construcciones, puesto que la temperatura almacenada en los contenedores se eleva y más estando expuestos a las condiciones climáticas. Respondiendo a estas características, se diseñó en la cubierta un sistema de claraboyas, que al mismo tiempo permite el acceso de ventilación al sistema. Es por esto por lo que se recurre y aprovecha el reforzamiento estructural, puesto que realizar esta modificación conlleva a la debilitación superior del contenedor.

Las claraboyas están diseñadas de 0.77 x 1.20, marco en aluminio, vidrio, sellantes de filtraciones y empaques herméticos, todo bajo garantía de que no se filtre la humedad de precipitaciones.

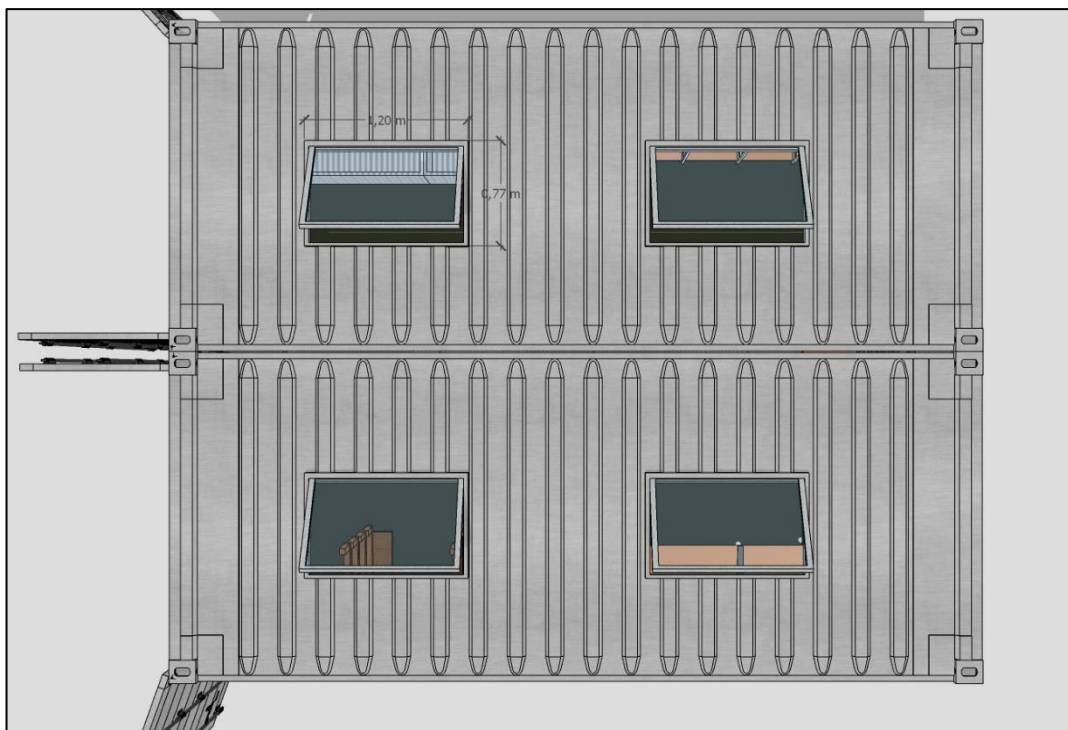


Ilustración 36 Implementación de claraboyas. Elaboración propia

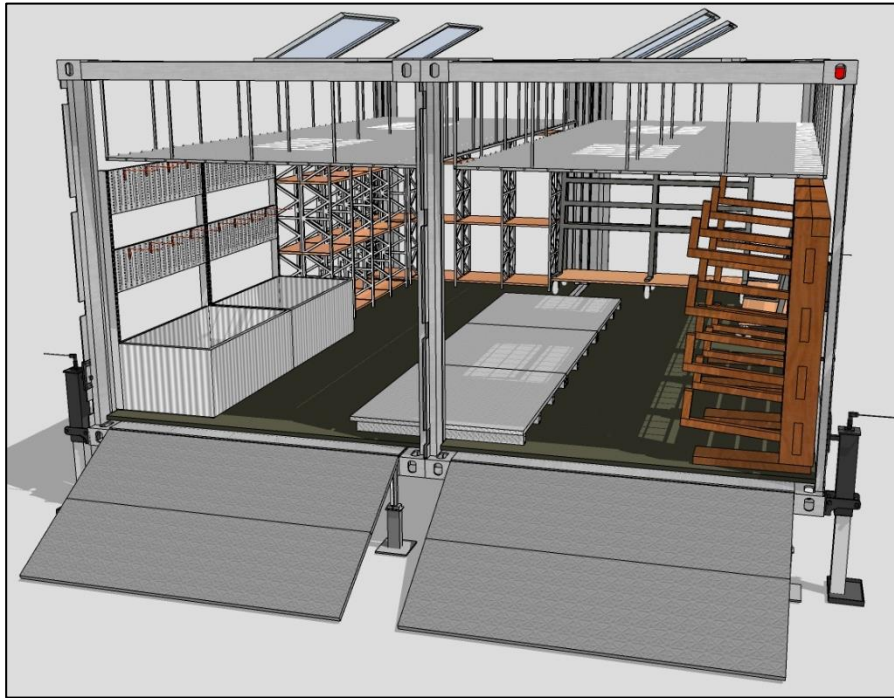
### 11.8 Modelado 3D

Para el modelado tridimensional se tuvieron en cuenta las dimensiones indicadas anteriormente, asegurándose de no tener errores de diseño, diferencias en las cotas y su correspondiente escala, así mismo se regirá a la normatividad, con el fin de concluir un prototipo limpio, estético y con parámetros de calidad.

Se requirió a la aplicación Sketchup, un software especializado, que permite el diseño de varias áreas, entre estas se encuentra el diseño arquitectónico, diseño industrial y diseño escénico; con una interfaz bastante limpia, específica para el modelado en tercera dimensión, fácil y que permite archivos de origen dwg y la modificación completa dentro de la misma. De acuerdo con esto, se tuvo en cuenta las áreas de diseño que permite el software; apoyado así en la elaboración del prototipo de sistema propuesto, en la aplicación AutoCAD, donde se realizó el diseño tridimensional del mobiliario y así posteriormente permitir su exportación a Sketchup.

Para esto además se hizo un seguimiento fotográfico y de desarrollo del prototipo para así entender mejor el diseño, resaltando también su edición y ajuste.

### 11.8.1 Modelado tridimensional en Sketchup.



*Ilustración 37* Modelado 3D sin muros, con el fin de apreciar la distribución interior. Elaboración Propia





Ilustración 38 Proceso modelado 3D sistema completamente amoblado en su interior. Elaboración propia

### 11.8.2 Modelado con ocupación efectiva en distribución propuesta.

A continuación, se presenta el modelo de almacenamiento, incluido el mobiliario (estantería) y la ocupación con materiales. Se puede apreciar el uso que tiene cada estantería propuesta con un determinado material, el cual cumple la función de almacenamiento de acuerdo con las características que presentan los mismos.

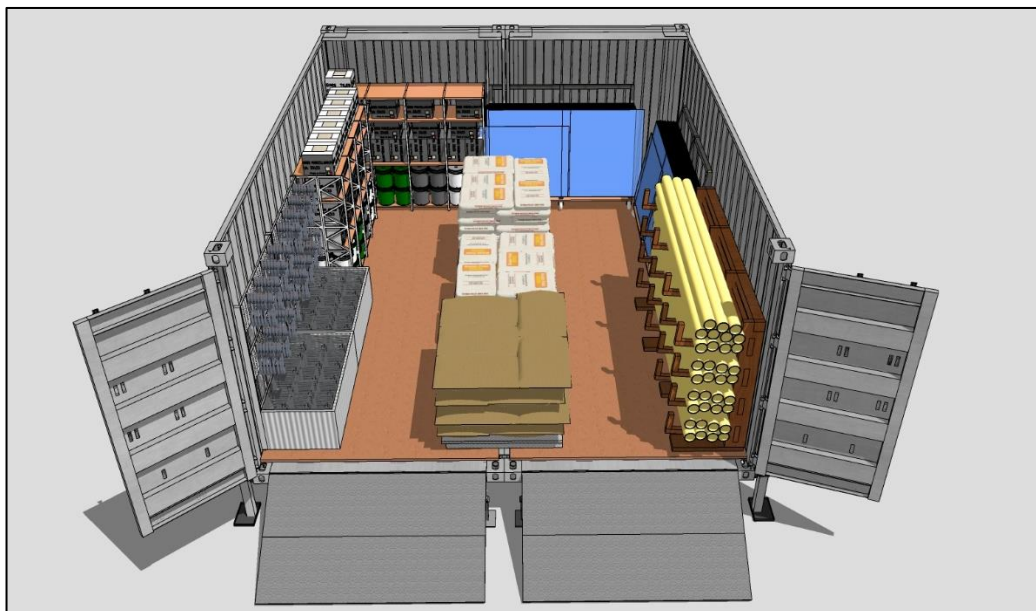




Ilustración 39 Implementación de material en sistema. Elaboración propia

### 11.8.3 Implementación de sistema aplicado a obra de trabajo de campo.

Ya definido el diseño final con los mobiliarios, se realizó la proyección del sistema, aplicado directamente a la obra San Andrés II, correspondiente a la construcción que se presentó como trabajo de campo en el numeral 10.1.1, y tomando como base la información suministrada por el residente de la obra respecto de los materiales que se almacenarían, de acuerdo con el sistema constructivo y las cantidades de material requeridas.

