



# **Diseño de un sistema electromecánico de distribución física del granel sólido, para la optimización de la capacidad de almacenamiento en las bodegas H1-H2-H3 de la empresa ITALCOL S.A planta Barranquilla.**

**Héctor Enrique Montt Mercado**

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

CEAD Barranquilla

ECBTI

Barranquilla, Colombia

2018

# **Diseño de un sistema electromecánico de distribución física del granel sólido, para la optimización de la capacidad de almacenamiento en las bodegas H1-H2-H3 de la empresa ITALCOL S.A planta Barranquilla.**

**Héctor Enrique Montt Mercado**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Ingeniero Industrial**

Director (a): Ing Bladimir Barraza

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

CEAD Barranquilla

ECBTI

Barranquilla, Colombia

2018

*"Quien percibe en sí mismo esta especie de destello divino que es la vocación artística; de poeta, escritor, pintor, escultor, arquitecto, músico, actor, etc.- advierte al mismo tiempo la obligación de no malgastar ese talento, sino de desarrollarlo para ponerlo al servicio del prójimo y de toda la humanidad".*

*Santo Padre Juan Pablo II.*

## Agradecimientos

A Dios Todopoderoso por la vida, a mis padres; Héctor Montt y Virginia Mercado por concebirme e inculcarme los valores suficientes para ser una persona de bien.

A Melissa Fernández mi compañera, por su paciencia y amor.

Al Ingeniero Bladimir Barraza por guiarme al final de este proceso educativo.

A todos y cada una de las personas que de una u otra manera favorecieron a que mis sueños en este punto se hallan inmersos en la favorabilidad y la constancia que los pueda atestiguar.

## Resumen

Todas las empresas tanto de producción como de manufactura, dentro de sus procesos logísticos disponen de inventarios y/o recursos necesarios para llevar a cabo la elaboración de su producto terminado, así pues se diferencian entre los que se encuentran a granel y los que se detallan en lotes, dependiendo del proceso y del volumen de producción así será el stock y el nivel de inventario requerido para tal fin.

Se almacenan bien sea en bodegas de gran capacidad para gráneles físicos, tanques de almacenamientos para líquidos y otras sustancias peligrosas.

El plan de acción del proyecto se centra en el almacenamiento de gráneles sólidos, en bodegas de almacenamientos H1-H2-H3 de la empresa ITALCOL S.A donde la capacidad neta para la cual están diseñados estos recintos han de ser utilizados al 100 % en términos de almacenamientos, esto trae consigo que los costos de almacenamientos sean mucho menores debido a que no se recurren a bodegas externas así como a negociaciones sobre el transporte de dicho granel de un lugar a otro. En términos económicos optimizar dicho almacenamiento resume una posibilidad de crecimiento y ahorros en los costos logísticos y de operación para lo cual la empresa busca fijar.

Mediante un sistema electromecánico ubicado en bodegas de almacenamiento para granel sólido en la empresa ITALCOL S.A, se pretende estibar de la mejor manera posible la carga allí dispuesta, aprovechando el área las esquinas las cuales no se llenan en su totalidad, debido a que el almacenamiento de esta se hace por medio de un sistema de transportadores de cadenas ubicados en la parte superior y central de la misma no se logra ocupar el 100% de la capacidad de la misma.

Lo anterior genera costos adicionales ya que se deben recurrir a almacenamiento externo para el recibo de esta materia prima. El recibo del granel solido agrícola proveniente de buques se hace por medio un sistema mecanizado de bandas transportadoras, elevadores y transportadores de cadena, su destino final son bodegas cubiertas que protegen el granel de las condiciones climáticas donde luego se distribuye en vehículos de acuerdo a la logística y requerimientos del cliente.

Se debe tener en cuenta que para lograr la capacidad máxima de acuerdo a la optimización de la propuesta del sistema, existen varios aspectos generales en términos de negociaciones así como equipos y maquinarias, el alistamiento de la bodega en procesos de limpieza y adecuación, el tipo de materia prima que se almacenará, así como las medidas de seguridad para los operarios y personas relacionadas con la operación.

Un aspecto a tener en cuenta dentro del proceso de recepción y adecuación de la carga en el almacenamiento correspondiente y teniendo en cuenta la optimización del sistema electromecánico es el de fijar los costos pre operacionales, así como los relacionados al momento de adecuar la carga en las bodegas de tierra, con el fin de utilizar el la capacidad de la misma y reducir los costos que actualmente se están presentando.

**Palabras Clave:**

Almacenamiento, granel, costos, transporte, gestión, inventarios.

## **Abstract**

All companies, both production and manufacturing, within their logistics processes have inventories and / or resources necessary to carry out the preparation of their finished product, so they are differentiated between those in bulk and those that are detailed in batches, depending on the process and volume of production, it will be the stock and the level of inventory required for that purpose.

They are stored either in large capacity warehouses for physical bulk, storage tanks for liquids and other dangerous substances.

The action plan of the project focuses on the storage of solid bulk, in storage warehouses H1-H2-H3 of the company Itacol sa where the net capacity for which these enclosures are designed have to be used 100% in terms of storage, this brings with it that storage costs are much lower because they do not resort to external wineries as well as negotiations on the transport of such bulk from one place to another. In economic terms, optimizing said storage summarizes a possibility of growth and savings in logistics and operating costs for which the company seeks to fix.

By means of an electromechanical system located in storage warehouses for solid bulk in the company Itacol sa, it is intended to stow in the best possible way the load placed there, taking advantage of the area the corners which are not filled in full, because the storage This is done by means of a system of chain conveyors located in the upper and central part of it, it is not possible to occupy 100% of the capacity of the same.

The above generates additional costs since external storage must be used for the receipt of this raw material. The receipt of agricultural solid bulk from ships is made through a mechanized system of conveyor belts, elevators and chain conveyors, its final destination

are covered warehouses that protect the bulk of the climatic conditions where it is then distributed in vehicles according to the logistics and customer requirements.

It must be taken into account that to achieve the maximum capacity according to the optimization of the system proposal, there are several general aspects in terms of negotiations as well as equipment and machinery, the preparation of the warehouse in cleaning and adaptation processes, the type of raw material to be stored, as well as safety measures for operators and people related to the operation.

One aspect to be taken into account in the process of receiving and adjusting the load in the corresponding storage and taking into account the optimization of the electromechanical system is to set the pre-operational costs, as well as those related to the time of adjusting the load in the land holds, in order to use the capacity of it and reduce the costs that are currently being presented.

Keywords:

Storage, bulk, costs, transportation, management, inventories.



## CONTENIDO

Agradecimientos.....	IV
Resumen.....	V
CONTENIDO.....	IX
Lista de figuras.....	XII
Lista de tablas.....	XIII
Lista de Símbolos y abreviaturas.....	XIV
Introducción.....	14
1. Aspectos Preliminares.....	15
1.1. LA EMPRESA.....	15
2. Planteamiento Del Problema.....	16
3. Justificación.....	21
4. Objetivos.....	23
4.1. Objetivo General.....	23
4.2. Objetivos Específicos.....	23
5. Marco conceptual.....	24
6. Diseño Metodológico.....	26
7. PROCEDIMIENTO INTERNO PARA RECIBO DE MATERIAS PRIMAS.....	27
10.1. PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y ALISTAMIENTO DE BODEGAS GRANELERAS.....	27
10.1.1. Recolección de material.....	28
10.1.2. Limpieza de estructura y transportador de techo.....	28
10.1.3. Limpieza de paredes.....	28
10.1.4. Limpieza de piso.....	28
10.1.5. Desmonte de raseras y tapas.....	29
10.1.6. Limpieza de raseras y tapas.....	29

10.1.7.	Fumigación de bodegas.....	29
10.1.8.	Colocación de tapas y raseras.....	29
10.2.	RECIBO DE MATERIAS PRIMAS .....	30
10.2.1.	Objetivo. ....	30
10.2.2.	Alcance.....	30
10.2.3.	Disposiciones Generales. ....	30
10.2.4.	Mantenimiento. ....	30
10.2.5.	Seguridad Industrial.....	31
10.2.6.	Aseo. ....	31
10.2.7.	Equipos E Implementos.....	31
10.3.	PROCEDIMIENTO PARA RECIBO DE MATERIAS PRIMAS A GRANEL ....	33
10.3.1.	Reunión de equipo de trabajo.....	33
10.3.2.	Preparativos de los almacenamientos. ....	33
10.3.3.	Prueba de equipos.....	33
10.3.4.	Registro de la Motonave en el sistema Metalsoft.....	34
10.3.5.	Calibración de báscula de recibo y rasera de evacuación.....	34
10.3.6.	Ruta de prueba.....	34
10.3.7.	Registro de novedades en el estado de hechos. ....	34
10.3.8.	Izaje de cucharas de la Motonave. ....	35
10.3.9.	Configuración de parámetros en la aplicación. ....	35
10.3.10.	Apertura de bodegas de buque.....	35
10.3.11.	Toma de muestras de la carga. ....	35
10.3.12.	Programación de Ruta de recibo en el sistema.....	35
10.3.13.	Encendido de equipos. ....	36
10.3.14.	Monitoreo de ruta de recibo. ....	36
10.3.15.	Finalización de materia prima en las bodegas de la motonave. ....	37
10.3.16.	Calibración de báscula de recibo y rasera de evacuación.....	37
10.3.17.	Orden y Aseo.....	37
8.	DISEÑO ESTRUCTURAL Y MECANIZADO DEL SISTEMA .....	38
11.1	Estructura .....	39
11.2	Mecanismos y Componentes.....	40
11.3	Finalidad .....	40
9.	COSTOS Y BENEFICIOS DE LA PROPUESTA. ....	41
12.1	COSTOS-BENEFICIO.....	42
12.1.1	Costos relacionados al movimiento de granel a otro puerto .....	43

12.1.2	Costo de operaciones logísticas.....	44
12.1.3	Costo de descargue y almacenamiento externo.....	44
12.1.4	Beneficio de almacenamiento externo.....	45
10.	ANÁLISIS Y RESULTADOS .....	46
13.1	Análisis y resultados previos.....	47
13.2	Análisis sobre ahorro y costo de inversión referente a la propuesta del diseño. 48	
13.3	Análisis sobre la Tasa Interna de Retorno TIR y viabilidad del proyecto. ....	49
11.	CONCLUSIONES .....	52
12.	ANEXO.....	54
	Bibliografía .....	55

## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> <i>Coordinación y gestión de la actividad portuaria</i> .....	20
<b>Figura 2.</b> <i>Fases del proceso de recibo de mercancía</i> .....	17
<b>Figura 3.</b> <i>Modelos de operación de gráneles sólidos</i> ..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
<b>Figura 4.</b> <i>Prospecto de la Propuesta</i> .....	39
<b>Figura 5.</b> <i>Boceto D2. Diseño propuesta</i> .....	40
<b>Figura 6.</b> <i>Boceto D1. Diseño propuesta</i> .....	46
<b>Figura 7.</b> <i>Área actual de la bodega</i> .....	42
<b>Figura 8.</b> <i>Boceto D3 y Diseño Propuesta</i> .....	41

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Mercados .....	15
<b>Tabla 2.</b> Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla. Costo Almacenaje.....	18
<b>Tabla 3.</b> Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla. Tarifas Muellaje .....	43
<b>Tabla 4.</b> Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla. Tarifas Uso Instalaciones.....	43
<b>Tabla 5.</b> Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla. Tarifas Operador Portuario .....	44
<b>Tabla 6.</b> Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla. Tarifas Almacenaje .....	45
<b>Tabla 7.</b> Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla. Tarifas Periodo de gracia.....	45
<b>Tabla 8.</b> Costo Movilización del buque.....	47
<b>Tabla 9.</b> Costo Almacenamiento Externo .....	47

