

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A.....	3
Transcripción de la recopilación de entrevista. Investigación de usuario.....	3
ANEXO B.....	10
Análisis de las entrevistas.....	10
Anexo C.....	25
Análisis de ergonomía.....	25
ANEXO D.....	27
Cotización de la tercerizadora Paquetex.....	27
Anexo E.....	28
Análisis de ciclo de vida.....	28
ANEXO F.....	55
Informe de materiales.....	55
ANEXO G.....	73
Ventana de oportunidad.....	73
ANEXO H.....	75
Cálculos geométricos.....	75
ANEXO I.....	81
Análisis de pandeo. Análisis de resistencia para perfiles angular.....	81
ANEXO J.....	91
Cálculos de la resistencia a la carga vertical.....	91
ANEXO K.....	94
Plan de pruebas.....	94
ANEXO L.....	109
Análisis de almacenamiento vehículos de transporte.....	109
ANEXO O.....	111
Cotizaciones.....	111
ANEXO P.....	117

Tabla de costos.	117
ANEXO Q	122
Planos de taller y de ensamble.	122
(Esta información es confidencial).....	122
ANEXO R.....	131
Manual de uso.	131

ANEXO A

Transcripción de la recopilación de entrevista. Investigación de usuario.

En el anexo a continuación se presenta una de las transcripciones de las entrevistas realizadas en las 6 empresas visitadas en las que se permitió realizar grabaciones. El audio de estas entrevistas esta en el anexo digital de la misma numeración.

NOTA: el audio y las transcripciones completas están en el anexo A digital, debido a la longitud de cada una de estas.

Empresa 1

Estudiante 2: tengo una pregunta, ¿han tenido ningún accidente cuando están bajando las canecas a las llantas o las ruedan, por ejemplo que la caneca no caiga en el lugar indicado?, o ¿algo así?

Empresa 1: si he notado que los aros metálicos que protegen la tapa tienen alguna especie de filo en los bordes, es decir aquí trabajamos con implementos de seguridad industrial, con guantes y todo eso, pero si me pasó una vez que un trabajador tenía los guantes y todo eso pero el aro tenía un filo y el operario se cortó. Del resto el único inconveniente es que el tambor pesa 220kl.

Estudiante 2: a ustedes no les afectan cuando tiran el producto sobre las llantas, digamos que se explote la bolsa, o que se riegue por toda la caneca.

Empresa 1: sí, sí pasa.

Estudiante 1: y, ¿qué hacen?

Estudiante 2: ¿el producto queda sirviendo o no?

Empresa 1: si, si queda sirviendo, lo que pasa es que toca re-ensarlo, para lo cual toca coger el tambor con la carreta y llevarlo hasta atrás, en donde se toma otro tambor que se tenga vacío y pasar la mitad del contenido a este tambor.

Estudiante 2: ¿cuándo re-ensavas, lo hacen en una caneca metálica o plástica?

Empresa 1: no, en una caneca metálica. Nosotros no manejamos canecas plásticas.

Estudiante 1: pero, ¿pones otra bolsa y lo vuelves a envasar?

Empresa 1: si, pero lo que sucede es que el transportador me descarga las canecas en la bodega en posición vertical por lo cual no se ve si el contenido se está derramando, pero cuando este se retira, yo tomo las canecas y las inclino para montarla en la carreta y trasladarla hasta la

producción, en ese momento es cuando la caneca se comienza a regar, entonces yo en ese momento destapo la caneca y observo que efectivamente la bolsa se estalló, a pesar de tener doble bolsa y todo debido al impacto de la caída sobre las llantas. Una vez que se riega el adhesivo los que quedan con el problema somos nosotros los clientes y nosotros deberíamos tener los argumentos. Además cuando tiran las canecas sobre las llantas hacen que estas se deformen puesto que no caen bien en la mayoría de los casos.

Estudiante 2: ¿pues hay algún problema por qué se dañe la forma de la caneca?

Empresa 1: normalmente no la deber corar porque eso es de La Empresa X, pero a nosotros nos han cobrado esas canecas porque cuando sucede eso yo sencillamente le saco fotos y le mando los reportes a la encargada de ventas y le digo que la manipulación de ellos fue la que causó todo este problema. Es cuestión de traer un montacargas o una plataforma como es el caso de otros proveedores que también manejan canecas y sus carros traen una plataforma para descargar más fácil y rápido las canecas. No sé si La Empresa X por costos o por otra razón no han querido implementar este método, analizar qué es lo que está pasando con los transportadores, si es que estos no tienen los carros adecuados para este producto o intentar buscarle una solución. No es la llanta se baje y se tire la caneca sobre esta, por que el calor y el impacto hacen que sucedan accidentes, además muchas empresas en el medio ya manejan la plataforma por cuestiones de seguridad industrial. Yo compro otro producto que son 70 toneladas solamente de ese producto y me lo empacan en pacas de 250kl, esta empresa lo que hace es que monta su plataforma, donde el operario o conductor hay mismo llega y corre la plataforma hasta el piso y la deja hay descargan los tambores de una forma segura con la carreta. Aunque en este caso con La Empresa X lo que es necesario analizar es el costo y el riesgo que se está corriendo al utilizar las llantas en vez de una plataforma segura. Yo lo que estoy haciendo en estos momentos es que tambor que se me daña lo devuelvo, entonces será mayor esa inversión de la devolución que la del transporte, no lo sé.

Estudiante 2: eso te iba a preguntar, ¿cuándo se te riega el material dentro de la caneca de acero no pierde propiedades el producto, ni se te daña ni nada?

Empresa 1: eso de pende del porcentaje de producto que uno necesita y para lo que usted lo utilice.

Estudiante 2: pero, ¿no se te daña para nada el producto que tiene adentro?

Empresa 1: no y lo que alcanza pues el contacto con el tambor metálico pueden ser 2 kilos máximo. Pues lo que pasa es lo que nos genera a nosotros y es el transporte de la entrada de la bodega al final de esta, en donde se desplaza el tambor con una carreta y se riega, entonces se estalló porque se regó un poquitico lo cual implica re-ensavarla inmediatamente, pero hasta el momento no nos ha presentado ningún inconveniente.

Estudiante 2: ya nos dijiste que trasladan los tambores por medio de una carreta cierto que sí, pero, ¿qué descargan los tambores sobre unas llantas y no con ayuda de un montacargas?

Empresa 1: si, el descargue es por medio de llantas.

Estudiante 2: y como utilizan acá el producto, permanece en el empaque todo el tiempo y solamente sacan lo necesario por vez, o el producto se lleva a otro contenedor y la otra parte permanece en el empaque o por el contrario el empaque se usa para hacer mezclas.

Empresa 1: normalmente se utiliza lo necesario.

Estudiante 2: ¿aquí cuando usted me dice que se utiliza lo necesario, la bolsa si es útil?

Estudiante 1: ¿les facilita el trabajo?

Estudiante 2: les facilita el trabajo, como por ejemplo: ¿qué no se les dañe el material ni nada? Como es una caneca de 55 galones digamos uno muchas veces no utiliza todo el contenido en un día, o digamos puede quedar una cuarta parte en la bolsa o algo así.

Empresa 1: yo me gasto 200 kilos diarios. Yo en estos momentos no tengo el tambor puesto porque tengo un problema con el motor, pero normalmente trabajo con el tambor o sea que me gasto 200 kilos diarios.

Estudiante 2: y dado el caso que no te lo gastas, utilizas la bolsa para ayudar a mantener el producto por ejemplo haciéndole un nudo a la bolsa con el producto adentro o ¿no?

Empresa 1: no, porque nosotros lo destapamos, lo usamos y lo dejamos así; lo vamos consumiendo y se le pone la tapa. Ah menos que digamos es que vamos a parar por vacaciones, entonces si hay producto en el tanque este se cierra y se le pone la tapa, pero del resto no. Lo máximo que dura la caneca destapada es un día.

Estudiante 2: ¿de pronto en ese transcurso del día se hace el nudo con la bolsa o se tapa el tanque con la tapa?

Empresa 1: no se deja así, no es necesario tapparla todo el tiempo.

Estudiante 2: ¿cuándo se acaba el adhesivo, se desperdicia mucho en la bolsa es decir queda mucho material adherido a las paredes de la bolsa?

Empresa 1: nosotros lo lavamos las bolsas, pues por problemas de reciclaje, puesto que si nosotros no lavamos las bolsas no nos la recogen si tiene material adhesivo en las paredes, por lo que la tenemos que lavar y muchas veces la reutilizamos para almacenar cosas de la empresa o para la basura de la misma.

Estudiante 2: el adhesivo que ustedes consumen de La Empresa X es más viscoso o menos viscoso (líquido).

Empresa 1: si es viscoso.

Estudiante 2: pero que tanto, es que hay uno que uno le toca sacarlo prácticamente a cucharadas porque no da por su alta viscosidad.

Empresa 1: no este es como un Colbón®, nosotros lo utilizamos para la aplicación de nuestros productos y poder fabricar la guata, éste es un producto que no puede ser muy abrasivo y tampoco puede ser muy grueso, entonces en la aplicación del adhesivo nosotros la dosificamos o mezclamos casi un 80% con agua, se podría decir que es más agua que producto.

Estudiante 2: o sea que lo comprar en como Colbón® quien dice.

Empresa 1: si.

Estudiante 2: que hacen con los tambores una vez son utilizados.

Empresa 1: los almacenamos y llamamos a La Empresa X para que vengan por ellos, ellos mismos vienen a recogerlo cada 15 días más o menos.

Estudiante 1: pero viene La Empresa X o viene un tercero.

Empresa 1: no, no es fijo, a veces mandan el tercero, a veces vienen ellos directamente, lo que pasa es que La Empresa X solamente tiene 2 camiones, entonces a veces no alcanza a cubrir todo, por esta razón a veces mandan a un tercero que es el mismo transportador que los trae.

Estudiante 1: porque entonces sería 15 canecas más o menos, porque ustedes utilizan una caneca diaria entonces si vienen y te las recogen cada 15 días serian 15 canecas.

Empresa 1: eso depende de la formulación y uno para todo no utiliza la misma, entonces el promedio que yo utilizo es 1 diaria, pero a veces son hasta dos diarias.

Estudiante 1: ah, es un promedio.

Empresa 1: porque si hago otro tipo de producto toca echarle más, eso depende de lo que se esté fabricando en ese momento, o sea ellos más o menos mensualmente me pueden recoger unas 60 canecas.

Estudiante 1: entonces son 60 canecas.

Empresa 1: también depende de la temporada, la época, las condiciones de trabajo, eso es muy circunstancial.

Estudiante 1: entonces dependiendo del producto a fabricar o de la producción ustedes diluyen más o menos el adhesivo.

Estudiante 2: se daña el producto dentro del empaque, ¿cierto que sí? En promedio, ¿cuánto les dura el tambor en el producto? ¿Un día?

Estudiante 1: uno por día en promedio.

Empresa 1: en promedio.

Estudiante 2: ¿preferirías que el tambor no tuviera bolsa o te parece útil la bolsa?

Empresa 1: pues es que por seguridad, pues sí, pero el producto se hace más costoso, porque estamos hablando como de \$4.000 y una caneca de esas vale casi \$60.000. claro que depende también yo utilizo dos referencias, saldría mucho más económico, pero yo utilizo otras referencias de ustedes.

Estudiante 2: y de las dos referencias piden casi lo mismo o piden más de una que de otra.

Empresa 1: de una más que de otra.

Estudiante 2: ok.

Empresa 1: pero es la misma presentación, es exactamente igual, solamente cambia la etiqueta.

Estudiante 2: se podría decir que los dos productos son como el Colbón®, ¿son exactamente las mismas propiedades químicas?

Empresa 1: si.

Estudiante 2: lo pregunto porque La Empresa X maneja diferentes viscosidades en sus productos, entonces era más por aclarar ese punto. Te pregunto ¿qué tambor prefiere el metálico o el plástico? O ¿ustedes nunca han trabajado con el tambor plástico?

Empresa 1: yo tengo un cliente que es el único con el que manejo el tambor plástico, pero es muy poca la cantidad de producto que se consume porque es muy difícil de mantener la caneca y sobre

todo es más pesado que el metálico, puesto que pesa 260 kilos, lo que vendría siendo aproximadamente 275 kilos con todo y empaque, además es muy difícil de agarrarlo y muy incomodo para el operario.

Estudiante 2: de 1 a 5, siendo 1 el menor y 5 el mayor, ¿el empaque es cómodo de sujetar?

Empresa 1: si, 4.

Estudiante 2: ¿es fácil acceder al contenido del tambor?

Empresa 1: si.

Estudiante 2: ¿le gusta que tenga forma redonda?

Empresa 1: si.

Estudiante 2: te hago una pregunta, ¿ustedes como hacen para utilizar todo el contenido de la bolsa? Es que estamos hablando de un contenido de 220k kilos y ustedes sacan un porcentaje a mano y el otro porcentaje (el final) como hacen para sacarlo.

Estudiante 1: por ejemplo en la producción la hacen con dosificadores que son cocas y le van echando la cantidad exacta que van necesitando, esa es la pregunta, como dosifican esa parte. Es que uno alzar 220 kilos y ponerlo en una máquina es muy difícil, además necesitaría de alguna herramienta.

Empresa 1: no, nosotros llevamos la caneca a la planta y se hace la formulación, digamos si la formulación son 20 litros, entonces utilizamos un medidor para saber que se le van a añadir esos 20 litros a la mezcla y después se pasa a la máquina, ya que todo aquí es secuencial, por eso todo va seguido no hay movimientos largos de desplazamiento de personal.

Estudiante 2: ¿al final lavan la bolsa?

Empresa 1: si antes de terminar, el operario cogen la caneca y transfieren el contenido a un tanque medidor (con el contenido exacto de la mezcla) y al finalizar este proceso se lava la bolsa con una manguera.

Estudiante 2: cuando tú me dices que lo lavan, tú me dijiste que tú ligabas el producto con agua, entonces cuando lavas la bolsa utilizas esa misma aguara para diluir el otro producto.

Empresa 1: solo del mismo producto (la misma referencia).

Estudiante 2: igual es útil, porque estas utilizando agua con producto.

Empresa 1: pues nosotros hicimos un chequeo y no salió nada.

Estudiante 1: porque son a base de agua, pero la empresa de recolección de basuras no lo recoge.

Empresa 1: nosotros con el área metropolitana hicimos un trabajo con ellos, en el cual se realizó un informe con el laboratorio de la UPB porque ellos son los que están autorizados para realizar estos chequeos y nada de lo que analizamos en esos chequeos está afectando el medio ambiente tanto en agua, ambiente y desperdicios. Todo esto comenzó desde el problema que tuvo una empresa cuando derramó uno de sus productos al río, después nos toco realizarle un chequeo a nuestra empresa por que había un componente que de pronto provenía de nosotros, el chequeo arrojó que nada de lo que trabajamos acá es peligroso desde el punto de vista químico, por que los productos que hacemos acá no lo pueden ser por estar en contacto con alimentos.

Si quiere pasamos y yo les muestro una parte de la empresa.

Estudiante 2: si señor, muchas gracias, la verdad sería de mucha ayuda. No es solo para ver lo que hacen con el tambor, porque esa parte del proceso si nos llama la atención, aunque sabemos que ustedes manejan ciertas restricciones.

Empresa 1: y sobre todo porque ya nos paso pues, ya tuvimos un inconveniente, entonces el jefe prohibió completamente la entrada de cámaras. Lo que paso fue que cuando nos estaban instalando el sistema de embalaje, uno de los trabajadores sacó un celular con cámara y comenzó a filmar todo el proceso, cuando mi jefe se dio cuenta prohibió el ingreso de cámaras a la empresa.

Estudiante 2: nosotras lo entendemos, no se preocupe.

(Tiempo en la fábrica).

Estudiante 1-2: hasta luego, muchas gracias por su tiempo y la atención recibida.

ANEXO B
Análisis de las entrevistas

		Enunciado del cliente	Intervenable	No intervenible	Necesidad
Seguridad	Empresa 1	He notado que los aros metálicos que protegen la tapa tienen alguna especie de filo en los bordes, es decir aquí trabajamos con implementos de seguridad industrial, con guantes y todo eso, pero si me pasó una vez que un trabajador tenía los guantes y todo eso pero el aro tenía un filo y el operario se cortó.	X		Que el contenedor no tenga bordes afilados.
		Es cuestión de traer un montacargas i una plataforma como es el caso de los otros proveedores que también manejan canecas y sus carros traen una plataforma para descargar más fácil y rápido las canecas.		X	
		No es la llanta se baje y se tire la caneca sobre esta, porque el calor y el impacto hacen que sucedan accidentes.		X	
	Empresa 2	Inclusive a un operario de la planta le cayó sobre un pie una caneca después que la tiraron sobre las llantas.		X	
		Además aquí tenemos un problema y es que cuando llega el producto, nosotros con aerosol tapamos el logo, la referencia y todo eso, entonces a veces tenemos problemas con eso porque mi compañero de producción cuando está recibiendo muchos productos al tiempo del afán los va recibiendo y le va poniendo el aerosol y codifica inmediatamente el producto como internamente se conoce en la empresa. Por eso algunas veces hemos tenido problemas con las devoluciones porque no se alcanza a ver la referencia y es un problema para que nos la acepten. Si por seguridad para que los operarios no vean como se llama el producto.		X	Utilizar etiquetas codificadas, éste sería un código único entre los usuarios y La Empresa X.
	Empresa 3	Anteriormente se hacía con llantas, pero ya no, por factores de seguridad industrial		X	
		Anteriormente tiraban unas llantas cuando venían y encima de ellas tiraban el producto, eso así sonaba de la forma más impresionante puesto que ese producto pesa mucho (200 kilos).		X	

		Eso si eso lo bajaba el transportador, la persona de acá no se metía con la descarga del producto o también ponían una tabla y rodaban, pero cuando estaban en esa descarga la gente prefería no pasar cerca por seguridad.		X		
		Algún accidente de trabajo también? Pues desde lo que hace que yo estoy acá en la empresa no, pero creo que una vez paso algo.		X		
		No, pues estaban bajando un tambor cualquiera y obviamente lo bajaron mal o se les movió la llanta o algo así y un tambor de esos de 200 kilos cayó en el piso y se explotó e hizo un reguero.		X		
	Empresa 5	No nos gusta que el producto coja mal olor	X		Que no se filtre el olor del adhesivo.	
		El que transporta sabe que es anti ético, "traiga la montacargas o si tiene la plataforma mucho mejor", una vez toco devolverlo por eso, porque aquí no había llanta y -hermano a no, yo no me someto a cargarlo así.		X		
	Empresa 6	Porque se les puede caer en cualquier momento yo le digo que causa un accidente (descarga en llanta).		X		
		La plataforma, por ejemplo los de su competencia todos lo tienen.		X		
		Si se han machado moviéndolo.	X		Que uno no se machaque manipulando el contenedor.	
		Operario que ese si era una bestia, se bañaba con estireno, estireno es con lo que derriten el acrílico.		X		
	Descarga	Empresa 1	Lo que sucede es que me descargan las canecas en la bodega en posición vertical por lo cual no se ve si el contenido se está derramando, pero cuando este se retira, yo tomo las canecas y las inclino para montarla en la carreta y trasladarla hasta la producción, en ese momento es cuando la caneca se comienza a regar.	X		Que el producto no se riegue dentro del contenedor.
			Yo en ese momento destapo la caneca y observo que efectivamente la bolsa se estalló, a pesar de tener doble bolsa y todo debido al impacto de la caída sobre las llantas.		X	Que el contenedor sea resistente.
		Quando tiran las canecas sobre las llantas hacen que estas se		X		

	deformen puesto que no caen bien en la mayoría de los casos.				
	El descargue es por medio de llantas.		X		
Empresa 2	La manipulación cuando voltean los camiones ya los traen y los bajan con un diferencial; en una llanta era primero, no se ahora. Yo los vi bajando con un diferencial sobre unas llantas. La otra es que muchas veces llegan y las tiran al piso, lo cual hace que se estalle la bolsa en la mayoría de los casos.		X		
	¿La bolsa de adentro? Si, estalla la resina, entonces la bolsa se revienta por dentro de la caneca de 55 galones, debido al golpe que le dan.		X		
Empresa 3	La recepción es un poco arcaico, es con una estibadora, no tenemos pues ningún otro elemento para recibir eso, hasta el momento a funcionado bien, pero igualmente requiere de fuerza de las personas para desplazarla, igual son tambores bastante pesados.	X		Que el producto se apegue a los estándares ergonómicos establecidos.	
	Nosotros ponemos la estibadora manual.		X		
	Antes se bajan con llantas, obviamente eso es muy peligroso porque los distribuidores se creen quien sabe que y bajan eso con llantas, muchas veces es el mismo conductor el que dice hágale pues eso no pasa nada.			X	
	Aunque uno de los problemas más grandes que hemos tenido es que nos han venido bolsas rotas.	X			El diseño del empaque evite problemas en la distribución.
	Con el monta carga es más fácil porque se lleva hasta el carro y ya el conductor lo único que tiene que hacer es moverlo y lo monta acá y después lo bajamos, así es como se descarga actualmente los tambores.			X	
Empresa 4	Canecas las bajaron con el montacargas cuando se los puedo facilitar.		X		
	Nosotros hemos sido muy cuidadosos dentro de la empresa para que no usen llantas.		X		
	Ellos me las bajaron en la zona de descarga rodándolas en forma vertical y las van girando.		X		