Tabla 8 Materiales más requeridos en Obra San Andres II

| LISTADO DE CANTIDAD DE MATERIALES MÁS UTILIZADOS OBRA #1 |                 |          |    |          |                      |
|----------------------------------------------------------|-----------------|----------|----|----------|----------------------|
|                                                          | ACTIVIDADES     | MATERIAL | UN | CANTIDAD |                      |
| 1                                                        | CIMENTACIÓN     | CONCRETO | M2 | 410,00   | Aplicación Inyección |
| 2                                                        | MAMPOSTERIA     | LADRILLO | M2 | 726,05   | almace. exterior     |
| 3                                                        | PAÑETE DE MUROS | PAÑETE   | M2 | 1.190,00 | 4760 bultos          |

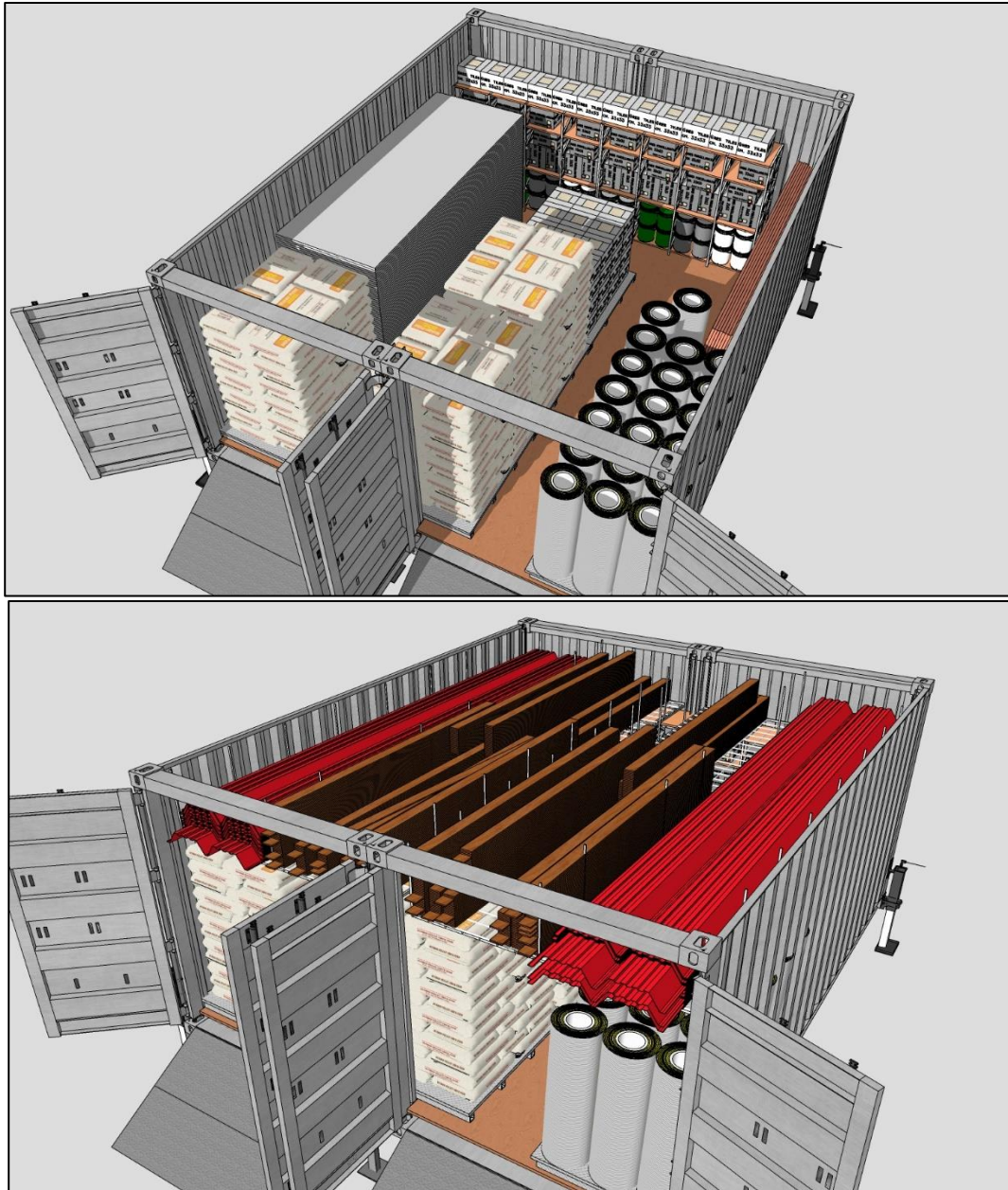
|          |            |                                                                  |    |          |                  |
|----------|------------|------------------------------------------------------------------|----|----------|------------------|
| <b>4</b> | CUBIERTA   | CUBIERTA ACESCO                                                  | UN | 126,00   | 126 unidades     |
|          |            | LAMINA DE AISLAMIENTO<br>ROLLO DE 38MM 18,9M X<br>1,22M          | UN | 20,00    | 20 unidades      |
| <b>5</b> | PISOS      | CEMENTO                                                          | M2 | 410,00   | 3280 bultos      |
|          |            | CERAMICA 33X33                                                   | M2 | 68,00    | 105 cajas        |
| <b>6</b> | CIELO RASO | DRY WALL                                                         | M2 | 258,00   | 258 paneles      |
|          |            | LISTONES DE MADERA 10X1<br>CM                                    | UN | 750,00   | 750 unidades     |
| <b>7</b> | PINTURA    | PINTURA                                                          | M2 | 1.189,00 | 31 canecas       |
| <b>8</b> | FACHADA    | MODULOS ELABORADOS EN<br>PLASTICO POLIPROPILENO<br>3,30M X 1,20M | UN | 22,00    | 22 unidades      |
| <b>9</b> | EXTERIORES | ADOQUINES 40*40*4,5                                              | M2 | 89,08    | almace. exterior |
|          |            | CONTENEDOR DE RAICES                                             | UN | 3,00     | 3 unidades       |

*Nota:* se realizó un listado con los insumos que mayor demanda tuvo en la Obra San Andres II, donde se puede identificar la cantidad total y su estado de almacenamiento como es el caso del concreto; que presenta una aplicación por inyección, es decir no requiere ser almacenada. Por otra parte, se encuentra el ladrillo y el adoquín, que presentan una forma de almacenamiento externa, lo que implica que no requiere ser almacenado en el interior del contenedor

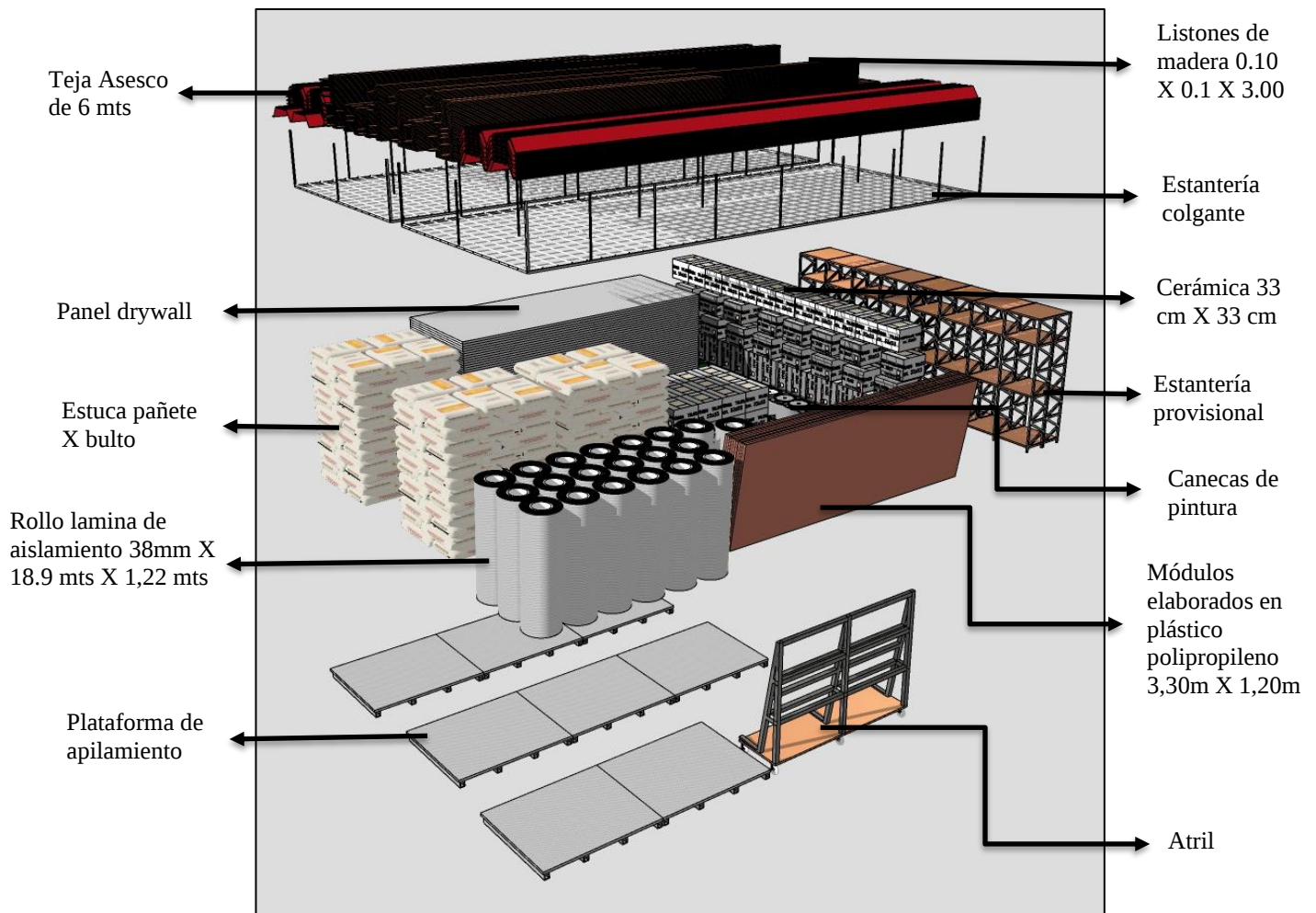
#### *Elaboración Propia*

De acuerdo con lo anterior, se identificó el mobiliario que mejor se adapta a la situación y características de los materiales, todo bajo la norma y controles de almacenamiento.