## Lista de Símbolos y abreviaturas

### Símbolos con letras latinas

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
$A$	Área	$m^2$	$\iint dx dy$
$A_{BET}$	Area interna del sólido	$\frac{m^2}{g}$	ver DIN ISO 9277
$A_g$	Área transversal de la fase gaseosa	$m^2$	Ec. 3.2
$A_s$	Área transversal de la carga a granel	$m^2$	Ec. 3.6
$a$	Coeficiente	1	Tabla 3-1
$a$	Contenido de ceniza	1	$\frac{m_{ceniza}}{m_{bm\phi}}$
$c$	Contenido de carbono	1	$\frac{m_C}{m}$
$c$	Longitud de la cuerda	m	Figura 3-4
$c$	Concentración de la cantidad de materia	$\frac{mol}{m^3}$	$\frac{n}{V}$
$D$	Diámetro	m	
$E_A$	Energía de activación	$\frac{kJ}{mol}$	Ec. 3.7
$F$	Fracción de material volátil	1	ver DIN 51720
$Fr$	Número de Froude	1	$\frac{w^2 R}{g\phi}$
	Aceleración de la gravedad	$\frac{m}{s^2}$	$\frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$
$H$	Entalpía	J	$U + PV$
$H_0$	Poder calorífico superior	$\frac{MJ}{Kg}$	ver DIN 51857
$h$	Coeficiente de hidrógeno	1	$\frac{m_H}{m}$
$K$	Coeficiente de equilibrio	1	Ec. 2.5
$L$	Longitud	m	$DF$
$L$	Longitud del reactor	m	Figura 5-4

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
$Q$	Calor	kJ	$1 \cdot LT$
$T$	Temperatura	K	$DF$
$t$	tiempo	s	$DF$
$x_i$	Fracción de la cantidad de materia	1	$\frac{n_i}{n}$
$V$	Volumen	$m^3$	$\int dr^3$
$\vec{u}$	Velocidad	$\frac{m}{s}$	$\frac{dr}{dt}, r \frac{dv}{dt}, \frac{dz}{dt}$
$w_i$	Fracción en masa del componente i	1	$\frac{m_i}{m_0}$
$W_{w,i}$	Contenido de humedad de la sustancia i	1	$\frac{m_{H_2O}}{m_{i,0}}$
$Z$	Factor de gases reales	1	$\frac{pv}{RT}$
Symbol	Commodity		
ADM	Archer Daniels Midland		
AB-WC	Barley (Western)		
QCD	Canadian Dollar		
6C	Canadian Dollar-Globex		
CC	Cocoa		
QBC	Corn (Composite)		
C	Corn (Day)		
ZC	Corn (Electronic)		
CT	Cotton		
MPO-BMD	Crude Palm Oil Futures		
AC	Denatured Fuel Ethanol - CBOT		
6E	Euro-Globex		
FC	Feeder Cattle		
HO	Heating Oil		
QJY	Japanese Yen		
6J	Japanese Yen-Globex		
LH	Lean Hog		
CL	Light Crude Oil		
LC	Live Cattle		
QME	Mexican Peso		
6M	Mexican Peso-Globex		
ND	Nasdaq 100		
IC	National Corn Index-MGE		
NG	Natural Gas		
QZO	Oats (Composite)		
O	Oats (Day)		
ZO	Oats (Electronic)		
FPKO-BMD	Palm Kernal Oil Futures		
ECO-ENC	Rapeseed		
RS-WC	Rapeseed (Canola)		
XRБ	RBOB Gasoline Blendstock (Day)		
XRБ=1	RBOB Gasoline Blendstock (Electronic)		
QRR	Rough Rice (Composite)		

RR	Rough Rice (Day)
ZR	Rough Rice (Electronic)
QSM	Soybean Meal (Composite)
SM	Soybean Meal (Day)
ZM	Soybean Meal (Electronic)
QBO	Soybean Oil (Composite)
BO	Soybean Oil (Day)
ZL	Soybean Oil (Electronic)
QBS	Soybeans (Composite)
S	Soybeans (Day)
ZS	Soybeans (Electronic)
SB	Sugar #11 (World)
DX	US Dollar
QUS	US Treasury Bond
QBW	Wheat-CBOT (Composite)
W	Wheat-CBOT (Day)
ZW	Wheat-CBOT (Electronic)
QKW	Wheat-KCBOT (Composite)
KW	Wheat-KCBOT (Day)
KE	Wheat-KCBOT (Electronic)
MWE	Wheat-MGE (Electronic)

## Símbolos con letras griegas

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
$\alpha_{\square\square\square}$	Factor de superficie	$\frac{\text{m}^2}{\text{g}}$	$(W_{F,waf})(A_{BET})$
$\beta_{\square}$	Grado de formación del componente i	1	$\frac{m_j}{m_{bm\ \rho}}$
$\square$	Wandhahreibwinkel (Stahlblech)	1	Sección 3.2
$\square$	Porosidad de la partícula	1	$1 - \frac{\rho_s}{\rho_w}$
$\eta$	mittlere Bettneigungswinkel (Stürzen)	1	Figura 3-1
$\theta$	Ángulo de inclinación	1	Figura 4-1
$\square$	Velocidad de calentamiento	$\frac{\text{K}}{\text{s}}$	$\frac{dT}{dt}$
$\square$	Tiempo adimensional	1	Ec. 2.6
$\Phi_V$	Flujo volumétrico	$\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$	$\frac{\Delta V}{\Delta t}$

## Subíndices

Subíndice	Término
bm	Materia orgánica
DR	Dubinin-Radushkevich
E	Experimental
g	Fase gaseosa
k	Condensado
Ma	Macroporos



<b>Subíndice</b>	<b>Término</b>
P	Partícula
p	Pirolizado
R	Reacción
t	Total
wf	Libre de agua
waf	Libre de agua y ceniza
0	Estado de referencia

## Superíndices

<b>Superíndice</b>	<b>Término</b>
n	Exponente, potencia

## Abreviaturas

<b>Abreviatura</b>	<b>Término</b>
<i>1.LT</i>	Primera ley de la termodinámica
<i>DF</i>	Dimension fundamental
<i>RFF</i>	Racimos de fruta Fresca

## Introducción

Uno de los departamentos fundamentales de la empresa ITALCOL S.A planta Barranquilla es el área de operación portuaria, departamento por el cual se manejan las importaciones a granel de la misma planta y de las 18 restantes que se encuentran en el territorio nacional, para su procesamiento y comercialización de alimentos concentrados para animales. Posicionándose como una de las empresas familiares más grande de Colombia, con 45 años de fundación, ITALCOL S.A produce alimento concentrado para animales en todas las líneas de producción incluyendo avícola, porcino, equino, piscícola, mascotas, etc. Dentro de la formulación de cada alimento concentrado, más del 60% de esta lo constituye una base proteica que garantiza la composición de la misma, es por ello que dentro de las importaciones de granel que se hacen por medio de buques, la cantidad resulta ser exorbitante, lo que requiere que la empresa cuente con los almacenamientos suficientes para resguardar y mantener el inventario de cada materia prima y hacer uso posterior de esta.

El presente proyecto tiene como finalidad proponer de una manera metodológica el diseño de un sistema electromecánico para la distribución física de granel solido agrícola en las bodegas de almacenamiento H1-H2-H3 de la empresa ITALCOL S.A, como medio indispensable que conlleve al ahorro de los costos de almacenamiento que se generan al no ocupar los espacios designados en cada recinto, viéndose en la necesidad de pagar costos adicionales en almacenamientos externos y costos de movilización de motonaves hacia otros puertos. Es la ingeniería industrial la que nos permite diseñar, mejorar e innovar en todos los sistemas integrados en donde el hombre, materiales y equipos se integran para dar soluciones eficientes y creativas junto con las habilidades necesarias para crear mejores estrategias y propuestas referente a los cambios y tecnologías actuales, con el fin de evaluar los resultados en todos los campos en donde esta especialidad nos privilegia a quienes nos formamos en su entorno.

# 1. Aspectos Preliminares

## 1.1. LA EMPRESA

ITALCOL S.A es una empresa con presencia en Colombia Ecuador y Panamá, cuyo objeto social es la fabricación distribución, venta y explotación de alimentos concentrados para animales. Su principal objetivo es satisfacer la necesidad de una mejor alimentación y nutrición, manteniendo y desarrollando una oferta de productos, social, económica y ambientalmente sostenibles, procurando el mejoramiento continuo del nivel de vida de nuestra comunidad. También busca consolidar el liderazgo en el mercado con responsabilidad, respeto y profesionalismo, haciendo de su nombre un sinónimo de calidad, cumplimiento y confianza. Entre sus actividades está la venta de alimentos concentrados, la venta de materias primas, el negocio de mascotas, el manejo integral de plantas y la preparación de premezclas

<a href="#">Printer Friendly</a> <a href="#">Symbol Description</a>					<a href="#">Active Commodities</a> <a href="#">Futures Window</a>									
<b>Corn (Composite) (QBC)</b>					<b>Soybeans (Composite) (QBS)</b>					<b>Wheat-CBOT (Composite) (QBW)</b>				
	LAST	CHG	HIGH	LOW		LAST	CHG	HIGH	LOW		LAST	CHG	HIGH	LOW
Dec 17	342'4	0'6	342'6	341'0	Jan 18	987'4	1'6	988'4	985'4	Dec 17	409'0	-0'2	410'2	409'0
Mar 18	356'2	0'4	357'0	354'6	Mar 18	999'4	1'6	1000'2	997'4	Mar 18	433'4	0'4	433'6	432'0
May 18	364'0	0'2	364'6	362'4	May 18	1010'0	1'4	1011'0	1008'2	May 18	446'0	1'0	446'2	444'2
<b>Wheat-KCBOT (Electronic) (KE)</b>					<b>Wheat-MGE (Electronic) (MWE)</b>					<b>Rapeseed (Canola) (RS-WC)</b>				
	LAST	CHG	HIGH	LOW		LAST	CHG	HIGH	LOW		LAST	CHG	HIGH	LOW
Dec 17	414'4	0'0	414'4	414'4	Dec 17	601'2	-	-	-	Jan 18	509.5	-0.1	509.5	509.0
Mar 18	432'6	1'2	433'6	431'0	Mar 18	629'0	7'2	629'4	621'4	Mar 18	518.4	0.0	518.4	518.4
May 18	445'0	1'0	445'6	443'4	May 18	635'4	6'6	635'4	628'2	May 18	524.8	-	-	-
<b>Soybean Meal (Composite) (QSM)</b>					<b>Soybean Oil (Composite) (QBO)</b>					<b>Oats (Composite) (QZO)</b>				
	LAST	CHG	HIGH	LOW		LAST	CHG	HIGH	LOW		LAST	CHG	HIGH	LOW
Dec 17	324.7	0.2	325.2	323.5	Dec 17	33.94	0.19	33.94	33.86	Dec 17	247'6	-	-	-
Jan 18	326.4	-0.1	327.3	325.3	Jan 18	34.02	0.17	34.04	33.90	Mar 18	263'0	-0'2	263'0	263'0
Mar 18	329.8	0.0	330.4	328.6	Mar 18	34.23	0.17	34.24	34.09	May 18	269'4	-	-	-

Tabla 1. Itacol. (2018). Mercados. [Tabla]. Recuperado de <http://www.itacol.com/>

## 2. Planteamiento Del Problema

La compañía ITALCOL S.A, ubica en la ciudad de Barranquilla departamento del Atlántico su planta de producción de alimentos concentrados para animales, dentro de la formulación de cada tipo de alimento, más del 60 %, tiene como base un cierto tipo de granel solido agrícola (maíz, torta de soya), que junto con otros ingredientes en menores porcentajes se tiene obtiene un producto final.