	Empresa 5	Se tiran en llantas es inconveniente porque muchas veces los manes vienen en carro alto y no traen la llanta o no tienen la plataforma para bajar la caneca y ahí es donde ellos tienen los problemas.		X	
		El man que nos la transporta, pónganosla en el suelo. Ya nosotros después nos ocupamos		X	
	Empresa 6	Esos tambores son de 200 kg, los tiran en una llanta al piso, son muy verracos y le tienen el truco, el ideal es que los carros tuvieran (expresión).		X	
		Muy fácil de responder esa pregunta, en el momento en que íbamos a inclinar el tambor y destaparlo hay mismo se rego.	X		IDEM
Uso	Empresa 1	Una vez que se riega el adhesivo los que quedan con el problema somos nosotros los clientes y nosotros deberíamos tener los argumentos.	X		IDEM
		Normalmente se utiliza lo necesario		X	
		Nosotros lo destapamos, lo usamos y lo dejamos así, lo vamos consumiendo y se le pone la tapa	X		Que el empaque selle fácilmente.
		Nosotros llevamos la caneca a la planta y se hace la formulación, digamos si la formulación son 20 litros, entonces utilizamos un medidor para saber que se le van a añadir esos 20 litros a la mezcla y después se pasa a la máquina, ya que todo aquí es secuencial.	X		Que lo pueda abrir y utilizar fácil pero que también lo pueda cerrar cuando ya no lo use.
		Antes ya de terminar, el operario coge la caneca y transfiere el contenido a un tanque medidor (con el contenido exacto de la mezcla) y al finalizar este proceso se lava la bolsa con una manguera.	X		
	Empresa 2	Ellos sacan una parte de la resina y la mezclan allá en el mezclador, después la desplazan hasta acá		X	
Yo la espero aquí mismo en la empresa, el de metal, esta resina necesita un espesante, se le echa, se mezcla aquí y mire como sale			X		
Ah no si, es que está caneca con la que trabajamos todos los días, al final del día se tapa abajo y se vuelve a pelar, para dejarla ya			X		

	tapada.			
	Por ejemplo en estos momentos cuando se baje un poco más el producto de la caneca, yo voy y la llevo al mezclador, la cojo y me batea para hacer la mezcla, puesto que la mezcla no me da para hacerla por canecas.		X	
	También el batidor en una caneca metálica se puede reventar mientras que aquí si golpea no hay tanto problema con el aspa.	X		Que el material del tambor me permita utilizar el batidor.
	Ella pregunta si no es muy difícil sacar el material cuando está en el fondo? Ah no usted se mete todo, se coge el pelo y listo.	X		Que sea fácil sacar el material del fondo.
	Yo hago esa resina no me sirve para embarretar porque es muy líquida y tiene que echarle más espesante para que se endurezca un poquito y así podérsela echar acá, porque si no, no me cuaja y yo lo que necesito cuajada para que no se me caiga puesto que solo la puedo llenar hasta la mitad porque si no, no me sirve el embarretado.		X	
	Por esa razón está sobre la carreta, para facilitar el desplazamiento de todo el tanque.		X	
	A como le dije antes, cuando ella esta bajita y antes de llenarla uno llega y la limpia, eso no es algo de todos los días, eso es casi cada 8 días, pero es dependiendo porque no siempre se va a ensuciar, hay veces que queda más fácil de rasparla que otras veces (la caneca plástica).		X	
Empresa 3	Lo desplazan con la misma estibadora manual, igual el carrito está al lado del almacén y después los operarios lo llevan hasta la producción. Aunque muchas veces veo que lo bajan y lo mueven rodándolo en posición vertical.	X		Que el empaque se desplace fácilmente.
	Para sacar todo el contenido del tanque ellos se ponen como una bolsa de protección para sacarlos y toca meterse.	X		Que el operario no se ensucie sacando el producto del empaque.
	El operario si me reporta que un tambor viene roto, entonces miramos el producto y analizamos que hacer con ese producto, nosotros tenemos bastantes procesos algunos implican calor y	X		IDEM

	otras coas, entonces digamos que esté un poco contaminado no nos va a afectar mucho.			
	Se hacen mezclas con el producto		X	
	Acá se dosifica con un balde, pero cuando son cantidades menores se dosifica con una jarra. No usamos bombas para este producto, porque la bolsa no te deja, la bomba en algún momento te va a tocar la bolsa entonces ya es un problema con la bolsa.		X	
	Para sacar el material de abajo se inclina la caneca. Aunque tengo algunos tambores que son así que el producto es muy viscoso, entonces mientras está arriba se raspan, pero cuando están abajo toca casi minería.	X		IDEM
	Es fácil de desplazar pero con ayuda del monta carga y la uña.	X		IDEM
	Es fácil utilizar este tipo de empaque (3).	X		El producto deberá ser fácil de utilizar.
Empresa 4	La caneca metálica nos sirve en esa presentación porque lo utilizamos con una menor frecuencia, porque son poquitos kilos que sacamos de cada caneca para cada mezcla.		X	
	La caneca le quitamos la tapa, le abrimos la bolsa y apunta de baldes o de un recipiente dosificamos el producto.	X		IDEM
	Se bate con un mezclador mecánico, igualmente dentro del tanque donde se encuentra la mezcla los resineros tienen un mecedor manual para mezclarla cuando sea necesario.		X	
	Cada producto (mezcla) que necesitemos ellos van sacando y ellos tienen baldes diferentes para cada producto (mezcla) y el operario lo va echando a cada caneca que está preparando.	X		IDEM
	Todo el material es preparado según la cantidad necesaria porque es muy complicado después por el peso transportarlo.	X		Que no necesite tanto tiempo para sacar el producto.
	Se mezclan todos los productos de la fórmula.		X	
Empresa 5	Se usan bombas neumáticas y se sube al segundo piso.		X	
	Como la bomba no es capaz de llegar hasta ciertos niveles, entonces lo que hace uno es que lo recoge va arriba y lo escurre.	X		Que no se desperdicie producto en el empaque.
Empresa 6	Aquí mezclamos y nosotros pasamos del tambor de 200kg a un	X		IDEM

		tamborcito de 60kg que es manipulable para los operarios, de ahí cogen y echan.			
		Nosotros esa de 60 la ponemos ya junto a la maquina y ya nosotros con una coquita ellos la van alimentando.	X		Que no se desperdicie producto en la dosificación.
		Una resina este sucia es mortal porque ahora vas a ver eso pasa por , esto es un rodillo aquí hay una cuchilla eso lo que deja pasar son micras un mugre me revienta la cuchilla.	X		IDEM
		yo espeso demasiado aquí la resina, necesitaría una bomba, necesitaría un montaje, no eso si sube pero ya si necesitaría una bomba y un motor muy grande.		X	
		Ellos le ponen un rollito y vuelven y cierran eso.	X		IDEM
		La bolsa no se saca de la caneca, sino ya cuando esta muy abajo.	X		
Cantidad/ Duración	Empresa 1	Yo me gasto 200 kilos diarios, pero normalmente trabajo con el tambor o sea que me gasto 200 kilos diarios.		X	
		Lo máximo que me dura la caneca destapada es un día		X	
		La cantidad promedio depende de la formulación y uno para todo no utiliza la misma, entonces el promedio que yo utilizo es una diaria, pero a veces son hasta dos diarias.		X	
		La cantidad promedio al mes depende de la temporada, la época, las condiciones de trabajo, eso es muy circunstancial.		X	
		Ellos más o menos mensualmente me pueden recoger unas 60 canecas.		X	
		Una por día en promedio		X	
	Empresa 2	Es que toda la tarde hasta el medio día me da hasta la mitad. Yo no puedo dejar que se me acabe el producto ya mezclado porque es muy difícil para batirlo.	X		IDEM
		En el día me toca mezclarla dos o hasta tres veces, en cambio si fuera solo una caneca solo haría una vez y ya hasta que esta se terminara, entonces cuando vuela a hacer la mezcla me va a quedar muy líquida, entonces tendría que esperar y echarle más espesante y no me diera el batido.		X	
		Hago la mezcla acá y se demora una semana más o menos de	X		IDEM

		tanto recargar el tanque plástico, porque si uno le quita a cada rato (el desperdicio adherido a la caneca seco) es un trabajo muy tedioso.			
	Empresa 3	Lo que pasa es que yo hago el producto, digamos yo hago el producto hoy viernes y se puede terminar el otro viernes, después vuelvo y monto el otro producto y es otro tambor.	X		IDEM
		Por lo general cuando yo saco el tambor de acá y lo mando para atrás en materias primas, se gasta totalmente porque a mi no me sirve un poquito nada más.		X	
		La cantidad promedio al mes es muy variable, pero en promedio se pide entre 1400 - 1800 kilos pero digamos hay meses en los que yo se que necesitamos necesito mucho entonces de una vez pido 2000 -2500 kilos muchos, por ejemplo para el próximo mes por lo general siempre mantenemos acá en stock 600 - 800 kg.	X		Que el empaque no me ocupe mucho espacio en bodega.
	Empresa 5	Pero generalmente estamos pidiendo una caneca mínimo cada dos meses o cada mes, máximo 3 canecas por mes. Es muy por temporadas.		X	
		Hay una ahí desde enero y va por la mitad. (1 por mes).		X	
	Empresa 6	Una tonelada en la época más mala, normalmente son 2 ton y en la época buena son 3 ton, eso se va en un día.		X	
				X	
Preferencia	Empresa 1	Yo tengo un cliente con el único con el que manejo el tambor plástico, pero es muy poca la cantidad de producto que se consume porque es muy difícil de mantener la caneca y sobre todo es más pesado que el metálico, puesto que pesa 260 kilos, lo que vendría siendo aproximadamente 275 kilos con todo y empaqueta demás es muy difícil de agarrarlo y muy incomodo para el operario.	X		IDEM
	Empresa 2	Porque con el tambor plástico es más fácil quitar el adhesivo que se adhiere a las paredes. Además no me sirve echar este allá (tambor metálico) porque cuando la batidora roce y pegue con las paredes se podía dañar o se podría estallar, mientras que con el tambor plástico no.	X		IDEM
			Cuando se va a hacer mantenimiento al tanque plástico solamente		X

	se le pone una bolsa acá y se limpia todo el tanque.			
	Esas canecas plásticas o sea para mi si vienen en plástica o no a mi me da lo mismo, porque tengo que estar llenando esta otra caneca, puesto que llega exacto a la medida, por lo cual no me da y me toca partirla a la mitad porque si no se bota.		X	
Empresa 3	Ojala el tambor no trajera bolsa por la bomba, por la viscosidad del producto, por la facilidad en producción, porque igualmente al tener una pared o una superficie lisa se puede sacar al máximo el producto.	X		Ojala el tambor no trajera bolsa para facilitar el uso de la bomba.
	Prefiero el tambor metálico, porque es más fácil de desplazar y para manejar y el montaje acá.	X		Que sea fácil de manejar y montar en la carreta (uña) para desplazarla en la empresa
	Esos tambores plásticos esa superficie pues no me da para montarlo en los soportes.			
	Montan acá son muy lisos, son más difíciles de manejar, además cuando se mueven girándolos.			
Desgastan mucho en su parte inferior, lo cual hace que pierdan estabilidad y se riegan más fácilmente.				
Empresa 4	Solamente una vez que trataron de cambiar esta caneca metálica por una de cartón, hay si tuvimos.	X		que el contenedor no se dañe con la humedad.
	Problemas porque la humedad la daña.			
	Además la bolsa le asegura a uno que el producto viene limpio, sin contaminación.	X		IDEM
	La forma cuadrada para la carreta en forma de uña sería muy incómodo, porque está hecha para una caneca de forma redonda.	X		IDEM
Empresa 5	Se prefiere la bolsa porque nosotros utilizamos las canecas.		X	
	Redonda es porque el montacargas.		X	
	Como esa metálica simplemente es la tapa, tiene el anillo de seguridad que ustedes ponen uno le quita. Ese anillo y uno ya tiene la tapa disponible ya nosotros la reutilizamos, en cambio la otra caneca. plástica muchas veces si la utilizamos pero toca volearle segueta o serrucho para poderla usar.			X
Empresa 6	Eso debería ser tonelada descargada tonelada recogida.		X	

		Pero yo creo que la bolsa es necesaria porque se oxidaría el tambor saldría oxido y cascaras de pintura.	X		IDEM
		Si la caneca fuera plástica sería muy buena porque es que vos lavas muy fácil, se va escurriendo, vos sacas con un balde entonces la resina va bajando por que las canecas plásticas son muy lisas.		X	
		Claro manejar una caneca de 60 si es mucho más fácil o de 100 k pero ese canequero para almacenar.	X		Que no ocupe tanto espacio de almacenamiento.
		Si fueran cuadradas se acuerda de la propaganda de las ruedas primeras que eran cuadradas ahí si igual nos pasa con esas canecas.		X	Las formas redondas son mas fáciles de transportar.
Viscosidad	Empresa 1	Este es como un Colbón.		X	
		El producto de nosotros no puede ser muy abrasivo y tampoco puede ser muy grueso. Para la aplicación del adhesivo nosotros la dosificamos o mezclamos casi un 80% con agua.		X	
	Empresa 2	Es muy líquida la resina cuando llega de La Empresa X es bastante líquida.		X	
		Yo la espeso aquí mismo.		X	
	Empresa 4	Es bastante líquida.		X	
	Empresa 5	Es como Colbón de.... Para papel.		X	
	Empresa 6	Espesa es como el Colbón.		X	
Geometría	Empresa 1	¿Le gusta que tenga forma redonda? Si.	X		IDEM
	Empresa 2	¿Le gusta que tenga una forma redonda? Si.	X		IDEM
	Empresa 3	Por ejemplo que los tambores los de ustedes vienen con esta tapa grande y con este aro es más complicados de manejar, porque yo tengo estos tambores sellados (otra empresa) y dan más fácil para jalarlos, moverlos, mientras que estos hay veces vienen con una tapa muy irregular y el anillo no es muy cómodo, entonces así el operario tenga guantes es muy incómodo para moverlo.	X		Que el empaque sea fácil de sujetar.
		Lo que yo les decía con este borde uno lo mueve mucho más fácil y esto puede ser un tambor de 250 Kilos y lo mueven fácil, pero como ese (La Empresa X) es más complejo hay está la diferencia.	X		IDEM

		Como te digo estos tambores metálicos tienen unas tapas de forma irregular muchas veces es como complicado el tema de la manipulación de los tambores.	X		Que no se deforme la tapa.
		¿Le guata que tenga una forma redonda? Si, porque es mucho más fácil de manejar ya que se pueden inclinar	X		IDEM
Desecho/ Desperdicio	Empresa 1	Nosotros lavamos las bolsas, pues por problemas de reciclaje, puesto que si nosotros no lavamos las bolsas no nos las recogen si tienen material adhesivo en las paredes, por lo que la tenemos que lavar, muchas veces la reutilizamos para almacenar cosas de la empresa o para la basura de la misma.		X	Que el empaque sea fácil de desechar.
		Los tambores los almacenamos y llamamos a La Empresa X para que vengan por ellos, ellos mismos vienen a recogerlos cada 15 días más o menos.		X	IDEM
		A veces mandan al tercero a recoger las canecas, a veces vienen ellos directamente. La Empresa X solamente tiene 2 camiones, entonces a veces no alcanza a cubrir todo, por esta razón a veces mandan a un tercero que es el mismo transportador que los trae.		X	IDEM
	Empresa 2	Vea todas estas canecas ya están vacías, yo recojo un poquito y las mando en un camioncito mío y las llevo allá.	X		Que el empaque sea fácil de reciclar.
		Ah y ésta es la bolsa que contiene la resina, mire como queda después de utilizar a totalidad del contenido. Pues se podría decir que de la resina no se pierde prácticamente nada.	X		IDEM
		Y no se pierde mucho material, digamos en esa capa que se adhiere a las paredes? Yo pienso que no realmente no.	X		
		¿Han pensado hacer algo con ese residuo que queda adherido al tanque o que hacen con eso? No, eso ya es basura		X	
		Pero manejan muchas bolsas? Sí, pero las reutilizamos para basura o guardar otras cosas.	X		Que el empaque se pueda reutilizar en otras cosas.
	Empresa 3	La bolsa se desecha, acá nunca se reutilizan como las bolsas.		X	
		Los tambores vacíos hay un señor que vende esos tambores, los tambores que van recolectando se revende. Los tambores que son devolutivos los devolvemos, pero ya ese señor se apoderó de ese	X		IDEM

	negocio de la recolección de tambores. Nosotros se los regalamos, el llega los toma es un señor se los lleva en un carrito y después los que esta en el carrito los vende.			
	No digamos, esos tambores nosotros los desechamos, nosotros los sacamos.	x		
	No pues la verdad es que el producto no se pierde, pero digamos que una parte si viene muy pegada del tambor, entonces si el tambor viene sucio contamina el producto.	x		IDEM
	Pues si, material si e perdido (cuando se explota la bolsa), o sea pierden un kilo hay solamente se te adhiere en la parte inferior del tanque.	x		
	Cuanto material se pierde en la bolsa? En promedio 1.5 kilos o un poco más a veces en promedio 1.5 kilos, porque hay veces acá son muy descuidadas y me dejan el tambor destapado, entonces se va secando y eso ya no lo saca nadie.	x		IDEM
	Es mas cuando sacamos los tambores, el producto tiene una viscosidad alta, entonces se nos queda.			Que la bolsa sea practica de manipular.
	Mucho adhesivo de ustedes en la bolsa, pues como abajo viene con un nudo perdiendo mucho producto y si no el operario me mama gayo porque me dice no es que yo estaba escurriendo y mentiras se quedaron ahí un rato a que cayera el material, entonces yo pierdo por los dos lados.	x		
	Por ejemplo yo tenía uno estos no, eran otros tambores que también vienen con bolsa por ejemplo la bolsa es una bolsa rectangular, es más se acomoda perfecto, pero entonces es una ventaja porque uno puede coger la bolsa por los dos extremos y la podía escurrir, mientras que la del empaque de La Empresa X tiene un nudo en la parte inferior lo que complica más sacar el producto que se adhiere a las paredes, esto hace que se me pierda mucho más material.	X		que el empaque permita "escurrir" el producto
	Pero se te a alcanzado a secar el producto? Sí, claro, digamos hay veces que toca hacerle una adición, entonces de otro tambor necesito sacar 30 kilos, me queda un poquito en el fondo se va			IDEM

	secando.			
	Viene un camión y lo coge como reciclaje de chatarra hay pues, pero nunca han venido por ellos se pueden devolver o algo así (desecho del empaque).			IDEM
	Las bolsas se botan, pero con una empresa, porque nosotros tenemos como una subcontratación a que manejamos muchos químicos, entonces esa empresa viene y recibe los desechos peligrosos Cuales son para incinerar como te digo nosotros somos una empresa química entonces para nosotros es más costos, \$1.000 - \$2.000 no más caro, bastante más caro.	X		IDEM
Empresa 4	La bolsa la recuperamos la reutilizamos en desperdicios, basura.	X		IDEM
	Se los devolvemos, entonces los lunes vienen y nos retiran todo eso.		X	
	El trabajador escurre y limpia muy bien la bolsa no le deja casi nada de adhesivo.	X		
Empresa 5	La bolsa no se limpia ni se reutiliza queda vuelta un pegote.	X		IDEM
	Ya después de cierto uso eso se va pudriendo por el Colbón entonces ya hay que retirarlo por cuenta de uno llevarlo algún sitio o se la damos a un reciclador.	X		Que el material del tambor no se dañe con los químicos del adhesivo.
	Como uno reutiliza las canecas, cuando hay desperdicios de corte entonces ahí metemos el residuo queda de los cortes de material, de papel, entonces nosotros seleccionamos.		X	
	Se está perdiendo por ahí como un 1 kg.	X		IDEM
Empresa 6	Nunca han reutilizado la bolsa ni la han lavado para reciclaje o algo así.		X	
	Las canecas me las recogen.		X	
	A mí me parece que las bolsas son muy contaminantes. Porque es que la bolsa lavarla pues para que quede limpia y reutilizarla no, eso es bobada eso es imposible.	X		IDEM
	Si claro esos muchachos con los baldes, por eso te digo que es la parte sucia.	X		IDEM
	Cuando trabajamos la resina de La Empresa X alguna vez llegan las	X		IDEM

		bolsas reventadas por dentro la otra			
		Garantizo que se pierden por lo menos en una caneca de esas 3-4 kg.	X		IDEM
Costos	Empresa 1	Sí, pero el producto se hace más costoso, porque estamos hablando como de \$4.000, esas vale casi \$60.000 (uso de la bolsa en la caneca).	X		Que se disminuyan los costos del empaque.
	Empresa 5	Uno como empresa busca comprar grande para que salga a un precio de pronto más económico.	X		IDEM
	Empresa 6	Me vale a mí lavar una bodega de estas que hay que hacerlo una vez al año.	X		IDEM
		Ósea aquí los uniformes del que bate, te lo juro eso no le duran nada parecen desechables no es sino que sepa cuanto está pagando el metro para que vea como le vale el almacenaje.	X		IDEM
		Muchas veces sí y se llama que ya viene que no vuelve, que si viene y que llega el carro, que no caben pueden haber 30 canecas por ahí, pues imagínate.		X	
	Desplazamiento	Empresa 1	Inclinan el tambor para montarla en la carreta y trasladarla hasta la producción.		X
Empresa 2		Nosotros desplazamos la caneca metálica dentro de la empresa en una carreta (una uña).		X	
Empresa 3		Como transportan los productos dentro de la empresa? Con la misma estibadora manual, igual el carrito.		X	
		Está al lado del almacén y después los operarios lo llevan hasta la producción.		X	
		Aunque muchas veces veo que lo bajan y lo mueven rodándolo en posición vertical.	X		IDEM
Empresa 4		después de la descarga los movemos con una carreta, uña		X	
		Si se puede mover rodado pero solo el metálico, porque el plástico para traerlo hasta acá si tiene que ser con la carreta porque si no se daña el tambor.		X	
	Caneca queda pesando 205 kilos después de la mezcla y la cargamos con la carreta.		x		

