

**DISEÑO DE MÁQUINA DOSIFICADORA Y EMPACADORA DE SACOS DE
ARENA DE 25 KG**

**ESTEBAN MERINO PÉREZ
JORGE IVÁN GIL CARMONA**

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

**ASESOR
CRISTIAN ANDRÉS GONZALEZ
INGENIERO MECÁNICO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA MECÁNICA
MEDELLÍN
2016**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

3Firma del jurado

Medellín, 31 de Mayo de 2016

DEDICATORIA

“Cuando Dios quiere iluminar tu vida, él pone estrellas a tu alrededor en forma de personas y depende únicamente de ti si las dejas apagar o que brillen para siempre”.

El presente proyecto va dedicado en primera instancia a nuestros padres y hermanos que con su lucha inagotable han hecho posible que nuestras vidas sean exitosas y a nuestros amigos que han estado presente con un apoyo incondicional durante todo el proceso.

“La experiencia es directamente proporcional a la cantidad de material destruido durante la realización de experimentos.”

Anónimo

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por permitirnos la existencia en este mundo, por habernos brindado la oportunidad de estudiar en esta institución, de igual forma, nuestros más sinceros agradecimientos a todos los profesores que compartieron sus conocimientos sin ningún tipo de egoísmo en el transcurso de toda la carrera con la firme convicción de que el amor al estudio y al trabajo, es la única pasión eterna.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. JUSTIFICACIÓN	4
4. OBJETIVOS.....	5
4.1 GENERAL.....	5
4.2 ESPECÍFICOS.....	5
5. ESTADO DEL ARTE	6
5.1 sistema dosificador.....	6
5.2 clases de dosificadores	7
5.2.1 Dosificador volumétrico	7
5.2.2 Dosificador a pistón	9
5.2.3 Dosificador por gravedad.....	10
5.2.4 Dosificador por medio de balanza multicabezal.....	10
5.2.5 Dosificadora a tornillo y balanza	11
5.2.6 Dosificador con canales vibratorios.....	12
5.3 tolva de almacenamiento	13
5.4 Características físicas.....	14
5.4.1 Granulometría	15
5.5 materiales en el diseño mecánico.....	16
5.5.1 Propiedades mecánicas.....	17
5.5.2 Clasificación de los materiales.....	17
5.6 Sensor	18
5.7 Medidores de nivel en sólidos.	19
6. DISEÑO DEL SISTEMA DOSIFICADOR	20
6.1 Etapa 1: Descripción del sistema Actual.	20
6.2 Etapa 2: Parámetros de diseño.....	22
6.3 Calculo del sistema dosificador de arena.....	27

6.3.1 Cálculos que garantizaron el peso de arena seca empacando arena húmeda	28
6.3.2 Inclinación del ducto de descarga	29
6.3.3 Flujo del sistema.....	30
6.3.4 Calculo del diámetro de la tubería.....	32
6.3.5 Tiempo de llenado de un saco	33
6.4 etapa 3: modelado CAD.	34
7: LEVANTAMIENTOS DE PLANOS.....	37
7.1 Etapa 4: diseño del sistema de control de dosificación de arena.....	42
7.1.2 selección del cilindro neumático	42
7.1.2 Selección de sensores	45
7.3 Electro válvula de 5/2.....	46
7.4 cálculo de la potencia del alimentador del sistema de control	47
7.5 Control del sistema.....	48
7.5.1 Componentes de control	48
7.5.2 Secuencia de control	48
8. ANEXOS	51
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
11. CONCLUSIONES.....	67

LISTADO DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Partes de un sistema dosificador.	7
Figura 2	características del producto granulado	17
Figura 3	clasificaciones de los materiales	18
Figura 4	sensores y su clasificación	20
Figura 5	Experimento general para hallar el ángulo de reposo de la arena	29
Figura 6	Ducto de descarga del sistema dosificado	30
Figura 7	conjunto dosificadora de arena	34
Figura 8	conjunto de dosificación de arena	35

LISTADO DE IMÁGENES

		Pág.
Imagen 1	Dosificador volumétrico.	8
Imagen 2	Dosificador a tornillo sinfín.	9
Imagen 3	Dosificador a pistón.	9
Imagen 4	Dosificador por gravedad.	10
Imagen 5	Dosificador por medio de balanza multicabezal.	11
Imagen 6	Dosificador a tornillo y balanza.	12
Imagen 7	Dosificador con canales vibratorios.	13
Imagen 8	Tolvas de almacenamiento de arena de la empresa	21
Imagen 9	Empaque manual sin control en el peso de los sacos	22
Imagen 10	experimento para saber el tiempo de llenado de un saco de arena de 25 kg	33
Imagen 11	sensor capacitivo 871TM	44
Imagen 12	Electro válvula de 5/2	45

LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Propiedades químicas de la arena	15
Tabla 2 granulometría de la arena	15
Tabla 3 Datos generales para cálculos del sistema dosificador	27
Tabla 4 Ángulos de las arenas para fluir	29
Tabla 5 selección del cilindro neumático	42
Tabla 6 velocidades máximas de los cilindros neumáticos	43
Tabla 7 Ficha técnica de los sensores capacitivos de proximidad SIMATIC PXC	46

LISTADO DE PLANOS

		Pág.
Plano 1.	Posicionamiento de sensores	36
Plano 2	Estructura de la tolva.	37
Plano 3.	División de la compuerta	38
Plano 4.	Estructura dosificadora.	39
Plano 5	Dimensiones volqueta vs sistema dosificador.	40
Plano 6	Diagrama del Sistema	49

LISTADO DE ANEXOS

		Pág.
Anexo 1.	Cotización lámina de ¼" 8 x 20.	50
Anexo 2.	Cotización cilindros neumáticos y accesorios.	51
Anexo 3.	Cotización tubería ducto de descarga.	55
Anexo 4.	Cotización y características celda carga.	56
Anexo 5.	Otros costos	59
Anexo 6.	Cotización fabricación y montaje	60

RESUMEN

La empresa Concrearenas proveedores de arena y que actualmente funciona en el sector de la construcción, realiza el proceso de dosificación, empaque y sellado de sacos de arena de forma manual, demostrando que posee poca competitividad respecto a las demás empresas del sector, esto debido a la falta de un diseño que le permita a concrearenas actualizar su sistema de empaque de arena.

Con base en lo anterior, en este proyecto se pretende desarrollar un diseño de bajo costo que permita a esta empresa dosificar, empacar y sellar de una manera confiable, más veloz y segura sacos de 25 kg de arena, optimizando su proceso productivo y aumentando las utilidades dadas las actuales velocidades de producción.

Palabras clave:

Dosificadora, tolva, diseño, arena, selladora, confiabilidad, industria, competitividad, tecnologías.

ABSTRAC

In the small and medium-sized industries the dispensing process, packaging and sealing bags of sand becomes in an artisanal way, demonstrating the low competitiveness of this industrial sector with regard to the majors, which is reflected directly in the low earning potential of technologies that mitigate this need.

In the current technologies, it implements a design which allows for this sector to acquire at a low cost a team dispensed, packing, and reseal reliably and securely 25 kg bags of sand to a rate of 20 bags per hour, optimizing their production process and reducing the losses by low production speeds.

Key Words:

Batching, hopper, design, sand, sealer, losses, reliability, industry, competitiveness, technology.

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto que se propone a continuación surge de la necesidad de la empresa Concrearenas Ltda., (productora y comercializadora de arena para la construcción), de empacar correcta y ordenadamente los sacos de 25 kg del producto, ya que actualmente el proceso es manual, es inexacto y genera poca rentabilidad a la empresa y con riesgos ergonómicos al empleado que lo ejecuta.

Así pues, este proyecto plantea el diseño de una maquina dosificadora de arena por un sistema que permita dosificar, empacar y sellar sacos de arena de 25 kg a una rata de 20 sacos por hora, permitiendo generar valor agregado a su presentación, haciendo el proceso más cómodo y facilitando el control de inventario.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proceso de producción de la empresa Concrearenas funciona de la siguiente manera: en una cantera hay ubicadas varias tolvas, las cuales dosifican vehículos tipo volqueta, para luego ser transportados al cliente final. En ocasiones el cliente, que tiene su propio vehículo, se acerca a la cantera en donde se hace el llenado del mismo.

Dicha empresa ofrece su producto al cliente de dos maneras diferentes, una mediante dosificación directa al vehículo (clientes mayoristas) y otra mediante dosificación indirecta (cliente minorista). Esta última forma funciona de la siguiente manera:

Se llena de arena una volqueta de la empresa, luego esta se desplaza a un lugar cercano dentro de la misma empresa y vacía el producto sobre el suelo, luego manualmente un operario utilizando una pala llena un costal a tope. Este proceso se repite N veces y puede durar aproximadamente 4 min por saco. N es el número de sacos de 25 kg realizado por un cliente minorista. El operario llena el saco y una vez lleno realiza el desplazamiento del saco al lugar de acopio en forma manual, y luego su desplazamiento al vehículo que lo llevará al cliente minorista se realiza también en forma manual.

Este proceso además de no garantizar la precisión de llenado de producto, demuestra una deficiencia en la producción del 25%, en comparación con los 20 sacos/hora de la industria tecnificada.

Por otro lado genera en el operario Problemas de Salud y seguridad e higiene en el trabajo.

Se identifica una falencia en el control de peso de este proceso, ya que se presentan pérdidas de producto por exceso de arena en cada saco como también falta de producto en el mismo; se sugiere un sistema de dosificación y empaque aleatorio que pueda diversificar su proceso llevándolo a empaque de sacos de 25 kg, garantizando que cada uno de éstos conserve la medida precisa en todas sus unidades.

3. JUSTIFICACIÓN

En la empresa Concrearenas el empaque de arena en sacos se hace de forma manual, esto debido a la falta de innovación en el proceso de producción, lo que genera niveles de productividad muy bajos, demostrados en calidad y competitividad, comparado con los mercados locales.

Cuando se manipula la materia prima se presentan errores que pueden generar pérdidas al dosificar producto, ya que no se cuenta con un sistema de control de peso que garantice la cantidad de producto exacto en cada saco.

Se propone un diseño de máquina dosificadora que logre optimizar el empaque de sacos de arena de 25 kg a una rata de 20 sacos por hora, dinamizando el proceso productivo de forma tal que dicha industria sea competitiva en el mercado.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Diseñar un equipo industrial de dosificación, empaque y sellado de sacos de arena de 25 kg, el cual se acople al sistema de producción ya existente en la empresa Concrearenas Ltda.

4.2 ESPECÍFICOS

- Diseñar un dispositivo de dosificación por medio de una tolva que garantice una rata de materia prima de 20sacos /hora.
- Realizar un modelo CAD que se ajuste al prototipo real.
- Elaborar costos y presupuestos para la fabricación del diseño propuesto
- Seleccionar los materiales ideales para la durabilidad de la maquina a diseñar.
- Diseñar un sistema de control electro-mecánico que permita una dosificación exacta del producto.

5. ESTADO DEL ARTE

5.1 sistema dosificador

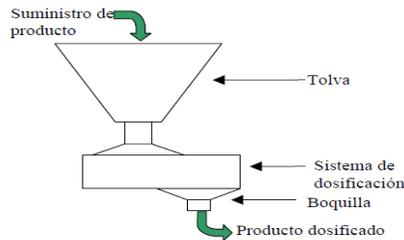
Un dosificador es un equipo que por lo general forma parte integral de una línea de producción. La función del dosificador es entregar o suministrar de forma ágil la cantidad de material o insumo necesario para la realización de un sistema.

Al pasar cerca de una fábrica de concreto, se observa en estas unas torres metálicas esas torres metálicas son precisamente un tipo de "dosificador" el cual deja caer la cantidad exacta de arena, grava o cemento necesaria para hacer concreto en las ollas de mezclado.

En pocas palabras un dosificador es un mecanismo que proporciona la cantidad exacta de algún material de manera más exacta y automatizada con el fin de optimizar una operación.¹

¹ Referencia tomada de: Girón Juárez, Pedro. 2010. Construcción y evaluación de una máquina dosificadora de micorrizas, tesis profesional, Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola. Chapingo, México. Disponible en: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16483/00781358.pdf?sequence=1>.

Figura 1. Partes de un sistema dosificador.²



5.2 clases de dosificadores

Dependiendo de características como el proceso que realizar para obtener la medida del producto se puede clasificar en dosificadores volumétricos o por peso esto principalmente viene dado por características propias de los productos que hacen que sea más sencillo utilizar uno de estos métodos para obtener dosificaciones precisas, reduciendo costos y tiempos en la dosificación.