Anterior al año 2013, ITALCOL S.A, ha manejado sus importaciones de granel solido agrícola desde los diferentes puertos de la costa norte colombiana, donde se incluye Sociedad Portuaria Regional Barranquilla, Palermo Sociedad Portuaria, Sociedad Portuaria de Santa Marta y Puerto de Tolú, para dicho año mediante un acuerdo de coalición entre Coquecol e ITALCOL S.A deciden crear el terminal portuario privado RiverPort, un pproyecto Industrial y fluvial, ubicado en Barranquillita, con un área construida de 12.362 mts<sup>2</sup>, y un área de patio de carbón 45.348 mts<sup>2</sup>. El proyecto contiene una planta de producción de alimento concentrado para animales, bodega de producto terminado, silos de almacenamiento y las bodegas de almacenamiento de grano, un patio de carbón y dos muelles uno para cargue de carbón y otra para descargue de granos, estos son conectados por medio de un viaducto con una banda transportadora encapsulada capaz de llegar a una productividad máxima de descargue de granos de 800 Ton/h para descargue de granos y 1200 Ton/h para el cargue de carbón.

Aunque en la actualidad ITALCOL S.A, sigue recibiendo importaciones en los anteriores puertos, cuenta con la particularidad de recibir en Riverport alrededor de 5 Motonaves al mes para un tonelaje de casi u115.000 mil toneladas entre granos y harinas dispuestos al ser almacenados en sus silos y bodegas, de allí mismo se abastece la planta de

producción la cual produce alimentos concentrados a nivel nacional, incluso se despacha granel a las demás plantas de producción con la que cuanta la empresa.

De acuerdo a lo anterior la empresa dispone de bodegas de acopio de gran capacidad para el almacenamiento de las materias primas principales, pero se está viendo en la necesidad de costear almacenamiento externo y trasladar el granel recibido ya que la capacidad de las bodegas no se está utilizando en su totalidad debido al sistema mecanizado que actualmente está instalado.

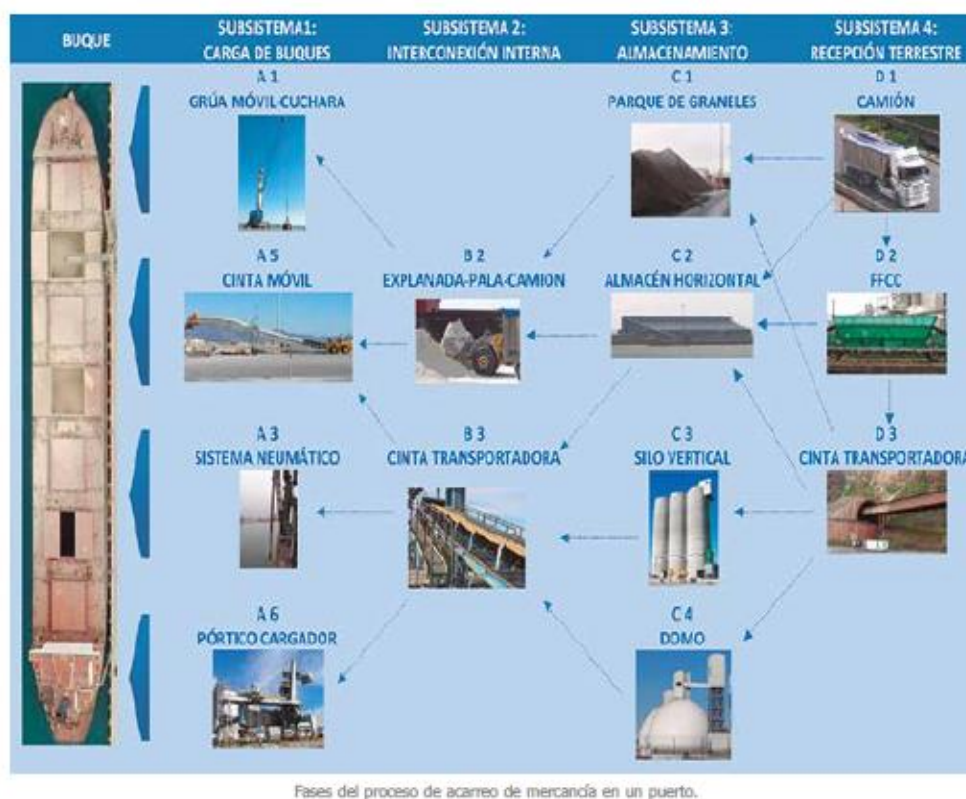


Figura 1. Piñeiro, E. (2015). Fases del proceso de recibo de mercancía. [Figura]. Recuperado de [http://www.puertos.es/es-es/documents/manipulacion\\_graneles\\_solidos\\_baja.pdf](http://www.puertos.es/es-es/documents/manipulacion_graneles_solidos_baja.pdf)

La mercancía es almacenada en bodegas horizontales pero no se está logrando ocupar el 100% de la misma por las condiciones del sistema mecanizado instalado en su interior, ya que solamente está ubicado en la parte central y superior de la misma, lo que incide a que la distribución física del granel no se aloje en la parte de las esquinas del área de la bodega, por lo anterior se tiene que recurrir a almacenamiento externo para cumplir con lo requerido dentro del recibo de acuerdo a las contrataciones y a la cantidad de producto que llega en la negociación.

Por lo anterior, dentro de las instalaciones, se encuentra el área de operación portuaria cuya operación figura en el recibo de motonaves con estos tipos de gráneles solidos los cuales en coordinación y gestión portuaria se efectúa el movimiento y almacenamiento de la misma, se compone además con un conjunto de operaciones necesarias para garantizar el flujo adecuado de la mercancía y el almacenamiento correspondiente.

Es preciso diseñar un sistema que permita la adecuada distribución del granel dentro de la bodega y así ocupar el 100% del almacenamiento de la misma, ello reduciría los costos asociados al almacenamiento externo y al movimiento de la mercancía.

Así mismo, se reciben en la actualidad las siguientes materias primas a granel; Maíz Amarillo (YC), Maíz Blanco (YW), Torta de Soya (SBM), Frijol Soya (YSB), Trigo Rojo (WR), Harina de Galleta (CM), Destilado de Maíz (DDGS), Gluten de Maíz (CGF), entre otros, cabe aclarar que de acuerdo al tipo de producto este es almacenado en silos (granos) y las bodegas (harinas), todo depende de la logística y los inventarios requeridos.

A la fecha actual la empresa ha movilizado casi 18,000 Ton/M, correspondiente a casi 16.000US\$

ALMACENAJE		
Cargo General:		
ITEM	US\$	UNIDAD DE COBRO
Normal áreas cubiertas	0.88	Tonelada
Peligrosa áreas cubiertas	1.10	Tonelada
Normal áreas descubiertas	0.66	Tonelada
Peligrosa áreas descubiertas	0.86	Tonelada
<b>Carga Proyecto</b>		
Área descubierta	3.03	M <sup>2</sup> /día
Área Cubierta	4.95	M <sup>2</sup> /día

Tabla 2. Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla. (2018). Costo Almacenaje. [Tabla]. Recuperado de <http://www.puertodebarranquilla.com/index.php/tarifas-2/>

Los costos en los que está incurriendo la empresa ITALCOL S.A debido a la no eficiente distribución de la materia prima en sus bodegas de almacenamiento debido al sistema actual instalado afecta las utilidades que se generan en la operación sobre las importaciones y el rendimiento de las mismas.

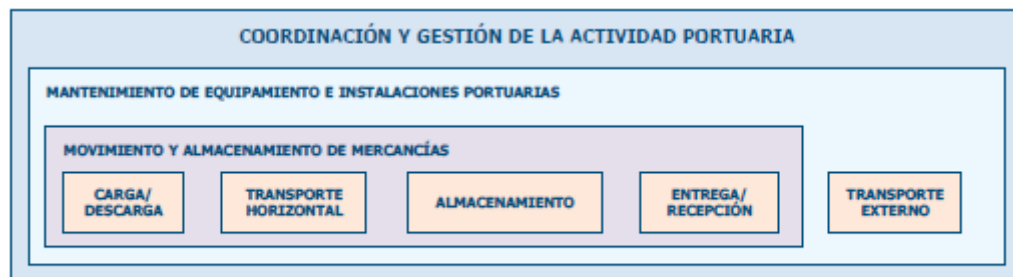
Los costos relacionados al almacenamiento externo encierran en una forma específica lo siguiente; dicho costo corresponde al almacenaje de la materia prima la cual no es posible almacenar en los espacios dispuestos de las instalaciones, según la tarifa para el año 2018 es de 0,88US\$ por tonelada almacenada en área cubierta normal. Seguido esto es importante tener en cuenta que el costo de movilización desde la empresa ITALCOL S.A hasta las bodegas externas de Zona Franca Barranquilla se determina por tonelada transportada, este flete ya está incluido dentro de la tarifa de almacenamiento.

Se tiene pues entonces que para la movilización y almacenamiento de 1 tonelada métrica de granel sólido su valor es de 0,88US\$ según tarifa vigente 2018 para Zona Franca Barranquilla, por lo general la empresa ITALCOL S.A, cuando no dispone del almacenamiento propio en sus instalaciones tiene que reubicar en bodegas externas alrededor de 3,600 toneladas métricas mensuales.

Durante el año anterior la empresa tuvo que reubicar alrededor de 40,000 Ton/M, en bodegas externas lo que incurrió en un costo superior a 35,000US\$.

El análisis y diseño del sistema electromecánico en estudio, servirá de mejoramiento del actual instalado, además como complemento operacional en la eficiente colocación física del granel sólido, permitiendo así la correcta distribución y ocupando el 100% de la capacidad del almacenamiento propio de la compañía.

El almacenamiento de gránulos sólidos en un contexto logístico, figura como aquel medio indispensable para proteger de las condiciones climáticas y del ambiente dicha materia prima, sin embargo las operaciones físicas ligadas al movimiento y almacenamiento de este tipo de granel inciden, de modo evidente, sobre determinados aspectos ambientales. La adecuada gestión de estos aspectos ligados al proceso de almacenamiento, visto éste de un modo amplio, requiere tener en cuenta operaciones o actividades adicionales al mero movimiento de la mercancía que tiene lugar en el muelle o en los sitios de almacenamiento.



Actividades ligadas a la operativa portuaria de gestión de graneles sólidos.

Figura 2. Piñeiro, E. (2015). Coordinación y gestión de la actividad portuaria. [Figura]. Recuperado de [http://www.puertos.es/es-es/documents/manipulacion\\_graneles\\_solidos\\_baja.pdf](http://www.puertos.es/es-es/documents/manipulacion_graneles_solidos_baja.pdf)

Por lo anterior surge la siguiente pregunta.

¿El diseño de un sistema electromecánico de distribución del granel sólido en las bodegas H1-H2-H3 de la empresa ITALCOL S.A, permitirá optimizar la capacidad de almacenamiento y reducción de costos logísticos?



### 3. Justificación

Es importante tener en cuenta como futuro ingeniero mi aporte profesional en el contexto relacionado y en la búsqueda de la optimización del proceso productivo en la cual se está desarrollando este proyecto, desde el punto de vista institucional, las herramientas aprendidas y los conceptos teórico-prácticos son fundamentales a la hora de planear, organizar, dirigir y controlar los procesos, enfocado en el mejoramiento productivo así como también enmarcar el ámbito productivo con estrategias eficaces relacionadas al accionar propio desde el punto de vista organizativo y sobre todo el aprovechamiento de los recursos y de las herramientas presentadas como bases para una buena gestión integral de la empresa ITALCOL S.A.

La presente investigación pretende hacer una revisión, análisis y diseño de un sistema electromecánico el cual se dispondrá dentro de una bodega para almacenamiento de granel sólido y servirá como complemento para la distribución física del producto en toda el área de la misma, teniendo en cuenta las diferentes fases para su diseño, se logrará bosquejar el sistema como tal, teniendo en cuenta los resultados de la investigación. Escudero (2014, p.67) declara, una ubicación adecuada de las mercancías permite rentabilizar al máximo el espacio destinado para almacenaje, realizar las actividades de colocación y extracción de forma fluida y eficaz y, lo que es más importante que los productos almacenados se conserven en perfectas condiciones, “existen varios tipos de almacenaje y en la práctica cada empresa utiliza el que más se adapta a sus necesidades. No obstante, todas las organizaciones persiguen un objetivo común: que el almacén genere los mínimos costes, para así obtener el máximo beneficio empresarial”.