	Empresa 5	Tenemos carro gato, nosotros lo que hacemos es que la ladeamos, metemos la uña y la enderezamos Ya con el carro gato bien sea la montamos a la estiba y ya la transportamos.	X		IDEM
	Empresa 6	El tambor lo mueven en carretilla sin uña.		X	
		Al momento de descargue simplemente la montamos en una estiba y la transportamos al lugar que la necesitamos.		X	
		Necesitamos, eso es todo.		X	

Fuente: Elaboración propia

Anexo C Análisis de ergonomía

El siguiente análisis tiene como fin determinar la fuerza máxima admisible (F_{ma}), tomando como referente a una persona de sexo masculino con una talla de 170 cm de 23-30 años de edad, con una altura de agarre final de 80 cm, que debe levantar una carga de 220 kg, con una altura de agarre final de 80 cm, que sostiene la carga a 40cm del cuerpo, con un tiempo de transporte de carga de 3 minutos y un tiempo que considera el retorno sin carga y tareas adicionales leves de 1 minuto.

1. Determinar la Fuerza Normal (FN) como el valor promedio de las fuerzas máximas, en el sexo masculino en un rango de edad que se encuentra entre los 23 – 30 años para una talla de 170cm de la tabla N°24.

Altura de agarre final: 80cm

Altura Agarre inicial: 80 cm

I= 30

M=40

C=100

A la magnitud condicionante de la talla se le agregan aquellas magnitudes que hacen a los procedimientos de la actividad de la manipulación de carga, como por ejemplo la distancia con respecto al cuerpo:

- Distancia con respecto al cuerpo: hasta 100cm = C
- Distancia con respecto al cuerpo: hasta 45cm = M
- Distancia con respecto al cuerpo: hasta 30cm = I

Para una distancia de agarre del objeto con respecto al cuerpo de 40cm, corresponde "I", por lo cual resulta:

FN= 58,3 ~ 60kg

2. Se determina el parámetro (ttct/tse) mediante la aplicación de la fórmula siguiente:

$$\text{ttct/tse} = \frac{\text{Tiempo total del ciclo de trabajo}}{\text{Tiempo de sostenimiento estático}}$$

$$\text{ttct/tse} = \frac{(1+3) \text{ minutos}}{0,5 \text{ minutos}} = 8 \text{ minutos.}$$

3. Con este parámetro $t_{tc}/t_{se} = 8$ minutos y el tiempo de sostenimiento estático $t_{se} = 0,5$ minutos, de la figura N°133 se obtiene el factor de sostenimiento estático (Fse)

$$Fse = 0,55$$

4. Se calcula la fuerza máxima admisible (Fma), considerando que se trata de una persona con un alto grado de entrenamiento que realiza tareas secundarias leves:

$$Fma = FN * Fse$$

$$Fma = 60\text{kg} * 0.55$$

$$Fma = 33\text{kg}$$

Resultado: El peso a manipular de 220 kg se encuentra fuera del límite que corresponde a la fuerza máxima admisible (Fma) la cual es de máximo 33kg.

De acuerdo a los estándares resultantes de investigaciones realizadas en el país¹ se determinaron las dimensiones del usuario que utiliza el producto y que facilitarían el diseño del nuevo concepto y el análisis ergonómico del nuevo producto durante las pruebas de usuario.

Parámetros antropométricos para la población colombiana

#	Año de nacimiento		Estatura promedio para hombres (cm)	Estatura promedio para mujeres (cm)	Numero de observaciones (Hombres)	Numero de observaciones (Mujeres)	Observaciones totales
1	1910	1914	163,48	150,78	1.751	2.197	3.948
2	1915	1919	163,61	151,49	4.582	4.993	9.575
3	1920	1924	164,16	152,38	9.086	9.779	18.865
4	1925	1929	164,70	153,06	15.659	16.299	31.958
5	1930	1934	165,17	153,48	22.219	24.619	46.838
6	1935	1939	165,76	154,21	34.637	33.820	68.457
7	1940	1944	166,26	154,69	40.186	45.623	85.809
8	1945	1949	167,10	155,59	53.164	60.723	113.887
9	1950	1954	167,84	156,4	73.835	80.863	154.698
10	1955	1959	168,07	156,81	101.613	111.278	212.891
11	1960	1964	168,47	157,17	142.054	157.950	300.004
12	1965	1969	169,00	157,34	177.464	221.024	398.488
13	1970	1974	168,91	157,21	298.908	426.660	725.568
14	1975	1979	169,66	157,81	1.639.499	1.646.878	3.286.377
15	1980	1984	170,64	158,65	1.528.875	1.468.110	2.996.985
Total					4.143.532	4.310.816	8.454.348

Fuente: MEISEL Adolfo, VEGA Margarita. La estatura de los colombianos: un ensayo de antropometría histórica 1910-2002. Documento PDF. p 9.

¹ MEISEL Adolfo, VEGA Margarita. La estatura de los colombianos: un ensayo de antropometría histórica 1910-2002. Documento PDF. p 9

ANEXO D
Cotización de la tercerizadora Paquetex

Medidas y capacidad en carga por tipo de vehículo

Tipo y cantidad	medidas ancho*largo*alto	Capacidad Carga	Mts. Cubicos	Capacidad Volumen
Motocarro 8	1,35*1,25*1,2	350 kgs.	2,025	810 kg/vol.
Carry 2	1,1*1,8*1,2	600 kgs.	2,4	950 kg/vol.
Luv 2	1,6*1,85*1,4	1.000 kgs.	4	1.600 kg/vol.
Kia 1	1,6*2,8*1,8	1.5 ton.	8	3.200 kg/vol.
Nkr 2	1,9*3,3*1,9	3 - 3,5 ton	12	4.800 kg/vol.
Npr-mazda t. 11	2,2*4,8*2	4,5 ton	21	8.400 kg/vol.
Jac – foton 8	2,15*2,2*5,6(0,8)	4,5 - 5 ton	27	10.800 kg/vol.



Anexo E

Análisis de ciclo de vida

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una herramienta de diagnóstico ambiental que permite de cuantificar los impactos ambientales de un producto. “El ACV estudia los aspectos e impactos ambientales potenciales a lo largo de la vida de un producto (es decir, de la cuna a la tumba) a partir de la adquisición de la materia prima, pasando por la producción, el uso y la disposición final”²



Elaboración propia

La herramienta de Análisis de Ciclo de Vida, comprende cuatro fases

1. Definición de objetivos y alcance
2. Análisis de inventario
3. Evaluación de impactos
4. Interpretación de resultados

Para la correcta identificación del producto actual y su impacto ambiental, se debe conocer diferentes detalles en todo su ciclo de vida, como se muestra en las tablas.

Diagrama del ciclo de vida tambor metálico local.

² ISO 14040. (International Standard Office)

	Extracción	La extracción y procesamiento del metal se hace por fuera del país, en china o estados unidos y se trae a Colombia en barco.
	Fabricación de la lamina	El acero es procesado en Acesco que es uno de los mayores productores de láminas de acero del país, establecido en Malambo Atlántico, Colombia.se utilizan procesos de laminado en caliente para la fabricación de la lámina.
	Transporte	Las láminas de acero son transportadas a la empresa Colvinsa S.A en Bogotá en camiones grandes de hasta 32 Ton.
	Manufactura tambor	La empresa Colvinsa manufactura el tambor a través de un proceso de rolado con el refuerzo de venas, suelda el cilindro y fabrica las tapas a través de un proceso de corte y grafado.
	Transporte	El tambor es transportado desde el proveedor Colvinsa en Bogotá hasta Medellín para servir como empaque a cualquier empresa que lo requiera.
	Reacondicionamiento.	Una vez el empaque es de segunda regresa a el tercero para reacondicionarlo y ponerlo a rotar nuevamente.
	Transporte	El tambor es transportado desde el proveedor RECATAM en La Estrella hasta Barbosa-Antioquia a La Empresa X.
	Embalaje	La Empresa X envasa el producto en el tambor y bolsa para ser llevado a sus clientes.
	Transporte	Los tambores son transportados a cada empresa cliente de La Empresa X dentro de Antioquia y a otras ciudades de Barranquilla, Cali y Bogotá.
	Usuario	El usuario almacena y utiliza el producto.
	Disposición final	El tambor finalmente retorna al tercero (Recatam Ltda.) que reacondiciona o recoge el tambor y se lo revende a La Empresa X. En algunos casos al tambor se le da otro uso, o es desechado sin ningún tipo de control.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se presenta también un diagrama del ciclo de vida de la bolsa plástica.

Diagrama del ciclo de vida bolsa plástica.



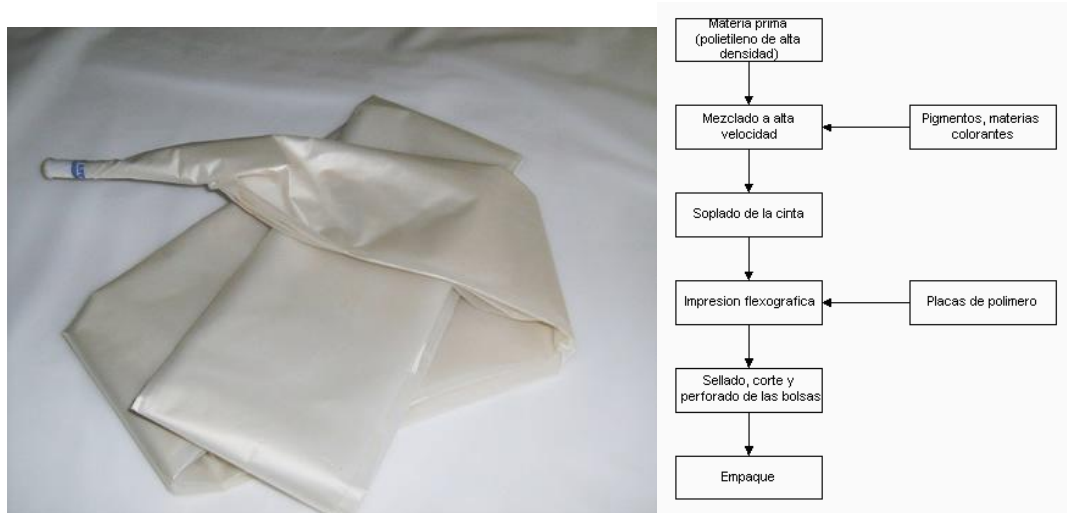
Extracción

Se inicia el proceso con la extracción de petróleo.

	Transporte	Se traslada el petróleo a la planta Ecopetrol en un camión especial.
	Procesado	Llega el petróleo a la planta Ecopetrol y se limpian sus impurezas.
	Transporte	El petróleo ya tratado es llevado a una planta en Cartagena para producir nuevo productos.
	Fabricación de los pellets	Llega el petróleo y es almacenado en unos grandes tanques, después se transforma en pellets (mediante una inyección) que se venden nacional e internacional. 2006 aumentaron su capacidad a 200.000 t / año.
	Transporte	Se transportan los pelles de polipropileno desde la empresa Propilco en Cartagena hasta la empresa RECATAM en la ciudad de Medellín.
	Manufactura bolsa	La empresa RECATAM hace las bolsas a través de un proceso de soplado.
	Transporte	Una vez reacondicionado el tambor y fabricada la bolsa se envía a La Empresa X.
	Embalaje	La Empresa X envasa el producto en el tambor y bolsa para ser llevado a sus clientes.
	Transporte	Los tambores son transportados a cada empresa cliente de La Empresa X dentro de Antioquia y a otras ciudades de Barranquilla, Cali y Bogotá.
	Usuario	El usuario almacena y utiliza el producto.
	Disposición final	La bolsa se desecha junto con un residuo de producto.

Empaque primario (bolsas de PE de alta densidad)

Proceso productivo bolsa PE



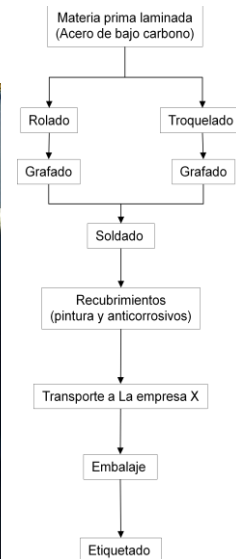
Fuente: Elaboración propia

Proceso productivo

1. Trozos de polietileno de alta densidad son calentados y mezclados hasta obtener una masa de plástico derretida.
2. El tubo de la cinta estrujada, después de ser enfriado por el aire soplado, es colocado en forma plana y bobinado en rollos.
3. Se producen las bolsas individuales por medio de una máquina que corta y sella simultáneamente un extremo de la bolsa.
6. Las bolsas, apiladas en bloques, son selladas manualmente en el fondo recogiendo los extremos y cubriéndolo con un anillo plástico amarrado al calor.

Empaque secundario (Acero bajo carbono)

Proceso productivo tambor metálico



Fuente: Elaboración propia

Proceso productivo

1. Se ubica sobre una maquina roladora la lámina con las dimensiones ya especificadas y se inicia el proceso de rolado a través de rodillos que imprimen a su vez unos dobles refuerzos laterales en forma de venas que rodean la totalidad de la superficie y aportan estructura a la superficie de acero.
2. Se realiza un proceso de grafado al cilindro para poder ubicar la tapa superior.
3. Una vez concluido el proceso de grafado se pone un cordón de soldadura para sellar el cilindro.
4. Las tapas son troqueladas y luego pasan por un proceso de grafado.
5. Se procede a soldar la tapa inferior con el cilindro de metal.
6. Los componentes del contenedor son sometidos a un proceso de pintura del color específico que maneja la empresa o del color requerido por el cliente.

Objetivo

Realizar un análisis del ciclo de vida del empaque para identificar puntos críticos en el producto que tengan impacto ambiental. Este análisis es impulsado en la necesidad creciente a nivel global y local de reducir el impacto causado por los empaques de los productos, de forma que estos sean mínimamente perjudiciales para el ambiente y su disposición final permita, el reciclaje, el re uso, o la reutilización. Este análisis permite tomar decisiones respecto a todos

los aspectos involucrados en el rediseño del producto, la comparación del empaque actual con una nueva propuesta o con otros empaques del mercado y mantener los estándares ambientales que le interesan a la empresa.

Alcance

Función del producto: Almacenar resinas vinílicas y acrílicas en emulsión.

Unidad funcional: Volumen en galones y número de usos.

Volumen: 55 galones – 208 L.

Numero de usos tambor metálico: 5

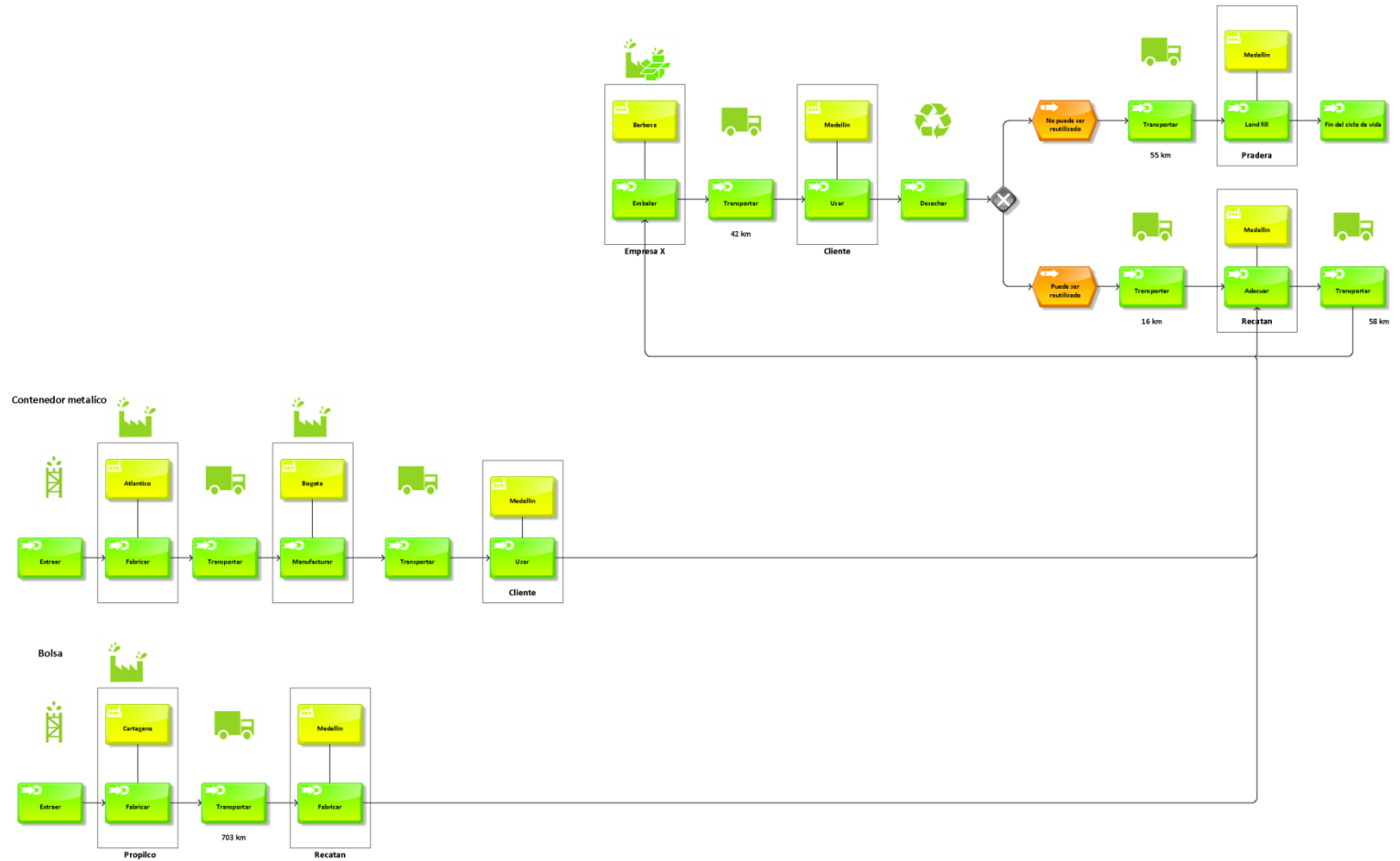
Características del estudio

<p>Categorías de impacto:</p>	<p>Para el análisis se incluirán categorías de impacto como:</p> <p>Cambio climático Kg CO2 eq.</p> <p>Daño a la capa de ozono Kg CFC eq.</p> <p>Acidificación.</p> <p>Niebla química.</p> <p>Eutroficación.</p> <p>Eco indicadores E99.</p>
<p>Alcance temporal</p>	<p>Datos obtenidos en al menos los últimos 10 años.</p> <p>Los datos obtenidos directamente de la empresa son actualizados (2010-2011).</p>
<p>Fuentes de datos</p>	<p>Se utilizaran fuentes de datos primarios obtenidos de la empresa que utiliza el producto.</p> <p>Bases de datos europeas como Eco-invent.</p>
<p>Limites del sistema:</p>	<p>Existe una serie de limites tales como:</p> <p>Por ser un tambor de segunda, su proceso productivo puede iniciar en muchos lugares del mundo antes de llegar Colombia.</p> <p>El software utilizado solo cuenta con información de bases de datos de países Europeos y Estadounidenses, los datos allí mostrados pueden ser adaptados pero no son idénticos a los reales.</p> <p>La etapa del ciclo de vida “uso”, no será tenido en cuenta en este estudio ya que durante esta no se producen emisiones y los desechos son mínimos.</p>

Calidad de datos:	<p>Primarios: Datos obtenidos de La Empresa X y sus proveedores.</p> <p>Secundarios: Información obtenida en internet y demás consultas realizadas.</p>
Cobertura geográfica:	<p>Estados Unidos: fabricación del tambor metálico importado.</p> <p>Bogotá: fabricación de tambores a nivel nacional.</p> <p>Barranquilla y Cartagena: entrada de la materia prima.</p> <p>Medellín: recuperación y uso de tambores.</p>

Fuente: Elaboración propia

Figura: Diagrama del sistema



Fuente: Elaboración propia

Suposiciones



Se plantean dos escenarios posibles para el ciclo de vida. El primero involucra un contenedor importado. El segundo considera un contenedor de producción nacional fabricado por una empresa bogotana reconocida. Ambos contenedores rotan hasta el final de su vida útil pasando siempre por el mismo tercero.