Los equipos de envasado no manuales, utilizan distintos tipos de dosificadores dependiendo del producto que se trabaje. La función del dosificador es fraccionar de forma precisa y autónoma el producto a envasar.

Aquí se describirán los dosificadores de uso más común pero puede existir el uso combinado de éstos o alguno diseñado específicamente para un requerimiento en particular.

5.2.1 Dosificador volumétrico

Como se muestra en la imagen 1, el este dosificador consiste de una tolva que acumula el producto a envasar y un número determinado de vasos telescópicos

²Fuente: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16483/00781358.pdf?sequence=1>

que contendrán la cantidad de producto que se ubicará en un envase. La tolva puede ser alimentada por una persona o por un elevador que es manejado de forma automática por la envasadora.

La cantidad de vasos depende directamente del producto a envasar y las dimensiones de la bolsa que la máquina realizará. Este dosificador está diseñado para productos sólidos homogéneos tales como azúcar, garbanzos, porotos, maíz, lentejas, confites, pan rallado, arroz, café en granos, sal, entre otras.



Imagen 1. Dosificador volumétrico.

A igual que el dosificador volumétrico éste consiste de una tolva que también puede ser alimentada de forma manual o automática. Dentro de la tolva se encuentra un tornillo sin fin que es controlado por la envasadora. Dependiendo del tipo de producto a dosificar y el gramaje del envase se ajusta la cantidad de vueltas que el tornillo girará. Dependiendo la cantidad de envases o el ancho del mismo se puede requerir más de un tornillo dentro de la tolva. Está diseñado para productos en polvo como pimienta, pimentón, colorantes, orégano, entre otros.



Imagen 2. Dosificador a tornillo sin fin.

5.2.2 Dosificador a pistón

Se utiliza para productos líquidos y semilíquidos. Este consiste en uno o más recipientes herméticos donde se ubica el líquido y mediante uno o más pistones el producto es desalojado del recipiente y llevado hacia un pico que se ubica en el interior de la bolsa ya confeccionada por la envasadora.



Imagen 3. Dosificador a pistón.

5.2.3 Dosificador por gravedad

Consiste en un tanque donde se ubicará el líquido que normalmente es alimentado por un tanque principal mediante un flotador que tiene en el interior se habilita o deshabilita la alimentación del mismo. En la parte inferior posee una llave de paso que es controlada por la envasadora el cual permite el paso del líquido en el momento preciso. Se utiliza únicamente para productos líquidos como agua, jugos, salmuera, vinos, entre otros.



Imagen 4. Dosificador por gravedad.

5.2.4 Dosificador por medio de balanza multicabezal

Es el medio más preciso y rápido en la actualidad para el dosificado de sólidos homogéneos y no homogéneos. Dada su gran velocidad este tipo de dosificador no puede ser alimentado de forma manual, es obligatorio para él el uso de un elevador de producto. Consiste de múltiples recipientes donde se aloja el producto

a envasar, éstos contienen celdas de cargas en su interior para medir el peso que tienen. Cada recipiente tiene un peso menor que el del envase, mediante la mejor combinación de los distintos pesos que contiene cada recipiente se logra llegar al peso buscado para el envase.

Se utiliza para envasar todo tipo de sólidos homogéneos y no homogéneos como legumbres en general, snacks, confites, caramelos, gomitas, tornillos, entre otros.



Imagen 5. Dosificador por medio de balanza multicabezal

5.2.5 Dosificadora a tornillo y balanza

Para polvos con difícil fluidez se usa generalmente una combinación de tornillo y balanza. El método de funcionamiento es el siguiente: Cuando se quiere hacer el dosificado del producto se envía una señal de inicio al tornillo para que comience a girar y éste va depositando el producto sobre una celda de carga. La celda se encarga de enviarle una señal PLC de la envasadora en aviso que se ha llegado al peso deseado a continuación se envía una señal de stop al tornillo para que éste deje de girar.

De este modo se garantiza el dosificado de forma muy precisa alrededor del 0,5% de margen de error.



Imagen 6. Dosificador a tornillo y balanza.

5.2.6 Dosificador con canales vibratorios

Este dosificador se utiliza con productos de fácil caída como pasta, caramelos, productos deshidratados, partículas no homogéneas, así como con otros productos que no pueden ser dosificados con un dosificador convencional. El dosificador vibratorio está compuesto por una tolva vibratoria de acero inoxidable y canales vibratorios grandes y chicos que va dosificando el producto continuamente a una balanza, sincronizados automáticamente con cada ciclo de máquina. La intensidad de la vibración se adecua a las características de cada producto. La cantidad de conjuntos canales más balanzas depende del producto y la producción buscada.³



Imagen 7. Dosificador con canales vibratorios.

³ Referencia tomada de: Vescovo. Tipos de dosificadores. De la página 20 a la 25. Disponible en: <http://www.vescovoweb.com/tiposDosificadores.html>.

5.3 tolva de almacenamiento

Las tolvas son como un contenedor de materiales sólidos a granel con una o más bocas de descarga. Esta descarga puede realizarse tanto por gravedad como asistida por equipos especiales.

Dentro de esta definición se encuentran: los silos, contenedores, tanques de sólidos, y toda una gama de definiciones usadas en usos particulares todos son tolvas de diferentes diseños.

Una tolva puede dividirse en dos secciones principales: zona contenedor y cono de descarga.

El contenedor es de sección transversal constante y usualmente, de forma cilíndrica, rectangular o cuadrada.

El cono de descarga es generalmente, una pirámide invertida de sección cilíndrica, rectangular o cuadrada que termina en una o más bocas o aberturas en las cual se puede anexar válvulas, alimentadores o equipos promotores de flujo.⁴

Por lo general estas tolvas son circulares, cuadradas o rectangulares. Se diseñan bajo normas internacionales API 650 2013 (Welded Tanks For Oil Storage) Las características del producto a almacenar definen su material y algunos aspectos técnicos como: ángulo de aristas, acabados, accesorios y tapas. Las tolvas pueden ser con sistemas de pesaje incorporado, medidor de nivel, sistemas neumáticos en las compuertas, grado de instrumentación y control que se requiera

⁴ Referencia tomada de: PDVSA MDP-11-MS-01, 1997, Manual de diseño de proceso, almacenamiento en silos y tolvas; 1-32, Venezuela.

para el buen manejo del producto. Para todos los equipos se definen sistemas de tolvas y chutes ajustándose a los requerimientos propios de la operación a realizar y el producto a manejar.

5.4 Características físicas

Propiedades físicas. Las propiedades físicas de un material dependen de su estructura. Describen características como el color, conductividad eléctrica o térmica, magnetismo y comportamiento óptico. Las cuales por lo general no se alteran cuando se aplica una fuerza en el material.

- Sílice
- caliza
- molida
- hierro
- feldespato

Tabla 1. Propiedades químicas de la arena

PROPIEDADES QUIMICAS	UNIDADES	RANGO DE VALORES		% de satisfacción requerido para el crecimiento de la planta
		MINIMO	MAXIMO	
Ph	-	4,5	9,3	No aplicable
Carbonato cálcico	%	0	45,9	No aplicable
Fosfato	mg l ⁻¹	0	14,4	5
Potasio	mg l ⁻¹	1,5	230,0	5
Magnesio	mg l ⁻¹	1,1	168,1	44
Calcio	mg l ⁻¹	23,2	100+	100
Hierro	mg l ⁻¹	1,0	138,0	97
Cobre	mg l ⁻¹	0,1	11,3	39

Las propiedades fisicoquímicas se refieren principalmente al PH y a los cambios iónicos (cambios iónicos son procesos reversibles por los cuales las partículas sólidas del suelo, absorben iones de la fase líquida liberando al mismo tiempo otros iones en cantidades equivalentes, estableciéndose el equilibrio entre ambos.

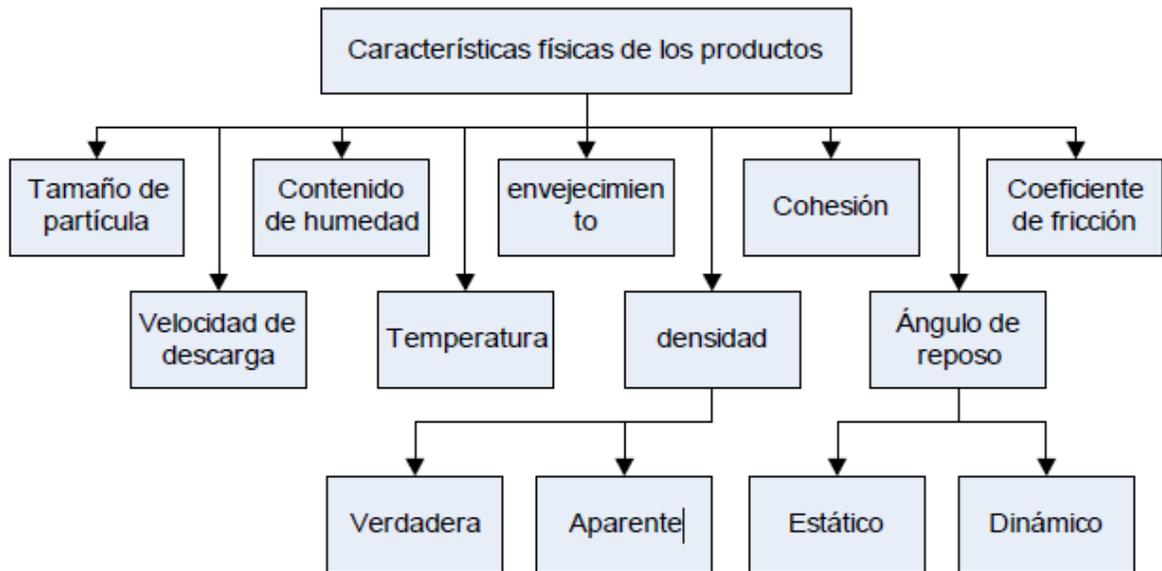
5.4.1 Granulometría.

Tabla 2 granulometría de la arena

Granulometría	
Partícula	Tamaño
Arcillas	< 0,0039 mm
Limos	0,0039-0,0625 mm
Arenas	0,0625-2 mm
Gravas	2-64 mm
Cantos rodados	64-256 mm
Bloques	>256 mm

La granulometría es la ciencia que estudia las partículas pequeñas. Determinando características físicas de productos granulados tales como: tamaño, distribución, forma, ángulo de reposo, porosidad, densidad verdadera y aparente, velocidad de descarga. El estudio que hacemos a las partículas es principalmente para conocer sus características para el flujo, con lo cual se reducen problemas en el momento de trabajar con este tipo de materiales dentro de la clasificación granulométrica de las partículas del suelo, las arenas ocupan el siguiente lugar en el escalafón (ver figura2)

Fig.2 características del producto granulado



5.5 materiales en el diseño mecánico

En la elaboración del diseño de cualquier máquina o dispositivo es importante conocer las características físicas, químicas y mecánicas de los materiales que se usarán para conocer

- a). El comportamiento, ante estas variables que presentara el equipo diseñado
- b). las condiciones en que pueden presentar fallas o cambios drásticos en el material.

c). los cuidados y recomendaciones para su mafeo y utilización

5.5.1 Propiedades mecánicas.

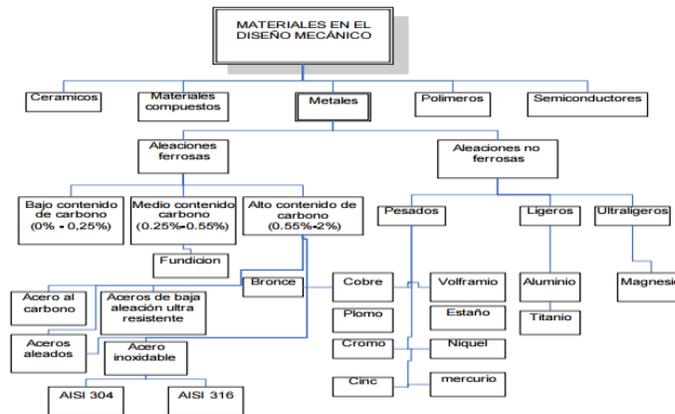
Describen la forma en que un material soporta fuerzas aplicadas, incluyendo fuerzas de tensión, compresión, impacto, cíclicas o de fatiga, o fuerzas a altas temperaturas. A continuación, se definen las que más nos interesan en el desarrollo de nuestro trabajo:

5.5.2 Clasificación de los materiales.

Los materiales para el diseño mecánico se clasifican generalmente en cinco grupos: metales, cerámicos, polímeros, semiconductores y materiales compuestos. Los materiales de cada uno de estos grupos poseen estructuras y propiedades distintas.