Por lo anterior, hay que tener en cuenta que los costos en los que se están incurriendo por el almacenamiento externo y la transportación de la materia prima hasta Zona Franca Barranquilla y bodegas de la Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla, genera una descompensación económica que afecta las utilidades de la empresa en materia de operaciones y logística, sobre todo al departamento de operación portuaria.

## **4. Objetivos**

### **4.1. Objetivo General**

Diseñar un sistema electromecánico que permita la optimización de la capacidad de almacenamiento de granel sólido agrícola en las bodegas graneleras H1-H2-H3 en la empresa ITALCOL S.A

### **4.2. Objetivos Específicos**

- ✓ Caracterizar los procedimientos relacionados al descargue, almacenamiento y disposición de las materias primas recibidas en la empresa.
- ✓ Efectuar el diseño estructural y mecanizado del sistema de distribución.
- ✓ Estimar de forma preliminar los costos generados y el ahorro proyectado de acuerdo a la propuesta.
- ✓ Presentar los resultados obtenidos de acuerdo al diseño de la propuesta del proyecto.

## 5. Marco conceptual

En el almacenamiento se resguardan las cargas de los distintos productos que manipula la terminal. Es el encargado de prestar un lugar para el almacenamiento de las cargas en aquellos casos en que la entrada y la salida de las mismas a través de la terminal presentan un desfase temporal, tanto por el lado agua como por el lado tierra. Su función puede sintetizarse entonces, refiriéndose a este subsistema como el regulador de la terminal. Para efectuar el almacenamiento, el subsistema puede disponer de distintos sistemas de almacenamiento, los mismos pueden presentar distintas dimensiones y actuar bajo distintos principios de funcionamiento.

Entre los factores que explican la capacidad del subsistema de almacenamiento se destacan los siguientes:

- **Volumen admisible por cada elemento de almacenamiento utilizado:** El volumen de cada elemento de almacenamiento permite definir en cierta medida la capacidad con que cuenta el subsistema, dependiendo de la densidad y la compactibilidad de los diferentes productos serán las toneladas que pueda almacenar cada sistema de almacenamiento de cada uno de ellos.
- **Cantidad de elementos de almacenamiento:** El número total de cada tipo de almacenamiento permite definir la capacidad teórica con que cuenta el subsistema almacenamiento. Para esto se puede definir como capacidad del subsistema a la suma de los volúmenes de cada elemento destinado a realizar almacenamiento de carga.
- **Tiempos de permanencia de las cargas:** Definir el tiempo que permanecen las cargas en el subsistema almacenamiento permite comprender el rendimiento que

puede tener este subsistema. A mayores tiempos de permanencia (menor rotación de las cargas) menor será la cantidad de carga que puede ser almacenada por el subsistema almacenamiento en un intervalo de tiempo definido. Es esperable que las cargas que presenten una mayor criticidad en cuanto a sus requisitos de fiabilidad en la entrega en su destino final (por lo general aquellas de mayor valor) pueden presentar menores estadías en el subsistema.

Un aspecto importante que se debe conocer es la capacidad con que cuenta la terminal en términos de infraestructura disponible y su configuración, equipos disponibles y el modo de operación que lleva a cabo como por ejemplo secuencia de manipulación de los distintos productos, forma en que se efectúan las limpiezas necesarias en las instalaciones, entre otros.

Los factores referidos a las condiciones de infraestructura y de equipos son considerados rígidos, ya que modificarlos implicaría una inversión considerable que quizás requiere un análisis de viabilidad al respecto.

Por otro lado, el modo de operación puede llegar a presentar una facilidad mayor para ser modificado ya que, en caso de requerir una inversión, la misma no sería del mismo monto que una en infraestructura o en equipos y además el tiempo en realizar la modificación puede ser mucho menor (aunque se deberían considerar posibles tiempos de aprendizaje del personal a los nuevos procedimientos adoptados).

## 6. Diseño Metodológico

El presente desarrollo metodológico se formuló a partir de las siguientes etapas:

- ✓ **Salidas de campo y recolección de la información.** En acompañamiento del director de la escuela, se hizo posible la visita de campo a la empresa ITALCOL S.A planta Barranquilla, y se evidenció la problemática presentada así como también la propuesta del trabajo de grado, se utilizaron para la recolección de datos, entrevistas, análisis de contenidos y/o observaciones, entre los operarios del sistema y el personal que hace parte de las tareas logísticas.
- ✓ **Investigación y antecedentes del sistema actual instalado.** De acuerdo a los documentos finales del proyecto entregado por la empresa metalmecánica quienes hicieron el montaje de la estructura se pudo analizar más a fondo como se desarrolló la ejecución del sistema actual y la viabilidad en la implementación de una mejora.
- ✓ **Estudio de la productividad y mejoramiento del sistema actual.** Actualmente el sistema que controla el proceso nos va informando en tiempo real la capacidad de materia prima que es almacenada y físicamente se observa cómo se va estivando internamente el producto en el almacenamiento, al ocupar el espacio destinado por el sistema actual es donde se finaliza el proceso y es allí donde se plantea la opción de mejora del sistema actual.
- ✓ **Investigación de los costes relacionados al almacenamiento actual en la compañía, relacionados al diseño y montaje.** Con Información suministrada por parte del Jefe Logístico y el Coordinador de Operaciones de la empresa, se pudo conocer los costes relacionados al almacenamiento de materias primas a granel tanto dentro como en los demás puertos cercanos a la zona, así mismo se presentan 3 cotizaciones de empresas metalmecánicas de acuerdo al diseño de la propuesta, con el fin de evaluar la más viable y que cumpla con los requisitos, cálculos y los resultados esperados.
- ✓ **Diseño del proyecto mediante diseños en 3D.** El uso de la herramienta tecnológica SketchUp v 2016 de diseño de planos y estructurales nos fue posible elaborar el diseño propuesto mediante fotogramas y un renderizado del planteamiento del problema.

## **7. PROCEDIMIENTO INTERNO PARA RECIBO DE MATERIAS PRIMAS.**

En el almacenamiento se resguardan las cargas de los distintos productos que manipula la terminal. Es el encargado de prestar un lugar para el almacenamiento de las cargas en aquellos casos en que la entrada y la salida de las mismas a través de la terminal presentan un desfase temporal, tanto por el lado agua como por el lado tierra. Su función puede sintetizarse entonces, refiriéndose a este subsistema como el regulador de la terminal. Para efectuar el almacenamiento, el subsistema puede disponer de distintos sistemas de almacenamiento, los mismos pueden presentar distintas dimensiones y actuar bajo distintos principios de funcionamiento.

### **10.1. PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y ALISTAMIENTO DE BODEGAS GRANELERAS.**

Es importante el adecuado uso del almacenamiento teniendo en cuenta por parte del departamento de calidad, de que no exista ninguna otra materia prima en el sitio y por consiguiente la limpieza general, a fin de prevenir infestaciones y contaminación de la carga que se ha de recibir, es importante notar que dentro de los procedimientos legales por parte del Instituto Colombiano Agropecuario ICA, hacer la respectiva revisión de la carga en la motonave y toma de muestras de acuerdo a las políticas y estándares de calidad vigente por el gobierno nacional.

El procedimiento incluye:

#### **10.1.1.Recolección de material.**

Una vez se haya evacuado en gran parte el material con la retroexcavadora y está ya no pueda recoger más con el balde, se ingresa el mini cargador a realizar el abastecimiento del material almacenado en la bodega hacia el despacho preferiblemente con destino planta y luego se procede a recopilar la materia prima y personal oficios varios con las escobas y estopas el material acumulado en las equinas de las bodegas.

#### **10.1.2.Limpieza de estructura y transportador de techo.**

Personal de oficios varios limpian las vigas y la estructura aledaña al transportador utilizando escobas, extensiones y la línea de aire colocando las mangueras en las extensiones para llegar a los lugares más alejados a la plataforma y así no poner en riesgo al personal de caídas al vacío.

Para el caso del transportador de techo también utilizamos la línea de aire con mangueras para soplar este equipo, además limpiamos traseras, motor y las respectivas plataformas.

#### **10.1.3.Limpieza de paredes.**

Para la limpieza de las paredes utilizamos el equipo de elevación de personas para llegar hasta las partes más altas de las paredes y se avanza hasta rodear toda la parte interna de la bodega, mientras en las partes bajas vienen limpiando con escobas y extensiones hasta lograr la total limpieza de las paredes.

Además se le realiza inspección del estado de las paredes para realizar reparación y corrección de grietas y huecos donde se puedan alojar material y que es un posible foco de proliferación de plagas.

#### **10.1.4.Limpieza de piso.**

Luego de tener limpios el transportador de techo, plataformas, estructura y paredes queda un material de estas limpiezas en el piso, por lo cual se procede a la limpieza de



este con las escobas y estopas, se recopila y se le solicita a calidad su revisión y su respectiva disposición (fumigación, consumo o compostaje)

#### **10.1.5. Desmonte de raseras y tapas**

Con el mini cargador se desmontan tapas y raseras para poder acceder al material alojado dentro del canal o cavidad donde se encuentra el transportador de piso.

Se aprovecha que la bodega está vacía para realizar revisión del transportador y el motor, de una vez se realiza los respectivos correctivos como tensión de cadena, correas, lubricación etc.

#### **10.1.6. Limpieza de raseras y tapas.**

Se cierran las llaves de aire para evitar riesgos de atrapamiento por la rasera, de igual forma se bloquea el transportador bajando los interruptores eléctricos o breaker en los tableros eléctrico. El operador de silos debe informar a todo el personal de la labor de limpieza en el transportador para evitar posibles accidentes ya que el personal de oficios varios o contratistas recogen todo el material alojado en este espacio y equipo.

#### **10.1.7. Fumigación de bodegas.**

Se solicita con el proveedor de servicios de fumigación la aspersión y termonebulación de la bodega con productos de tipo insecticidas piretroides para evitar la proliferación de plagas que afecten las materias primas futuras a almacenar. A la hora de realizar esta labor se deben de dejar destapadas las raseras y tapas para un mayor impacto de los insecticidas, de igual forma de sebe dejar cerrada la bodega por periodo no menor a seis (6) horas y como medida de seguridad evitar el ingreso de personas a estas áreas para evitar posibles intoxicaciones, como medida de seguridad se debe colocar letrero de zona fumigada para que personal no ingrese a la bodega, dicho letrero debe tener toda la información necesaria y pertinente de la fumigación.

#### **10.1.8. Colocación de tapas y raseras.**

Antes de colocar las tapas se abren las llaves de aire de las raseras para dejarlas

operativas y luego se procede a colocar las tapas y raseras con ayuda del mini cargador y por último se revisan las señales de apertura y cierre de las raseras.

## **10.2. RECIBO DE MATERIAS PRIMAS**

### **10.2.1. Objetivo.**

Garantizar un recibo productivo y eficiente de las materias primas.

### **10.2.2. Alcance.**

El procedimiento incluye las instrucciones y responsabilidades del operario de control de básculas y silos, desde la calibración de basculas, prueba de equipos hasta la finalización total de las materias primas.

### **10.2.3. Disposiciones Generales.**

- El operario de control de básculas y silos debe realizar calibración de báscula de recibo y rasera de evacuación de la tolva de alivio.
- Se debe verificar, inspeccionar y corregir cualquier fallo en la ruta de recibo antes del arribo de la motonave.
- Es responsabilidad del operario revisar y analizar el plano de estibas de la motonave, bajo las instrucciones de la coordinación de operación portuaria.
- Monitorear el funcionamiento de los equipos involucrados en el recibo de la materia prima.