De esta forma se presenta un isométrico estándar y uno explotado, donde se puede identificar claramente el tipo de mobiliario utilizado y el material específico implementado en la obra.



*Ilustración 40* Aplicación de almacenamiento en obra San Andrés II. Elaboración propia



*Ilustración 41* Isométrico explotado. Se muestra una explicación detallada de los componente e implementaciones en el interior del contenedor utilizado para la simulación de Obra San Andrés II. Elaboración Propia

Con base en la información y simulación aplicada se determina la cantidad de material almacenado específicamente en la obra San Andrés II, de acuerdo con la información del encargado, donde se puede establecer la cantidad almacenada en el interior del sistema, generando así su capacidad en una obra específica:

Tabla 9 *Material almacenado en obra San Andrés II.*

| <b>MATERIAL</b>       | <b>CANTIDAD<br/>ALMACENADA</b> | <b>MEDIDA</b> |
|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Pañete                | 180                            | Bultos        |
| Cubierta              | 126                            | Unidad        |
| Lamina de aislamiento | 20                             | Unidad        |
| Cerámica              | 107                            | Cajas         |
| Drywall               | 60                             | Unidad        |
| Pintura               | 31                             | Canecas       |
| Listines de Madera    | 750                            | Unidad        |
| Módulos en Plástico   | 11                             | Unidad        |

*Nota:* El almacenamiento cumple con los requerimientos de la mayoría de la demanda del material, teniendo en cuenta la circulación del material primordial en relación con su utilidad que se utiliza con mayor frecuencia, como el pañete.

*Elaboración Propia*

## 11.9 Control del material

Para el control del material se implementará una porta documentos en acrílico tamaño carta en los mobiliarios, con el fin de mantener los documentos de material pertinentes y llevar un control específico del material según el estante, y una porta documentos en unacara interna del contenedor para el control general. Así brindado un ayuda al auxiliar o bodeguero encargado. Todo en torno a que sea un sistema limpio y ordenado.

## 11.10 Presupuesto

Para la información de acuerdo con los costos, se realizó una a cotización en la empresa Extraconfort S.A.S, donde se especifica el valor de un contenedor usado en el proyecto, que corresponde a la dimensión de 20 PIES, modificado ya especialmente para uso de acuerdo con las necesidades. Dicha empresa facilitó el contacto para el transporte de estos y se calculó el presupuesto de traslado por vía rural y/o urbana. Por otro lado, los accesorios de unión para los contenedores de tipo Twistlock se valoraron en la empresa TEC

CONTAINER. Toda la gestión que se realizó para obtener un cálculo presupuestal, de acuerdo con el diseño y parámetros del proyecto, se efectuó mediante vía web.

Tabla 10 Presupuesto total del sistema propuesto.

| PROYECTO SISTEMA DE ALMACENAMIENTO PARA MATERIALES EN OBRA |                                             |               |          |                  |               |                             |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------|----------|------------------|---------------|-----------------------------|
| PRESUPUESTO INICIAL                                        |                                             |               |          |                  |               |                             |
| Cod.                                                       | Item                                        | Unidad Medida | Cantidad | Valor Unitario   | Valor Parcial | TOTAL                       |
| <b>1 Contenedores</b>                                      |                                             |               |          |                  |               |                             |
| 1.1                                                        | Contenedor tipo bodega usado 20 PIES        | UN            | 2,00     | \$ 9.325.732     | \$ 18.651.464 |                             |
| 1.2                                                        | Transporte                                  | UN            | 2,00     | \$ 150.000       | \$ 300.000    |                             |
| <b>2 Accesorios</b>                                        |                                             |               |          |                  |               |                             |
| 2.1                                                        | Twistlock                                   | UN            | 4,00     | \$ 110.000       | \$ 440.000    |                             |
| <b>3 Cimentación</b>                                       |                                             |               |          |                  |               |                             |
| 3.1                                                        | Zapata en concreto                          | M3            | 11,18    | \$ 853.270       | \$ 9.539.559  |                             |
| 3.2                                                        | Brazo hidráulico                            | UN            | 8,00     | \$ 130.000       | \$ 1.040.000  |                             |
| <b>4 Cubierta</b>                                          |                                             |               |          |                  |               |                             |
| 4.1                                                        | Claraboya practicable                       | UN            | 4,00     | \$ 595.000       | \$ 2.380.000  |                             |
| <b>5 Transporte de contenedores (PROMEDIO)</b>             |                                             |               |          |                  |               |                             |
| 5.1                                                        | Urbano                                      | UN            | 2,00     | \$ 150.000       | \$ 300.000    |                             |
| 5.2                                                        | Rural                                       | UN            | 2,00     | \$ 230.000       | \$ 460.000    |                             |
| <b>6 Mobiliario</b>                                        |                                             |               |          |                  |               |                             |
| 6.1                                                        | Atril                                       | UN            | 2,00     | \$ 800.000       | \$ 1.600.000  |                             |
| 6.2                                                        | Estanteria provisional                      | UN            | 2,00     | \$ 600.000       | \$ 1.200.000  |                             |
| 6.3                                                        | Estanteria cantiléver                       | UN            | 2,00     | \$ 600.000       | \$ 1.200.000  |                             |
| 6.4                                                        | Estanteria colgante                         | UN            | 2,00     | \$ 250.000       | \$ 500.000    |                             |
| <b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>                               |                                             |               |          |                  |               | <b>\$ 37.611.023</b>        |
| <b>Administración del proyecto</b>                         |                                             |               |          |                  |               |                             |
|                                                            | Administrativos, operacionales y logísticos |               | 1,00     |                  |               |                             |
|                                                            | Imprevistos                                 |               | 1,00     |                  |               |                             |
|                                                            |                                             |               |          | <b>Total ADM</b> |               |                             |
|                                                            |                                             |               |          | N° de proyectos  |               |                             |
| <b><u>TOTAL COSTOS</u></b>                                 |                                             |               |          |                  |               | <b><u>\$ 37.611.023</u></b> |

*Nota:* Se muestra una cotización realizada a empresas vinculadas al sector, discriminando cada tipo de artículo con sus respectivas especificaciones, de acuerdo con parámetros de medición, cantidad, valor unitario y parcial.

Elaboración Propia

## CONCLUSIONES

Frente a las falencias identificadas en el proceso de gestión de materiales durante el desarrollo de proyectos constructivos, esta investigación buscaba brindar una alternativa que facilitara el proceso de control y almacenamiento de materiales, optimizando el uso de recursos destinados a esta actividad, a nivel físico, espacial, económico y de talento humano.

Lo anterior, partiendo de las necesidades de implementación de modelos oportunos de gestión de materiales durante el desarrollo de las obras, modelos que se relacionan de manera directa con la manipulación del material, el transporte de este, su correcto almacenamiento y administración, entre otros factores, que inciden de manera directa tanto en la fase de planeación como en la de ejecución de las obras.

Durante el desarrollo de esta investigación se pudo identificar el escaso conocimiento de técnicos y profesionales sobre el correcto manejo y almacenamiento de materiales, pues cabe destacar que la ejecución de estas actividades requiere de un conocimiento integral y avanzado que sea implementado durante todo el desarrollo del proyecto constructivo y hace parte fundamental de los procesos administrativos y con una afectación directa en los costos.

Igualmente se pudo determinar que a lo largo del tiempo, las actividades relacionadas con la manipulación y almacenamiento de materiales no han sido consideradas dentro de la planeación de la obra, ni dentro de los presupuestos de costos y gastos; circunstancias que generan afectaciones negativas directamente sobre el cronograma de obra (tiempos y movimientos de mano de obra), así como en la generación de sobrecostos ocasionados por la pérdida y los desperdicios que causa el no tener una correcta gestión de los materiales.

A lo largo del desarrollo del proyecto, se requirió del análisis y evaluación de la normatividad aplicable al desarrollo de estas actividades, lo que conlleva a establecer como

una necesidad primordial, el conocimiento específico que deben tener los profesionales encargados de la coordinación y dirección de la obra, sobre toda la regulación legal vigente y avances técnicos a nivel especializado que se vienen dando alrededor de estas actividades.

Con base en los estudios y análisis planteados, se desarrolló un prototipo de almacenamiento de materiales, diseñado a partir de la composición y características del material a almacenar, al igual que la reutilización de elementos tales como contenedores marítimos, lo que genera una considerable reducción de costos, además de un adecuado y óptimo manejo y conservación de los materiales; todo ello, bajo la aplicación de la normatividad y regulación vigente en esta materia.

Como sistema aplicable en condiciones reales, el uso de contenedores permite una alternativa a la demanda que se genera mundialmente, adicional al impacto ambiental que se produce al contribuir ostensiblemente en la reducción de la contaminación generada por el desperdicio y desuso de estos sistemas de distribución; además de brindar seguridad sobre los materiales existentes, generando un mayor control de estos. Igualmente, el sistema permite una mayor y mejor conservación de estos, garantizando que los procesos de obra donde serán utilizados no se van a ver afectados.

La variación que brindan los contenedores respecto de su disposición admite que puedan ser ubicados en diferentes tipos de obra; por su carácter modular permiten realizar una mejor gestión de los espacios al interior de la construcción. De esta forma, se puede obtener mayor aprovechamiento del espacio, además de generar ventajas de ubicación estratégicas, ajustándose así a las condiciones de espacio que se presentan en la construcción actualmente.

Si bien el diseño propuesto se enfoca en el control y manejo de los materiales en obra, al no ser un elemento de condiciones particulares para este uso, el sistema presentado brinda otras alternativas de aprovechamiento, toda vez que se trata de un medio de almacenamiento para todo tipo de elementos que se requieren en los desarrollos constructivos, tal como el control y aseguramiento de herramientas de obra, maquinaria liviana, entre otros.