Se pueden clasificar los materiales para el diseño mecánico de la siguiente forma (Ver figura 3)

Fig. 3 clasificaciones de los materiales



5.6 control y sensorica

El control en la ingeniería se ha convertido en una herramienta de gran importancia, ya que gracias a él podemos verificar el funcionamiento de diferentes mecanismos para así poder tomar dediciones en beneficio del proceso ejecutado. Entre las partes que debemos tener en cuenta en el manejo del control están:

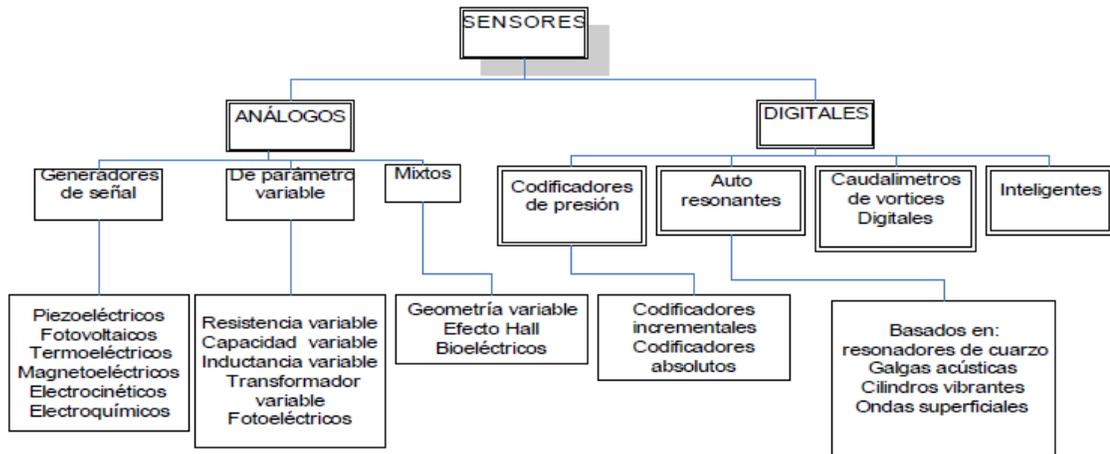
- Sensores
- Acondicionamiento de señal
- Actuadores

5.6 Sensor

Basados en el principio de conversión de energía el sensor tomará una señal física (fuerza, presión, sonido, temperatura, etc.) y la convertirá en otra señal

(eléctrica, mecánica óptica, química, etc.) de acuerdo con el tipo de sistema de instrumentación o control implementado. (Ver figura 4)

Fig. 4: sensores y su clasificación



5.7 Medidores de nivel en sólidos.

La importancia en el control de conocer el Nivel de un fluido, está basado en que gracias a él podemos tomar decisiones Para que el sistema opere continuamente.

Las imágenes que se muestra a continuación corresponden al producto empacado manual mente en la empresa Concrearenas Ltda.

6. DISEÑO DEL SISTEMA DOSIFICADOR

Con el fin de desarrollar un diseño para dosificar, empacar y sellar arena, se desarrollaron 4 etapas en las que inicialmente se describió el sistema actual, luego se determinaron los parámetros de diseño, luego se calculó el sistema dosificador y finalmente se realizó un modelado CAD en el software Solid Edge con el cual se seleccionaron las partes del sistema mecánico y de control que gobernaron la operatividad del sistema.

A continuación se describen cada una de las etapas.

6.1 Etapa 1: Descripción del sistema Actual.

La empresa Concrearenas Ltda. es una empresa dedicada a la comercialización de arena la cual cuenta con su propio sistema para dosificar producto a los distintos clientes. Este sistema está constituido por 6 tolvas mediante las cuales se llenan vehículos tipo volqueta, que pueden ser tanto de la propia empresa como de los clientes.



Imagen 8: tolvas de almacenamiento de arena de la empresa.

Dicha empresa ofrece también el servicio del empaque de sacos de 25kg para el cliente minorista en donde se destina una parte de la arena para el llenado de sacos que se hace de modo manual, la cual está ubicada en un lugar específico de la compañía, en donde allí se encuentra el personal encargado del llenado del sacos y realizan el proceso por medio de una pala y la fuerza humana de forma descontrolada⁵.



Imagen 9: Empaque manual sin control en el peso de los sacos.

Después del llenado se procede a coser el saco y organizarlo uno tras otro hasta llenar por completo el lugar donde se almacenaran, para la venta y comercialización de cada uno de estos.

⁵ Registro fotográfico tomado el día 19 de septiembre de 2015 en la visita planta Concrearenas Ltda. .

6.2 Etapa 2: Parámetros de diseño.

A continuación se describe los parámetros de diseño para el desarrollo del nuevo sistema requirio que opere bajo las siguientes especificaciones.

1. La compuerta se debe accionar mediante un botón.
2. Tipo de producto: Arena
3. La máquina se debe acoplar a la tolva actual. Porque se tiene muchas limitaciones respecto al espacio físico y la idea del diseño es acoplar la actual tolva de llenado de volquetas para el acople del sistema de llenado por sacos
4. La máquina no contempla requerimientos de GMP o BPM.
5. La máquina debe resistir la abrasión, la corrosión, se trabaja a la intemperie.
6. La máquina debe soportar un peso mínimo de 32 kg.
7. La altura de la maquina no debe superar los 4m.
8. El flujo másico de material debe ser de 20 sacos de 25 kg por hora
9. El sistema funcionará en solo una de las 6 tolvas existentes en la empresa.
10. Empacar sacos de 25 kg a una rata de 20 sacos por hora

6.3 Calculo del sistema dosificador de arena.

Para dimensionar el conjunto dosificador se determinó inicialmente el volumen de arena húmeda que debe empacarse en cada saco con el fin de obtener 25kg de arena seca, con ello se determinó la inclinación del ducto para que pueda fluir la arena a una rata de 20 sacos por hora. Una vez obtenido este parámetro, se determinó el diámetro de la tubería de descarga para obtener un modelo óptimo. Posteriormente se calculó un mecanismo de apertura y cierre tipo guillotina el cual es accionado por un sistema automático de control, programado para cerrar la compuerta cuando el peso del saco de arena húmeda sea equivalente a 25kg de arena seca.

Tabla 3. Datos generales para cálculos del dispositivo dosificador.

Capacidad de la tova:	80 toneladas.
Densidad de la arena seca:⁶	1500 kg/m ³
Densidad de la arena húmeda:⁷	1990 kg/m ³
Ángulo de reposo de la arena teórico:⁸	Húmeda: 30° – 45°
Rata:	20 sacos/h , capacidad 25 kg
Ancho de la tolva:	3600mm
Altura desde el piso hasta la boca de la tolva:	3940

⁶ Referencia tomada de: Peso específico de materiales. Disponible en:

http://www.euroimportadora.com.mx/SYS_user/tips_tecnicos/es/Peso_Especifico_de_Materiales.pdf.

⁷ Referencia tomada de: Peso específico de materiales. Disponible en: http://www.euroimportadora.com.mx/SYS_user/tips_tecnicos/es/Peso_Especifico_de_Materiales.pdf.

⁸ Referencia tomada de: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/tablas-de-referencia.pdf>.

De la tabla tres se tomaron varios parámetros para selección de algunos parámetros y cálculos antes mencionados

6.3.1 Cálculos que garantizaron el peso de arena seca empacando arena húmeda

$$\rho = \frac{m}{v} = 1500 \frac{kg}{m^3}, \quad v_1 = \frac{m}{\rho} = \frac{25 kg}{1500 \frac{kg}{m^3}} = \frac{1}{60} m^3$$

Ec1 (formula de densidad) Ec2 (fórmula para encontrar el volumen1)

$$v_2 = \frac{25 kg}{1990 \frac{kg}{m^3}} = \frac{5}{398} m^3$$

Ec3 (resultado volumen 2)

$$v_1 - v_2 = \frac{49}{11940} m^3$$

Ec4 (resultado de v1 y v2)

$$m = \frac{49}{11940} m^3 * 1000 \frac{kg}{m^3} = \frac{1225}{199} kg$$

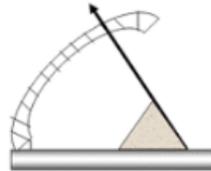
Ec5 (resultado final)

Aprox 31,2 kg

Para garantizar 25 kg de arena seca en los sacos, se debe empacar 31,2 kg de arena húmeda.

6.3.2 Inclinación del ducto de descarga

Figura 5: experimento general para hallar el ángulo de reposo de la arena.



Con base en el experimento, el cual muestra la figura 5 el ángulo de reposo de la arena que se hace dejando caer elemento participado libremente hasta hacer una forma piramidal llegando así a darse cuenta cual es el ángulo más apropiado para la construcción del ducto para poder transportar la arena

Tabla 4: ángulos de las arenas para fluir

Arena (seca)	34°
Arena (muy mojada)	15–30°
Arena (húmeda)	45°

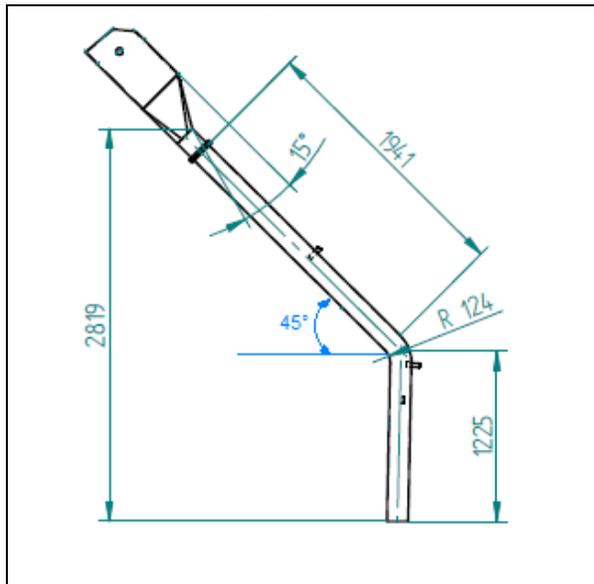
Se concluye que el ducto debería tener una inclinación de 45° como muestra la tabla 4 con la cual se pudo lograr un diseño que ayude al desarrollo del sistema dosificador para el empaque de sacos de arena.

6.3.3 Flujo del sistema

Para calcular un sistema que permita un flujo de arena húmeda de 20 sacos por hora, se determinó la longitud y el diámetro de la tubería de descarga, y la velocidad de llenado, esto tomando en cuenta una inclinación de 45° como se explicó en el apartado anterior.

Para calcular el flujo del sistema tuvo en cuenta que la longitud del sistema es de 1941 mm (1,941m) la cual inicia a partir de la compuerta que da paso al flujo de arena por el ducto de descarga. Este valor proviene de la visita realizada y el plano tomado a la tolva, los cuales dieron como resultado dicha medida para realizar el diseño que permiten a la dosificadora empacar los sacos sin interferir con el llenado de las volquetas

Figura 6. Ducto de descarga del sistema dosificador.



Para el plano inclinado se tuvo el siguiente comportamiento:

$$ma = mg(\cos 45^\circ - \mu d \sin 45^\circ)$$

μd = coeficiente de fricción dinámico entre la arena húmeda y el acero (0,64)⁹.

$$\frac{dv}{dt} = g(\cos 45^\circ - \mu d \sin 45^\circ) \quad \text{Ec (derivación de la velocidad con respecto al tiempo)}$$

$$\begin{aligned} \frac{v dv}{dx} &= g(\cos 45^\circ - \mu d \sin 45^\circ) \\ v dv &= g(\cos 45^\circ - \mu d \sin 45^\circ) dx \\ \int_{v_0}^v v dv &= \int_{x_0}^x g(\cos 45^\circ - \mu d \sin 45^\circ) dx \end{aligned}$$

Siendo la velocidad y la posición inicial iguales a cero (0).

$$\begin{aligned} \frac{v^2}{2} &= xg(\cos 45^\circ - \mu d \sin 45^\circ) \\ v &= \sqrt{2xg(\cos 45^\circ - \mu d \sin 45^\circ)} \\ v &= \sqrt{2 * (1.941m) * 9,8 \frac{m}{s^2} * (\cos 45^\circ - 0,64 \sin 45^\circ)} \\ v &= 3,112 \frac{m}{s} \end{aligned}$$

⁹ Referencia tomada de: evaluación de fricción superficial entre suelos y materiales compuestos. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1276/127612575010.pdf>.