Para poder realizar un análisis correcto del contenedor importado, se procedió a obtener estadísticas de importación nacionales. En el 2011 en Colombia entre enero y julio se exportaron alrededor de 15.444.693 toneladas métricas en productos, el 30 % de las importaciones totales del país corresponden a Estados Unidos, seguido por Argentina con un 14.7% y China con un 7.5 %³ con estos datos suponemos que el contenedor importado fabricado en estados unidos y trasladado a Colombia por vía marítima hasta el puerto de Santa Marta que se encuentra ubicado a 850km de Medellín. Este tambor es usado por la empresa que lo pidió, al ser desechado el tercero lo recupera y lo reacondiciona para venderlo a la empresa x nuevamente.




Matriz MET

A través del desarrollo de una Matriz MET se puede obtener una visión clara de las entradas y salidas en cada etapa del ciclo de vida del producto, esta información será utilizada posteriormente para el análisis del ciclo de vida en un software especializado.

Matriz MET

Etapa del ciclo de vida	Entradas Materiales	Entradas Energía	Salidas Emisiones, vertimientos, residuos.
 <p>1. Obtención de materias primas</p>	<p>Acero= 17kg Impresos= 0,1 kg Pinturas= 0,1 kg Polietileno (PE) = 200g Anillo de seguridad= 100 g</p>	<p>Alto consumo de energía para extracción de acero. Transporte Acero Polietileno</p>	<p>Emisiones por la extracción del material Emisiones del transporte</p>
 <p>2. Producción en fábrica</p>	<p>Materiales de soldadura, engrasantes, anticorrosivos, pinturas</p>	<p>Energía en procesos Acero= rolado, cortado, soldado y grafado Polietileno= soplado.</p>	<p>Emisiones, debido al uso de anticorrosivo y pinturas. Emisiones debido al proceso de laminado de</p>

³ DANE. http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=77&Itemid=56

		Transporte Bogotá - Medellín (acero)	acero en caliente. Emisiones debido a la soldadura Residuos de agua para el lavado Residuos plásticos y metálicos.
 3. Distribución	Adhesivo=200kg Contenedor =17 kg Bolsa=200 kg	Transporte desde la fábrica hasta los clientes Transporte Medellín – Barbosa	Emisiones por transporte
 4. Uso	Agua para limpieza= 6lt		Agua residual.
 5. Fin de vida	Agua jabón Químicos Cadena	Transporte Barbosa- La estrella Energía	Materiales a relleno sanitario Bolsa HDPE=200g Emisiones del transporte Re uso de materiales Residuos de agua. Residuos químicos. Emisiones del transporte

Fuente: Elaboración propia

Se desarrolló una tabla con los datos básico de los componentes a analizar en el ciclo de vida del producto, dicho análisis se realizó en el software SimaPro, que permite conocer el comportamiento de estas componentes a largo del ciclo de vida del producto. Esto se realizará con el objetivo de conocer cuál es la etapa del ciclo que más contamina y sus causas.

Datos básicos para ACV

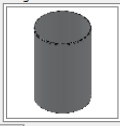
Análisis software Simapro. Tambor metálico

Pieza	Material	Peso (kg)	Proceso	Re usos
Tambor metálico	Acero cold rolled	17	Rolado, soldado	10
Tapa	Acero cold rolled	1	Cold impact, grafado	10
Bolsa	PEHD	0,2	Soplado	0

Fuente: Elaboración propia

En el menú inventario – fases del producto – montaje, se introducen los componentes individualmente con sus respectivas entradas y salidas, los componentes que son reutilizados deben tener todos los procesos divididos por el número de usos, como muestra el ejemplo.

Entradas y salidas por componente.

Nombre	Tambor metalico local		Imagen					Comentario	
Estado	Ninguno(a)								
Materiales/Ensamblajes									
	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario		
Cold rolled sheet, steel, at plant/RNA	17	kg	Indefinido						
(Insertar línea aquí)									
Procesos									
	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario		
Welding, arc, steel/RER U	1/5 = 0.2	m							
Sheet rolling, steel/RER U	17/5 = 3.4	kg							
Steel product manufacturing, average metal working/RER S	17/5 = 3.4	kg							
Deep drawing, steel, 650 kN press, automode operation/RER	17/5 = 3.4	kg							
Automotive painting, pretreatment/RNA	1.53/5 = 0.306	m2							
Transport, lorry 16-32t, EURO3/RER U	16116/5 = 3.22E3	kgkm							
Transport, lorry 16-32t, EURO3/RER U	7038/5 = 1.41E3	kgkm							
Transport, lorry 3.5-7.5t, EURO3/RER U	714/5 = 143	kgkm							
Transport, lorry 3.5-7.5t, EURO3/RER U	(17*42)/5 = 143	tkm							
(Insertar línea aquí)									

Fuente: Elaboración propia

Se creó el escenario de disposición final como un proceso nuevo debido a que ciertos componentes son reciclables y otros no

Escenario disposición final tambor metálico

Productos									
Especificación de residuo									
Nombre	Cantidad	Unidad	Categoría	Comentario					
Contenedor metalico	17	kg	Others						
Entradas									
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)									
Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario		
Cold rolled sheet, steel, at plant/RNA	17	kg	Indefinido						
Polyethylene, HDPE, granulate, at plant/RER U	0.2	kg	Indefinido						
(Insertar línea aquí)									
Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad/calor)									
Nombre	Cantidad	Unidad	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min	Máx	Comentario		
(Insertar línea aquí)									
Salidas									
Materiales y/o tipos de residuo separados del flujo de residuos									
Escenario de residuo/tratamiento	Material/Tipo de residuo				Porcentaje	Comentario			
Recycling steel and iron/RER U	Cold rolled sheet, steel, at plant/RNA				100 %				
Disposal, emulsion paint remains, 0% water, to hazardous waste incineration/CH U	Packaging film, LDPE, at plant/RER U				100 %				
(Insertar línea aquí)									
Flujos de residuo remanentes después de separación									
Escenario de residuo/tratamiento	Porcentaje	Comentario							
Recycling steel and iron/RER U	90 %								
Disposal, emulsion paint remains, 0% water, to hazardous waste incineration/CH U	10 %								
(Insertar línea aquí)									

Fuente: Elaboración propia

Se ensamblaron todos los componentes en el menú de montajes y se procedió a anexarlos en el menú ciclo de vida, cada tambor corresponde a un escenario analizado a continuación, junto con sus procesos de disposición final y transporte.

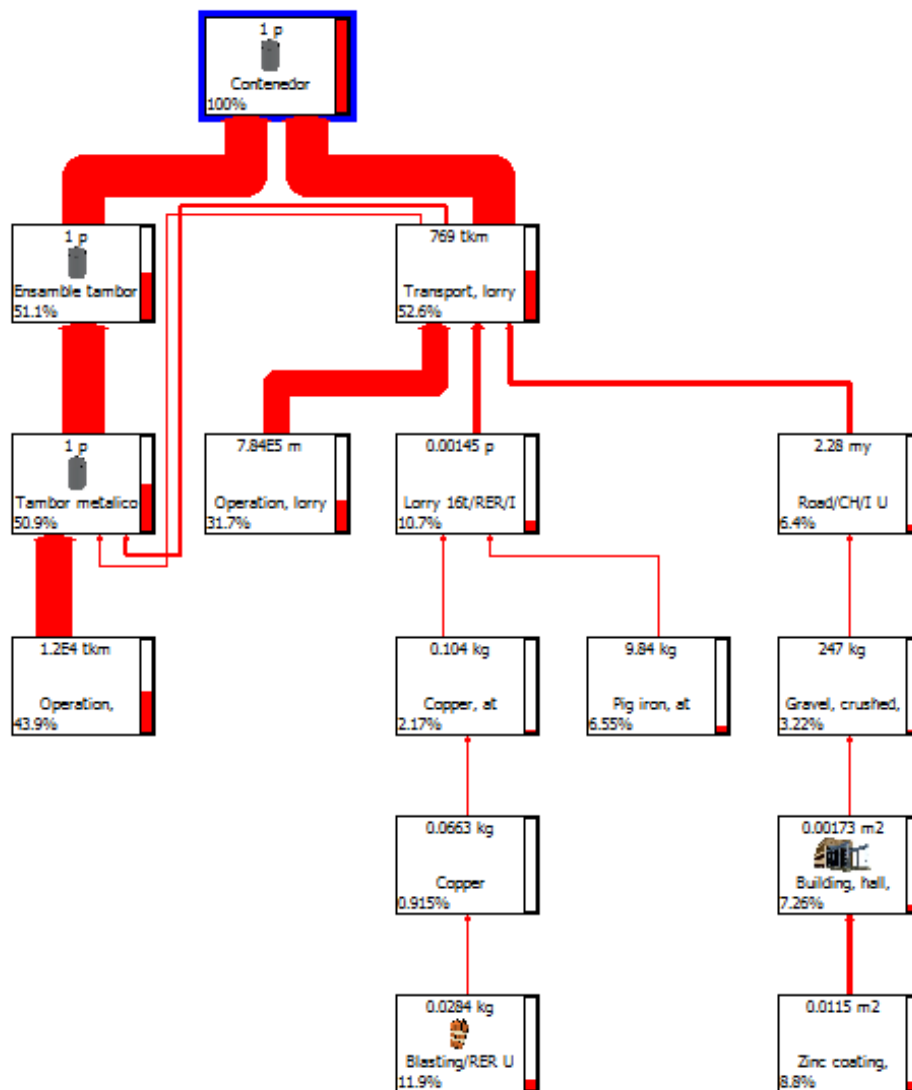
Para la evaluación de impactos se utiliza el Eco-Indicador 99 que es un indicador suizo que lleva todas las categorías de impacto en términos de una misma sustancia (Eco puntos) 1000 mpt=1Pt y que especifica los impactos en términos de la incidencia en la salud, a través de los

indicadores de cambio climático, destrucción de la capa de ozono, efectos cancerígenos y respiratorios, radiación nuclear y en términos de incidencia en la calidad del medio ambiente a través de los indicadores de Eco toxicidad, acidificación y uso del suelo.

Escenario 1: Contenedor metálico importado desde Estados Unidos a Colombia.

El diagrama de red no hace muy evidente los procesos productivos ya que al lado de los procesos de transporte tiene muy bajo impacto.

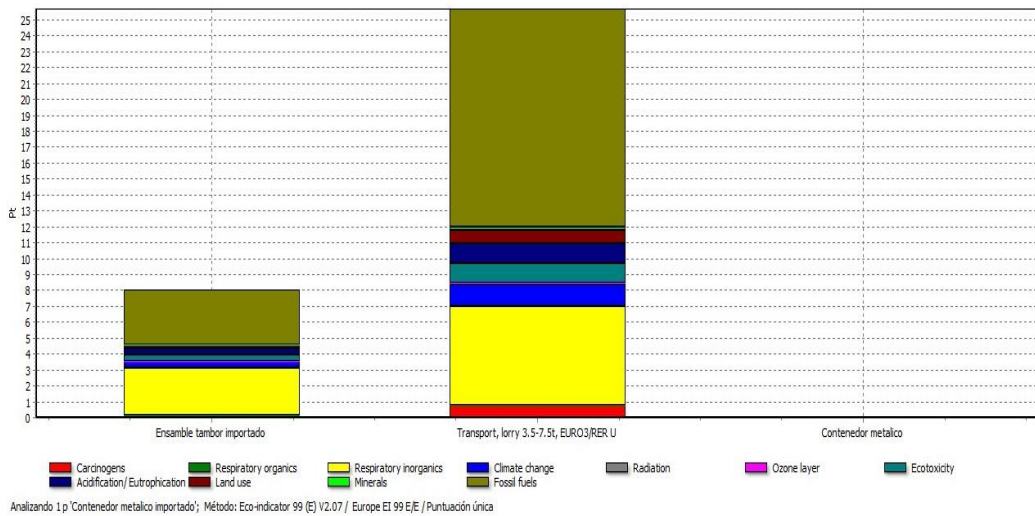
Red Análisis SimaPro del contenedor metálico.



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 8, el mayor impacto ambiental asociado al contenedor metálico importado se encuentra en el transporte, debido a la logística necesaria para la producción y distribución del mismo.

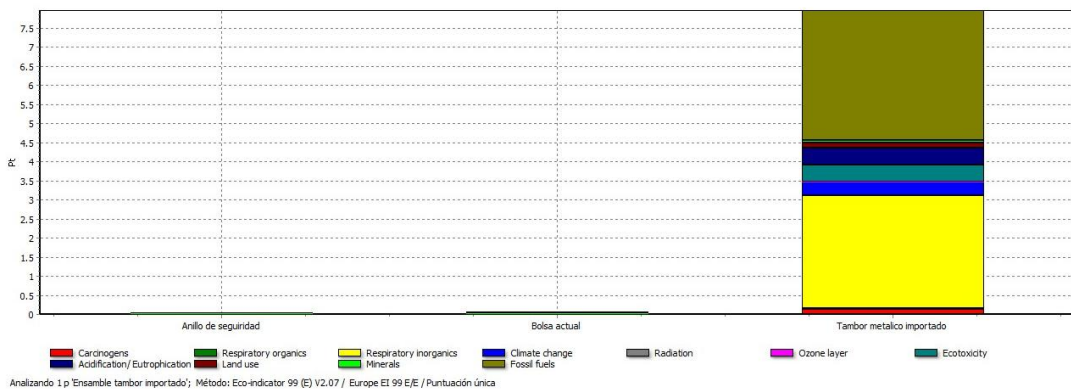
Figura: Impacto ambiental contenedor metálico importado



Fuente: Elaboración propia

En la figura 8 se observa que el mayor impacto está relacionado con el uso de combustibles fósiles utilizados durante el transporte transoceánico desde Estado Unidos hasta Colombia. También se puede observar el impacto de los componentes inorgánicos en amarillo que corresponden al dióxido de carbono emitido durante el transporte por carretera. Se observó el ensamble del contenedor metálico importado para determinar que componente es el que tiene mayor impacto.

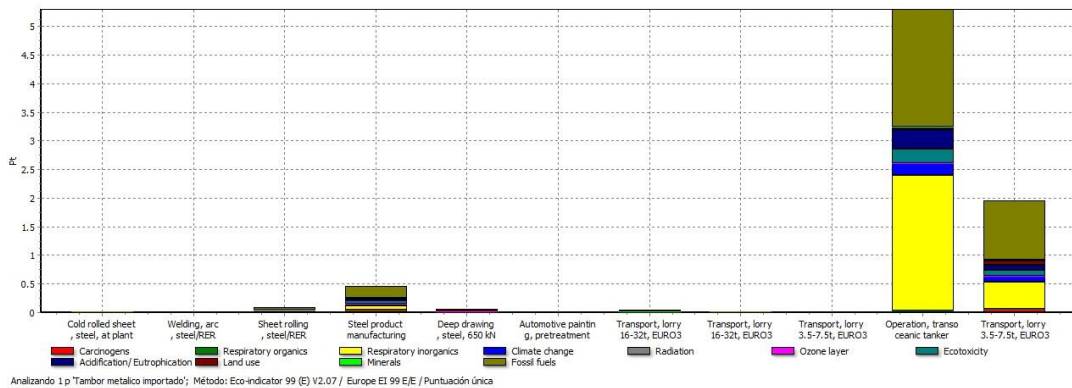
Impacto ambiental por componente contenedor metálico importado



Fuente: Elaboración propia

El componente que tiene un mayor impacto en el ciclo de vida corresponde al tambor metálico, se observa más profundamente que procesos son los más contundentes en el daño ambiental.

Impacto ambiental por proceso tambor metálico importado



Fuente: Elaboración propia

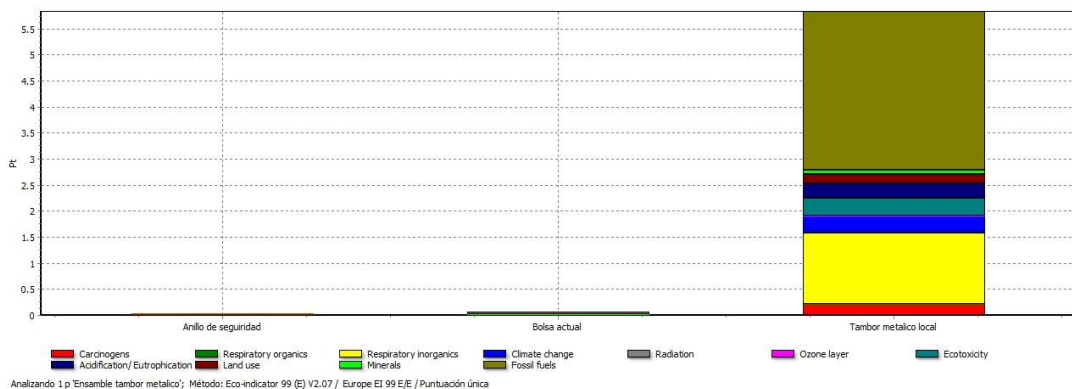
Destacan en primer lugar el transporte marítimo, en segundo el transporte por carretera y en tercero la extracción y manufactura como tal de la lámina de acero.

Adicionalmente, se ha seleccionado un contenedor metálico nacional, al cual se le realizó los cálculos de Análisis de ciclo de vida.

Escenario 2: Contenedor metálico nacional.

Se observa que el gasto de combustible fósil es el mayor impacto del ciclo de vida del contenedor producido localmente. El componente de mayor impacto corresponde al tambor metálico, se profundiza para identificar el proceso más perjudicial a nivel ambiental.

Impacto ambiental por proceso tambor metálico local.