## REFERENCIAS.

- A., A., & L.E. Clausen, R. F. (1998). El papel de la logistica en el proceso de control de flujos de materiales, gestion de la construccion y Economica. *Construction Management & Economics*, 16:2, 131-137.
- A., P. (2019). *En obra contratista* . Obtenido de <https://contratistas.co/noticias/los-materiales-mas-usados-en-construccion-colombia/>
- Chile.Cubica. (2014). Porcentaje de Pérdidas de los Materiales. *Chile.Cuba* .
- D.C., A. m. (2018). *Instituto de desarrollo urbano*. Obtenido de Programa de manejo de materiales de construccion: <https://studylib.es/doc/5407190/programa-de-manejo-de-materiales-de-construccion>
- Delgado A., G. L. (2019). *ESTUDIO DE LOS INDICADORES HIDROLOGICOS DE LA CUENCA DEL RIO SAN FRANCISCO EN EL MUNICIPIO DE CHOCONTA* . Bogota D.C. .
- ElMaraghy, M. K. (2017). Diseño de arquitectura modular de productos para una modularidad óptima del producto. *Journal of Engineering Design*, 293-316.
- F. Berghan Finger, M. S. (2015). Control de la obra terminada – inspección final de calidad en un proyecto de interés social. *Revista ingenieria de la construccion* , 174-153.
- Fabio Alberto Almeyda Velandia, G. H. (2010). *Guia para la administracion de los materiales de construccion aplicada a proyectos de obra civil* . Bucaramanga .
- Franco, J. T. (07 de febrero de 2018). *ArchDaily Colombia*. Obtenido de <https://www.archdaily.co/co/887546/que-es-bim-y-por-que-es-fundamental-en-el-diseno-arquitectonico-actual>
- Grnados A., P. K. (2014). *Simulación Para El Mejoramiento De La Logística De Materiales y Equipos En Un Proyecto De Edificación*. Bogota .
- Hernandez R., F. C. (2003). *Metodologia de la investigacion*. Mexico D.C : Mc Graw Hill .
- J., A. (2015). *MÉTODOS DE ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE OBRA*. Mexico D.F.
- J., J. (2010). *civilgeeks.com*. Obtenido de almacenamiento del cemento y agregados en obra : [https://civilgeeks.com/2011/12/11/almacenamiento-del-cemento-y-agregados-en-obra/#google\\_vignette](https://civilgeeks.com/2011/12/11/almacenamiento-del-cemento-y-agregados-en-obra/#google_vignette)
- J., R. (14 de 10 de 2015). *Scribd* . Obtenido de Coeficientes y Porcentajes de Desperdicio: <https://es.scribd.com/doc/284988912/Coeficientes-y-Porcentajes-de-Desperdicio>

- L., B., & M., A. (2003). Identificación de Pérdidas en el Proceso Productivo de la Construcción. *REVISTA Universidad EAFIT*, 65-78.
- Medellín, E. p. (09 de 15 de 2016). *NC-MN-OC01-03*. Obtenido de NORMA DE CONSTRUCCIÓN CAMPAMENTOS, ALMACENES, OFICINAS Y CENTROS DE ACOPIO.
- R., D., A., S., & J., B. (2015). *ESTUDIO DE LA PLANIFICACIÓN DEL ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN BUCARAMANGA*. bucaramanga .
- Rivera, J. (2017). The use of refurbished marine containers as a permanent storage solution for the maritime. *Journal of the American Institute for Conservation*.
- Solís Carcaño, R. Z. (2009). La administración de los materiales en la construcción. *Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY*, 13-3, pp. 61-71.
- Organización de las Naciones Unidas (2008). *un.org*. Obtenido de <https://www.un.org/es/about-un/>

ANEXOS

Anexo 1

Encuesta digital aplicada. Trabajo de Campo

1 La planeación como primera fase en el inicio de una obra, al momento de identificar cada uno de los materiales ¿cómo realiza usted la cuantificación necesaria de cada uno teniendo en cuenta desperdicios?

La realizamos por medio de la herramienta revit dependiendo de la actividad, siempre se realiza rectificación manual en sitio ya sea con medición o con conteo.

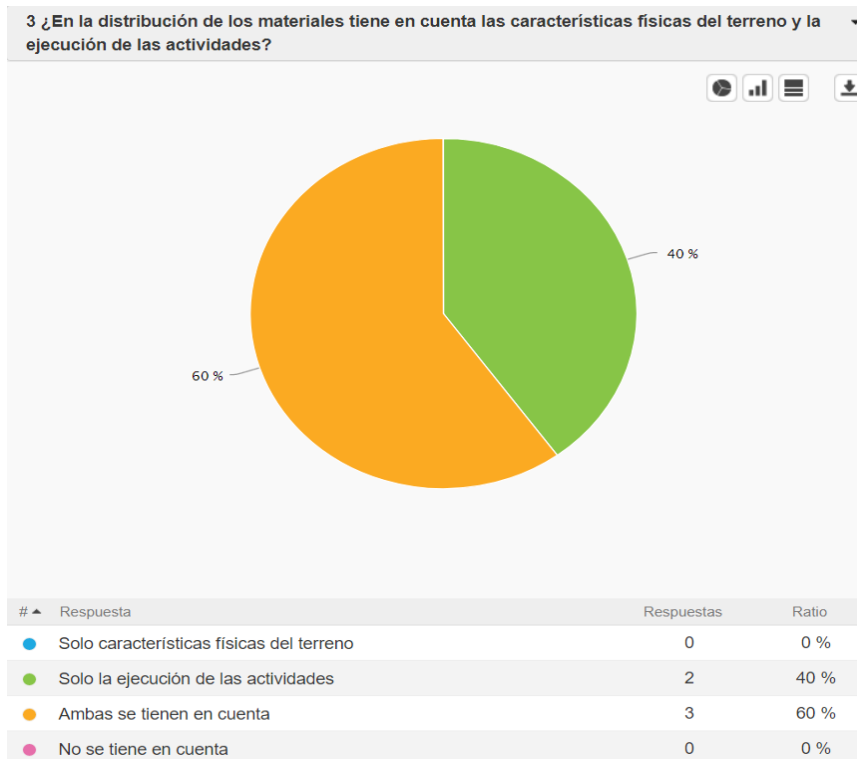
Se me multiplica por un factor. Dependiendo del material es del 1 al 3%

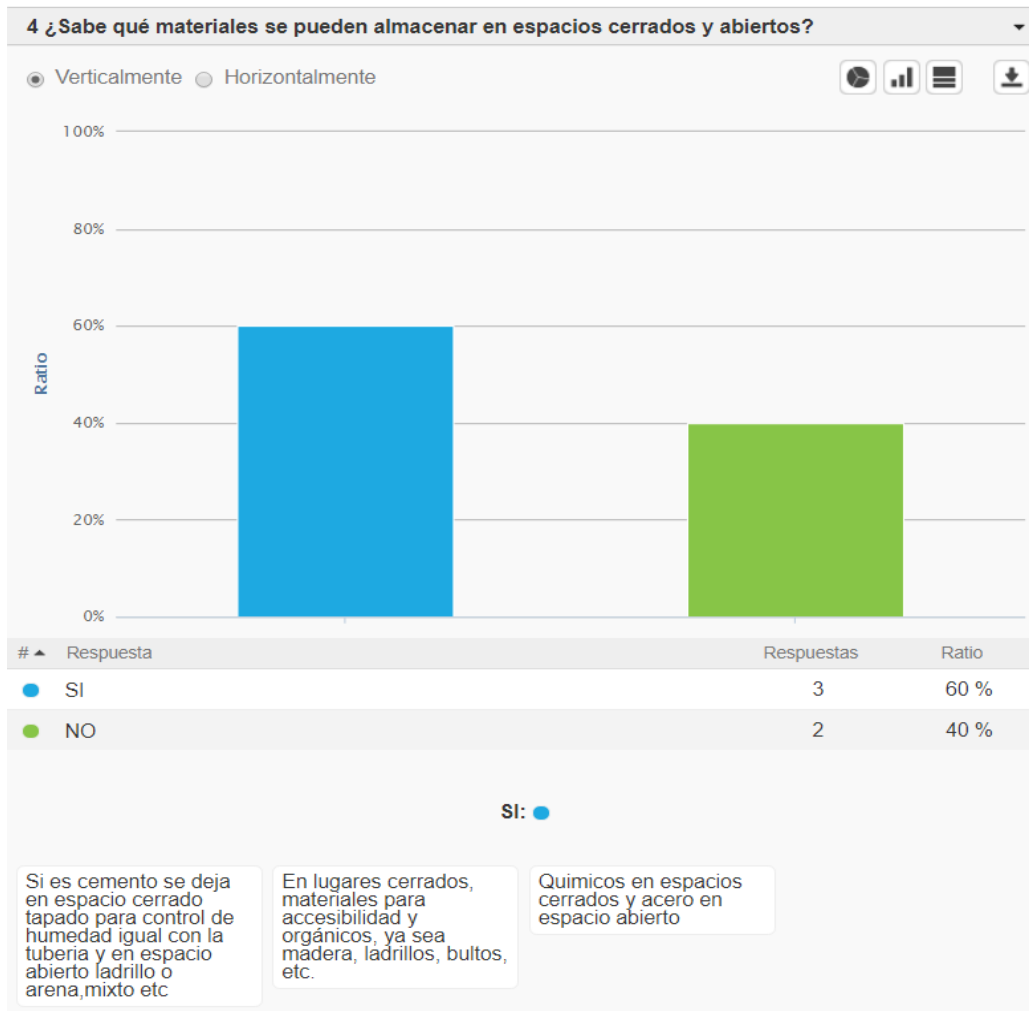
Estableciendo un porcentaje entre el 5 y 10% dependiendo del material o actividad