### **10.2.4. Mantenimiento.**

Informar al jefe de Mantenimiento o en su defecto a su personal a cargo, las fallas y posibles daños presentados en los equipos a lo largo de la ruta e incluyendo las cucharas tipo almeja, equipos de maquinaria pesada, adicional a ello anexar a la respectiva hoja

de vida del equipo.

#### **10.2.5. Seguridad Industrial.**

El personal que hace parte del recibo de materias primas a granel debe respetar las Normas de Seguridad del puerto, además de portar los elementos de protección personal exigidos dentro del proceso, los cuales se enlistan a continuación:

- Casco de seguridad con barboquejo.
- Mascarilla desechable o filtros
- Protectores auditivos tipo tapón o copa
- Botas de seguridad con punteras
- Gafas transparentes de seguridad
- Uniforme

#### **10.2.6. Aseo.**

- Es responsabilidad del Operario de control de básculas y silos velar por la limpieza de la zona de muelle, viaducto, pasarelas sobre silos y bodegas, silos y bodegas de almacenamiento, y sus alrededores.

#### **10.2.7. Equipos E Implementos.**

- 2 Transportadores sobre bodegas
- 3 Transportadores dentro de bodega
- Sistemas de Raseras
- 2 compresores
- 4 Silos de almacenamiento
- 3 Bodegas de almacenamiento
- Elevador de 800 ton/hr
- 3 tolvas de recibo
- Banda de muelle
- Banda de 400 (viaducto)
- Banda sobre silos (Tripper)
- Básculas de recibo (Compuweigh)

- Bomba hidráulica
- Tableros eléctricos
- Tableros de señales y comunicación.
- 3 Pantallas o monitores

### **10.3. PROCEDIMIENTO PARA RECIBO DE MATERIAS PRIMAS A GRANEL**

Es importante conocer de primera mano cómo se distribuye adecuadamente la logística y los procedimientos expuestos en la compañía a fin de determinar la adecuada distribución y localización de la carga en los almacenamientos dispuestos en el puerto.

#### **10.3.1. Reunión de equipo de trabajo.**

Se realiza reunión de todo el equipo de trabajo, en el cual se detalla el manejo de la motonave, en temas de planos de estibas, almacenamiento, productividad etc. Se entrega información a través de correo corporativo.

#### **10.3.2. Preparativos de los almacenamientos.**

Se realizan los respectivos preparativos de los sitios almacenamientos (silos y/o bodegas) limpieza (ver procedimiento) fumigaciones, adecuaciones y reparaciones.

#### **10.3.3. Prueba de equipos.**

En compañía de personal de mantenimiento se realiza con anterioridad a la llegada del buque las prueba de los equipos involucrados en el recibo, se encienden uno a uno ya los cuales se les revisa, inspecciona y corrigen novedades tales como: tensión de cadenas, alineación de banda, óptimo funcionamiento de sensores de monitoreo (sobrecarga, alineación, temperatura, nivel alto, movimiento, apertura y cierre de raseras), lubricación de rodamientos, tensión de correas en los motores, niveles de aceites en lo reductores, estado de tolvas de recibo ( vacías y limpias), estado de cangilones en elevador de recibo, eficiencia del sistema neumático ( compresor, tuberías, electroválvulas y gatos neumáticos) eficiencia del sistema hidráulico (bomba hidráulica, electroválvulas, mangueras, gatos hidráulicos) señales de comunicación de los variadores de velocidad de las tolvas, también se debe revisar el número de extintores en la ruta de recibo y su estado general. Todo queda registrado como evidencia en las órdenes de trabajo realizado por equipo de mantenimiento de operación portuaria.

#### **10.3.4. Registro de la Motonave en el sistema Metalsoft.**

Enciende master de la báscula Compuweigh, monitor, indicador de peso y la bomba hidráulica. Una vez realizado verifica que la motonave a descargar se encuentre montada en el sistema, labor de responsabilidad de RiverPort.

#### **10.3.5. Calibración de báscula de recibo y rasera de evacuación.**

El operador de silos y basculas realiza calibración de bascula de recibo, en la cual sube las pesas patrón con el fin de verificar el óptimo funcionamiento de las celdas de carga, las cuales deben marcar en el indicador de peso 250 kg, al subir en forma individual y una vez se suban las tres (3) pesas patrón debe marcar la sumatoria del conjunto de pesas, es decir 750 kg, de este procedimiento debe dejar reporte y registro fotográfico, una vez termine este procedimiento, realizara la calibración de rasera de evacuación del tolva de alivio de la báscula, la cual debe ingresar con la contraseña del administrador colocar la báscula en modo local e ingresar a las opciones y seleccionar la calibración de los gatos, de este procedimiento también debe realizar reporte y registro fotográfico, por ultimo debe colocar la báscula nuevamente en modo remoto o automático.

#### **10.3.6. Ruta de prueba.**

Una vez se aviste la motonave desde muelle se realiza una ruta de recibo a modo de prueba, con el fin de constatar el buen funcionamiento de equipos y corregir cualquier contratiempo. En esta ruta los equipos deben estar completamente vacíos, para que no se genere transacción con peso de material residual del recibo de motonaves anteriores.

#### **10.3.7. Registro de novedades en el estado de hechos.**

El operador de silos debe registrar en el Estado de hechos todas las novedades que se presentan durante el atraque, operación de recibo y finalización de operaciones con el fin de llevar registros de: primera y última línea, apertura de bodegas, inicio de operaciones, horas de lluvia, paradas por parte del buque, paradas propias, ingreso de maquinaria, horas de finalización de bodegas, frecuencia de variadores, porcentaje de apertura de rasera de evacuación y cualquier novedad que se considere relevante para la operación.

### **10.3.8. Izaje de cucharas de la Motonave.**

Cuando la motonave se encuentre atracada, con la escalera en muelle y tenga el visto bueno de las autoridades competentes se procede con el ingreso a la motonave de los operadores de grúas de buque (güincheros) para la izada de cucharas tipo almeja y puesta en funcionamiento.

### **10.3.9. Configuración de parámetros en la aplicación.**

Antes de iniciar la ruta de recibo, en la ventana de parámetros, en la opción de los generales, el operador de silos configurará los parámetros para el recibo del producto teniendo en cuenta el tipo de materia prima y el direccionamiento de almacenamiento, esto con base a su experiencia y a las recomendaciones del proveedor y diseñador del programa Metalsoft. Tales parámetros son frecuencia de recibo según configuración de tolvas y su direccionamiento, al igual que apertura de rasera de báscula teniendo en cuenta materia prima y su direccionamiento, todo es con el fin de ser altamente productivos y evitar posibles sobrecargas o atascamientos.

### **10.3.10. Apertura de bodegas de buque.**

La motonave abrirá bodegas una vez se tenga el visto bueno de las autoridades competentes para libre platica.

### **10.3.11. Toma de muestras de la carga.**

El departamento de calidad en apoyo con operación portuaria tomaran muestras de la carga para su análisis fisicoquímico y otras propiedades, con el fin de realizar trazabilidad en inicio, durante y finalización del recibo.

### **10.3.12. Programación de Ruta de recibo en el sistema.**

El operador de silos iniciará ruta de recibo ingresando a la ventana Movimientos seleccionará la opción rutas y cuando se abra esta ventana seleccionará la información

correspondiente a: la configuración de tolvas a trabajar, materia prima a recibir y su sitio almacenamiento.

### **10.3.13. Encendido de equipos.**

Una vez guardada la ruta, el operario procede a subir los breaker que hacen parte del proceso de recibo, los cuales se enlistan a continuación e inicia la ruta.

Para silos:

- Rasera de llenado de silo
- Banda sobre silos
- Elevador de recibo
- Bascula de recibo (bomba hidráulica)
- Banda de 400
- Banda de muelle
- Tolvas de recibo

Para bodegas:

- Todos los anteriores
- Apertura de rasera de llenado de bodega
- Transportadores dentro de bodegas o de techo
- Transportador sobre bodegas

### **10.3.14. Monitoreo de ruta de recibo.**

Se monitorea durante todo el transcurso del recibo los equipos y sus respectivos sensores, dado el caso de presentarse una o varias alarmas de fallas de equipos, por sobrecarga, movimiento, alineación, temperatura u otra, el operador de silos debe pausar la ruta y apagar equipos si el sistema no lo hace de forma automática, informar al área de mantenimiento de la operación portuaria, para que ellos verifiquen físicamente el estado de los equipos y descartar cualquier daño o situación anómala que pudiese ocasionar un daño mayor, durante esta inspección el técnico de mantenimiento debe tener a disposición el extintor más cercano al equipo a revisar, bajo la orientación del personal de mantenimiento se realizaran el respectivo encendido de equipos para poner en marcha la ruta de recibo.

Es de responsabilidad del operador conseguir el máximo de productividad del descargue y



registrar este dato hora a hora con su respectiva configuración de parámetros, el cual es consignado en el estado de hechos.

#### **10.3.15. Finalización de materia prima en las bodegas de la motonave.**

Cuando se finalicen las materias primas se debe revisar el sistema y constar que este se encuentre completamente vacía la tolva, al igual que la bodega del buque, una vez se confirme esto el operador finalizará la ruta de recibo y también se revisaran los equipos utilizados para verificar que hayan quedado vacíos y dar por terminado la finalización de recibo de dicho producto para entregar la información del total recibido a la coordinación logística de la operación portuaria. Se ubican en muelle y en su sitio las cucharas y equipos de maquinaria pesada.

#### **10.3.16. Calibración de báscula de recibo y rasera de evacuación.**

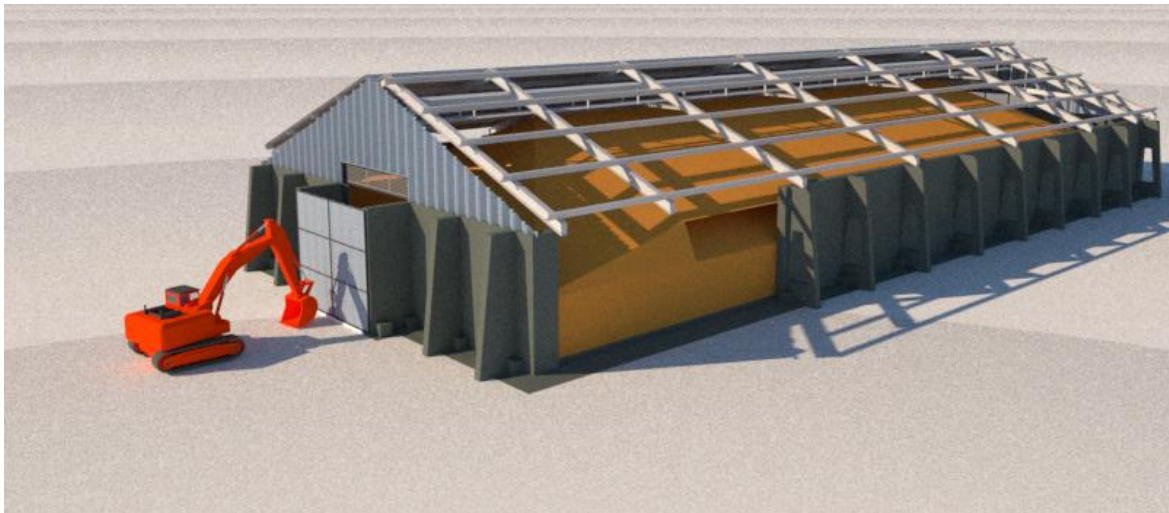
Nuevamente se calibrará la báscula de recibo y la rasera de evacuación, para el cambio de materia prima a recibir o si ya finalizó operaciones de recibo la motonave.