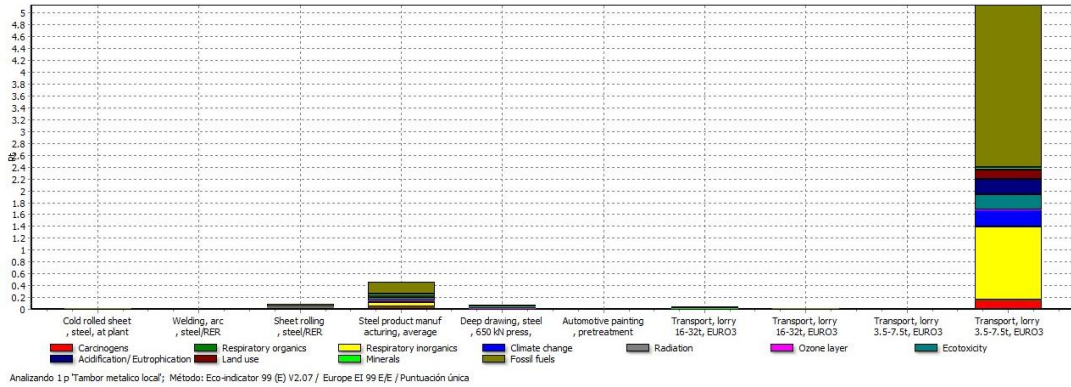


Fuente: Elaboración propia

Una vez más como en el contenedor importado el proceso más perjudicial corresponde al transporte del contenedor, incluso con fabricación y rotación nacional se muestra un alto consumo de combustibles fósiles y de liberación de componentes inorgánicos al ambiente

resultante del transporte. Como el tambor tiene un proceso de se reuso el impacto de la extracción de los materiales se ve reducido.

Impacto ambiental por proceso tambor metálico local.

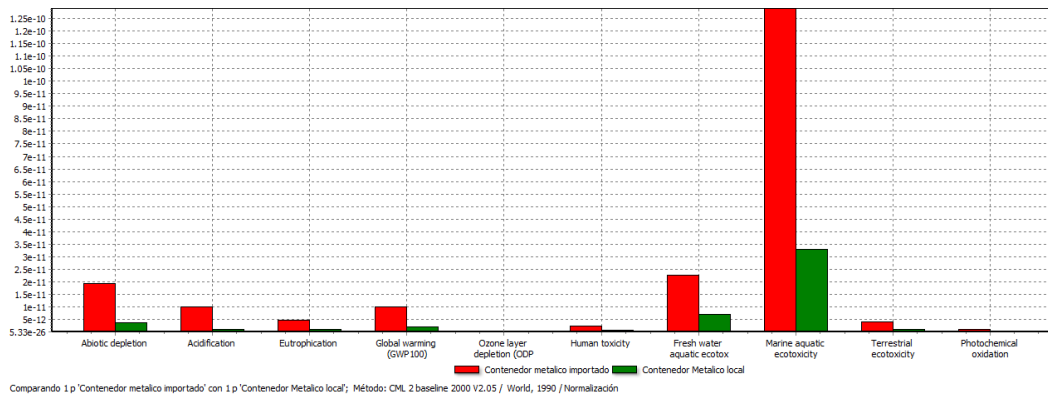


Fuente: Elaboración propia

Como principal conclusión se evidencia que es imperativo lograr una reducción en el consumo de combustible fósil y reducir la distancia recorrida en el proceso de transporte. Esto se puede lograr con un empaque producido a nivel local, que cuente con materia prima nacional o como mejor opción a nivel regional.

Se realizó a su vez un análisis con el método CML 2000. Que analiza otros impactos adicionales entre ellos el aporte de cada contenedor al calentamiento global. se muestra en ambos un aporte significativo anual de emisiones, teniendo un mayor aporte el contenedor metálico importado por sus emisiones por transporte.

Impacto ambiental tambor metálico local.



Categoría de impacto /	Unidad	Contenedor metálico importado	Contenedor Metálico local
Abiotic depletion		1.92E-11	3.79E-12
Acidification		9.96E-12	1.14E-12
Eutrophication		4.58E-12	8.31E-13
Global warming (GWP100)		9.89E-12	1.92E-12
Ozone layer depletion (ODP)		5.58E-14	1.04E-14
Human toxicity		2.47E-12	5.04E-13
Fresh water aquatic ecotox.		2.26E-11	7.09E-12
Marine aquatic ecotoxicity		1.29E-10	3.29E-11
Terrestrial ecotoxicity		4.09E-12	1.02E-12
Photochemical oxidation		1.12E-12	1.36E-13

Fuente: Elaboración propia

Como principal conclusión se evidencia que es imperativo lograr una reducción en el consumo de combustible fósil y reducir la distancia recorrida en el proceso de transporte. Esto se puede lograr con un empaque producido a nivel local, que cuente con materia prima nacional o como mejor opción a nivel regional.

Análisis del ciclo de vida del nuevo producto y comparativos

Descripción del producto actual.

Contenedor de 55 galones.

Consta de un doble cuerpo de sección hexagonal en cartón corrugado de doble pared. E cuerpo está acompañado de 2 tapas una superior y una inferior fabricadas en PE de media densidad, su principal aporte es brindar protección al cartón de factores ambientales como la humedad y facilitar el desplazamiento con los accesorios disponibles para las empresas. Consta de una bolsa doble de PE de alta densidad calibre 2 con un peso de 200 g sellada con un gancho entorchador metálico. Cada contenedor tienen un peso aproximado de 5.5 kg sin la emulsión.

A continuación se presenta el ciclo de vida del nuevo concepto desde su concepción hasta su uso, transporte y reacondicionamiento.

Diagrama del ciclo de vida cuerpo de cartón



Recolección

El cartón se recicla y se envía en camiones a Barbosa para ser reprocessados













	Fabricación del cartón doble pared	La empresa se encarga de reprocesar el cartón reciclado y transformarlos en láminas bobinadas de cartón, se cortan, troquelan, imprimen, engoman y doblan los cuerpos hexagonales.
	Transporte	Se trasladan los cuerpos de cartón a La Empresa X en Barbosa.
	Embalaje	La Empresa X envasa el producto en el contenedor y bolsa para ser llevado a sus clientes.
	Transporte	Los contenedores son transportados a cada empresa cliente de La Empresa X dentro de Antioquia y a otras ciudades de Barranquilla, Cali y Bogotá.
	Usuario	El usuario almacena y utiliza el producto.
	Disposición final	Los cuerpos de cartón se reciclan y las tapas retornan a la empresa para ser reutilizadas.

Diagrama del ciclo de vida bolsa plástica

	Extracción	Se inicia el proceso con la extracción de petróleo.
	Transporte	Se traslada el petróleo a la planta Ecopetrol en un camión especial.
	Procesado	Llega el petróleo a la planta Ecopetrol y se limpian sus impurezas.
	Transporte	El petróleo ya tratado es llevado a una planta en Cartagena para producir nuevos productos.
	Fabricación de los pellets	Llega el petróleo y es almacenado en unos grandes tanques, después se transforma en pellets (mediante una inyección) que se venden nacional e internacional. 2006 aumentaron su capacidad a 200.000 TM/ año.
	Transporte	Se transportan los pellets de polipropileno desde la empresa Propilco en Cartagena hasta la empresa manufacturera de bolsas en la ciudad de Medellín.
	Manufactura bolsa	Se manufactura las bolsas a través de un proceso de soplado.



Transporte

Una vez fabricada la bolsa se envía a La Empresa X.



Embalaje

La Empresa X envasa el producto en el contenedor y bolsa para ser llevado a sus clientes.



Transporte

Los contenedores son transportados a cada empresa cliente de La Empresa X dentro de Antioquia y a otras ciudades de Barranquilla, Cali y Bogotá.

Usuario

El usuario almacena y utiliza el producto.



Disposición final

La bolsa se desecha junto con un residuo de producto.

Diagrama del ciclo de vida tapas plásticas



Extracción

Se inicia el proceso con la extracción de petróleo.



Transporte

Se traslada el petróleo a la planta Ecopetrol en un camión especial.



Procesado

Llega el petróleo a la planta Ecopetrol y se limpian sus impurezas.



Transporte

El petróleo ya tratado es llevado a una planta en Cartagena para producir nuevo productos.



Fabricación de los pellets

Llega el petróleo y es almacenado en unos grandes tanques, después se transforma en pellets (mediante una inyección) que se venden a nivel nacional e internacional.

2006 aumentaron su capacidad a 200.000 TM/ año.



Transporte

Se transportan los pelles de polipropileno desde la empresa Propilco en Cartagena hasta la empresa manufacturera en la ciudad de Medellín.



Manufactura bolsa

Se manufactura las tapas a través de un proceso de rotomoldeo.



Transporte

Una vez fabricadas las tapas se envían a La Empresa X.



Embalaje

La Empresa X envasa el producto en el contenedor y bolsa para ser llevado a sus clientes.



Transporte

Los contenedores son transportados a cada empresa cliente de La Empresa X dentro de Antioquia y a otras ciudades de Barranquilla, Cali y Bogotá.

Usuario

El usuario almacena y utiliza el producto.



Disposición final

Las tapas retornan a La Empresa X luego de este producto.

Fuente: Elaboración propia

Manufactura

Empaque secundario contenedor de cartón

Proceso productivo cuerpos de cartón



Fuente: Elaboración propia

Proceso productivo

1. La molienda es el inicio del proceso el cual se realiza por medios físico-mecánicos para obtener una suspensión acuosa de fibras llamada pasta, que se compone a partir de agua y desperdicio de papel y cartón.
2. La depuración es el paso siguiente el cual se realiza al eliminar las impurezas contenidas en la pasta.






3. La refinación se efectúa por medio de un efecto de corte de las fibras así se obtienen las propiedades físicas de la pasta, es en este paso también cuando se incorporan elementos como la cola, la tintura y las cargas.
4. La formación del papel o cartón se da cuando la pasta es depositada sobre una malla para drenar la mayor cantidad posible de agua que forma parte de la suspensión de las fibras.
5. El prensado es la acción inmediata para hacer pasar a la hoja a través de unos rodillos (prénsales), los cuales disminuyen al máximo las cantidades de agua y aumentando la resistencia.
6. El secado se lleva a cabo cuando la hoja de cartón pasa por una serie de cilindros huecos (secadores) calentados interiormente por medio de vapor.
7. En el calandrado se conforma el espesor de la hoja de una manera uniforme al pasar a través de un grupo de rodillos sólidos perfectamente lisos.
8. El enrollado es una de las etapas finales del proceso, ya calandrado el cartón en hojas estas se almacena formando grandes rollos que se transfieren a la última etapa del proceso.
9. En el embobinado las hojas de cartón son rebobinadas en rollos de diámetros y anchos específicos.
10. Una vez culminado el proceso de manufactura del cartón, este pasa a la maquina cortadora, donde se cortan las laminas con las dimensiones requeridas.
11. Las laminas pasan a una maquina troqueladora que hace los agujeros correspondientes al diseño.
12. Luego son montadas en una maquina que engoma, dobla, imprime y deja la caja lista para ser usada.

Matriz Met

Define las entradas y salidas de cada una de las etapas del ciclo de vida para ser ingresadas posteriormente al sistema.

Matriz MET

Etapa del ciclo de vida	Entradas Materiales	Entradas Energía	Salidas Emisiones, vertimientos, residuos.
-------------------------	---------------------	------------------	--

 <p>1. Obtención de materias primas</p>	<p>Cartón = 17kg Impresos= 0,1 kg Poliétileno (PE) = 2,3 Kg</p>	<p>Alto consumo de energía para molienda de cartón. Transporte Poliétileno</p>	<p>Emisiones por la extracción del material Emisiones del transporte</p>
 <p>2. Producción en fábrica</p>	<p>Engrasantes, tintas,</p>	<p>Energía en procesos Transformación de cartón reciclado, corte, troquelado, impresión Poliétileno= rotomoldeo Transporte Cartagena Medellín del poliétileno</p>	<p>Emisiones, debido al uso de tintas. Emisiones debido al proceso de molienda. Residuos de agua para el proceso de molienda Residuos plásticos</p>
 <p>3. Distribución</p>	<p>Adhesivo=200kg Contenedor =3 kg Bolsa=200 g</p>	<p>Transporte desde la fábrica hasta los clientes Transporte Medellín –Barbosa</p>	<p>Emisiones por transporte</p>
 <p>4. Uso</p>	<p>Agua para limpieza= 6lt</p>		<p>Agua residual.</p>
 <p>5. Fin de vida</p>	<p>Residuo de cartón</p>	<p>Transporte Medellín - Barbosa tapas</p>	<p>Materiales a relleno sanitario Bolsa HDPE=200g Emisiones del transporte Re uso de materiales Residuos de agua. Emisiones del transporte</p>

Fuente: Elaboración propia

Objetivo

Realizar un análisis del ciclo de vida del empaque comparativo entre el contenedor existente y el nuevo concepto y determinar si hay reducciones importantes del impacto ambiental.

Alcance

Función del producto: Almacenar resinas vinílicas y acrílicas en emulsión.

Unidad funcional: Volumen en galones y número de usos.

Volumen: 55 galones – 208 L.

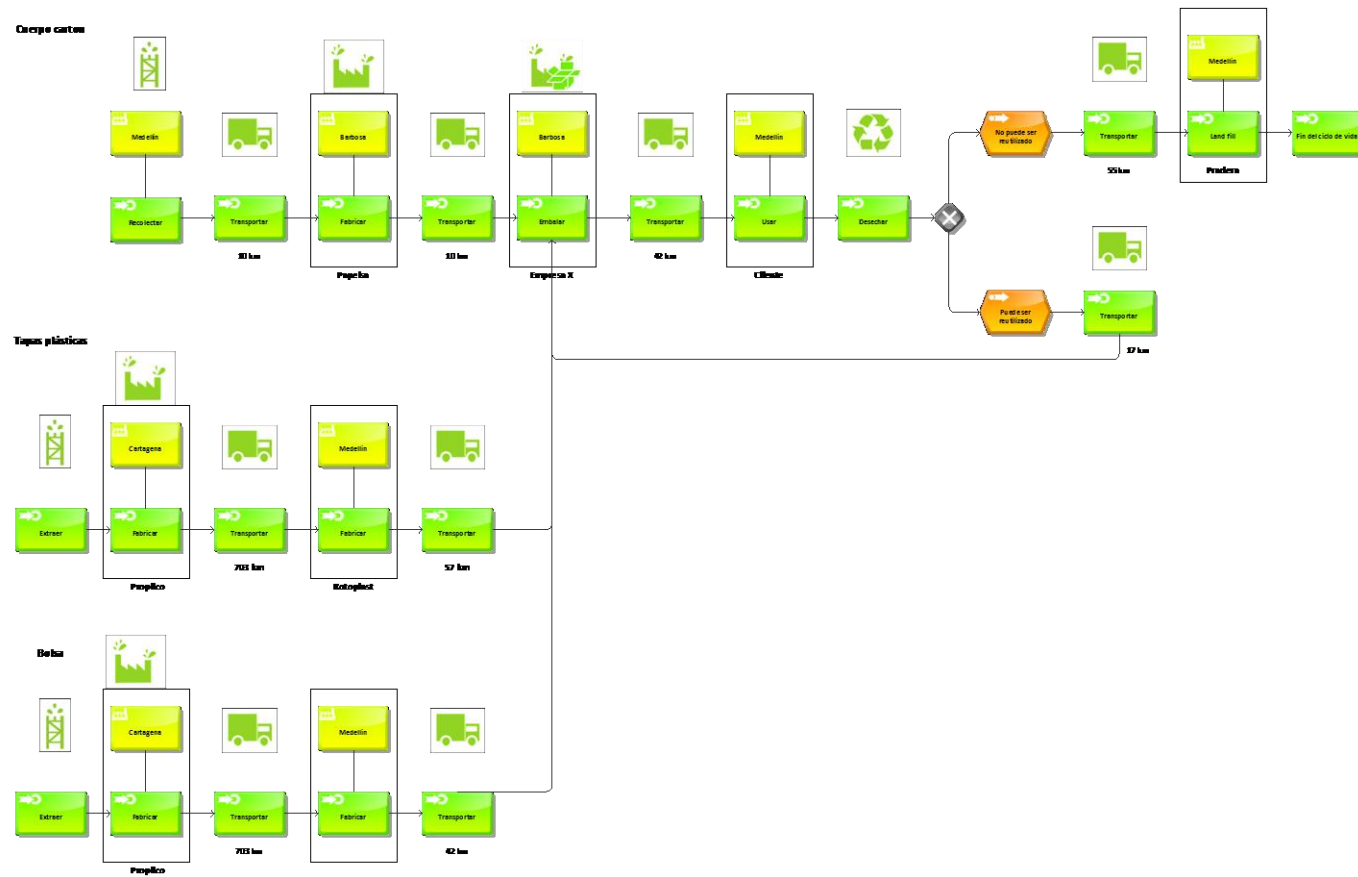
Número de usos contenedor de cartón: 5.

Características del estudio

Categorías de impacto:	Para el análisis se incluirán categorías de impacto como: Cambio climático Kg CO2 eq. Daño a la capa de ozono Kg CFC eq. Acidificación. Niebla química. Eutroficación. Eco indicadores E99.
Alcance temporal	Datos obtenidos en al menos los últimos 10 años. Los datos obtenidos directamente de la investigación realizada y aproximaciones de cálculos teóricos y análisis FEA (2010-2011).
Fuentes de datos	Se utilizaran fuentes de datos primarios obtenidos de la empresa que utiliza el producto. Bases de datos europeas como Ecoinvent.
Límites del sistema:	Existe una serie de límites tales como: El diseño es un prototipo que no se ha implementado bajo condiciones reales. El software utilizado solo cuenta con información de bases de datos de países europeos y estadounidenses, los datos allí mostrados pueden ser adaptados pero no son idénticos a los reales. La etapa del ciclo de vida "uso", no será tenido en cuenta en este estudio ya que durante esta no se producen emisiones y los desechos son mínimos.
Calidad de datos:	Primarios: Datos obtenidos de La Empresa X y sus proveedores. Secundarios: Información obtenida en internet y demás consultas y análisis realizadas.
Cobertura geográfica:	Cartagena: entrada de la materia prima. Medellín: recuperación y uso de tambores.

Fuente: Elaboración propia

Diagrama del sistema



Fuente: Elaboración propio

Análisis software Simapro

Datos básicos de entrada para Simapro

Pieza	Material	Peso (kg)	Proceso	Re usos
Contenedor externo	Cartón	4	Molido, corte, troquelado	0
Contenedor interno	Cartón	4	Molido, corte, troquelado	0
Bolsa	PEHD	0,2	Soplado	0
Tapa inferior	PEMD	1,1	Rotomoldedo	5
Tapa superior	PEMD	0,95	Rotomoldeo	5

Fuente: Elaboración propia

Se procedió a realizar el montaje de la misma forma que se hizo con el contenedor metálico, se introducen todas las entradas y salidas de cada uno de los componentes que conforman el tambor nuevo. a las tapas plásticas se le especifico el numero de reusos dividiendo cada uno de sus procesos por el numero de reusos.

Montaje cuerpo de cartón.

The screenshot shows the configuration for 'Cuerpo de cartón' in Simapro. It includes a name field, an image of a cardboard box, and a comment: 'Se incluye la producción de cartón externo e interno'. Below this, there are sections for 'Materiales/Ensamblajes' and 'Procesos'. The 'Materiales/Ensamblajes' section lists 'Corrugated board, recycling fibre, double wall, at plant/RER U' with a quantity of 1.75 kg for both external and internal bodies. The 'Procesos' section lists 'Production of carton board boxes, offset printing, at plant/CH Transport, lorry 3.5-7.5t, EURO3/RER U' with a quantity of 10 g and 35 kg/m respectively.

Fuente: Elaboración propia

Se creó el proceso de disposición final de los componentes del contenedor, para poder diferenciar las partes plásticas y de cartón que se reciclan y las partes que se desechan.

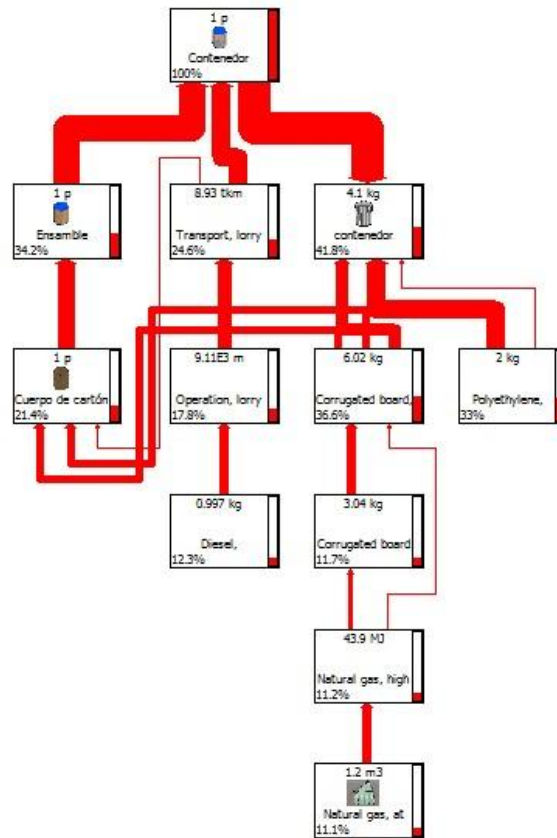
Montaje cuerpo de cartón.