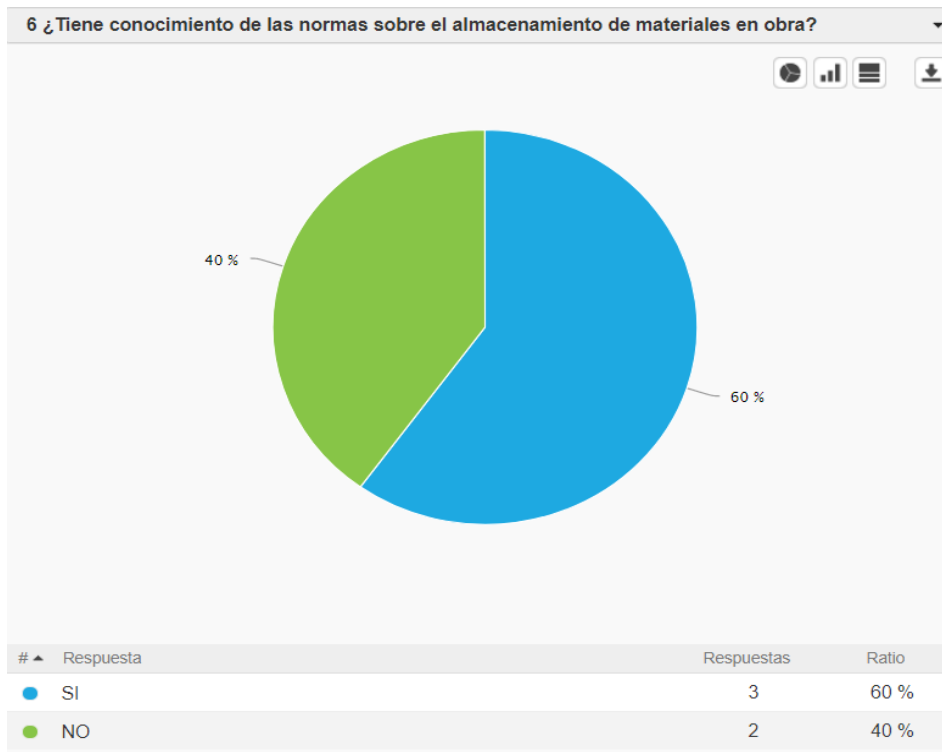
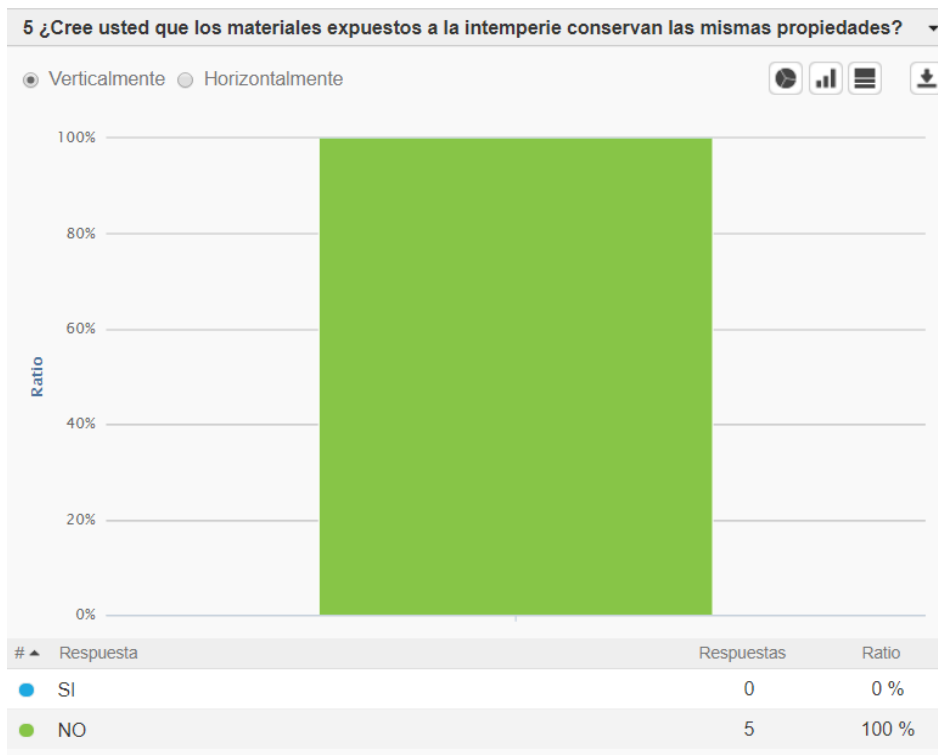
Realizando una adecuada planificación. Se realiza un promedio para desperdicio claramente evitando el mínimo

Durante la planeación, para dar con la cuantificación, hay que entrar en el rendimiento del material, rentabilidad, y procesos especiales que pueda llevar, además claro de presentar una mitigación en cuanto a residuos refiere, para optimizar tiempos desde la primera fase.

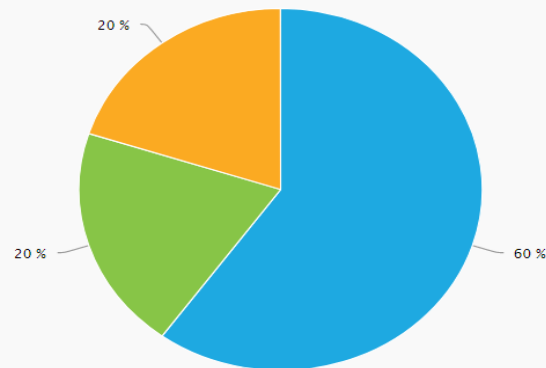








7 De una aproximación de lo que usted cree que ocupa los Costos directos que corresponde a los materiales.



| # | Respuesta | Respuestas | Ratio |
|---|-----------|------------|-------|
| 1 | 20%       | 3          | 60 %  |
| 2 | 50%       | 1          | 20 %  |
| 3 | Otro...   | 1          | 20 %  |

8 ¿En qué escala el desperdicio natural es inevitable?

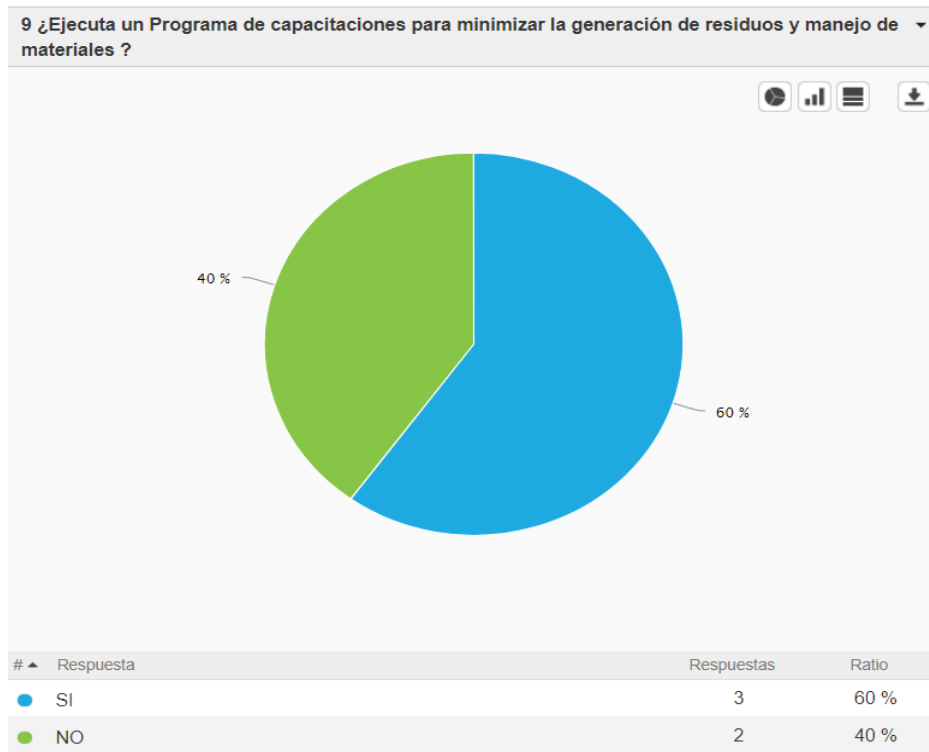
5

9

7

10

5, depende más de las previsiones y del presupuesto más que de otra cosa, por lo cual se encuentra en un punto medio.



## Anexos 2

**Presupuesto de obra, construcción unifamiliar San Andres I**

Listado de actividades en la obra donde se muestra también los materiales con su respectiva cantidad y unidad a pedir.