#### **10.3.17. Orden y Aseo.**

Al momento de finalizar las operaciones de recibo todas las áreas involucradas en este proceso se deben dejar aseadas y ordenadas. Las mangueras extraídas de las tolvas deben ser ubicadas para su respectiva disposición final.

## 8. DISEÑO ESTRUCTURAL Y MECANIZADO DEL SISTEMA

Durante la operación de recibo del granel desde la Motonave en muelle, mediante un sistema de bandas transportadoras, elevador de cangilones y transportador de cadenas, el producto hace su recorrido pasando adicionalmente por una báscula bachadora industrial con capacidad de 7000 kg/bache, el cual actualiza de manera instantánea el inventario en dicho almacenamiento, lo anterior es controlado por medio de un PC y un programa para su manipulación, desde un cuarto de control de motores CCM.



*Figura 3. Montt, H. (2018). Prospecto de la Propuesta. [Figura]. Fuente: Propia*

La propuesta relacionada al título del presente proyecto, busca dar solución a un problema de generación de costos relacionados con el almacenamiento de granel sólido agrícola en las bodegas de almacenamiento en las instalaciones de la empresa Itacol.

De esta forma pensando en el diseño estructural de un sistema electromecánico se pueda distribuir de la mejor manera posible parte del granel que se recibe en el área de las esquinas y que tiene como destino dicho almacenamiento.

Así pues la propuesta de acuerdo al diseño, tiende a ser una mejora a un proceso ya incorporado, dando eficiencia y aprovechando la capacidad neta que cada bodega de almacenamiento tiene, a su vez reducirá los costos asociados a los almacenamientos externos que llega a tener la compañía por falta de espacios en sus instalaciones.

### 11.1 Estructura

El sistema a diseñar consta de una tolva de recepción en la parte debajo del transportador, exactamente en la primera y última rasera superior del mismo, de un conjunto de diez que hay instaladas, mediante soportes de sujeción se situará en la base existente del mecanismo actual. En la tolva de recepción estará una rasera doble vía la cual permitirá darle la dirección a la caída del producto, mientras hace su avance, finalmente y mediante dos extremos laterales que estarán conectados a la tolva anteriormente descrita, se logrará dirigir el producto hacia las esquinas del área de la bodega.

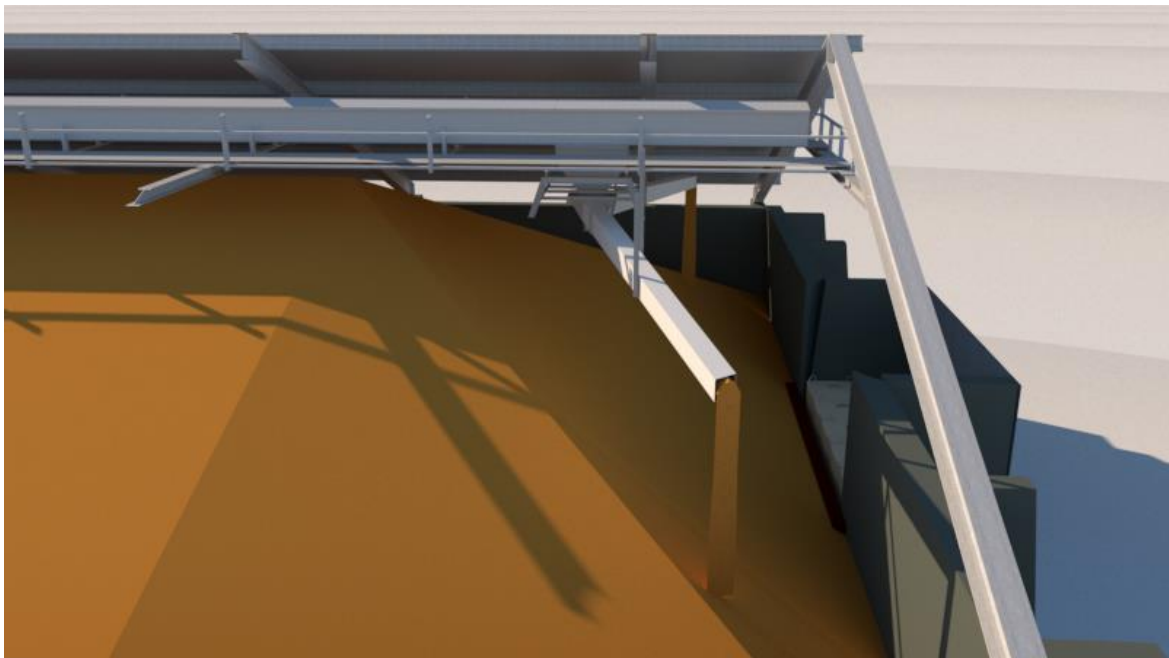


Figura 1. Montt, H. (2018). Prospecto de la Propuesta. [Figura]. Fuente: Propia

## 11.2 Mecanismos y Componentes

- Un cilindro neumático que es el encargado de accionar la rasera doble vía
- Rasera o compuerta doble vía.
- Electroválvulas y acometida neumática y accionamientos.
- 2 canales laterales hechos en láminas anti desgaste 4mm en dirección transversal, encargados de dirigir el producto al área requerida.
- Una tolva de captación, fabricada en lámina anti desgaste.
- Ángulos estructurales en acero galvanizado.

## 11.3 Finalidad

Distribuir de manera controlada la caída del producto en cada esquina de cada bodega de almacenamiento mediante un sistema electromecánico.

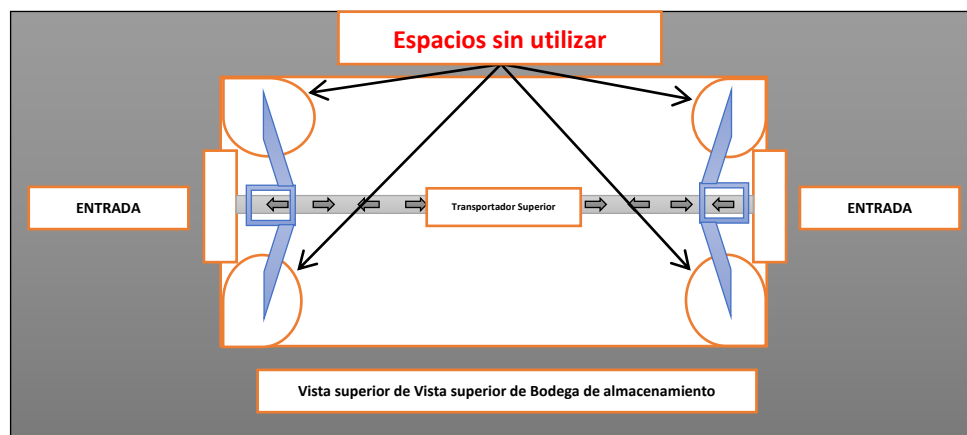


Figura 5. Montt, H. (2018). Boceto D2. Diseño propuesta. [Figura]. Fuente: Propia

## 9.COSTOS Y BENEFICIOS DE LA PROPUESTA.

Las tarifas que actualmente se manejan en los diferentes puertos de la costa varían de acuerdo a las negociaciones y contratos que tiene establecido la compañía con respecto a las condiciones y al tipo de negociación que se haya pactado. Como primera opción por parte de la empresa se tiene las bodegas externas de la Sociedad Portuaria de Barranquilla, puerto en el que actualmente se almacena parte de los BI's (Bill of Lading) por sus siglas en inglés, los cuales por falta de espacio en el puerto de la compañía no se dispone y que por esta razón son trasladados hacia otro puerto de destino. Ver tabla 6.

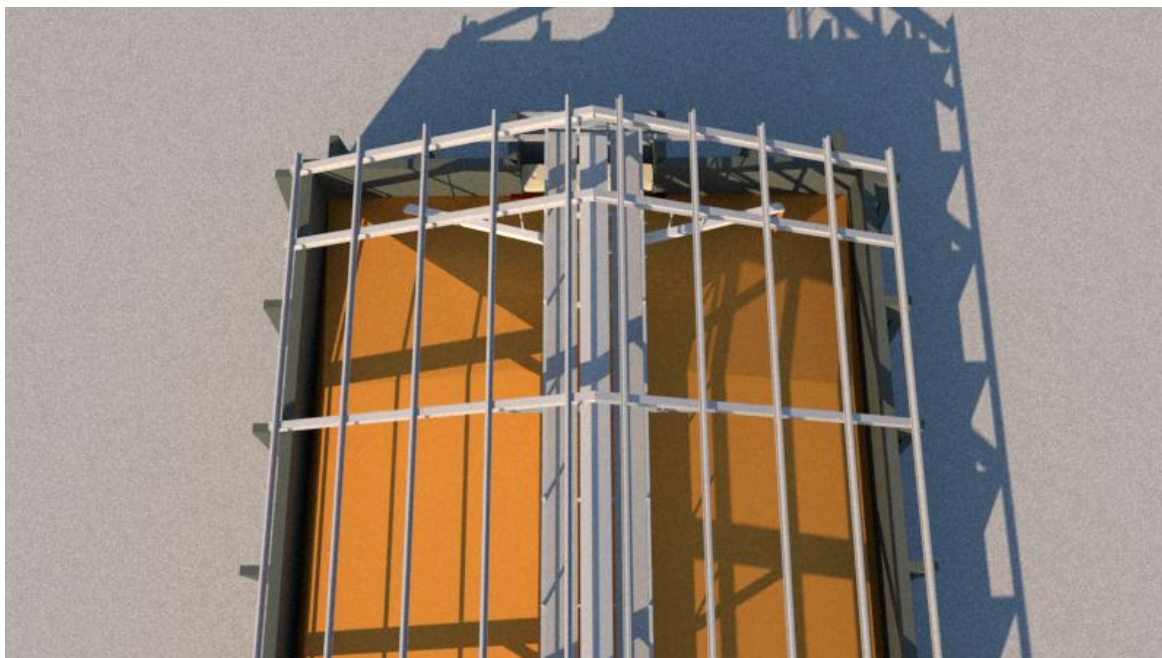


Figura 2. Montt, H. (2018). Boceto D3 y Diseño Propuesta. [Figura]. Fuente: Propia

## 12.1 COSTOS-BENEFICIO

La propuesta sobre la problemática actual para la cual se desarrolla este proyecto, busca diseñar un sistema de distribución electromecánica de granel sólido para llevar el producto a los espacios de la bodega donde dicho producto por la caída en gravedad y su estiba no logra ocupar el 100% de su capacidad, estas bodegas de almacenamientos, fueron construidas para una capacidad neta de 8000 Ton, en la actualidad a dicha capacidad no se ha llegado sino hasta las 6800 Ton, haciendo una diferencia considerable de 1200 Ton, las cuales se debe de llevar a otro puerto y almacenamiento externo, lo anterior ocurre ya que existen puntos relevantes dentro del área de la bodega en donde el producto no se aloja debido a que el transportador que distribuye el producto de forma automatizada lo hace en toda la parte central de la misma y la caída del producto se aloja únicamente en el toda la parte central. Ver figura 04