The screenshot shows the final disposal configuration for 'Cuerpo de cartón' in Simapro. It includes a 'Productos' section with 'Cuerpo de cartón' listed as a product. Below this, there are sections for 'Entradas conocidas desde la tecnología (materiales/combustibles)', 'Entradas conocidas desde la tecnología (electricidad/calor)', 'Salidas', 'Materiales y/o tipos de residuo separados del flujo de residuos', and 'Flujo de residuos remanentes después de separación'. The 'Materiales y/o tipos de residuo separados del flujo de residuos' section lists 'Recycling PE/RER U' (100%), 'Recycling cardboard/RER U' (100%), 'Disposal, emulsion paint remains, 0% water, to hazardous waste incineration/CH U' (100%), and 'Packaging film, LDPE, at plant/RER U' (100%). The 'Flujo de residuos remanentes después de separación' section lists 'Recycling PE/RER U' (20%), 'Disposal, emulsion paint remains, 0% water, to hazardous waste incineration/CH U' (10%), and 'Recycling cardboard/RER U' (70%).

Fuente: Elaboración propia

El mayor impacto se encuentra en reciclado y elaboración del cartón con 41,8%, seguido por el transporte por carretera con un 24,6%.

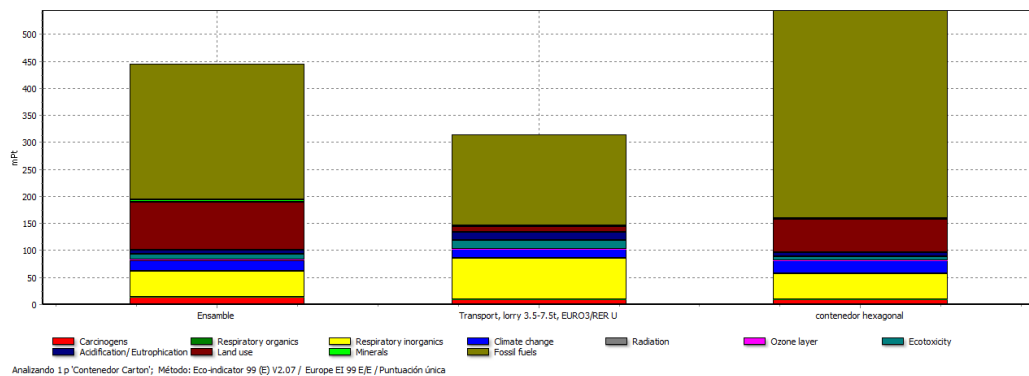
Diagrama de red nuevo contenedor.



Fuente: Elaboración propia.

El mayor impacto en el análisis de huella de carbono está vinculado directamente con los procesos productivos del reciclaje y reproceso del cartón.

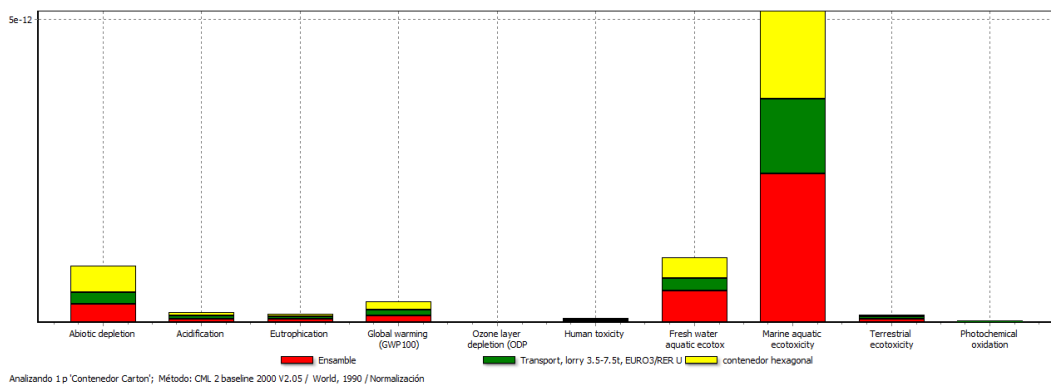
Impacto ambiental nuevo contenedor



Fuente: Elaboración propia.

Se evidencia en el análisis de los impactos ambientales que la manufactura del cuerpo hexagonal del cartón es el que aporta el mayor número de emisiones que afectan el indicador de calentamiento global.

Impacto ambiental nuevo contenedor



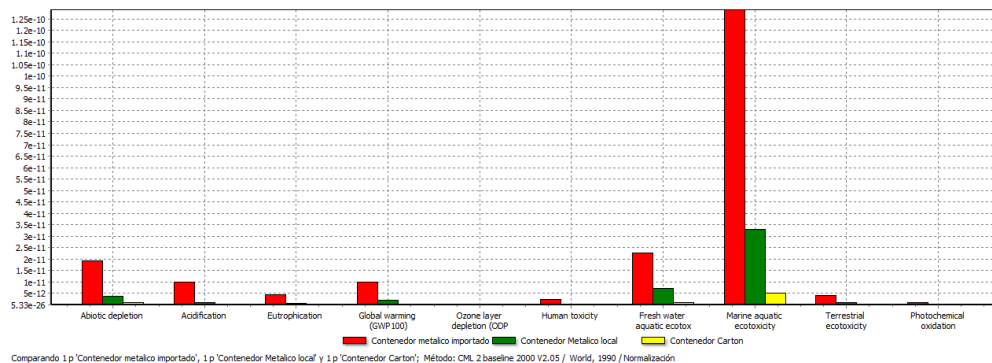
Categoría de impacto	Unidad	Total	Ensamble	Transport, lorry 3.5-7.5t, EURO3/RER U	contenedor hexagonal
Abiotic depletion	kg Sb eq	0.147	0.0477	0.0295	0.0698
Acidification	kg SO2 eq	0.0555	0.0169	0.0188	0.0198
Eutrophication	kg PO4--- eq	0.0181	0.00761	0.00513	0.00535
Global warming (GWP100)	kg CO2 eq	15.1	5.13	4.22	5.79
Ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	1.23E-6	3.53E-7	6.38E-7	2.36E-7
Human toxicity	kg 1,4-DB eq	4.04	1.7	1.14	1.19
Fresh water aquatic ecotox.	kg 1,4-DB eq	2.2	1.08	0.435	0.687
Marine aquatic ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	3.9E3	1.86E3	934	1.1E3
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	0.0324	0.0136	0.0102	0.00864
Photochemical oxidation	kg C2H4	0.00268	0.000954	0.000661	0.00107

Fuente: Elaboración propia

Comparativo.

Se realizó el análisis de huella de carbono para identificar el impacto de cada contenedor y se encontró que el mayor contaminante corresponde al contenedor metálico importado.

Comparativo impacto ambiental.

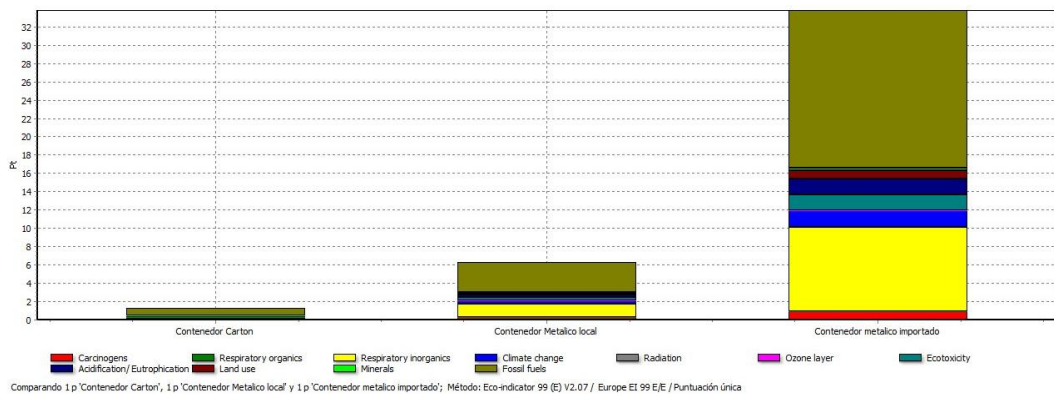


Categoría de impacto /	Unidad	Contenedor Carton	Contenedor metalico importado	Contenedor Metalico local
Abiotic depletion	kg Sb eq	0.147	3.03	0.6
Acidification	kg SO2 eq	0.0555	3.22	0.368
Eutrophication	kg PO4--- eq	0.0181	0.608	0.11
Global warming (GWP100)	kg CO2 eq	15.1	436	84.6
Ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	1.23E-6	6.37E-5	1.19E-5
Human toxicity	kg 1,4-DB eq	4.04	148	30.2
Fresh water aquatic ecotox.	kg 1,4-DB eq	2.2	46.8	14.7
Marine aquatic ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	3.9E3	9.77E4	2.5E4
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	0.0324	1.08	0.27
Photochemical oxidation	kg C2H4	0.00268	0.117	0.0142

Fuente: Elaboración propia

Se observó con el análisis de Eco-indicador que el mayor impacto está asociado al proceso de transporte y el nuevo concepto reduce ampliamente este impacto por utilizar procesos y materia prima de consecución regional. Se redujo un 96.5 % el indicador de calentamiento global con respecto al contenedor metálico importado y un 80 % con respecto al contenedor local.

Comparativo impacto ambiental puntuación única. Método Ecoindicador 99



Fuente: Elaboración propia

El nuevo contenedor no solo brinda al usuario facilidad para el uso del producto, sino que además usa materiales reciclados y procesos locales.

Con las conclusiones de los análisis anteriores se inició la modelación del concepto definitivo que fue sometido a pruebas.

ANEXO F

Informe de materiales

Descripción del contenedor (Tambor de 55 Galones)

Es un envase cilíndrico (tambor), con una capacidad de 55 galones o 200 litros. La capacidad exacta varía según el espesor de pared y otros factores. Actualmente existen tambores estándar los cuales son de 22.5 pulgadas (572 milímetros) en el diámetro y 33.5 pulgadas (850 milímetros) en altura.

¿Por qué seleccionar estos materiales?

La empresa a la cual se le está realizando en *Rediseño de un empaque para la línea de adhesivos industriales con énfasis en eco-diseño*, maneja actualmente dos tipos de tambores, uno es el tambor metálico y el segundo es el tambor plástico, este último no lo utilizan debido a los elevados costos del empaque y del proceso de reacondicionamiento; ambos tienen una capacidad de almacenamiento de 55 galones o 200 litros. El adhesivo industrial que se empaca en estos tambores es una resina acrílica en emulsión (resinas vinílicas y polímeros de acrilatos). Para realizar el empaque o embalaje de este adhesivo es necesario llenar una bolsa con el contenido del adhesivo y luego depositarla dentro de otra bolsa, puesto que muchas veces el contenido del tanque se sale del empaque (bolsa) y se esparce dentro de este. Por tal razón el tambor plástico se daña debido a que está realizado de PE, el cual es compatible con un componente de las resinas acrílicas en emulsión, haciendo más difícil retirar el material adherido a las paredes. Además de esto fue necesario analizar la posibilidad de un material ecológico y amigable con el medio ambiente. Por lo cual se decidió analizar el cartón, ya que la empresa a la cual se le está realizando la investigación está interesada en realizar alianzas estratégicas con sus clientes y uno de sus clientes potenciales es una empresa de cartones en Colombia, por lo cual se decidió realizar una investigación y análisis del material a utilizar en este caso el cartón, para compararlo de esta manera con los dos polímeros (PE y PP) los cuales fueron analizados con anterioridad.

Descripción del material actual

El Cold rolled se puede definir según estas normas.

SAE - AISI 1006 - 1008

SAE - AISI 1010 - 1012 ASTM-A-366

JIS-G-3141 (SPCC-SD)

JIS-G-3141 (SPCC-1D)

Para fines prácticos se utilizan las propiedades del acero de bajo carbono.

Descripción de los tres materiales considerados para análisis (Tomada del software CES Edupack)

PRODUCTOS DE POLIETILENO (PE)



Fuente: Software Ces Edupack

Polietileno ($-\text{CH}_2-$)_n, sintetizó por primera vez en 1933.

Es la primera de las poli olefinas, es inerte y extremadamente resistente al agua dulce y de sal, los alimentos y la mayoría de las soluciones a base de agua. Debido ha esto es ampliamente utilizado en productos para el hogar, envases de alimentos como Tupperware y tablas de cortar.


El polietileno es económico y sobre todo fácil de moldear y fabricar. Acepta una amplia gama de colores desde los transparentes, translucidos u opacos. Además puede tener una textura de un metal, pero es difícil de imprimir.

Composición resumen es ($-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$)_n

El polietileno es ampliamente utilizado en envases y embalajes

Propiedades generales del PE

Propiedades generales

Coeficiente de expansión térmica	126-198	$\mu\text{strain}/^{\circ}\text{C}$
Propiedades eléctricas		
Conductor eléctrico o aislante	Buen aislante	$\mu\text{strain}/^{\circ}\text{C}$
Resistencia eléctrica	$3.3\text{e}22 - 3\text{e}24$	$\mu\text{ohm.cm}$
La constante dieléctrica (permisividad relativa)	2.2 - 2.4	
Factor de disipación (tangente de pérdida dieléctrica)	$3\text{e-}4 - 6\text{e-}4$	
Rigidez dieléctrica (ruptura dieléctrica)	17.7 - 19.7	1000000 V/m
Propiedades Ópticas		
Transparencia	Translucido	
Índice de refracción	1.5 – 1.52	
Procesabilidad		
Castability	1-2	$\mu\text{strain}/^{\circ}\text{C}$
Moldeabilidad	4-5	
Maquinabilidad	3-4	
Soldabilidad	5	
ECO- propiedades		
Energía incorporada, producción primaria	76.9 - 85	MJ/kg
Huella de CO ₂ , la producción primaria	1.95 - 2.16	kg/kg
Reciclar	Si	
Simbología		

Fuente: Software Ces Edupack

Información de apoyo

PE se produce comercialmente como una película, hoja, barra, espuma y fibra. Además es buen aislante eléctrico con bajas pérdidas dieléctricas. Tiene poca resistencia a los compuestos aromáticos y el cloro, es lento mientras se quema.

El PE es económico, fácil de formar, biológicamente inerte y reciclable. **Notas técnicas**

El polietileno de baja densidad (LDPE), es utilizado como película de empaque, el polietileno de media densidad (MDPE) y alta densidad (HDPE) tienen más tiempo, menos cadenas ramificadas, lo cual los hace más rígidos y más fuertes, se utilizan para contenedores y tuberías.

Mediante la catálisis moderna se ha podido dejar de lado la ramificación y la longitud molecular para poder controlar con una mayor precisión el material, lo cual permite una personalización precisa tanto de las propiedades de los procesos críticos para el dibujo, moldeo por soplado, moldeo por inyección o extrusión, algunos usos como son propiedades de la temperatura de ablandamiento, de flexibilidad y resistencia. Un ejemplo de esto se puede evidenciar con el Polietileno de baja densidad el cual en su forma pura es menos resistente a los solventes orgánicos, pero incluso esto puede ser superado mediante la conversión de su superficie con un fluoro-polímero mediante su expansión de flúor de gas.

Aplicaciones típicas

Corresponden a envases contenedores de aceite, bolardos de la calle, botellas de leche, juguetes, cajas de cerveza, comida, tubos de presión, ropa desechable, bolsas de plástico, revestimientos de papel, aislamiento de cables, articulaciones artificiales como fibras (cuerdas de bajo costo y refuerzo de cinta de embalaje).

Papel y cartón

Composición

Fibras de celulosa, por lo general con relleno y colorante.

Productos del Cartón.



Fuente: Software Ces Edupack

El papiro precursor de papel, se hizo a partir del tallo de flor de la caña, originario de Egipto, que ha sido conocido y utilizado por más de 5000 años. El papel, por el contrario, es un invento chino (105 DC). Se hace de pulpa de fibras de celulosa, derivado de la madera, el algodón o el lino. Hay muchos tipos diferentes de cartón y papel: papel de seda - papel de periódico, papel kraft para embalaje, papel de oficina, papel fino, cartón - y una amplia gama de propiedades correspondiente.

Propiedades generales

Densidad	de 480 a 860 kg / m ³
Precio	1,53 a 9,19 euros / kg
Propiedades mecánicas	
Módulo de Young	3-8,9 GPa
Límite elástico (límite elástico)	15 - 34 MPa
Resistencia a la tracción	23 a 51 MPa
Resistencia a la compresión	41 a 55 MPa
Dureza - Vickers	* 4-9 HV
Resistencia a la fatiga en 10 ⁷ ciclos	* 13 a 24 MPa
Fractura * dureza	6-10 ¹⁰ MPa.m ^{0.5}
Relación de Poisson	0,38 a 0,41

Eco Propiedades	
Energía incorporada, la producción primaria	24.2 a 32 MJ / kg
huella de CO2, la producción primaria	de 1,23 a 1,55 kg / kg
Reciclable	Si
Propiedades ópticas	
Transparencia	opaca
Procesabilidad	
Moldeabilidad	4-5

Fuente: Software Ces Edupack

Notas técnicas

El papel se clasifica en "gramaje", el peso en gramos por unidad de superficie. Típicamente 40 a 120 g / m ². El "grueso" de papel es la inversa de su densidad. La hoja típica de "prensa" o el grosor de papel de diario es de 40 - 50 micrones, la de papel bond de 60 a 90 micras, tablero de papel 120 a 300 micrones.

Las fibras de celulosa (el componente principal de papel) se hinchan de diámetro entre 15 - 20% pasando de seco a saturado de agua. Dado que la mayoría de las fibras de papel se encuentran en paralelo, el cambio de humedad puede cambiar la dimensión de la hoja, y afectan a la inscripción en impresión, lo que exige una atmósfera controlada. Normalmente las cuentas de humedad son de 6-9% del peso de papel. La fricción también es importante en la impresión y en el empaquetado, el coeficiente de fricción de deslizamiento del papel en el papel es 0,35 a 0,45.

Usos típicos

Empaques, impresión, billetes, aislamiento térmico y eléctrico.

Polipropileno (PP)

Composición: $(CH_2-CH(CH_3))_n$

Productos de PP (Polipropileno)




Fuente: Software Ces Edupack

Polipropileno, PP, se produce por primera vez comercialmente en 1958, es el hermano menor de polietileno - una molécula muy similar con precios, métodos de elaboración y aplicación similares. Al igual que el PE se produce en cantidades muy grandes (más de 30 millones de toneladas por año en 2000), creciendo a casi el 10% por año, como el PE sus moléculas pueden adaptarse proporcionando un control preciso de resistencia al impacto, y otras propiedades que influyen en el moldeo. El polipropileno en su forma pura es inflamable y se degrada a la luz solar. Aditivos retardantes de fuego permiten que sea más lento de quemar y estabilizadores le dan estabilidad extrema, tanto a la radiación UV y las soluciones de agua dulce y salada o a soluciones más acuosas. Es usado en diversos productos para el hogar.