6.3.4 Calculo del diámetro de la tubería

$$Q = \frac{\text{peso a empacar}}{d (\text{humeda de la arena})} \quad \text{Ec 1 (calculo caudal)}$$

Q: caudal

d: densidad de la arena húmeda

$$Q = \frac{31.2 \text{ kg}}{1990 \text{ kg/m}^3} = 0.0156 \text{ m}^3$$

$$\sqrt{\frac{Q * \pi}{v * 4}} = d$$

Ec 2(cálculo del diámetro de tubería)

Q: caudal

v: velocidad promedio

$\pi /4$: constante de la formula

$$\frac{\sqrt{0.0156 * \pi}}{\sqrt{3.112 * 4}} = 0.062 \text{ m} \frac{1000 \text{ mm}}{1 \text{ m}} = 62.90 \text{ mm} \frac{1''}{25.4 \text{ mm}} = 2.5'' \quad \text{Ec 3 (resultado del diámetro)}$$

El ducto de descarga que fue seleccionado fue un diámetro de 2.5" por 6 mm de espesor en tubería estructural ASTM a 572 Gr 50 o ASTM A 500 Gr C (Diámetro interior: 56.9 mm) ya que al realizar los cálculos anteriormente se encontró con un diámetro exterior de 2.5"¹⁰.

¹⁰ Referencia tomada de: Tubería estructural colmena. Disponible en: http://www.tuboscolmena.com/web/fichas/ESTRUCTURAL_CERRADO.pdf

6.3.5 Tiempo de llenado de un saco



Imagen 10: experimento para saber el tiempo de llenado de un saco de arena de 25 kg

Cuando se realizó el experimento como se aprecia en la imagen 10 se pudo ver que al vaciar un 1kg de arena húmeda con un ángulo de 45° se obtuvo la siguiente información, que desde su punto inicial hasta su vaciado se midió un tiempo total de 5.76 segundos.

Entonces para 31.2 kilogramos se obtuvo un tiempo de 179.71 segundos que al convertirlos a minutos equivale 2.99 minutos y poder obtener la rata requerida de 20 sacos por hora.

$$1kg = 5.76 \text{ segundos} * 31.2 kg = 179.71 \text{ segundos} \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ segundos}} = 3min$$

llenado del saco)

Ec 1(tiempo de

Consideraciones

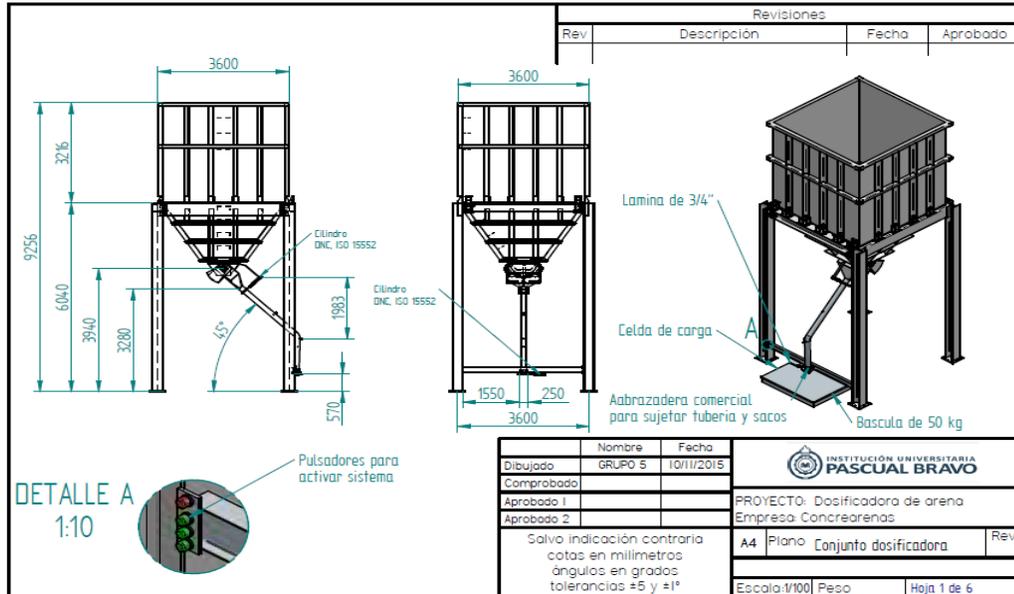
Después del llenado del saco, el operario procedió a cocer el saco por medio de una cosedora ajustada al sistema. El descargue y estibamiento de los sacos se realizó de forma manual.

Cuando se realizo éstas operaciones antes descritas, el operario dispuso de un tiempo promedio de 3 minutos, empacado así un total de 20 sacos/hora.

6.4 etapa 3: modelado CAD.

Cuando se diseñó el nuevo sistema de dosificación de arena, se analizó tener un control sobre la cantidad de arena a dosificar, el tiempo para realizarlo y asegurar la disminución de tiempos muertos, obteniendo así una eficacia mayor; dando como resultado, 20 sacos por hora, quedando empacados por medio de un ducto y que va acoplado a la tolva donde viaja la arena por gravedad ya que el diseño nos permitió lograr tal objetivo, y un conjunto de guillotinas por medio de sensores que envían las señales a los actuadores que dan la orden de cerrar o abrir las compuertas para el paso del material particulado que ayudan a que se haga de manera controlada y se garantizó en el llenado con un peso ideal de 31.2 kg de arena húmeda con lo que se le asegura al cliente un peso de 25kg. Ver figura 5

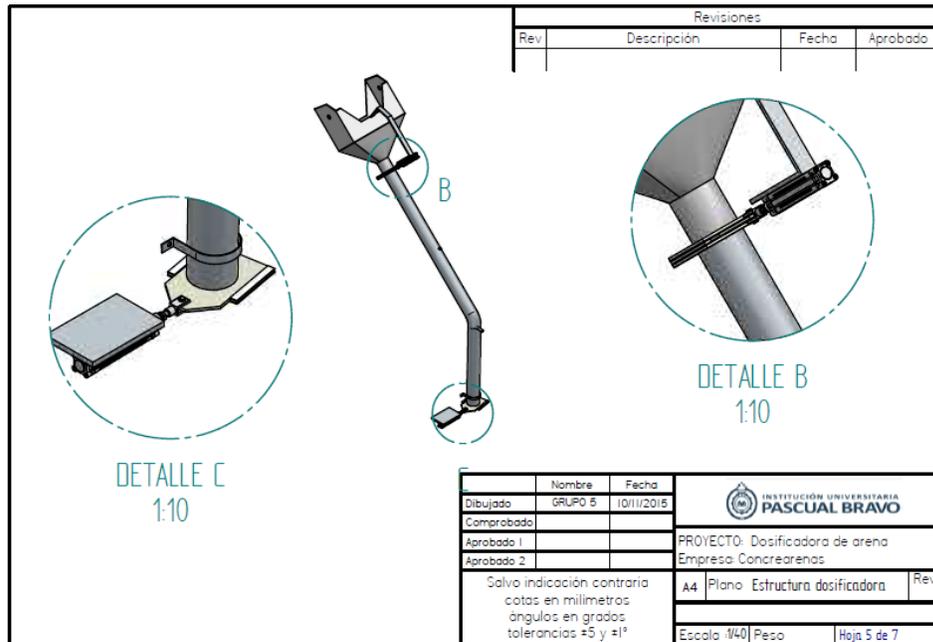
Figura 7: conjunto de dosificación de arena



El modelo del nuevo sistema fue diseñado en el software solid-edge como se muestra en la figura 6. En dicha figura se muestra como se acopla la tolva actual con el conjunto dosificador (ver detalles B y C). La unión de estas partes se realiza mediante rodamientos tipo chumacera que permitieron darle movimiento a la compuerta para abrir y cerrar; la cual está unida a dos tuberías de diámetro de 6"x6mm con un ángulo de inclinación de 45° para mejor fluidez sin necesidad de ningún otro factor externo que ayude para mover el material particulado

Cuenta también con actuadores de doble efecto tipo guillotina que actúan cuando se procede a dosificar la cantidad necesaria de arena, por medio de sensores capacitivos de nivel máximo y mínimo para poder realizar el llenado de los sacos (ver figura 6)

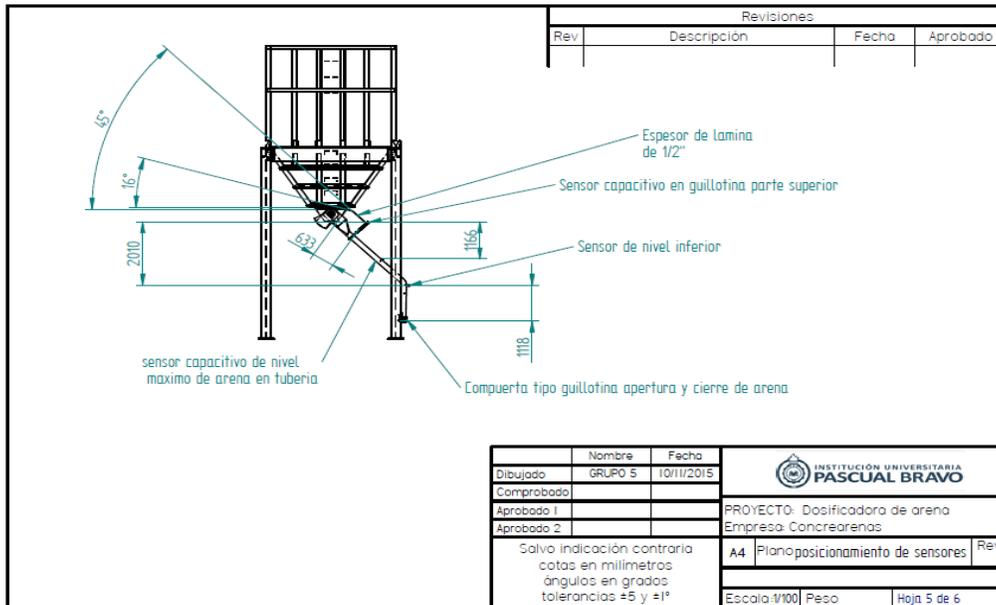
Figura 8: conjunto dosificadora de arena.



Con base en los resultados obtenidos de los cálculos de inclinación del ducto de descarga, tiempo de llenado de los sacos, la cantidad requerida para llenar; posicionamiento estratégico de los sensores capacitivos, y verificación de la volqueta con el conjunto dosificador se comprobó el correcto funcionamiento de ambas, donde se procedió a levantar los planos para la posterior fabricación del nuevo sistema.