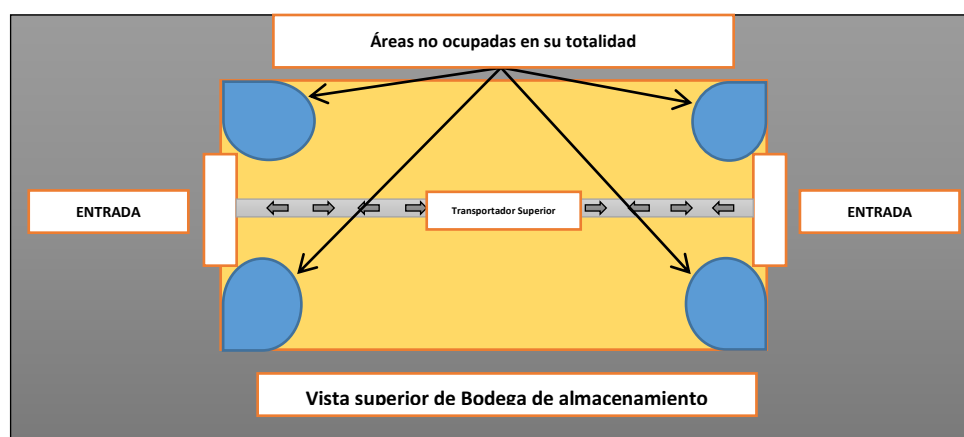


Figura 7. Montt, H. (2018). Área actual de la bodega. [Figura]. Fuente: Propia

Lo anterior refleja un panorama de pérdidas de acuerdo al almacenaje de la materia prima, donde se ve en la necesidad de llevar el buque y su carga restante a otros puertos como por ejemplo Sociedad Portuaria de Barranquilla. **Ver tabla 3.**

ITEM	US\$	UNIDAD DE COBRO
<b>MUELLAJE</b>		
<b>Marítimo Internacional</b>		
De 00:00 a 24:00 h	0,38	Mts-eslora-hora o fracción
De 24:01 a 48:00 h	0,44	Mts-eslora-hora o fracción
De 48:01 a 120:00 h	0,55	Mts-eslora-hora o fracción
Mayor a 120:01 h	0,60	Mts-eslora-hora o fracción
Empresas Navieras con más de 50 recaladas año	Hasta 10%	
Empresas Navieras con más de 100 recaladas año	Hasta 15%	
Lanchas y Yates	100,00	Unidad/mes
<b>Fluvial:</b>		
Remolcador	50,00	Unidad/día
Bote – Gabarra	15,00	Unidad/día hasta 50 mts eslora
Bote – Gabarra	20,00	Unidad/día más de 50 mts eslora
Cabotaje	1,60	Mt./oa/día

Tabla 3. Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla. (2018). Tarifas Muellaje. [Tabla]. Recuperado de <http://www.puertodebarranquilla.com/index.php/tarifas-2/>

### 12.1.1 Costos relacionados al movimiento de granel a otro puerto

Una vez establecidos todos los permisos y tramitado la documentación por parte del agente portuario ante el Departamento de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) de acuerdo con las negociaciones y tarifas vigentes, se procede a movilizar la carga aun en el buque siendo el caso al puerto previamente negociado. **Ver tabla 4**, sobre las tarifas actuales para la Sociedad Portuaria Regional Barranquilla.

<b>USO DE INSTALACIONES A LA CARGA</b>		
Carga General Internacional Normal	5,00	Tonelada-peso
Carga General Internacional Peligrosa	6,25	Tonelada-peso
Granel Internacional Normal	4,50	Tonelada-peso
Granel Internacional Peligrosa	5,63	Tonelada-peso
Cabotaje Normal	1,14	Tonelada-peso
Cabotaje Peligrosa	1,43	Tonelada-peso
Fluvial Normal	1,43	Tonelada-peso
Fluvial Peligrosa	1,79	Tonelada-peso

Tabla 4. Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla. (2018). Tarifas Uso Instalaciones. [Tabla]. Recuperado de <http://www.puertodebarranquilla.com/index.php/tarifas-2/>

### 12.1.2 Costo de operaciones logísticas

Movilizar solamente un buque desde el puerto de la compañía hasta el puerto de destino en este caso Sociedad Portuaria de Barranquilla, tiene un costo de unos US 4000, se cobra además muellaje, uso de las instalaciones a la carga, operador portuario que incluye piloto práctico, remolcadores de atraque, remolcadores de zarpe, amarradores etc, y lo que nos interesa conocer en este proyecto el almacenaje. Ver tabla 03

<b>OPERADOR PORTUARIO</b>		
<b>Uso de instalaciones marítimas:</b>		
Carga general, granel o vehículos	1,10	Tonelada
Contenedores llenos 20'	20,00	Unidad
Contenedores llenos 40'	20,00	Unidad
Contenedores vacíos 20' y 40'	3,25	Unidad
Sacos de correo	0,28	Unidad
<b>Tránsito Internacional:</b>		
Contenedor lleno 20' y 40'		Unidad
Contenedor vacío 20' y 40'	3,03	Unidad
<b>Servicio terrestre:</b>		
Carga general o granel	0,22	Tonelada
Contenedores llenos o vacíos 20' y 40'	2,20	Unidad
<b>Cabotaje:</b>		
Carga general o granel	0,44	Tonelada
Contenedores llenos 20'	6,60	Unidad
Contenedores llenos 40'	8,36	Unidad
Contenedores vacíos 20' y 40'	1,10	Unidad
<b>Fluvial:</b>		
Carga general o granel	0,33	Tonelada
Contenedores llenos 20' y 40'	4,95	Unidad
Contenedores vacíos 20' y 40'	0,83	Unidad

Tabla 5. Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla. (2018). Tarifas Operador Portuario. [Tabla]. Recuperado de <http://www.puertodebarranquilla.com/index.php/tarifas-2/>

### 12.1.3 Costo de descargue y almacenamiento externo.

Actualmente la tarifa de cobro para la compañía por parte de Sociedad Portuaria de Barranquilla, se pacta en 0,88 USD/Ton almacenada, el producto descargado es almacenado en bodegas graneleras cubiertas. Ver tabla 04



ALMACENAJE		
Cargo General:		
ITEM	US\$	UNIDAD DE COBRO
Normal áreas cubiertas	0,88	Tonelada
Peligrosa áreas cubiertas	1,10	Tonelada
Normal áreas descubiertas	0,66	Tonelada
Peligrosa áreas descubiertas	0,86	Tonelada
Carga Proyecto		
Área descubierta	3,03	M2/día
Área Cubierta	4,95	M2/día

Tabla 6. Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla. (2018). Tarifas Almacenaje. [Tabla]. Recuperado de <http://www.puertodebarranquilla.com/index.php/tarifas-2/>

### 12.1.4 Beneficio de almacenamiento externo

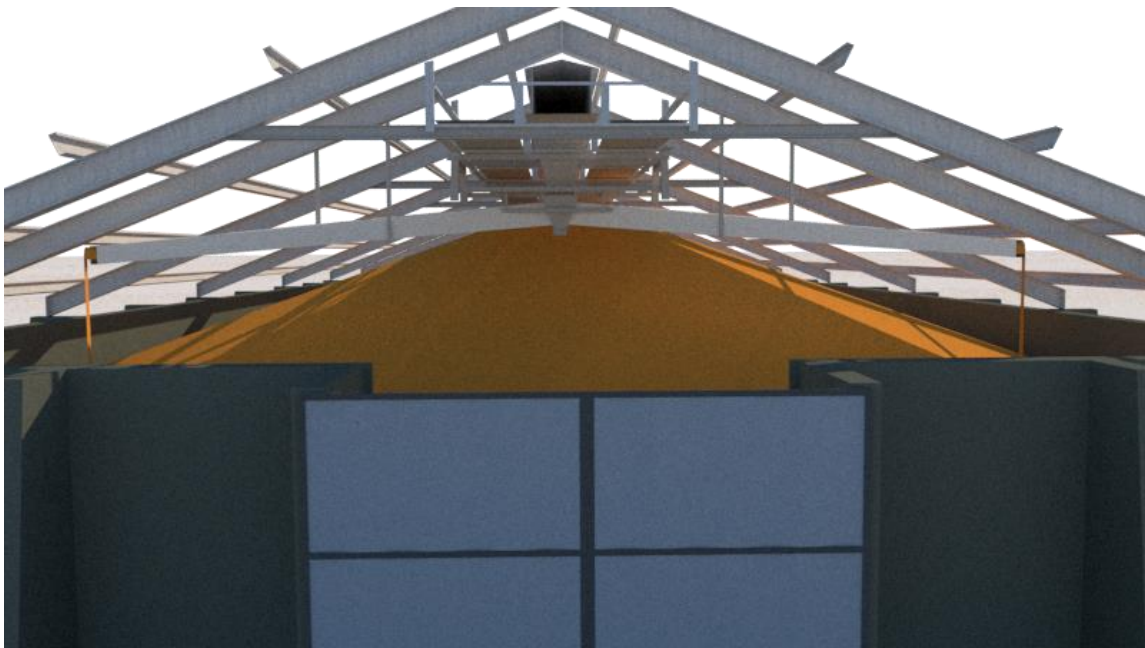
Actualmente la Sociedad Portuaria de Barranquilla, prima un periodo de gracia a la compañía por sus relaciones contractuales por un término máximo de 10 días, tiempo en el cual NO cobra por el almacenaje de la carga en sus instalaciones, después de ese tiempo. Ver tabla 7

ITEM	US\$	UNIDAD DE COBRO
Carga Granel		
Década	Valor CIF Mayor Tonelaje	
1a	0,88%	
2a	0,99%	
3a	1,10%	
Más de 1 mes	1,65%	

Tabla 7. Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla. (2018). Tarifas Periodo de gracia [Tabla]. Recuperado de <http://www.puertodebarranquilla.com/index.php/tarifas-2/>

## 10. ANALISIS Y RESULTADOS

El diseño de acuerdo a la propuesta, busca reducir el costo de movilización y almacenamientos externos para las importaciones que realiza la empresa ITALCOL S.A, de modo que implementando el sistema de distribución electromecánico en las bodegas 1-2-3 de igual capacidad, se logren ubicar 3600 Ton en total, que representan un ahorro en el uso de instalaciones externas por casi 7761.09 USD y con respecto al almacenamiento externo por valor de 1053.97 USD/día, lo anterior de acuerdo a la TRM actual.



*Figura 6. Montt, H. (2018). Boceto D1. Diseño propuesta. . [Figura]. Fuente: Propia*

Ítem	Descripción	Unidad de cobro	US\$	Cantidad
1	Muellaje	Hora / fracción (24 Hrs)	0,38	9.12 USD
2	Uso de instalaciones marítimas.	Tonelada (2400 Ton)	1,1	2640 USD
3	Uso de instalaciones a la carga. Granel internacional normal	Tonelada (2400 Ton)	1.8	4320 USD
5	Almacenamiento Externo	Tonelada (2400 Ton)	0,88	2112 USD
<b>Total A</b>			6.48	9081.12 USD COP 27'270.603

Tabla 8. Montt, H. (2018). Costo Movilización del buque. [Tabla]. Fuente Propia

Ítem	Descripción	Unidad de cobro	US\$	Cantidad
1	Almacenamiento normal en área cubierta	Tonelada/día (2400 Ton)	0,88	2112 USD
<b>Total B</b>			0,88	COP 6'342.336

Tabla 9. Montt, H. (2018). Costo Almacenamiento Externo. [Tabla]. Fuente Propia

Teniendo en cuenta lo anterior, se tiene que el costo de movilización y almacenamiento da un total de \$ 27'270.603.00 correspondiente a 2400 toneladas después de los 10 primeros días del periodo de gracia y la movilización del buque con la maniobra realizada el mismo día del descargue.

### 13.1 Análisis y resultados previos

De acuerdo a lo anterior se determina lo siguiente:

- Movilizar un buque hacia el puerto de Barranquilla con tonelaje igual a 2600 Toneladas Métricas en granel representa un costo de 2112 USD, mientras que tenerlo en las instalaciones no acarrea tal cuantía, ya que el operador marítimo ya

ha hecho el movimiento desde zona de fondeo hasta el muelle privado, es decir pagaría el doble por la movilización hacia el otro puerto.

- El costo de almacenaje en bodegas internas del puerto de barranquilla para un tonelaje de 2400 Toneladas Métricas de granel representa un costo de 2112 USD/día.