|    | DESCRIPCIÓN                                                                         | U/N            | CANTIDAD | V/UNITARIO |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------|------------|
|    | <b>PRELIMINARES</b>                                                                 |                |          |            |
| .1 | Excavación mecánica y retiro de obra                                                | m <sup>3</sup> | 53,20    |            |
| .2 | Relleno compactado                                                                  | m <sup>3</sup> | 22,40    |            |
| .3 | Localización y replanteo                                                            | m <sup>2</sup> | 665,97   |            |
|    | <b>MAMPOSTERÍA</b>                                                                  |                |          |            |
| .1 | Muros ladrillo Santafé Bloque N5                                                    | m <sup>2</sup> | 596,17   |            |
| .2 | Muros ladrillo Santafé Bloque N4                                                    | m <sup>2</sup> | 129,88   |            |
| .3 | Construcción de lavamanos y lava pinceles en mampostería                            | m <sup>2</sup> | 29,00    |            |
| .4 | Mesones en concreto 2500 PSI, E=0.12M (INC. REFUERZO) COCINA                        | m <sup>2</sup> | 7,38     |            |
| .5 | Mesones en concreto 2500 PSI, E=0.10M (INC. REFUERZO) ÁREA PAÑAL                    | m <sup>2</sup> | 4,73     |            |
| .6 | Entrepaños en concreto reforzado de 8 cm                                            | m <sup>2</sup> | 33,59    |            |
| .7 | Poyos en concreto                                                                   | ml             | 12,08    |            |
|    | <b>PAÑETES EN MUROS</b>                                                             |                |          |            |
| .1 | Pañete muro liso 1:3                                                                | m <sup>2</sup> | 1.190,00 |            |
| .2 | Filos en pañete muro liso 1:3                                                       | ml             | 115,00   |            |
|    | <b>CUBIERTA</b>                                                                     |                |          |            |
| .1 | Cubierta ACESCO tipo arquitectónica TZA de acceso o similar color por definir       | un             | 126,00   |            |
| .2 | Lámina de aislamiento Termo acústico Fiberglass rollo de 38 mm 18,9mx1,22m          | un             | 20,00    |            |
|    | <b>CARPINTERÍA EN MADERA</b>                                                        |                |          |            |
| .1 | Puertas en madera entamborada lisa dimensiones 1.0mts, marco de 0.15 cm altura 3m   | un             | 5,00     |            |
| .2 | Puertas en madera entamborada lisa dimensiones 0.65 mts, marco de 0.15 cm altura 3m | un             | 2,00     |            |

|     |                                                                                                                                                                                                         |                |        |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|
| .3  | Puertas en madera entamborada lisa dimensiones 0.69 mts, marco de 0.15 cm altura 3m                                                                                                                     | un             | 2,00   |
| .4  | Puertas en madera entamborada lisa dimensiones 0.88 mts, marco de 0.15 cm altura 3m                                                                                                                     | un             | 1,00   |
| .5  | Puertas en madera entamborada lisa dimensiones 0.93mts, marco de 0.15 cm altura 3m                                                                                                                      | un             | 3,00   |
| .6  | Puertas en madera entamborada lisa dimensiones 0.78 mts, marco de 0.15 cm altura 3m                                                                                                                     | un             | 1,00   |
| .7  | Puertas en madera Lava Pañal 60 cm x 0.80 cm alto                                                                                                                                                       | un             | 9,00   |
| .8  | Puertas en madera área Cocina 0,76 cm x 0,75 cm alto                                                                                                                                                    | un             | 4,00   |
| .9  | Lamina en vidrio templado 10mm transparente                                                                                                                                                             | m <sup>2</sup> | 270,00 |
|     | CARPINTERÍA METÁLICA                                                                                                                                                                                    |                |        |
| .1  | Canal de aluminio de 1/2 x 1/2 tramo de 6 Metros para Vidrio Templado                                                                                                                                   | ml             | 400,00 |
| .2  | Estructura metálica tubular cuadrada para muro y fachada calibre 20 acceso                                                                                                                              | ml             | 662,00 |
| .3  | PUERTA METALICA PARA CUARTO DE MÁQUINAS<br>Elaborada en lamina coll rolled cal. 20. Chapa de seguridad yale 3610, Medidas 1.20*3.0 de alto, pintura horneable. Pintura anticorrosiva color gris grafito | un             | 1,00   |
| .4  | PUERTA METALICA PARA CUARTO DE BASURAS<br>Elaborada en lamina coll rolled cal. 20. Chapa de seguridad yale 3610, Medidas 1.20*3.0 de alto, pintura horneable. Pintura anticorrosiva color gris grafito  | un             | 1,00   |
| .5  | Puerta de Acceso METÁLICAS 1.20 x 3 según diseño                                                                                                                                                        | un             | 2,00   |
| .6  | Suministro e instalación de cerradura orbit cromado Schlage TIPO A                                                                                                                                      | un             | 14,00  |
| .7  | Suministro e instalación de cerradura de entrada p/pal Multilock MPL415G multipunto con doble mecanismo                                                                                                 | un             | 2,00   |
| .9  | Barandas en perfil tubular cuadrado de 5x5 cms 4x4cms                                                                                                                                                   | ml             | 60,00  |
| .10 | Escalera de gato varilla doblada 11x11mm anclada a muro                                                                                                                                                 | un             | 1,00   |
|     | PISOS                                                                                                                                                                                                   |                |        |
| .1  | Piso en cemento pulido y esmaltado, con dilataciones en aluminio cada 1,20m                                                                                                                             | m <sup>2</sup> | 410,00 |
| .2  | Guarda escoba media caña 8 cms en cemento pulido                                                                                                                                                        | ml             | 205,15 |
| .3  | Piso Cerámica 33 x 33 corona o similar color blanco área cocina y Vestier                                                                                                                               | m <sup>2</sup> | 68,00  |

| ENCHAPES Y ACCESORIOS |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |        |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|
| .1                    | Baños niños, enchape en cristanac confet azul formato 40x40; muros y lavamanos.                                                                                                                                                                                                                                            | m <sup>2</sup> | 47,74  |
| .2                    | Lamina Superboard Siding para Fachada 2,40 X0.20 mts Espesor 8.10 mm                                                                                                                                                                                                                                                       | m <sup>2</sup> | 285,00 |
| .3                    | Lamina superBoard PRO color blanco(interior) 1.20X2.40 mts espesor 12 mm                                                                                                                                                                                                                                                   | m <sup>2</sup> | 285,00 |
| .4                    | Suministro e Instalación de Jabonera y porta rollos                                                                                                                                                                                                                                                                        | un             | 10,00  |
| .5                    | Teleducha Corona REF. 914200001                                                                                                                                                                                                                                                                                            | un             | 4,00   |
| CIELO RASO            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |        |
| .1                    | CIELO RASO EN DRY WALL CON PERFILERÍA DE ALUMINIO liso blanco PRIMER PISO                                                                                                                                                                                                                                                  | m <sup>2</sup> | 258,00 |
| .2                    | Cielo raso en listones de madera 10x1cms sobre estructura liviana. (machihembrado o liso)                                                                                                                                                                                                                                  | un             | 750,00 |
| .3                    | A barcos (aproximadamente) 1" x 2" x 3m para la estructura del emparrillado                                                                                                                                                                                                                                                | un             | 320,00 |
| APARATOS SANITARIOS   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |        |
| 0                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |        |
| 0.1                   | Suministro e instalación de sanitario institucional línea infantil color blanco de corona o similar tipo tanque                                                                                                                                                                                                            | un             | 10,00  |
| 0.2                   | Suministro e instalación de sanitario línea económica de corona o similar                                                                                                                                                                                                                                                  | un             | 4,00   |
| 0.3                   | Tanque elevado DE 1000 LTS tanque de almacenamiento plástico capacidad 1000 lts color azul                                                                                                                                                                                                                                 | un             | 1,00   |
| 0.4                   | Suministro e instalaciones de lavaplatos de sobreponer en acero inoxidable 120 x 60 cm incluye grifería.                                                                                                                                                                                                                   | un             | 3,00   |
| PINTURA               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |        |
| 1                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |        |
| 1.1                   | Pintura en muros interiores Color por definir                                                                                                                                                                                                                                                                              | m <sup>2</sup> | 524,00 |
| 1.2                   | Pintura en muros exteriores tipo Koraza color por definir                                                                                                                                                                                                                                                                  | m <sup>2</sup> | 665,00 |
| OTROS                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |        |
| 2                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |        |
| 2.1                   | Módulo para fachada elaborado en plástico polipropileno de alto impacto<br>Modelo A según plano, con medidas de 3,30mt de largo x 1,20mt de ancho<br>Marco de 5cm x 5cm - refuerzos horizontales de 5 cm x 2,5cm<br>refuerzos verticales y las "X" de 3,5cm x 3,5cm<br>Colores Disponibles: Café, Gris, Beige, Verde, Azul | un             | 22,00  |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |        |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|
| 2.2 | Módulo para fachada elaborado en plástico polipropileno de alto impacto<br>Modelo B según plano, con medidas de 3,30mt de largo x 1,20mt de ancho<br>Marco de 5cm x 5cm - refuerzos horizontales de 5 cm x 2,5cm<br>refuerzos verticales y las "X" de 3,5cm x 3,5cm<br>Colores Disponibles: Café, Gris, Beige, Verde, Azul  | un             | 33,00  |
| 2.3 | Módulo para fachada elaborado en plástico polipropileno de alto impacto<br>Modelo C según plano, con medidas de 2,12mt de largo x 1,20mt de ancho<br>Marco de 5cm x 5cm - refuerzos horizontales de 5 cm x 2,5cm<br>refuerzos verticales y las "X" de 3,5cm x 3,5cm<br>Colores Disponibles: Café, Gris, Beige, Verde, Azul  | un             | 7,00   |
| 2.4 | Módulo para fachada elaborado en plástico polipropileno de alto impacto<br>Modelo D según plano, con medidas de 1,95 mt de largo x 1,10mt de ancho<br>Marco de 5cm x 5cm - refuerzos horizontales de 5 cm x 2,5cm<br>refuerzos verticales y las "X" de 3,5cm x 3,5cm<br>Colores Disponibles: Café, Gris, Beige, Verde, Azul | un             | 4,00   |
| 2.5 | Módulo para fachada elaborado en plástico polipropileno de alto impacto<br>Modelo E según plano, con medidas de 1,95 mt de largo x 1,10mt de ancho<br>Marco de 5cm x 5cm - refuerzos horizontales de 5 cm x 2,5cm<br>refuerzos verticales y las "X" de 3,5cm x 3,5cm<br>Colores Disponibles: Café, Gris, Beige, Verde, Azul | un             | 3,00   |
| 2.6 | Tablado para rampa elaborado en plástico polipropileno de alto impacto<br>Según plano, Tabla de 8cm x 2cm x 1,20mt de ancho<br>Colores Disponibles: Café, Gris, Beige, Verde, Azul<br>EXTERIORES                                                                                                                            | ml             | 120,00 |
| 3   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |        |
| 3.1 | ADOQUÍN ESPAÑOL PRENSADO 40*40 *4.5<br>Calidad Santa Fe o similar (sobre base en arena compactada)                                                                                                                                                                                                                          | m <sup>2</sup> | 89,08  |
| 3.2 | Andenes en concreto escobillado                                                                                                                                                                                                                                                                                             | m <sup>2</sup> | 57     |
| 3.3 | Bordillo en concreto reforzado                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ml             | 116    |
| 3.4 | Excavación a mano, área de Juegos                                                                                                                                                                                                                                                                                           | m <sup>3</sup> | 7,2    |