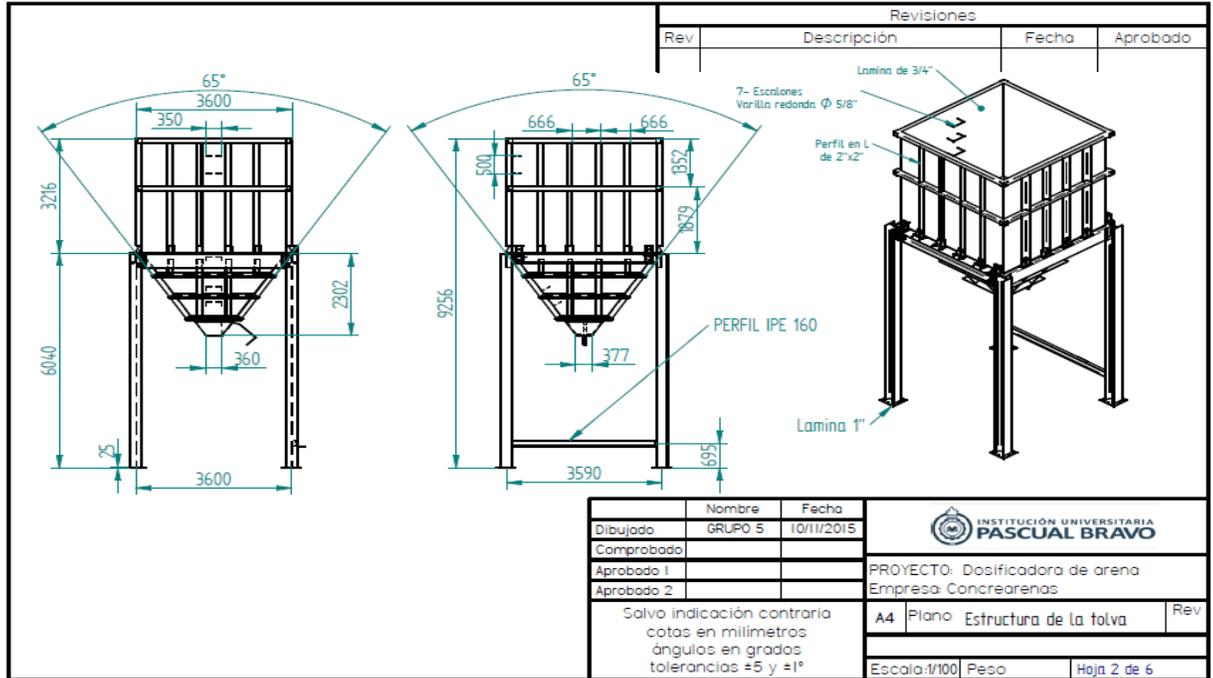
7: LEVANTAMIENTOS DE PLANOS

Plano 1. Posicionamiento de los sensores



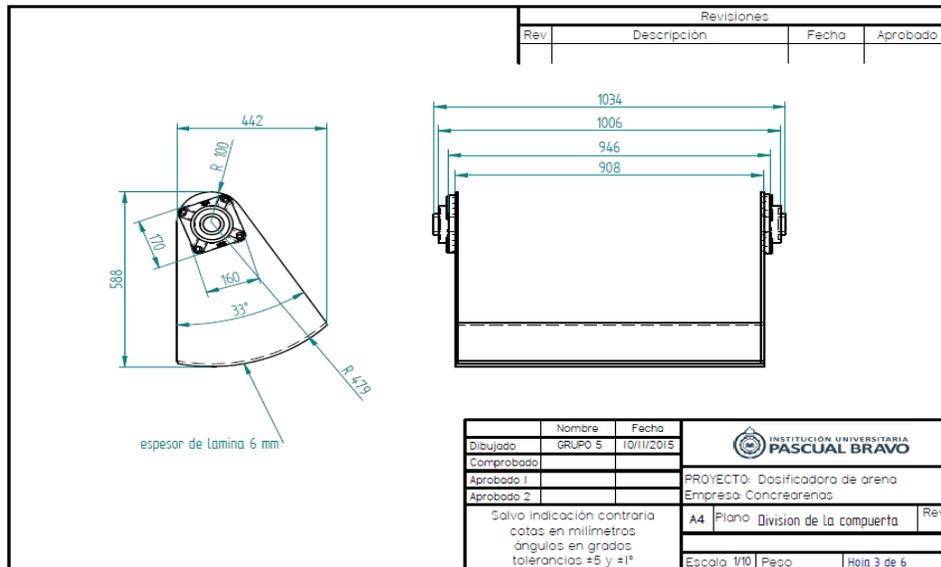
El plano 1 mostro el lugar donde se ubicaron los sensores en el sistema para detectar el nivel máximo y mínimo de arena dando así la orden de accionar las guillotinas para dosificar el producto con exactitud

Plano 2. Estructura de la tolva



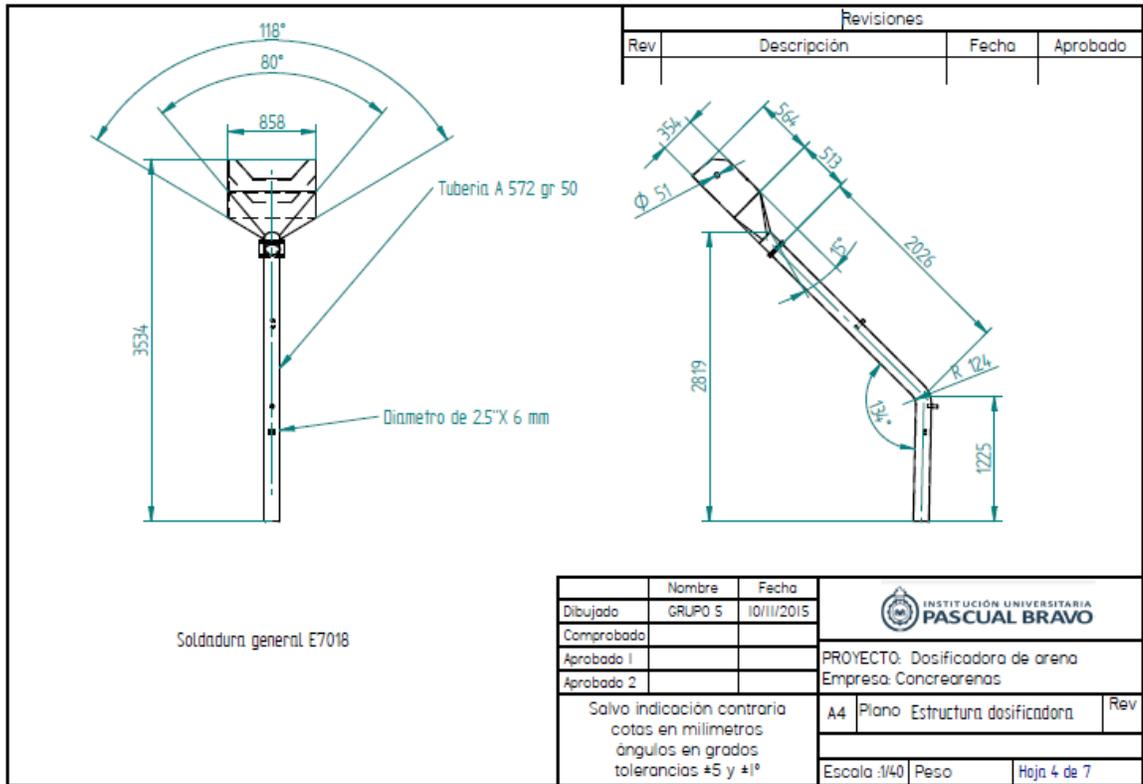
Este plano muestra la estructura de la tolva, sus medias y respectivos detalles que ayudaron al desarrollo del actual diseño para poder mejorar la productividad de empaquetar y sellar los sacos de 25kg.

Plano 3. División de la compuerta.



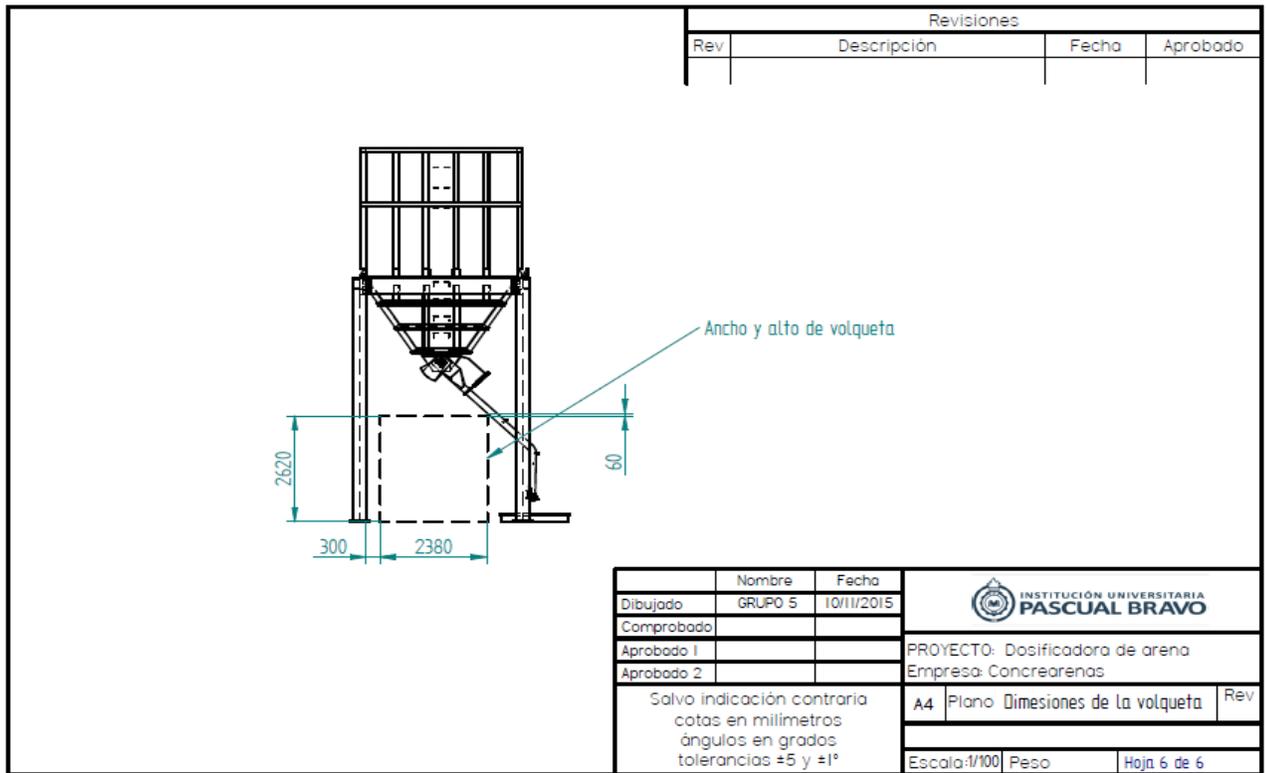
Es un detalle que se mostró después de haber modelado la tova para poder determinar la mejor manera de ensamble con la dosificadora, por medio de rodamientos tipo chumacera y se permitió darle paso controlado a la arena tanto a la dosificación de sacos como de volquetas.

Plano 4. Estructura dosificadora



En este plano n°4 se observó todo el conjunto dosificador con sus medidas tanto de longitud y diámetro, como también el tipo de material a usado y el lugar donde se depositó la soldadura, para su respectivo ángulo para poder aprovechar el fluido de arena sin necesidad de utilizar otro factor que pueda mover dicho material particulado.

Plano 5. Dimensiones de la volqueta.



En el plano n°5 se buscó cerciorarse de que a la hora de ensamblar la dosificadora de arena, esta no interfiriese con los vehículos tipo volqueta que trabajan en la empresa

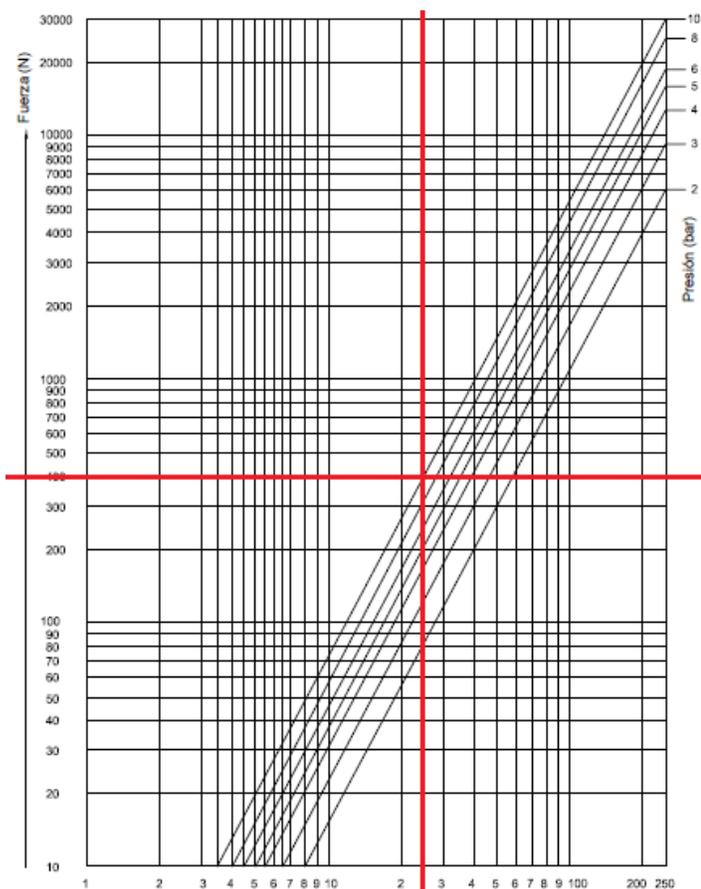
7.1 Etapa 4: diseño del sistema de control de dosificación de arena

Cuando se diseñó el sistema de control de dosificación de arena, se determinó un sistema de 2 posiciones (Abierto – Cerrado), el cual funciona mediante una compuerta tipo guillotina que es accionada y desactivada por un par de pulsadores presionados por el operario de la máquina. El sistema de control se compuso de un cilindro neumático, 4 sensores capacitivos, dos electroválvulas de doble efecto y se usó la red de neumática instalada en la empresa

7.1.2 selección del cilindro neumático

Se seleccionó un cilindro de diámetro de 25 mm con una velocidad de 2.6 m/s y una presión de 10 bares para nuestros cilindros ya que cumple con todas las especificaciones necesarias para el diseño incluyendo el factor de seguridad para aguantar un peso de 31.2kg (Ver tabla 4 5 respectivamente)

Tabla 5: selección del cilindro neumático



En la tabla 6 se muestra como encontrar el diámetro del cilindro que nos da como resultado un diámetro de 25 mm y la fuerza ejercida al cruzar el diámetro del émbolo (parte inferior de la tabla) y una presión dada de 10 bares (parte derecha de la tabla) que es la suministrada por la empresa, obteniendo como resultado una fuerza del pistón de 400(N)

Tabla 6: velocidades máximas de los cilindros neumáticos.