Propiedades generales

Densidad	de 890 a 910 kg / m ³
Precio	* 1,16 a 1,28 euros / kg
Propiedades mecánicas	
Módulo de Young	de 0,896 a 1,55 GPa
Límite elástico (límite elástico)	20,7 a 37,2 MPa
Resistencia a la tracción	27,6 a 41,4 MPa
Resistencia a la compresión	25,1 a 55,2 MPa
Dureza - Vickers	6,2 a 11,2 HV
Resistencia a la fatiga en 10 ⁷ ciclos	de 11 a 16,6 MPa

Tenacidad	3-4,5 ^ MPa.m 0.5
Relación de Poisson	0,405 a 0,427
Propiedades térmicas	
Temperatura máxima de servicio	100 - 115 ° C
Temperatura mínima de servicio	-123--73.2 ° C
¿Conductor o aislante térmico?	buen aislante
Coeficiente de expansión térmica	122 – 180 μ strain / ° C
Eco Propiedades	
Energía incorporada, la producción primaria	85 a 105 MJ / kg
huella de CO2, la producción primaria	2,6 a 2,8 kg / kg
Reciclable	Si
Marca	
Propiedades ópticas	
Transparencia	Translucido
Índice de refracción	1,48 a 1,5
Procesabilidad	
Moldeabilidad	4-5
Castability	1 a 2
Maquinabilidad	3-4
Soldabilidad	5

Fuente: Software Ces Edupack

El PP es barato, ligero y dúctil pero tiene baja resistencia. Es más rígido que el PE y puede ser utilizado a temperaturas más altas. Las propiedades del PP son similares a las de polietileno de alta densidad, pero es más rígido y se funde a una temperatura más alta (165 - 170 C). La Rigidez y la resistencia se pueden mejorar mediante el refuerzo con cristal, tiza o talco. La fibra PP tiene una fuerza excepcional y capacidad de recuperación, lo que, junto con su resistencia al agua, lo hace atractivo para cuerdas y tejidos. Es más fácil de moldear que el PE, tiene buena

transparencia y puede aceptar una gama más amplia de colores vivos. El PP se produce habitualmente como hojas, fibras de molduras o puede ser espuma. Los atributos más sobresalientes del PP son la combinación de la dureza, la estabilidad y la facilidad de procesamiento. Las fibras de mono-filamentos tienen resistencia a la abrasión y son casi dos veces tan fuertes como las fibras de PE.

Notas técnicas.

Los diferentes grados de polipropileno se clasifican entre grupos básicos: homopolímeros (polipropileno, con una distribución de pesos moleculares que mejora sus propiedades las propiedades), co-polímeros (compuesto por la co-polimerización de polipropileno con olefinas tales como etileno, butileno o estireno) y compuestos (polipropileno reforzado con mica, talco en polvo de vidrio o fibras) que son más rígidos y más capaz de resistir el calor mejor que los polipropilenos simples.

Aplicaciones típicas

Cuerdas, polímeros de ingeniería en general, conductos de aire de automóviles, estanterías de paquetes y filtros de aire, muebles de jardín, tanques de lavado de máquinas, cajas para celdas de baterías, tuberías y accesorios de tubería, cajas de cerveza, sillas, dieléctricos de condensadores, aislamiento de cables, parachoques, vidrios a prueba de rotura, cajas, maletas, césped artificial y ropa interior térmica.

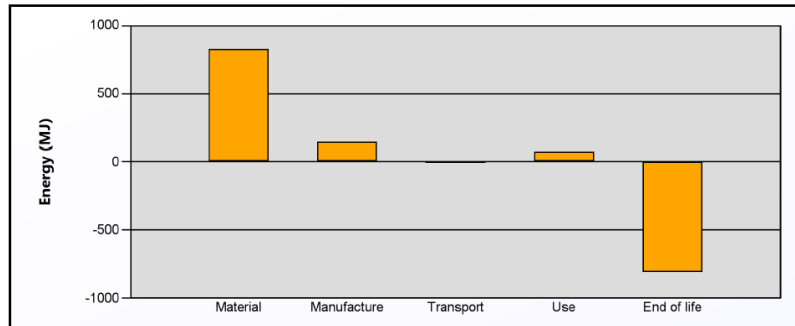
Informe de análisis

El principal objetivo es lograr un empaque con menor impacto ambiental la herramienta eco audit del software CES Edupack nos permite analizar puntos críticos del ciclo de vida del tambor producido con cada material diferente. Anexo se encuentra el informe de resultados. Se compararon los tambores en PP, PE y cartón respectivamente, teniendo en cuenta las especificaciones de peso de cada tambor y de transporte y uso sujetos a este.

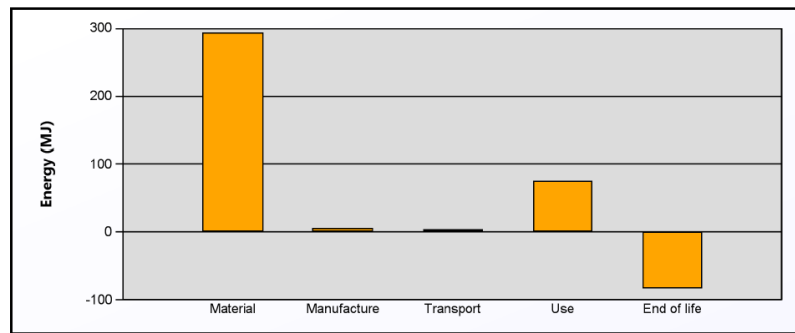
Comparación del PP, PE y Cartón



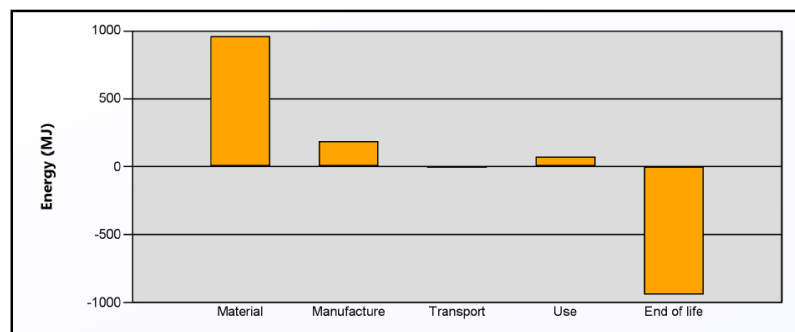
Energy summary. Tambor de PE



Energy summary Caja de cartón.



Energy summary . Tambor de PP



Fuente: Software Ces Edupack

Comparando las graficas anteriores observamos que en la producción de este tipo de empaque el impacto ambiental principal sucede en la extracción del material y la manufactura, debido a que la materia prima a utilizar es extraída del petróleo el cual es un material no renovable, por tal razón el impacto ambiental en el ciclo de vida del material es mayor que en las otras.

Si analizamos el caso específico del PP en Colombia, la materia prima es transportada desde regiones costeras como es la ciudad de Cartagena (donde está uno de los mayores distribuidores de plásticos) hasta la región Andina en ciudades como son Bogotá y Medellín en

donde están ubicadas las fabricas de manufactura. Por tal razón aumenta la cantidad de CO2 asociada al producto.

Comparativo de gastos de energía

Comparativos de gasto de energía en cada una de las etapas del ciclo de vida						
Etapas	Tambor PE		Tambor PP		Caja de cartón	
	Energía (MJ)	Energía%	Energía(MJ)	Energía%	Energía(MJ)	Energía%
Material	825	339.6	961	332.6	294	97.8
Manufactura	142	58.4	188	65.0	6.1	2.0
Transporte	5.76	2.4	5.76	2.0	4.89	1.6
Uso	77.1	31.8	77.1	26.7	77.1	25.6
Disposición final	-806	-332.1	-943	-326.3	-81.5	-27.1
Total	243	100	289	100	301	100

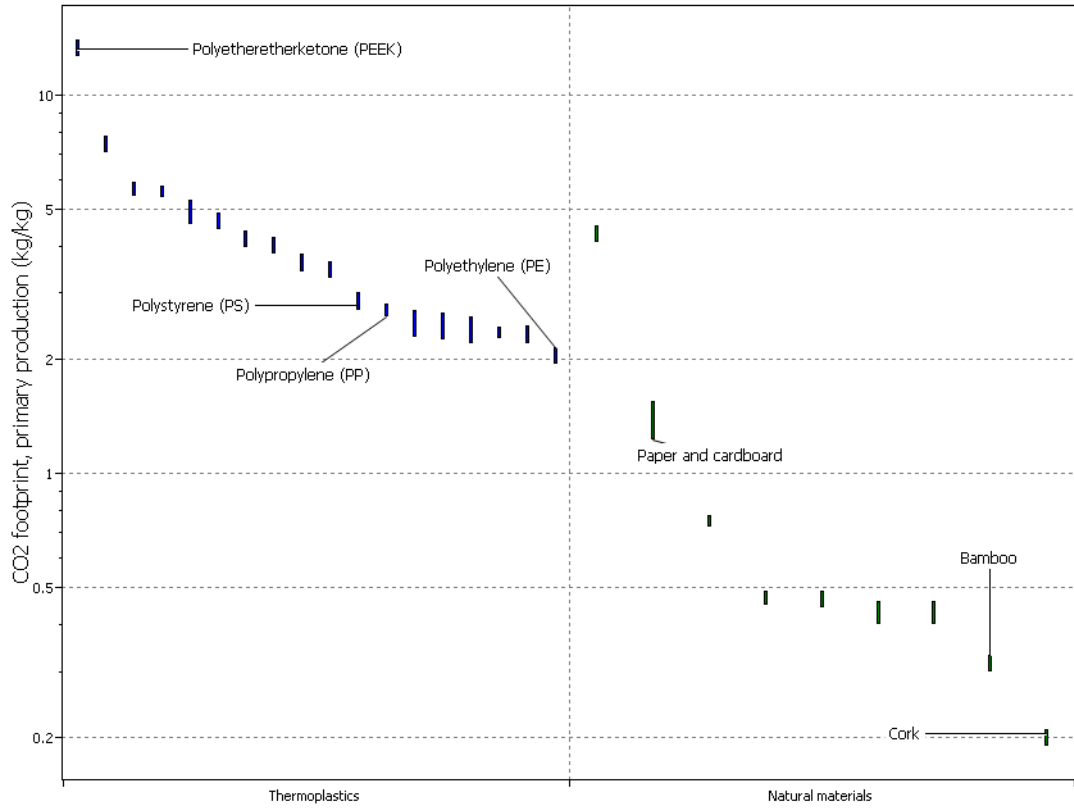
Fuente: Software Ces Edupack

Mirando la tabla comparativa entre los tres materiales PE, PP y cartón, se observa que analizando uno a uno las variables dentro del ciclo de vida del producto, el material que tiene un menor impacto ambiental dentro de la mayoría de estas es el cartón, pero cuando se analiza el total de todas las variables el material que menos es amigable es éste mismo, esto se debe a que cuando se estaban ingresando los datos al software para la realización de las tablas, el cartón se reciclaba mientras que los empaques del PE y PP se reutilizaban. Por tal razón el impacto en la distribución final del cartón se disminuyo con respecto a las otras dos.

Cabe aclarar que el cartón se recicla para realizar otros empaques en cartón. Además no es necesario pagarle a un tercerizador para recoger los tambores, adecuarlos para un nuevo uso y revenderlos a la empresa que realiza el adhesivo industrial. Lo cual no es muy amigable con el medio ambiente, puesto que es necesario utilizar más combustible, agua, y energía para volver a utilizarlo. Esta reutilización solo se puede dar en el caso que los tambores queden en un buen estado y que no hubieran tenido contacto con el adhesivo, puesto que de lo contrario sería necesario utilizar unos químicos para quitar el adhesivo adherido a las paredes del tambor, lo que debilitaría las propiedades físicas y mecánicas del producto.

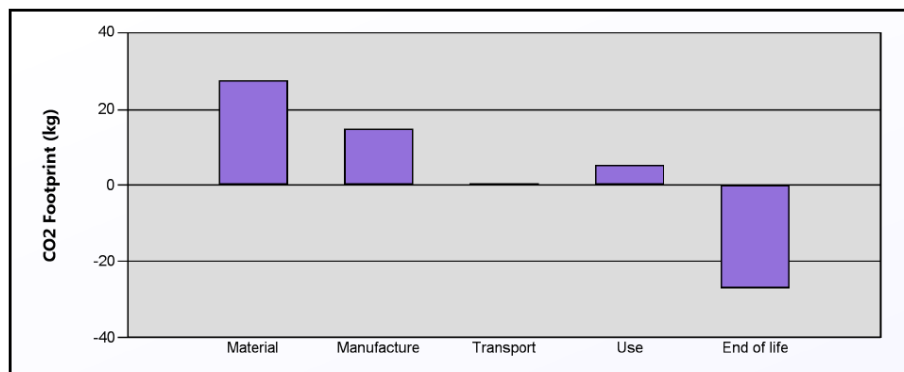
Por lo anteriormente mencionado se puede deducir que el mejor material para realizar el rediseño de un empaque de adhesivos industriales con énfasis en eco-diseño es el cartón, puesto éste material cumple con los requisitos mecánicos y ecológicos para el desarrollo del empaque.

CO2 Summary



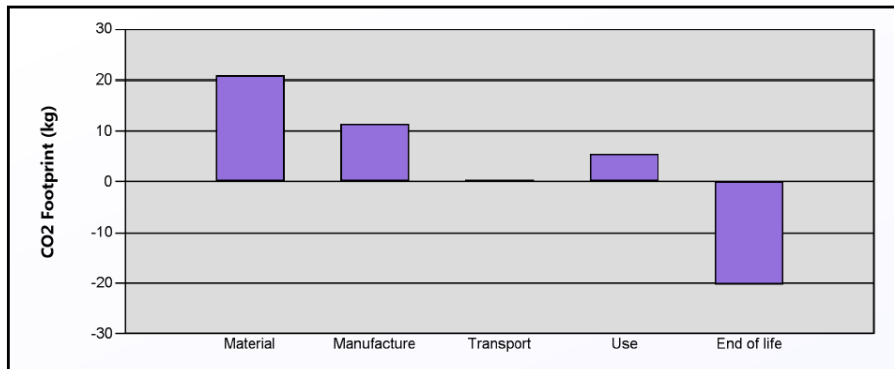
Fuente: Software Ces Edupack

Huella de carbono Tambor de PE



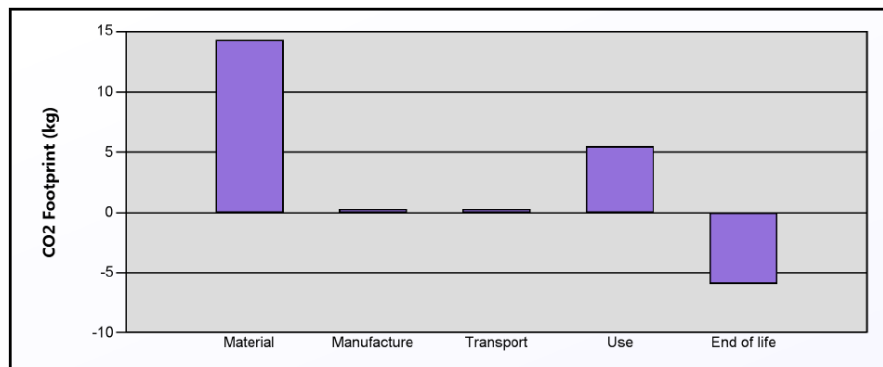
Fuente: Software Ces Edupack

Huella de carbono tambor de PP



Fuente: Software Ces Edupack

Huella de carbón Tambor de cartón



Fuente: Software Ces Edupack

Comparativo huella de carbono.

Comparativos huella de carbono en cada etapa del ciclo de vida						
Etapas	Tambor PE		Tambor PP		Caja de cartón	
	CO2(Kg)	CO2 (%)	CO2(Kg)	CO2 (%)	CO2(Kg)	CO2 (%)
Material	20.9	117.9	27.4	127.7	14.2	98.1
Manufactura	11.3	63.9	15	70.1	0.339	2.3
Transporte	0.409	2.3	0.409	1.9	0.347	2.4
Uso	5.47	30.8	5.47	25.5	5.47	37.8
Disposición final	-20.4	-114.9	-26.9	-125.3	-5.89	-40.7
Total	17.8	100	21.4	100	14.5	100

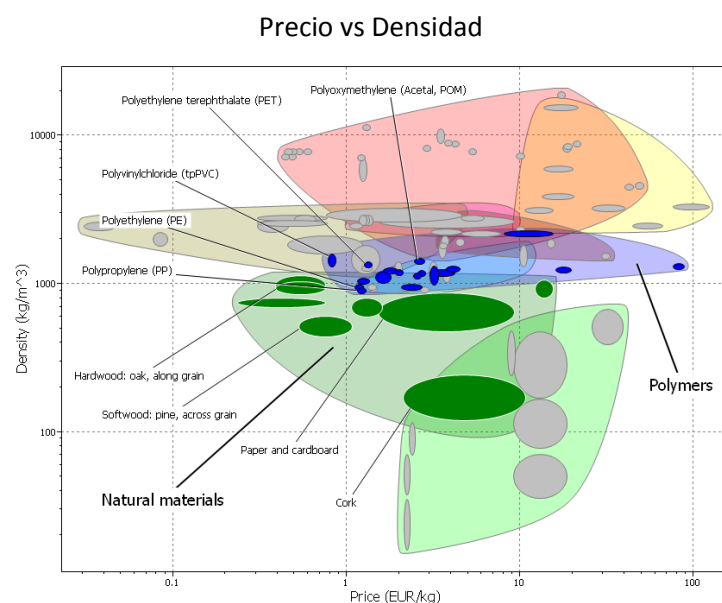
Fuente: Software Ces Edupack

Se observa que la caja de carton posee una menor huella de carbono y que la extraccion del material es el procesos de mayor emisiones de CO2. Por tal razon para el desarrollo de este

producto solamente se utilizará cartón reciclado para disminuir las estas emisiones de Co2 en la extracción de la materia prima.

De acuerdo a estos análisis decidimos observar el comportamiento de la caja de cartón que es un material natural vs el comportamiento de ambos polímeros. Para éste análisis es interesante observar variable ligadas a costos, resistencia, peso y emisiones respectivamente.

Por consiguiente se analizaron propiedades ecológicas, generales y mecánicas.



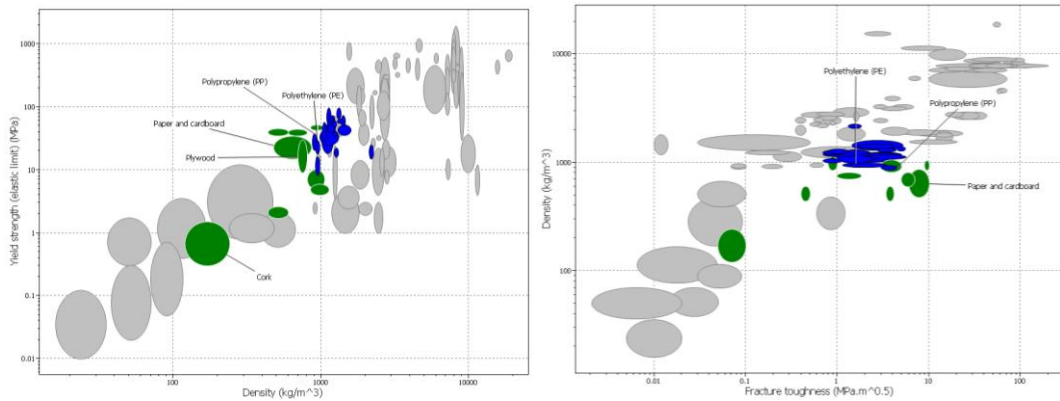
Fuente: Software Ces Edupack

Al analizar los factores que motivaron a la empresa a realizar el rediseño de un empaque para adhesivo industrial con énfasis en eco-diseño, se pudo observar claramente dos variables fundamentales para tomar esta decisión. La primera variable era el costo, puesto que al analizar el ciclo de vida del producto pudieron notar que el mayor costo asociado a este estaba en el empaque, y la segunda variable era poder hacer un empaque sostenible que no necesitara de un tercerizador para disminuir de estas manera las emisiones de CO₂ e ir encaminando su producto con una de sus razones sociales.

Por lo anteriormente mencionado era necesario realizar un análisis de la densidad de los materiales vs el precio de los mismos. Puesto que cada uno de los tambores de 55 galones pesa aproximadamente entre 210kg – 220kg, por lo cual es necesario disminuir el peso del producto sin perder las propiedades mecánicas del mismo. Al realizar esta gráfica se pudo

observar que los materiales que cumplía mejor con esta condición eran el cartón y los plásticos entre estos el PE y el PP.

Densidad Vs Límite Elástico y Fractura Vs Densidad



Fuente: Software Ces Edupack

Por lo anteriormente mencionado fue necesario realizar un análisis de las propiedades mecánicas de los materiales basados en la anterior gráfica la cual nos brindó la información de posibles materiales a utilizar.

Las propiedades mecánicas que se analizaron fueron la densidad vs la elasticidad, puesto que el empaque tiene un peso muy alto y al realizar el transporte del mismo el material se puede deformar. Por este motivo fue necesario analizar la elasticidad que tenían los tres materiales y la densidad, la cual indicó que los tres materiales tienen una densidad entre 700 kg/m³– 1000 kg/m³ y una elasticidad entre 30 MPa·m^{0.5} - 90 MPa·m^{0.5}. Además fue necesario realizar un análisis de la fractura vs la densidad, puesto que al realizar el transporte y descarga del producto muchas veces no se realiza de una forma adecuada pudiendo ocasionar daños en el empaque del mismo. Al analizar la gráfica, los tres materiales considerados tienen esfuerzo a la fractura entre 2 MPa·m^{0.5} - 10 MPa·m^{0.5} y una densidad entre 700 kg/m³ – 1000 kg/m³.