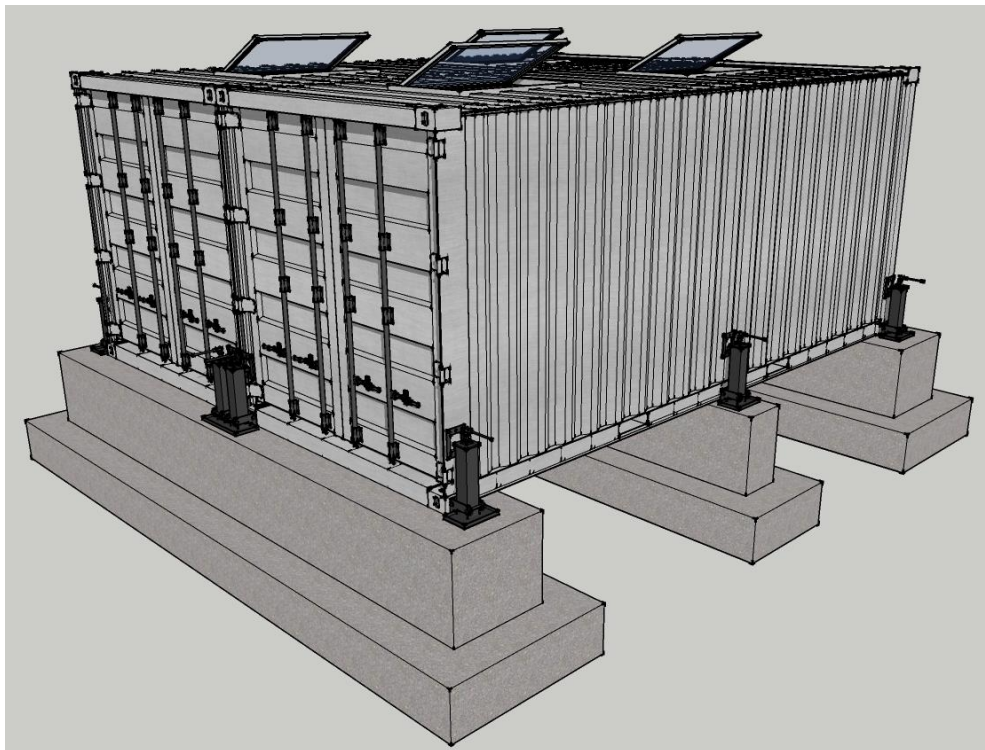
|     |                                 |    |      |
|-----|---------------------------------|----|------|
| 3.5 | Escaleras en concreto reforzado | ml | 2,36 |
|     | Contenedor de raíces            | un | 3    |
| 3.6 |                                 |    |      |

*Nota:* Listado de actividades a realizar durante la obra, donde muestra también los materiales a utilizar con su respectiva cantidad.

Elaborado por: Residente de la obra San Andrés I a cargo (Julián U, 2019)

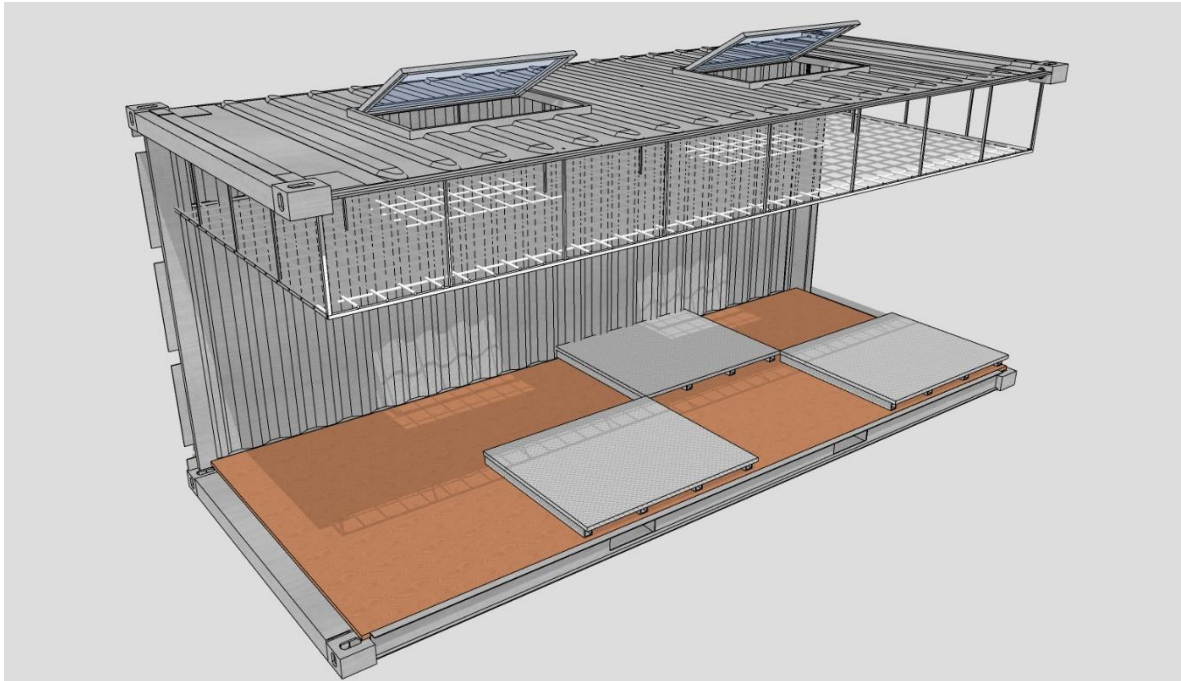
### Anexos 3

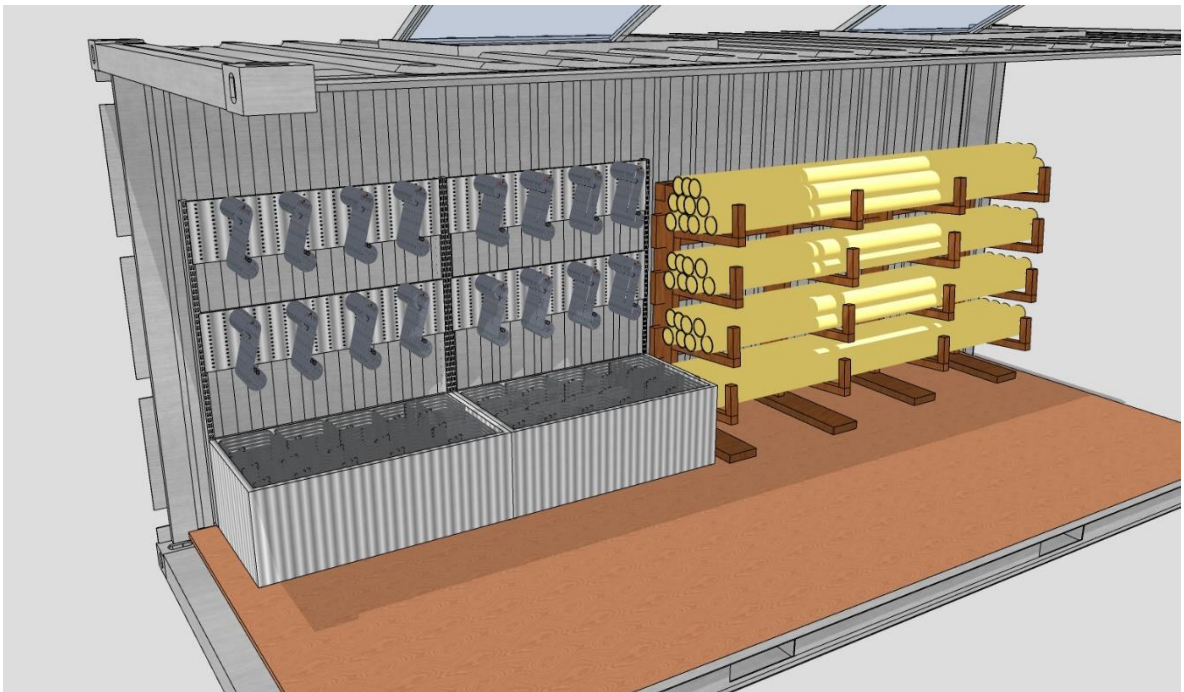
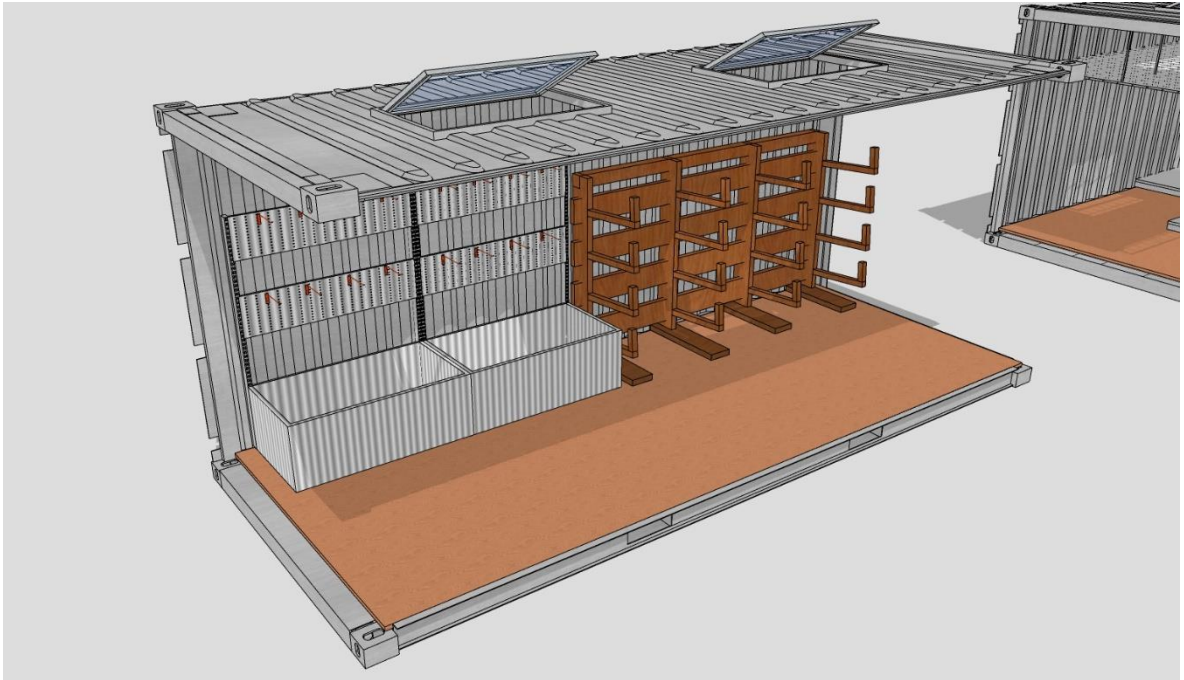
#### Isométrico conjunto de cimentación.