Diámetro (mm)	V máx. (m/s)
10 - 12 - 16	2.6
20 - 25 - 32	2.6
40	2.5
50	2
63	1.5
80	1.1
100	0.9
125	0.7
160	0.6

En este caso para los dos cilindros de 25 mm tenemos una velocidad de 2.6 (m/s)

La potencia que requerimos para mover las guillotinas se realizó mediante la siguiente ecuación

$$pot: FxV$$

Ec1 (cálculo de potencia)

Pot: Potencia requerida

F: Fuerza ejercida por el cilindro

V: Velocidad del cilindro

$$Pot: 400(N) \times 2.6 \left(\frac{m}{s}\right) : 1.040 Watt$$

Ec 2(resultado Ec1)

7.1.2 Selección de sensores

Sensores capacitivos



Imagen 11: sensor capacitivo 871TM

Los sensores capacitivos están especialmente diseñados para lograr detectar materiales aislantes tales como el plástico, el papel, arena, madera, entre otros, no obstante también cuentan con la capacidad de detectar metales. Es importante tener en cuenta que los sensores capacitivos funcionan de manera inversa a los inductivos, es decir que a medida que el objetivo se va acercando al sensor las oscilaciones del mismo aumentan hasta que llega a un límite que activa el circuito que dispara las alarmas. Ahora bien, para que podamos comprender como funcionan los sensores capacitivos, debemos decir que en un principio éstos constan de una sonda que se encuentra situada en la cara posterior en donde se encuentra colocada una placa condensadora y al aplicar una corriente al sensor por más mínima que sea, se produce una especie de campo electrostático cuya reacción se produce frente a los cambios de la capacitancia provocados por la presencia de un objeto cualquiera.¹¹

¹¹ Referencia tomada de www.antirrobo.net/sensores/sensores-capacitivos.html (el 01 de abril 2016)

7.3 Electro válvula de 5/2

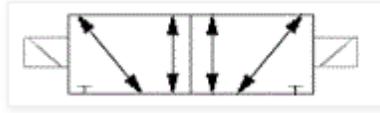


Imagen 12: electroválvula 5/2

Lo que define las electroválvulas es el número de vías y posiciones se indica, según normas IRAM 4542 e ISO 1219, mediante dos cifras separadas por una barra, por ejemplo: 2/2, 3/2, 5/3, etc. Para nuestro caso será una de 5/2

El primer dígito indica el número de vías u orificios de la válvula, sin contar los de pilotajes; la segunda cifra muestra el número de posiciones distintas que puede adoptar el distribuidor de la válvula en forma estable o no.

Una válvula 3/2 se emplea como emisora de señales, selectora de circuitos, selectora de presiones, para actuar un cilindro de simple efecto, etc. En cambio, para comandar un cilindro de doble efecto se precisa una válvula 4/2 o 5/2.

Las válvulas de 5 vías tienen la ventaja respecto a las de 4 vías de poseer un orificio de descarga para cada utilización, por lo que pueden regularse los escapes en forma independiente.¹²

¹² Referencia tomada de <http://www.leer-mas.com/lallave/news53/info2.php> (30 de abril de 2016)

7.4 cálculo de la potencia del alimentador del sistema de control.

Tabla 7: Ficha técnica de los sensores capacitivos de proximidad SIMATIC PXC

Constantes dieléctricas ϵ_r de distintos materiales				Datos técnicos		
Material	ϵ_r	Material	ϵ_r	Tipo	DC	AC
Aceite de transformadores	2,2	Parafina	2,2	Tensión de empleo	10 ... 65 (30) V	20 ... 250 V
Agua	80	Papel	2,3	• Ondulación residual	máx. 10%	–
Aguarrás	2,2	Papel aceitado	4	Intensidad en vacío I_0	6 ... 12 mA	máx. 1,7 mA
Aire, vacío	1	Papel duro	4,5	Frecuencia de conmutación f	100 Hz	20 Hz
Alcohol	25,8	Petróleo	2,2	Repetibilidad R	máx. 2%	
Araldit	3,6	Plexiglas	3,2	Histéresis H	0,02 ... 0,2 s_t	
Arena de cuarzo	4,5	Poliamida	5	Salidas:		
Bakelita	3,6	Poliestirol	3	Intensidad asignada de empleo I_B		
Caucho blando	2,5	Poliétileno	2,3	• con DC	200 mA	–
Caucho de silicona	2,8	Polipropileno	2,3	• con 230 V AC	–	–
Celuloide	3	Porcelana	4,4	(contactor hasta tamaño S3)		
Cloruro de polivinilo	2,9	Prespán	4	permanente		500 mA
Goma dura	4	Teflón	2	brevemente hasta 20 ms		5 A
Madera	2 ... 7	Vacío, aire	1	Mínima intensidad de empleo I_m	–	10 mA
Mármol	8	Vidrio	5	• preferentemente carga inductiva		5 mA
Masilla de relleno de cables	2,5	Vidrio de cuarzo	3,7	• preferentemente carga resistiva		5 mA
Mica	6			Intensidad residual I_r	6 ... 12 mA	máx. 1,7 mA
				Caída de tensión	máx. 1,8 V	máx 7 V
				Longitud de cable, máx. permitida	300 m	
				Grado de protección	IP67	
				Temperatura ambiente		
				• en servicio	–20 ... +70 °C	
				• Almacenamiento	–40 ... +85 °C	
				Resistencia a choques	30 x g, 11 ms de exposición	
				Resistencia a vibraciones	10 ... 55 Hz, 1 mm de amplitud	

Medidas de protección incorporadas

Los componentes supresores incorporados en las versiones para corriente continua simplifican la manipulación y protegen los detectores contra la destrucción:

- Impulsos intempestivos al conectar,
- Protección contra cortocircuitos y sobrecarga,
- Protección contra polaridad inversa de conexiones,
- Protección contra sobretensiones por carga inductiva.

P: Potencia (vatios)

V: voltaje (v)

I intensidad de corriente (Amperios)

Factor de seguridad 1.25 más de $P: I \times V$

$$V: 24v \times 4: 96V$$

Ec. 1 (cálculo del voltaje)

$$I: 250ma : 0.2A$$

(Ver tabla)

$$P: I \times V \times (f)$$

Ec 2(cálculo de potencia)

$P: 96V \times 0.2A: 19.2 \times 1.25 : 24 \text{ watio}$ s Ec 3 (resultado del cálculo)

7.5 Control del sistema

7.5.1 Componentes de control

En el sistema dosificador se identificaron los siguientes componentes de control:

(S1) sensor capacitivo en guillotina parte superior de la dosificadora.

(S2) Sensor capacitivo de nivel máximo de arena en tubería.

(S3) sensor capacitivo de nivel mínimo de arena en tubería.

(S4) Sensor capacitivo en guillotina inferior (cierre de guillotina).

(S5) Celda de carga.

(C1) compuerta tipo guillotina apertura y cierre de arena superior.

(C2) Compuerta tipo guillotina apertura y cierre dosificadora inferior.

7.5.2 Secuencia de control

Se contó con una botonera de tres posiciones, el botón 1, se utilizó para iniciar el sistema; botón 2 para iniciar la dosificación de arena; el botón 3 para finalizar el sistema.

Inicio del sistema

El operario oprime el botón 1, mandando señal al sensor 1 (S1), el cual abre la compuerta de la guillotina superior (C1) para que se alimente el ducto dosificador; cuando el sensor 2 (S2) detecta nivel máximo de arena envía señal eléctrica que indica cierre de compuerta de guillotina 1 (C1).

Dosificación de arena

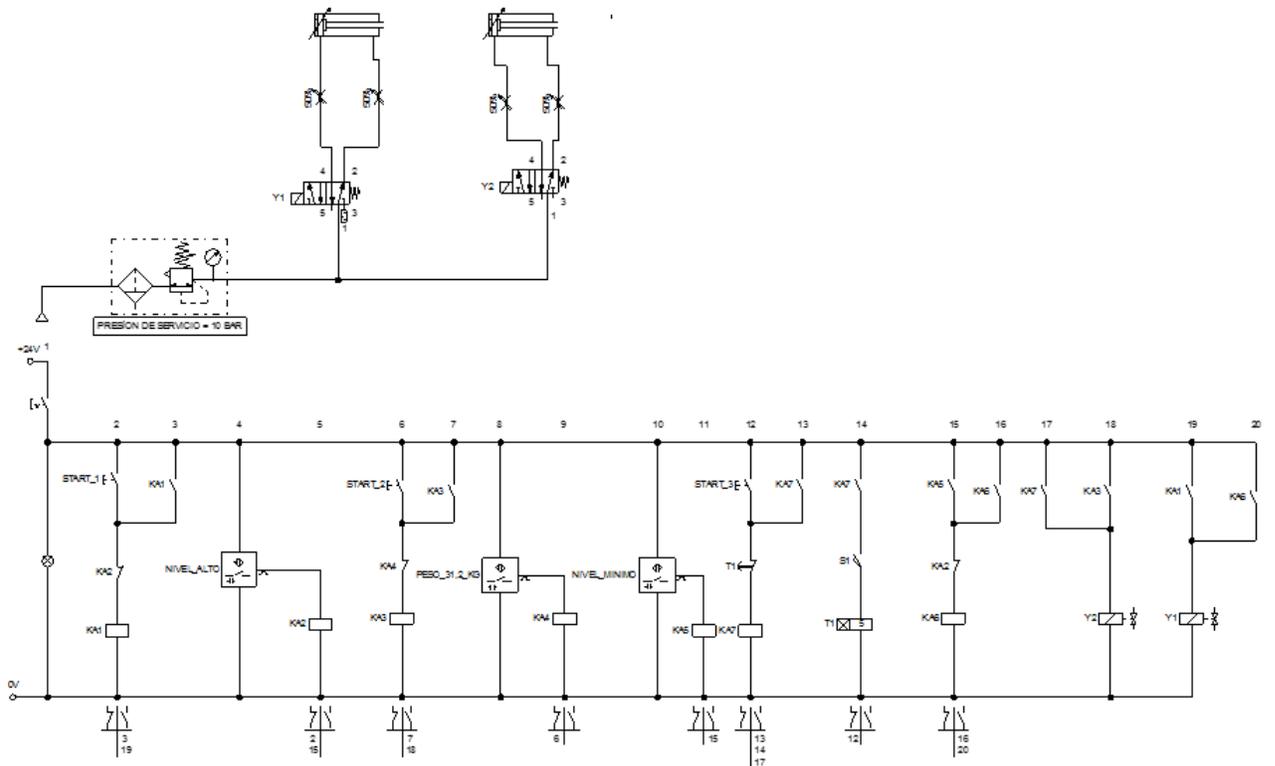
El operario oprime el botón 2, envía señal eléctrica al sensor 4 (S4) para que se abra la compuerta guillotina (C2), dejando fluir la arena hacia el saco, el cual por medio de una celda de carga (S5) indica el peso en kg. Cuando se cumpla el peso requerido envía señal al sensor 4 (S4) indicando el cierre de la compuerta guillotina (C2).

Cuando el sensor 3 (S3) detecte falta de arena, envía señal al sensor 1 (S1) para que se abra guillotina 1 (C1) y pase el fluido, esta compuerta se cierra cuando el sensor 2 (S2) indique nivel máximo de arena. Este ciclo se repite n veces según el requerimiento de sacos a empacar.

Fin del sistema

El operario pulsa el botón 3 para finalizar el empaque de arena en sacos. Éste botón envía la señal a sensor 4 (S4) para que abra la compuerta 2 (C2) y descargue la línea completamente.

Plano 6. Diagrama del Sistema.



Consideraciones

Se utilizaron 2 cilindros neumáticos normalizados DSBC-50-200-PPVA de doble efecto¹³, con un diámetro del émbolo de 25mm y una velocidad de 2.6 (m/s).

Se adecuo al sistema un sensor de nivel máximo para evitar el consumo excesivo de aire de los cilindros neumáticos. Ver planos

¹³ Referencia tomada de: Cilindros Neumáticos Festo. Disponible en: https://www.festo.com/cat/en-gb/data/doc_engb/PDF/EN/DSBC_EN.PDF

8. ANEXOS

Anexo 1. Cotización lámina de ¼" 8 x 20.