### 13.2 Análisis sobre ahorro y costo de inversión referente a la propuesta del diseño.

A continuación se resumen 3 cotizaciones de las empresas ofertantes, quienes valorizaron la ejecución del sistema mecanizado obteniendo lo siguiente:

Nombre empresa	Descripción	Cantidad	Valor total. (Iva incluido)
Dimmep Ltda	Construcción y montaje de sistema electromecánico en transportador existente en bodega granelera	2	\$ 32.586.250.00
B&T s.a.s	Construcción y montaje de sistema mecánico en bodega almacenamiento	2	\$ 28.852.000.00
G.R.A Ltda	Construcción y montaje de sistema metalmecánico en bodega de almacenamiento	2	\$ 30.310.000.00

Tabla 10. Montt, H. (2018). Cotizaciones. [Tabla]. Fuente Propia

Podemos analizar que la inversión requerida para dar una posible solución al problema presentado en la capacidad de almacenamiento mediante un sistema mecanizado de distribución física de granel solido en la bodega de almacenamiento de la empresa ITALCOL S.A, es viable, teniendo en cuenta los costos presentados de acuerdo a movilización y almacenamientos externos se está tomando con un solo buque recibido y una sola operación, actualmente por mes se están recibiendo hasta 4 motonaves con granel solido agrícola.

De las 3 cotizaciones ofertadas la de menor valor es la de la empresa B&T s.a.s, siendo una opción para una posible ejecución del diseño planteado.

La inversión necesaria para ejecutar dicho proyecto en términos económicos y de solución al diseño de la problemática con respecto a los costos generados hace ver que es posible implementarla a futuro con el fin de reducir los costos internos que la compañía está incurriendo debido a la problemática planteada.

### 13.3 Análisis sobre la Tasa Interna de Retorno TIR y viabilidad del proyecto.

Luego de obtener los flujos de caja correspondientes al año 2017 de la compañía con respecto a la importación recibida en cada trimestre del año en mención, se procede a realizar la siguiente tabla con los datos obtenidos.

CONSOLIDADO MATERIA PRIMA RECIBIDA AÑO 2017							
Mes	Toneladas Recibidas	Recibido Trimestre	Toneladas Trasladas	Días almacenados en bodega externa	Valor USD	Valor en COP	Flujo de Caja año 2017
Ene	49.082	175.049	11.000	8	77.440	\$ 162.236.800	\$ 36.457.854
Feb	56.207						
Mar	69.760						
Abr	42.816	91.190	2.900	5	12.760	\$ 26.732.200	\$ 13.654.572
May	21.050						
Jun	27.324						
Jul	11.035	119.782	6.200	6	32.736	\$ 68.581.920	\$ 16.521.452
Ago	51.109						
Sep	57.638						
Oct	27.167	167.722	9.000	7	55.440	\$ 116.146.800	\$ 19.521.512
Nov	78.452						
Dic	62.103						
Totales	553.743	553.743	29.100	26	178.376	373.697.720	86.155.390
					USD	COP	COP

Tabla 11. Montt, H. (2018). Consolidado Materia Prima Recibida año 2017. [Tabla]. Fuente Propia

Así mismo procedemos a calcular la TIR con los siguientes Datos:

DATOS		VALOR			
Numero de Periodos		4			
Tipo de Periodo		Trimestral			
Tasa de Descuento		10%			
DETALLE	PERIODO				
	0	1	2	3	4
FLUJO NETO EFECTIVO PROYECTADO	-\$ 28.852.000	\$ 36.457.854	\$ 13.654.572	\$ 16.521.452	\$ 19.521.512

Tabla 12. Montt, H. (2018). Datos TIR. [Tabla]. Fuente Propia

Seguido calculamos la VAN, de acuerdo a la cotización seleccionada, ajustamos la inversión en el periodo 0.

Nro.	FNE	(1+i)^	FNE/(1+i)^
0	-28.852.000		-28.852.000
1	36.457.854	1,10	33.143.504
2	13.654.572	1,21	11.284.770
3	16.521.452	1,33	12.412.811
4	19.521.512	1,46	13.333.455
			<b>41.322.541</b>

$$VAN = -I_{nv} + \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+i)^j}$$

<b>VAN</b>	<b>41.322.541</b>
------------	-------------------

Análisis:

Obtenemos una VAN positiva o mayor que Cero, los beneficios generados del este proyecto son superiores a los costos incurridos por el mismo. Es decir que después de pagar las obligaciones de dicho proyecto, queda un saldo favorable para el inversionista siendo aceptado el proyecto para su posterior ejecución.

Luego se calcula la TIR para conocer la viabilidad de la implementación del proyecto:

TASA INTERNA DE RETORNO	
Tasa de Descuento	VAN
0%	\$ 57.303.390
5%	\$ 48.587.113
10%	\$ 41.322.541
15%	\$ 35.199.911
20%	\$ 29.987.222
25%	\$ 25.508.204
30%	\$ 21.627.161
35%	\$ 18.238.359
40%	\$ 15.258.490
45%	\$ 12.621.232
50%	\$ 10.273.281
55%	\$ 8.171.412
60%	\$ 6.280.280
65%	\$ 4.570.762
70%	\$ 3.018.683
75%	\$ 1.603.842
80%	\$ 309.251
85%	(\$ 879.468)
90%	(\$ 1.974.544)
95%	(\$ 2.986.441)
100%	(\$ 3.924.154)

<b>TIR</b>	<b>81,26%</b>
------------	---------------

La tasa interna de retorno es **MAYOR** que la tasa de descuento inicial. Significa que el interés equivalente sobre el capital generado por el proyecto es superior al interés mínimo aceptable del capital invertido. Por lo tanto la puesta en marcha del proyecto es aceptable de modo que se recomienda su inmediata ejecución.

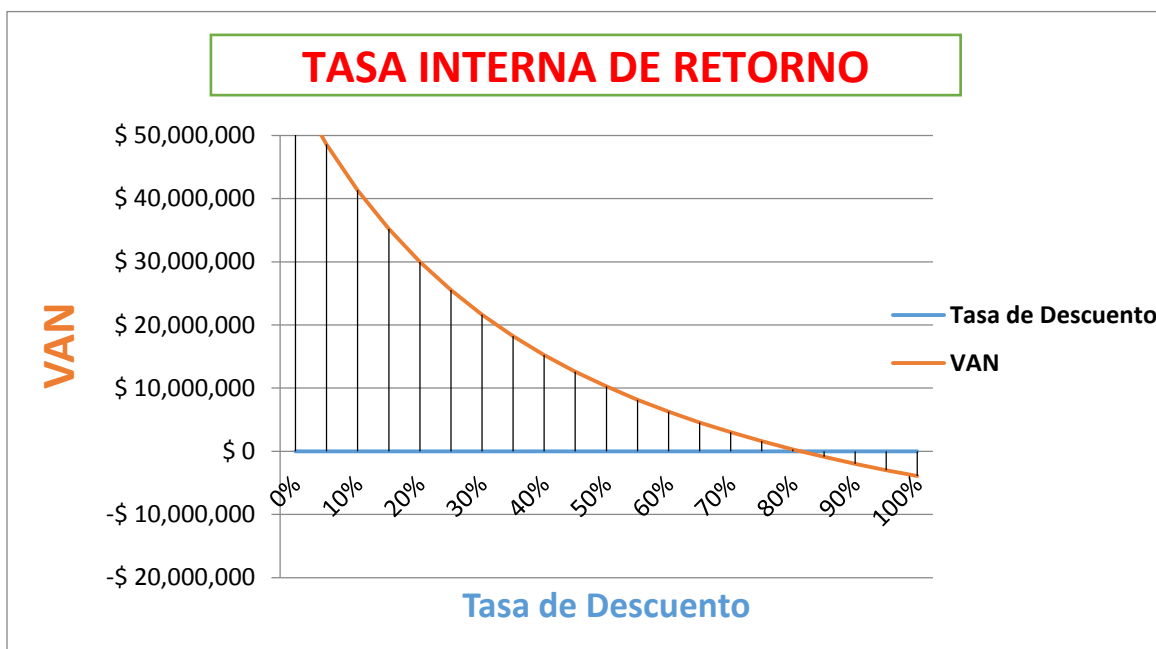


Figura 7. Montt, H. (2018). Tasa Interna de Retorno. [Figura]. Fuente: Propia

## 11. CONCLUSIONES

- El proceso de mejora continua de acuerdo al diseño estructural busca integrar de manera eficiente las proyecciones eficientes con respecto a los indicadores y al cálculo de materia prima que se puede lograr almacenar en las áreas a intervenir.
- La disponibilidad de inventario de acuerdo a cada materia prima recibida servirá en torno a la productividad y a los despacho de las demás plantas que integran el grupo empresarial.
- En consideración con el diseño del sistema electromecánico, se fijó de acuerdo a la necesidad de mejora que actualmente se encontró en el proceso y en el área determinada, de tal forma que fue posible evidenciar los hallazgos encontrados así como también la optimización del proceso mediante un análisis investigativo y ampliamente relacionado con la propuesta elaborada.
- El proyecto es viable a largo plazo para la compañía ya que su inversión se relaciona teniendo en cuenta los costos asociados donde garantizan la utilidad de la misma.
- El diseño del sistema electromecánico abona la forma correcta de distribución de la materia prima recibida en las áreas necesitadas de las bodegas H1-H2-H3 de la empresa ITALCOL S.A.





## **12. ANEXO**

Los Anexos son documentos o elementos que complementan el cuerpo del trabajo y que se relacionan, directa o indirectamente, con la investigación, tales como acetatos, cd, normas, etc. Los anexos deben ir numerados con letras y usando el estilo "Título anexos".

## Bibliografía

- Escudero, M. (2014). Logística de almacenamiento. Madrid: Ediciones Paraninfo. Recuperado de: [https://books.google.com.co/books?id=AnC6AwAAQBAJ&pg=PR4&lpg=PR4&dq=Escudero,+M.++\(2014\).+Log%C3%ADstica+de+almacenamiento.+Madrid:+Ediciones+Paraninfo.&source=bl&ots=ZLx2CCFotd&sig=Iis-AOadgcdmQgea9E-OkBepdo0&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiR5YqrvorWAhVQ-GMKHevpBQoQ6AEINzAD#v=onepage&q=Escudero%2C%20M.%20\(2014\).%20Log%C3%ADstica%20de%20almacenamiento.%20Madrid%3A%20Ediciones%20Paraninfo.&f=false](https://books.google.com.co/books?id=AnC6AwAAQBAJ&pg=PR4&lpg=PR4&dq=Escudero,+M.++(2014).+Log%C3%ADstica+de+almacenamiento.+Madrid:+Ediciones+Paraninfo.&source=bl&ots=ZLx2CCFotd&sig=Iis-AOadgcdmQgea9E-OkBepdo0&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiR5YqrvorWAhVQ-GMKHevpBQoQ6AEINzAD#v=onepage&q=Escudero%2C%20M.%20(2014).%20Log%C3%ADstica%20de%20almacenamiento.%20Madrid%3A%20Ediciones%20Paraninfo.&f=false)
- García, L. A. (2008). Gestión logística integral. Bogotá. Ecoe Ediciones. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/146352393/Gestion-Logistica-Integral-L-A-Mora-Garcia-pdf>
- I Cos, J. P., De Navascués, R., & Esteban, M. Y. (1998). Manual de logística integral. Ediciones Díaz de Santos. Recuperado de: <http://www.editdiazdesantos.com/libros/pau-i-cos-jordi-manual-de-logistica-integral-C03003450901.html#contenido>
- Amieva, Juan Francisco. Campañaro, Charo. Análisis de las terminales de gránulos sólidos. Recuperado de: [https://labs.ing.unlp.edu.ar/uidic/archivos\\_publicaciones/tmp/An%C3%A1lisis%20de%20las%20terminales%20de%20Graneles%20S%C3%B3lidos.pdf](https://labs.ing.unlp.edu.ar/uidic/archivos_publicaciones/tmp/An%C3%A1lisis%20de%20las%20terminales%20de%20Graneles%20S%C3%B3lidos.pdf)