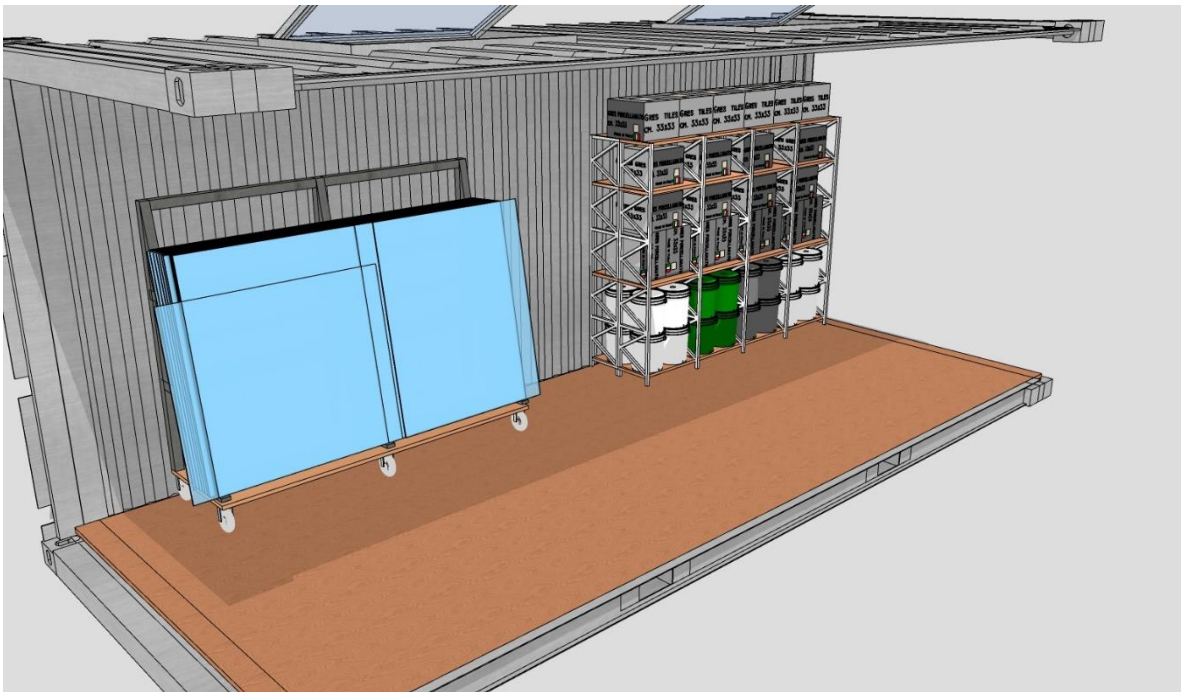
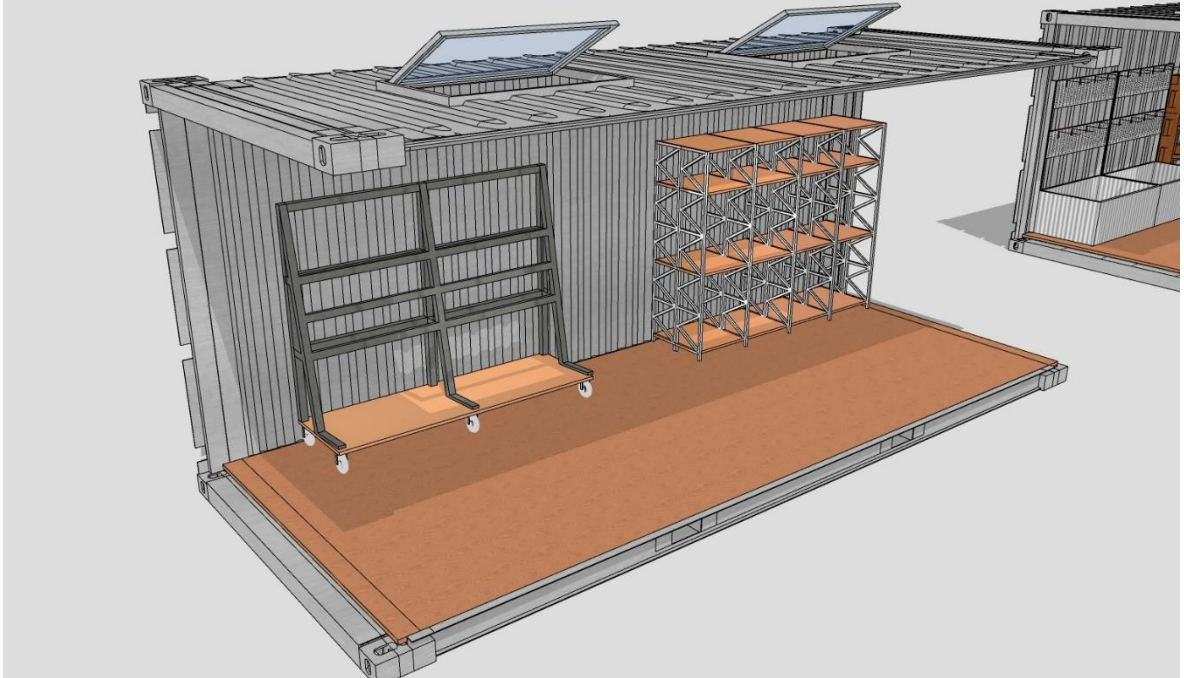


#### Anexos 4

#### Mobiliario y su uso con materiales







## Anexos 5

### Ficha técnica

| FICHA TECNICA                                                                                                                                                                                                 |                  |                          |                       |                              |                  |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|-----------|
|                                                                                                                             |                  |                          |                       | ESPECIFICACIONES:            |                  |           |
|                                                                                                                                                                                                               |                  |                          |                       | CONTENEDOR UTILIZADO:        |                  | ISO 20'   |
| DIMESIONES MAX.                                                                                                                                                                                               |                  |                          |                       | ALTO                         |                  | 3.10 mts  |
|                                                                                                                                                                                                               |                  |                          |                       | LARGO                        |                  | 7.06 mts  |
|                                                                                                                                                                                                               |                  |                          |                       | ANCHO                        |                  | 5.39 mts  |
| DIMENSION MIN.                                                                                                                                                                                                |                  |                          |                       | ALTO                         |                  | 2.58 mts  |
|                                                                                                                                                                                                               |                  |                          |                       | LARGO                        |                  | 6.05 mts  |
|                                                                                                                                                                                                               |                  |                          |                       | ANCHO                        |                  | 4.03 mts  |
| CAPACIDA                                                                                                                                                                                                      |                  |                          |                       | PESO                         |                  | 55.560 kg |
|                                                                                                                                                                                                               |                  |                          |                       | CUBICA                       |                  | 65,6 m3   |
| PESO MAX. BRUTO                                                                                                                                                                                               |                  |                          |                       |                              |                  | 61.690 kg |
| TARA                                                                                                                                                                                                          |                  |                          |                       |                              |                  | 5.740 kg  |
| DESCRIPCION: Diseñado especialmente para condiciones de almacenamiento de materiales en obra, con rampa de acceso, nivelacion hidraulica y claraboyas que permiten el acceso de luz al igual que ventilacion. |                  |                          |                       |                              |                  |           |
|                                                                                                                                                                                                               |                  |                          |                       | Mobiliario interior          | Capacidad        | U/N       |
| N° de accesos                                                                                                                                                                                                 | 2                | Uso exclusivo            | almacenamiento        | Plataforma de apilamiento    | 1,16 m2          | 3         |
| Area bruta (m2)                                                                                                                                                                                               | 37,99            | Aplicación               | construccion (obra)   | Estanteria colgante          | max. 796 m3      | 2         |
| Area de utilidad                                                                                                                                                                                              | 28,26            | Mantenimiento            | concluida su utilidad | Estante para hierro figurado | 0,49 m3+colgante | 2         |
| Ventajas:                                                                                                                                                                                                     | materia prima    |                          | 75 % acero            | Estanteria cantilever        | 2,49 m3          | 1         |
| Anti Humedad                                                                                                                                                                                                  |                  |                          | 12 %hierro            | Atril                        | 1,26 m2          | 2         |
| Ventilacion                                                                                                                                                                                                   |                  |                          | 9% madera             | Estanteria provicional       | 1,01 m3          | 4         |
| Resistencia                                                                                                                                                                                                   |                  |                          | 4% vidrio             | TOTAL                        | aprox. 43,048 m3 | 14        |
| Alta capacidad                                                                                                                                                                                                | Refuerzo Estruc. | Vigas tipo C en cubierta |                       | Valor \$                     | 37,611,023       |           |