	<h1 style="color: red; margin: 0;">Ferroidustrial S.A.</h1> <h2 style="margin: 0;">COTIZACIÓN</h2>		FC - 05		
			VERSIÓN 2		
SEÑORES	JOSE IGNACIO AMAYA				
FECHA	NOVIEMBRE 9 DE 2015				
CONTACTO					
ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	V/UNITARIO	V/TOTAL
1	1	UNIDAD	LAMINA HR 1/4" 8' X 20 ' (2.44 X 6.09 MT)	\$ 1.428.000	\$ 1.428.000
				SUBTOTAL	\$ 1.428.000
				IVA	\$ 228.480
				TOTAL	\$ 1.656.480
<p>Validez de la oferta: <u>30 DIAS</u></p> <p>Tiempo de entrega: <u>INMEDIATA</u></p> <p>Forma de pago: <u>CONTADO</u></p> <p>Agradecemos su amable invitación a participar en esta propuesta</p> <p>Atentamente,</p> <p><u>RUBIELA MEJIA BETANCUR</u> Asesora Comercial Tel 4449900 Direccion calle 37 sur 36 10</p>					

Anexo 2. Cotización cilindros neumáticos y accesorios.

FESTO																																		
INDUSTRIA COLOMBIANA DE CAFE S.A.S CR 50 6 SUR 81 MEDELLÍN - Colombia NIT 8909035321																																		
Orden de Compra:		Contacto: Martin Muñoz																																
NIT: 8909035321		Teléfono 42856600		Fax: 42856600																														
Forma de entrega: Condición general		Condición de pago: 60 días después fecha factura																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Material</th> <th>Precio Unitario</th> <th>Cantidad</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Item 1 CIL. NORMALIZ. DSBC-50-200-PPVA-N3 Plazo de Entrega: 2 Días hábiles</td> <td>1366955</td> <td>374.668,00</td> <td>2 PZ</td> <td>749.336,00</td> </tr> <tr> <td>Item 2 FIJ. OSCILANTE SNCB-50 Plazo de Entrega: 2 Días hábiles</td> <td>174392</td> <td>90.325,50</td> <td>2 PZ</td> <td>180.651,00</td> </tr> <tr> <td>Item 3 CABALLETE CILIN LN - 50 Plazo de Entrega: 2 Días hábiles</td> <td>5149</td> <td>90.147,50</td> <td>2 PZ</td> <td>180.295,00</td> </tr> <tr> <td>Item 4 HORQUILLA C/TUE SG -M 16X1,5 Plazo de Entrega: 2 Días hábiles</td> <td>6146</td> <td>54.663,50</td> <td>2 PZ</td> <td>109.327,00</td> </tr> <tr> <td>Item 5 REGULADOR FLUJO GRLA-1/4-QS-8-D Plazo de Entrega: 2 Días hábiles</td> <td>193147</td> <td>50.112,25</td> <td>4 PZ</td> <td>200.449,00</td> </tr> </tbody> </table>					Descripción	Material	Precio Unitario	Cantidad	Total	Item 1 CIL. NORMALIZ. DSBC-50-200-PPVA-N3 Plazo de Entrega: 2 Días hábiles	1366955	374.668,00	2 PZ	749.336,00	Item 2 FIJ. OSCILANTE SNCB-50 Plazo de Entrega: 2 Días hábiles	174392	90.325,50	2 PZ	180.651,00	Item 3 CABALLETE CILIN LN - 50 Plazo de Entrega: 2 Días hábiles	5149	90.147,50	2 PZ	180.295,00	Item 4 HORQUILLA C/TUE SG -M 16X1,5 Plazo de Entrega: 2 Días hábiles	6146	54.663,50	2 PZ	109.327,00	Item 5 REGULADOR FLUJO GRLA-1/4-QS-8-D Plazo de Entrega: 2 Días hábiles	193147	50.112,25	4 PZ	200.449,00
Descripción	Material	Precio Unitario	Cantidad	Total																														
Item 1 CIL. NORMALIZ. DSBC-50-200-PPVA-N3 Plazo de Entrega: 2 Días hábiles	1366955	374.668,00	2 PZ	749.336,00																														
Item 2 FIJ. OSCILANTE SNCB-50 Plazo de Entrega: 2 Días hábiles	174392	90.325,50	2 PZ	180.651,00																														
Item 3 CABALLETE CILIN LN - 50 Plazo de Entrega: 2 Días hábiles	5149	90.147,50	2 PZ	180.295,00																														
Item 4 HORQUILLA C/TUE SG -M 16X1,5 Plazo de Entrega: 2 Días hábiles	6146	54.663,50	2 PZ	109.327,00																														
Item 5 REGULADOR FLUJO GRLA-1/4-QS-8-D Plazo de Entrega: 2 Días hábiles	193147	50.112,25	4 PZ	200.449,00																														
<p>Cotización 16139842</p> <p>Fecha: 09/11/2015</p> <p>Validez: 09/12/2015</p> <p>Página: 1 de 4</p> <p>No. de cliente: 26000701</p> <p>Festo S.A.S. Autopista Medellin Km. 6.3 costado sur TENJO Colombia Tel: (1)865 7788 Fax: (1)865 7729 OPC2 NIT.800.061.585-1 www.festo.com/co</p>																																		



INDUSTRIA COLOMBIANA DE CAFE S.A.S
CR 50 6 SUR 81
MEDELLÍN - Colombia
NIT 8909035321

Descripción	Material	Precio Unitario	Cantidad	Total
Item 6 ELECTROV.CON MU MFH-5-1/4 Plazo de Entrega: 2 Días hábiles Material de cliente: 6068318	6211	275.907,50	2 PZ	551.815,00
Item 7 BOB. MAGNÉTICA MSFW-110AC Plazo de Entrega: 2 Días hábiles Material de cliente: 6068517	6720	44.031,00	2 PZ	88.062,00
Item 8 SILENCIADOR U -1/4 Plazo de Entrega: 2 Días hábiles Material de cliente: 6028113	2316	17.182,50	4 PZ	68.730,00
Item 9 RACOR RAPIDO QSL-1/4-8 Plazo de Entrega: 2 Días hábiles Material de cliente: 6028050	153049	9.837,33	3 PZ	29.512,00
Item 10 TUBO FLEXIBLE PUN- 8X1,25 BL Plazo de Entrega: 2 Días hábiles	159666	4.406,95	20 M	88.139,00
Sub Total				2.246.316,00
IVA 16,00 %				359.410,00
Total				2.605.726,00
Valores en Pesos Colombianos.				

Cotización
16139842

Fecha:
09/11/2015

Validez:
09/12/2015

Página:
2 de 4

No. de cliente:
26000701

Festo S.A.S.

Autopista Medellín Km. 6.3 costado
sur
TENJO
Colombia
Tel: (1)865 7788
Fax: (1)865 7729 OPC2
NIT.800.061.585-1
www.festo.com/co

FESTO

INDUSTRIA COLOMBIANA DE CAFE S.A.S
CR 50 6 SUR 81
MEDELLÍN - Colombia
NIT 8909035321

***No se acepta la devolución de estos materiales debido a sus condiciones particulares.
 Toda devolución de producto facturado genera el cobro de \$100.000,00 más IVA por gastos administrativos.
 ***Verificar su estado de crédito.

Att.: _____
MARTIN ALBERTO MUÑOZ
MARTIN.MUNOZ@FESTO.COM
Cel. 300-8421724

Somos agentes retenedores y grandes contribuyentes. Agentes responsables del IVA y del ICA.

Garantía hasta seis meses después de facturado el elemento si es neumático y tres meses si es electrónico, únicamente por defectos de fabricación, no se otorga si el elemento ha sido desarmado por personal ajeno a Festo, si se evidencia una inadecuada manipulación, montaje por parte del cliente, o en el caso de equipos electrónicos no se instalaron las protecciones eléctricas adecuadas.

Cotización
16139842

Fecha:
09/11/2015

Validez:
09/12/2015

Página:
3 de 4

No. de cliente:
26000701

Festo S.A.S.

Autopista Medellin Km. 6.3 costado
sur
TENIO
Colombia
Tel: (1)865 7788
Fax: (1)865 7729 OPC2
NIT.800.061.585-1
www.festo.com/co

FESTO

INDUSTRIA COLOMBIANA DE CAFE S.A.S
CR 50 6 SUR 81
MEDELLÍN - Colombia
NIT 8909035321

Oficina Principal:	Vereda La Punta Autopista Medellin Km6.3 A.A.95481 PBX (1)865 7788 Fax (1) 8657788 Opción 2
Cali:	Calle 64N 5B 146 oficina 205 torre A Tel.:(92)654 1457 Fax:(92)654 1458 Tel.:(92)666 1066 Fax:(92)312 6930
Bucaramanga:	Tel.:(7)6341884 Cel.: 315 8203571 - 315 8951357 Linea unica nacional: 018000518810
Medellin:	Cra. 80A N32EE-54 Tels.(94)411 2722 - 411 2691 Fax: (94) 250 5642 - A.A.50055
Manizales:	Tel.:(6)881 0493 - Fax:(6)881 0267 - Cel.:317 4393057 Linea unica nacional : 018000518810
Costa Atlantica:	Tel.: (5) 373 6121 Cel.: 316 5234059 Linea unica nacional : 018000518810
Cartagena:	Cel.:315 8951357 Tel.:(5) 643 1111 Linea unica nacional : 018000518810

Cotización
16139842

Fecha:
09/11/2015

Validez:
09/12/2015

Página:
4 de 4

No. de cliente:
26000701

Festo S.A.S.

Autopista Medellin Km. 6.3 costado
sur
TENIO
Colombia
Tel: (1)865 7788
Fax: (1)865 7729 OPC2
NIT.800.061.585-1
www.festo.com/co

Anexo 3. Cotización tubería ducto de descarga.

 TUVACOL S.A. TUBERIAS Y VALVULAS DE COLOMBIA 30	SOMOS GRANDES CONTRIBUYENTES RESOLUCION No.00/04/1 DE 30 ENERO/2014 SOMOS AUTORETENEDORES DE RENTA SEGUN RE.S. No.06881 DEL 17/OCT/2003 SOMOS AGENTE DE RETENCION DEL IMPUESTO SOBRE LAS VENTAS RESOLUCION No.08152 DE 30/SEP/2003																												
	Cotización a Cliente	Numero: 33721 Fecha: 01/Nov/2015 Dias de validez: 5 Vendedor: 930																											
Ciente BODEGA MEDELLIN Nit: 806014553 - 6 Direccion: Calle 11 Sur No. 50 - 274 Telefono: 2858600 Contacto: Sr. Jose ignacio Amaya																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Codigo</th> <th>Cantidad</th> <th>Unid.</th> <th>Descripcion del producto</th> <th>Vr. Unitario</th> <th>Dcto.</th> <th>Iva</th> <th>Valor total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>45210130</td> <td>5.80</td> <td>MTS</td> <td>TUBERIA A/C X 6mm DE 6' S/COST. 1 TUBO X 5.80 MTS</td> <td>82.750</td> <td></td> <td>16</td> <td>479,950</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>106001130</td> <td>1.00</td> <td>UND</td> <td>CODO A/CARBON X 6mm DE:6'</td> <td>44,000</td> <td></td> <td>16</td> <td>44,000</td> </tr> </tbody> </table>	No	Codigo	Cantidad	Unid.	Descripcion del producto	Vr. Unitario	Dcto.	Iva	Valor total	1	45210130	5.80	MTS	TUBERIA A/C X 6mm DE 6' S/COST. 1 TUBO X 5.80 MTS	82.750		16	479,950	2	106001130	1.00	UND	CODO A/CARBON X 6mm DE:6'	44,000		16	44,000		
No	Codigo	Cantidad	Unid.	Descripcion del producto	Vr. Unitario	Dcto.	Iva	Valor total																					
1	45210130	5.80	MTS	TUBERIA A/C X 6mm DE 6' S/COST. 1 TUBO X 5.80 MTS	82.750		16	479,950																					
2	106001130	1.00	UND	CODO A/CARBON X 6mm DE:6'	44,000		16	44,000																					
No se aceptan devoluciones despues de 3 dias de despachada la mercancia. La garantía consiste en la reparación o reemplazo del artículo defectuoso, siempre y cuando haya sido instalado y operado correctamente en las condiciones de servicio recomendadas. la garantía no es válida cuando el artículo haya sido dañado por causas como: accidentes o daños causadas por el desgaste o ciclo de trabajo normal del material. En ningún caso será TUVACOL S.A., responsable por disminución de utilidades, perdidas por paro de planta, aumento en costos de operación u otros daños consecuentes del mal uso del artículo.	<table border="1"> <tr> <td>Valor Mercancia</td> <td>523,950</td> </tr> <tr> <td>(-) Descuento</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Subtotal</td> <td>523,950</td> </tr> <tr> <td>Fletes</td> <td></td> </tr> <tr> <td>(+) Iva</td> <td>83,832</td> </tr> <tr> <td>(-) ReteFuente</td> <td></td> </tr> <tr> <td>(-) Retelca</td> <td></td> </tr> <tr> <td>(-) Retelva</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Total General</td> <td>607,782</td> </tr> </table>		Valor Mercancia	523,950	(-) Descuento		Subtotal	523,950	Fletes		(+) Iva	83,832	(-) ReteFuente		(-) Retelca		(-) Retelva		Total General	607,782									
Valor Mercancia	523,950																												
(-) Descuento																													
Subtotal	523,950																												
Fletes																													
(+) Iva	83,832																												
(-) ReteFuente																													
(-) Retelca																													
(-) Retelva																													
Total General	607,782																												
Mercancia Puesta en Plataforma Camión En caso de adjudicación parcial los precios ofertados estan sujetos a revisión Observaciones: ADJUNTO CONDICIONES COMERCIALES																													
SARA VANESA GARCIA CORREA Realizado Por	Cliente - Aceptada																												
Impreso por TUVACOL S.A. Nit. 806014553-6 1	01/Nov/2015 4:33:29PM																												

Anexo 4. Cotización y características celda carga.



Iberotec

Básculas - Refrigeración

COTIZACION 2,088

IBEROTEC

Nit :	CLIENTE	Fecha:	01-nov-2015
Contacto:	Jose Ignacio Anava	Asesor:	CAJA
Empresa:	CLIENTE	Forma Pago:	Anticipo para compra
Telefono:		T Entrega:	Inmediata salvo previa venta
Direccion:	CLIENTE	E-Mail:	0
Ciudad:			

Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	Valor Unitar	IVA	Neto
593	LOC 50 KG VECTOR	Unidad	2	85,000.0	16	197,000

FORMA DE PAGO : Anticipo del 100% . Estos valores deberán ser consignados en Cuenta Corriente BanColombia 02901486053 a nombre de Iberotec S.A.S. Nit. 811.010.839-7. Una vez realizado el pago procederemos a realizar la programacion de entrega de equipos. PRECIOS SUJETOS A EXISTENCIAS EN EL MOMENTO DE SU ORDEN.

OBSERVACIONES

Firma Asesor

SUBTOTAL	197,000
DESCUENTO	0
IVA	2,088
TOTAL	199,088

1

VECTOR®



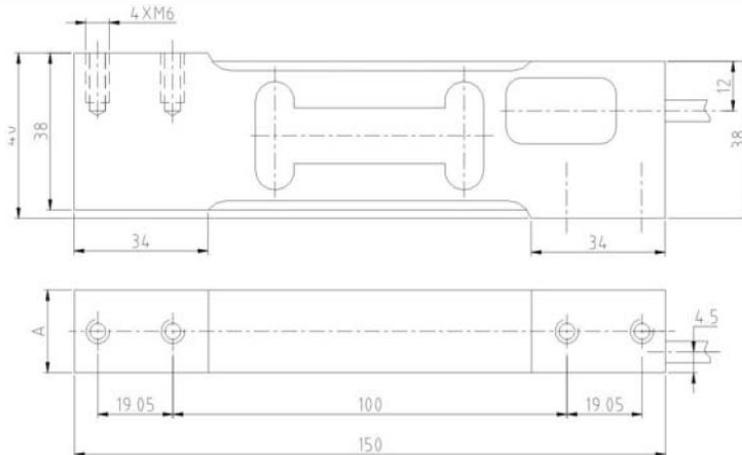
LOC Load
cell,
10kg...150kg

Special features :

- High accuracy regulations up to 5 000d for scales class III
- Off-center load compensated
- Protection to IP66
- Explosion proof version (Ex ib II CT4)
- Aluminium



Dimensions (in mm; 1mm = 0.03937 inches)



Technical Data

Type		LOC SS
Accuracy class		0.03
Maximal numbers of load cell verification intervals (n_{LC})		5000
Maximal capacity (E_{max})	kg	10;15;30;50;75;100;150
Minimum load cell verification interval (V_{min})	% of C_n	0.02
Reference Max. platform size.	mm	450 x500
Weight (G) , approx.	kg	1
Sensitivity (C_n)	mV/V	2±10%
Zero balance	mV/V	±0.06
Temperature effect on sensitivity (T_{kc})	% of C_n/k	< ±0.012
Temperature effect on zero balance (T_{ko})	% of C_n/k	< ±0.0040
Non-linearity (din)	%	< ±0.017
Repeatability (Drep)	%	< ±0.017
Hysteresis error(dhy)	%	< ±0.017
Creep (dDR) in 30 min	%	< ±0.023
Input resistance (RLC) [Red(+)-black(-)]	Ω	415 ±15
Output resistance (RO) [Green(+)-white(-)]	Ω	350±3
Reference excitation voltage (U_{ref})	V(DC/AC)	0.5...12
Maximal excitation voltage	V(DC/AC)	18
Insulation resistance (R_{is})	GΩ	>1 [50 VDC]
Nominal temperature range	°C [°F]	-10...+40 [15...+105]
Service temperature range	°C [°F]	-10...+50 [15...+122]
Storage temperature range	°C [°F]	-25...+70 [-13...+158]
Safe load limit (EL)	% of C_n	150
Breaking load (E_d)	% of C_n	300
Weight(G) , approx.	kg	0.1
Protection class (IP) acc. to IEC529		IP66
Material		Aluminium
Optionally		Explosion proof version(Ex ib II CT4)

* The data for deviation of linearity, repeatability, hysteresis error and temperature effect on sensitivity are typical values. The sum of these data meets the requirements according to OIML R60.

Anexo 5. Otros costos

MATERIA PRIMA / PRODUCTO	VALOR	PROVEEDOR
Viga IPE 160 X 12 m	\$522000	G & J Empresas del Acero
4 sensores capacitivos serie 871TM	\$1422400	INTECOL
Cocedora portátil	\$411000	COSECOL S.A.S

Anexo 6. Cotización fabricación y montaje.



Medellín, Noviembre 03 de 2015

Ingeniero
Ignacio Amaya
Coordinador mantenimiento Colcafé
COLCAFÉ.
Medellín.

ASUNTO: Fabricación y montaje de dosificadora Concrearenas Ltda.

Respetado Ingeniero.

Atendiendo a su amable solicitud le estamos presentado la propuesta referente mencionada en el asunto.

Esperamos sea de su interés esta propuesta y quedamos atentos a resolver cualquier inquietud al respecto.

Atentamente



Carlos Enrique Henao Londoño
Director Comercial & Servicios
Serinco S.A.S

Teléfono: (57 4) 4 44 20 74 – Dirección: Carrera 32C sur No 45-27 Envigado Antioquia
e-mail: info@seriinco.com

MANO DE OBRA PARA LA CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DUCTOS PARA EQUIPO DE PLANO ADJUNTO

1. ALCANCE DE LA PROPUESTA

1.1. Descripción

De acuerdo a la solicitud del Ingeniero Ignacio Amaya, se presenta cotización para el asunto en mención.

- Trazo, corte y perforación de materiales.
- Soldadura y montaje de ductos.

Fabricación y montaje de soportes cuadrado y redondo (ver esquema anexo)	
1 Pailero	11 h
1 Auxiliar	11 h
1 Supervisor Seguridad	2,5 h
1 Supervisor Técnico	2,5 h

2. Planeación del proyecto a cargo de Serinco S.A.S.

- Visita al sitio del proyecto para planeación del trabajo.
- Se realiza y presenta el cronograma de trabajo antes de su ejecución.

El personal Presupuestado para este proyecto es el siguiente.

1 Supervisor.
1 Soldador
1 Auxiliar entendido
1 Líder de salud ocupacional
1 Ingeniero residente

Teléfono: (57 4) 4 44 20 74 – Dirección: Carrera 32C sur No 45-27 Envigado Antioquia
e-mail: info@serinco.com

2.1. Recursos y logística para el Proyecto.

- Herramienta y equipos para la preparación del material.
- Herramienta para los ajustes y montaje en campo.
- Personal calificado con experiencia en montajes y prefabricación.
- Supervisión para el proyecto y para las tareas de alto riesgo.

2.2. Colcafé entrega al contratista.

- Personal que autorice el permiso de trabajo en las áreas a intervenir.
- Servicio de Restaurante para contratar por **Seriinco S.A.S** directamente.
- Obras Civiles requeridas para el montaje.
- Área para prefabricación y armado de tubería y soporteria
- Servicios sanitarios y vestier.
- Vigilancia en las instalaciones.
- Materiales para la construcción:

3. PROPUESTA ECONOMICA

VALOR TOTAL POR DEL PROYECTO \$ 432400 + IVA

NOTA:

- Seriinco no realizara la obra civil del proyecto
- Colcafé brindara los espacios requeridos para el montaje en algunos puntos específicos.
- Colcafé provee todos los materiales y consumibles necesarios para la ejecución del trabajo

4. CONDICIONES COMERCIALES.

4.1. Forma de Pago.

Facturación contra entrega a 60 días.

4.2. Tiempo de entrega.

Seriinco S.A.S propone: Tres días para la fabricación y montaje con una intensidad de 8 horas diarias de trabajo.

4.3. Validez de la oferta:

30 días

5. GENERALIDADES.

5.1. Recursos.

Seriinco S.A.S. cuenta con los equipos necesarios para la realización de la fabricación y montaje.

5.2. Seguridad.

Todo el personal de **Seriinco** S.A.S. estará debidamente afiliado al plan obligatorio de salud y la Administradora de Riesgos Profesionales, y con las capacitaciones requeridas para este tipo de proyectos. Cada una de las personas contratadas estará dotada con su uniforme de trabajo contramarcado y sus elementos de seguridad (Casco, Taponos auditivos, Gafas de seguridad, Guantes, y con botas de seguridad con puntera metálica).

6. OBSERVACIONES GENERALES.

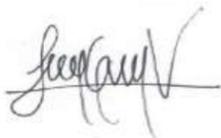
En esta propuesta se consideran los siguientes puntos adicionales.

Trabajos no incluidos en esta propuesta se consideran como adicionales y se cotizaran previamente a su ejecución con la autorización del Ingeniero encargado del proyecto por parte de la empresa contratante.

Para este proyecto se contempla **jornada ordinaria de Lunes a Miércoles de 7:00 am a 6:00 pm.**

Esperamos que esta propuesta cumpla con sus expectativas tanto el campo económico como en el técnico.

Cordialmente,



Joyner García Vásquez.
Ingeniero de proyectos.
Seriinco S.A.S
Cel.: 300 4914165
proyectocolcafe@seriinco.com



Carlos Enrique Henao Londoño
Director Comercial & Servicios
Seriinco S.A.S
Cel. 311 339 10 08
carlos.henao@seriinco.com

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- PDVSA MDP-11-MS-01, 1997, Manual de diseño de proceso, almacenamiento en silos y tolvas; 1-32, Venezuela.
- Girón Juárez, Pedro. 2010. Construcción y evaluación de una máquina dosificadora de micorrizas, tesis profesional, Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola. Chapingo, México.
- Pinto Fajardo, Carlos Humberto; Durán Sánchez, Hernán. 2006. Diseño, modelamiento y simulación de máquina dosificadora de alimento granulado para animales, tesis profesional, Universidad de la Salle, Ingeniería De Diseño Y Automatización Electrónica. Bogotá D.C., Colombia.
- Referencia tomada de: Vescovo. Tipos de dosificadores. De la página 20 a la 25. Disponible en: <http://www.vescovoweb.com/tiposDosificadores.html>.

11.CONCLUSIONES

El sistema dosificador que se implementó en la empresa Concrearenas Ltda., tendrá una rata de 20 sacos/hora. Esta rata es promediada solo para un operario; aunque se puede variar si se minimizan los tiempos muertos en el sellado y estibado de los sacos si trabaja más de un operario.

El costo de la maquina incluyendo la materia prima, fabricación y montaje, tendrá un valor aproximado de **\$ 7 924 172.**

Se podría pensar en estudios posteriores, en evaluar la posibilidad de un tipo de banqueo del suelo ubicado debajo de la tolva, con el fin de que puedan entrar volquetas de mayores dimensiones.

Se puede concluir que con la implementación del diseño para la empresa podría mejorar el tiempo de llenado de los sacos aumentando la productividad, calidad del proceso tan para ellos como para los clientes

Reducir la cantidad de trabajadores llegando a tener un solo, que opere el sistema minimizando los costos de operación y mayor aprovechamiento de la materia prima y maquinaria tipo volquetas para su llenado