Características de los cuatro materiales

CARACTERISTICAS	POLIETILENO	POLIPROPILENO	PAPEL Y CARTON	ACERO DE BAJO CARBONO
Composición	(-CH ₂ -Ch ₂ -) n	(CH ₂ -CH(CH ₃)) n	Fibras de celulosa	Fe/0.02-0.03 C
Inerte	X			X
Resistente	X	X (con soluciones)		X
Económico	X	X	X	X
Fácil moldear y fabricar	X	X		
Colores	X	X		
Transparente	X			
Resistente al impacto		X		X
Inflamable	X	X	X	
Difícil imprimir	X			X
Coefficiente de expansión térmica	126-198 μ strain/°C			
Densidad		de 890 a 910 Kg/m ³	480 a 860 Kg/m ³	7.8e3-7.9e3 kg/m ³
Precio		1,16 a 1,28 euros /Kg	1.53 a 9,19 Euros el Kg	1.14e3-1.25e3 COP/kg
Conductor eléctrico o aislante	Buen aislante			Conductor eléctrico
Resistencia eléctrica	3.3e22-3e24 μ ohm.cm			1.5e7-2e7 ohm.m
Transparencia	Translucido	Translucido	Opaca	
Índice de refracción	1.5-1.52	1,48 a 1,5		
Castability	1 a 2 μ strain/°C			
Moldeabilidad	4 a 5	4 a 5	4 a 5	
Maquilabilidad	3 a 4	3 a 4		
Soldabilidad	5	5		
Energía incorporada en la	76,9-85 Mj/Kg	85a 105 Mj/Kg	24,2 a 32 Mj/Kg	

producción primaria				
Huella de CO2, la producción primaria	1,95-2,16 Kg/Kg	2,6 a 2,8 Kg /Kg	1,23 a 1,55 Kg/Kg	
Reciclar	Cierto	Cierto	Cierto	Cierto
Producción comercial	Hoja, Película, Barra, espuma, fibra	Hojas, fibras de molduras, espuma		Lamina
Módulo de Young		0,896 a 1,55 Gpa	3-8,9 Gpa	2e11-2.15e11Pa
Límite elástico	25Mpa	20,7 a 37,2 Mpa	15-34Mpa	2.5e8-3.95e8 Pa
Resistencia a la tracción		27,6 a 41,4 Mpa	23 a 51 Mpa	7.9e10-8.4e10Pa
Resistencia a la compresión		25,1 a 55,2 Mpa	41 a 55 Mpa	2.5e8-3.95e8 Pa
Dureza-Vickers		6,2 a 11,2 HV	4 a 9 Hv	1.05e9-1.69e9 Pa
Resistencia a la fatiga en 10⁷ ciclos		11 a 16,6 Mpa	13 a 24 Mpa	2.03e8-2.93e8 Pa
Tenacidad		3-4,5 Mpa.m 0,5		3.45e8-5.8e8 Pa
Fractura *Dureza			6 a 10 Mpa.m 0,5	4.1e7-8.2e7 Pa
Relación de poisson		0,405 a 0,427	0.38 a 0,41	0.285-0.295
Temperatura máxima de servicio		100-115°C		623-673 k
Temperatura mínima de servicio		(-123- -73,2 °C)		205-235 k
¿Conductor o aislante térmico?	Aislante	Buen Aislante		Buen conductor
Aplicaciones	Envases, contenedores de aceite, tubos de presión, revestimientos de papel, artículos artificiales como fibras, bolardi de la calle, botellas de leche, ropa desechable, aislamiento de	Cuerdas, polímeros de Ingeniería en general, conductos de aire de automóviles, estanterías de paquetes y filtros de aire, muebles de jardín, tanques de lavado de	Empaque, impresión, billtes, aislamiento térmico, aislamiento electrónico	Vigas para reforzar concreto, láminas y refuerzos para construcción.

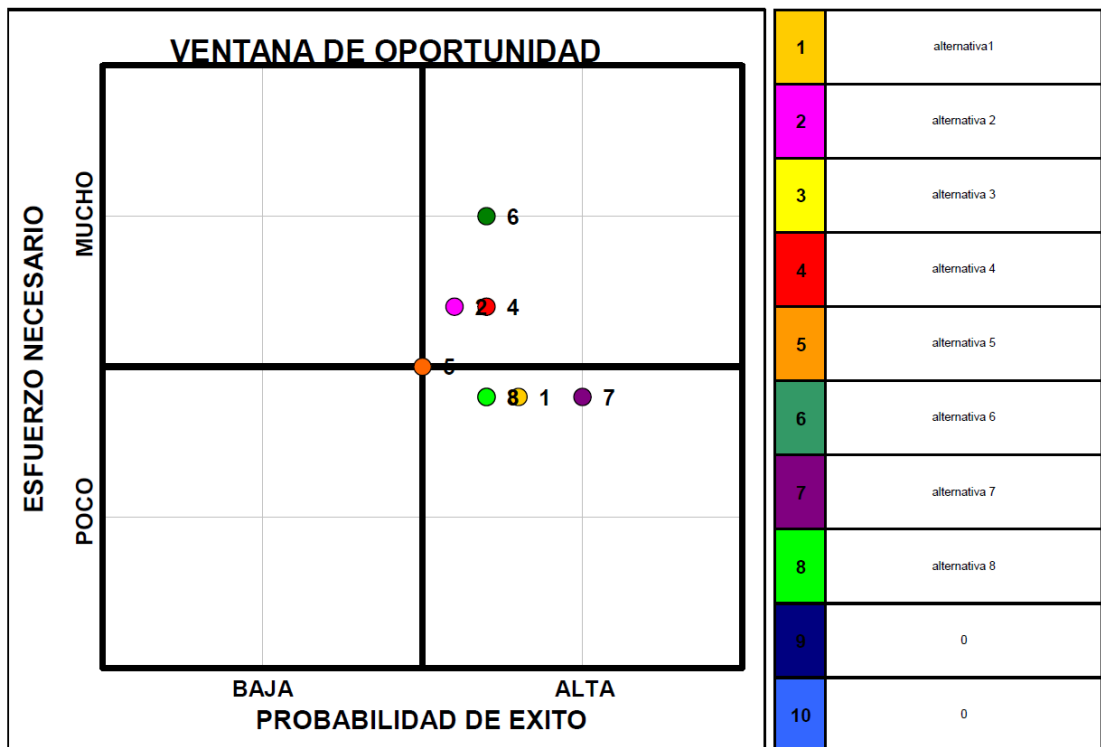
	cables, cajas de cerveza, comida, bolsas plásticas.	máquinas, cajas para celdas de baterías, tuberías y accesorios de tuberías, cajas de cerveza, sillas dieléctricas de condensadores, aislamiento de cables, parachoques, vidrios a prueba de roturas, cajas, maletas, césped artificial y ropa interior térmica.		
--	---	---	--	--

Fuente: Información recopilada del software Ces Edupack

ANEXO G
Ventana de oportunidad

La probabilidad de éxito: Evalúa si la alternativa realmente resuelve alguna necesidad y si hay interés del cliente y el mercado objetivo por adquirirlo, para determinar si vale la pena invertir el tiempo y el trabajo en dicha idea.

Esfuerzo necesario: para llevar a cabo la solución teniendo en cuenta aspectos como costos, conocimiento, tiempos y recursos con los que cuenta el equipo de desarrollo para poder desarrollar la idea de acuerdo con las limitaciones del proyecto.



VENTANA DE IDEAS		PROBABILIDAD DE ÉXITO					ESFUERZO NECESARIO					ASIGNAR			
		¿realmente hay una necesidad o deseo latente?	¿Resuelve muy bien algo?	¿Hay interés por adquirirlo?	¿Se sabe del asunto?	¿hay entusiasmo para asumirla?	PROMEDIO DE ÉXITO	¿Cuánto trabajo?	¿Cuánto dinero?	¿Cuánto tiempo?	¿Cuánto conocimiento?	¿Cuántas personas?	PROMEDIO DE ESFUERZO	PROBABILIDAD DE ÉXITO	ESFUERZO NECESARIO
1	alternativa 1	4	3	3	4	4	3,6	2	3	3	4	2	2,8	0,6	-0,2
2	alternativa 2	4	3	3	2	4	3,2	4	4	3	4	2	3,4	0,2	0,4
3	alternativa 3	4	3	3	3	4	3,4	3	3	3	3	2	2,8	0,4	-0,2
4	alternativa 4	4	4	3	2	4	3,4	4	4	3	4	2	3,4	0,4	0,4
5	alternativa 5	3	3	3	2	4	3,0	3	3	3	4	2	3,0	0,0	0,0
6	alternativa 6	4	4	3	2	4	3,4	5	5	4	4	2	4,0	0,4	1,0
7	alternativa 7	5	4	3	4	4	4,0	3	3	3	3	2	2,8	1,0	-0,2
8	alternativa 8	4	3	3	3	4	3,4	3	3	3	3	2	2,8	0,4	-0,2
9		0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0,0	#N/A	#N/A

ANEXO H

Cálculos geométricos

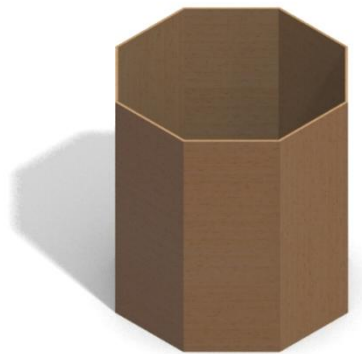
Considerando la información obtenida de las tablas de ergonomía investigadas se considera una altura máxima para el contenedor de 76 mm (sin la tapa superior). El volumen está determinado en 208 L o 208'000.000 de mm³; estas dos variables permanecen fijas para proceder con los cálculos para determinar los diámetros de los círculos circunscritos en cada una de las cajas.

Caja octogonal

El volumen del contenedor corresponde a la siguiente ecuación.

$$V = h \times A_{base} \quad (1)$$

Contenedor Octogonal.



Fuente: Elaboración propia.

Para hallar el área de la base del contenedor consideramos que una caja octogonal tiene 8 lados todos estos son iguales, considerando que se forman 8 triángulos podemos obtener el área de la base de la caja de sección octogonal.

$$A_{base} = \frac{8 \text{ lados} \times \text{arista} \times \frac{\emptyset}{2}}{2}$$

$$A_{base} = 2a\emptyset \quad (2)$$

Donde:

h es la altura determinada por los parámetros de ergonomía.

\emptyset Es el diámetro del círculo circunscrito que estamos buscando.

a Es la longitud de la arista de cada uno de los lados del octágono.

V es el volumen del contenedor.

A_{base} es el área de base del contenedor.

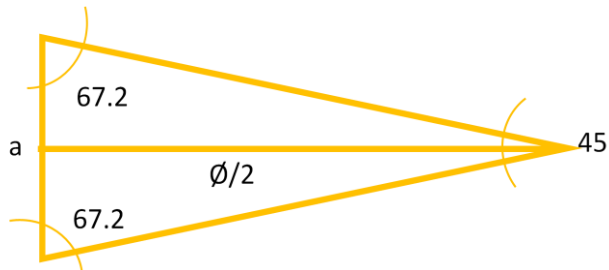
Reemplacemos esta ecuación en la ecuación (1).

$$V = 2ha\phi$$

$$\frac{V}{2h} = a\phi$$

Para poder determinar el diámetro necesitamos una ecuación que relacione el diámetro y la longitud de la arista por consiguiente tomamos uno de los triángulos que conforman la base.

Triangulo base.



Fuente: Elaboración propia.

Tomamos el círculo circunscrito del octágono, es decir los 360 grados de este y lo dividimos por el número de lados.

$$\frac{360^\circ}{8} = 45^\circ$$

Obtenemos el valor del ángulo interior del triangulo isósceles, para obtener los otros dos ángulos restamos a 180 grados y lo dividimos por 2

$$180^\circ - 45^\circ = 135^\circ$$

$$\frac{135^\circ}{2} = 67.2$$

Tenemos todos los ángulos, para hallar la longitud de la arista dividimos este triangulo a la mitad.

Calculo geométrico longitud de arista.



Fuente: Elaboración propia

Aplico la ley de senos que establece que si en un triángulo ABC , las medidas de los lados opuestos a los ángulos A, B y C son respectivamente a, b, c , entonces

$$\frac{a}{\text{sen } A} = \frac{b}{\text{sen } B} = \frac{c}{\text{sen } C}$$

Por consiguiente.

$$\frac{a/2}{\text{sen } 22.5} = \frac{\phi/2}{\text{sen } 67.2}$$

$$\frac{a}{0,3826} = \frac{\phi}{0,9238}$$

$$a = \phi \times 0,414213 \quad (4)$$

Relacionando la ecuación (3) y (4) se puede obtener el diámetro del contenedor para este volumen.

$$\frac{V}{2h} = \phi \times 0,414213 \times \phi$$

$$\frac{V}{2h} = \phi^2 \times 0,414213$$

Reemplazo los valores que ya conozco.

$$\frac{208'000.000}{2(700)} = \phi^2 \times 0,414213$$

$$3'588.683,64 = \phi^2$$

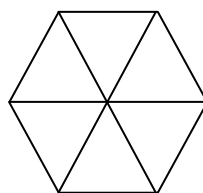
$$\phi = 596.90$$

Caja hexagonal

El volumen del contenedor corresponde a la siguiente ecuación:

$$V = h \times A_{\text{base}} \quad (1)$$

Sección hexagonal.



Fuente: Elaboración propia

Para hallar el área de la base del contenedor consideramos que una caja hexagonal tiene 6 lados todos estos son iguales, considerando que se forman 6 triángulos podemos obtener el área de la base de la caja de sección hexagonal.

$$A_{base} = \frac{6 \text{ lados} \times \text{arista} \times \frac{\emptyset}{2}}{2}$$
$$A_{base} = 3a\emptyset/2 \quad (2)$$

Donde:

h es la altura determinada por los parámetros de ergonomía.

\emptyset Es el diámetro del círculo circunscrito que estamos buscando.

a Es la longitud de la arista de cada uno de los lados del hexágono.

V es el volumen del contenedor.

A_{base} es el área de base del contenedor.

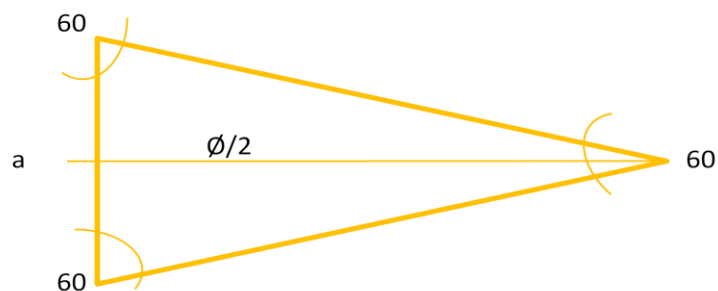
Reemplacemos esta ecuación en la ecuación (1).

$$V = 2ha\emptyset$$

$$\frac{2V}{3h} = a\emptyset$$

Para poder determinar el diámetro necesitamos una ecuación que relacione el diámetro y la longitud de la arista por consiguiente tomamos uno de los triángulos que conforman la base.

Triangulo base.



Fuente: Elaboración propia.

Tomamos el círculo circunscrito del hexágono, es decir los 360 grados de este y lo dividimos por el número de lados.

$$\frac{360^\circ}{6} = 60^\circ$$

Obtenemos el valor del ángulo interior del triángulo isósceles, para obtener los otros dos ángulos restamos a 180 grados y lo dividimos por 2.

$$180^\circ - 60^\circ = 120^\circ$$

$$\frac{120^\circ}{2} = 60$$

Tenemos todos los ángulos, para hallar la longitud de la arista dividimos este triángulo a la mitad.

Calculo geométrico longitud de arista.



Fuente: Elaboración propia

Aplico la ley de senos que establece que si en un triángulo ABC , las medidas de los lados opuestos a los ángulos A , B y C son respectivamente a , b , c , entonces:

$$\frac{a}{\text{sen } A} = \frac{b}{\text{sen } B} = \frac{c}{\text{sen } C}$$

Por consiguiente.

$$\frac{a/2}{\text{sen } 30} = \frac{\phi/2}{\text{sen } 60}$$

$$a = \frac{\phi \text{sen } 30}{\text{sen } 60}$$

$$a = \phi \frac{\sqrt{3}}{3} \quad (4)$$

Relacionando la ecuación (3) y (4) se puede obtener el diámetro del contenedor para este volumen.

$$\frac{2V}{3h} = \phi \times \phi \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\frac{2V}{3h} = \phi^2 \frac{\sqrt{3}}{3}$$

Reemplazo los valores que ya conozco.

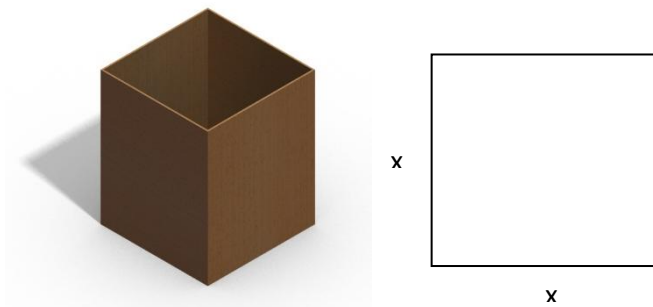
$$\frac{2 \times 208'000.000}{3(700)} = \phi^2 \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\phi = 586\text{mm}$$

Caja cuadrada

El volumen del contenedor corresponde a la siguiente ecuación

$$V = h \times x^2$$



Donde:

h es la altura determinada por los parámetros de ergonomía

x^2 Es el área de base del contenedor

x Es la longitud de la arista

V es el volumen del contenedor

Reemplazamos los valores ya determinados

$$208'000.000 = 700 \times x^2$$

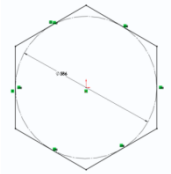
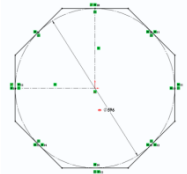
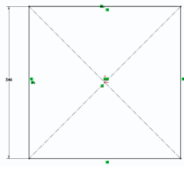
$$x^2 = \frac{208'000.000}{700}$$

$$x^2 = 297.142$$

$$x = 545,9mm$$

Los parámetros encontrados para mantener el volumen requerido se muestran en la figura a continuación.

Dimensiones por sección

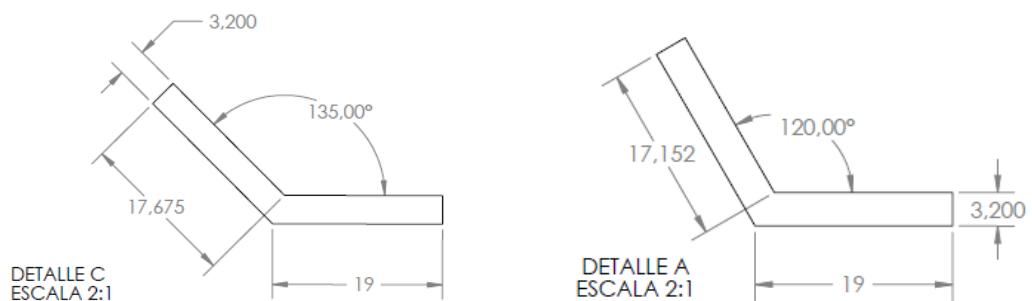
Geometría hexagonal	Geometría octogonal	Geometría cuadrada
		
$\varnothing = 586mm$	$\varnothing = 598.9$	$x = 545,9mm$

Fuente: elaboración Propia

ANEXO I

Análisis de pandeo. Análisis de resistencia para perfilería angular.

Perfiles de 135 y 120 grados



Fuente: Elaboración propia

En el almacenamiento de los contenedores se encontró que en varias ocasiones son apilados hasta dos de estos para ahorrar espacio en bodega, como consecuencia los perfiles que rodean

el contenedor están sometidos a fuerzas de compresión perpendiculares a la sección del perfil, debido a esta situación se considera realizar cálculos estructurales que permitan determinar no solo la resistencia a la deformación del material sino también la carga crítica de pandeo de la columna “una columna falla por pandeo o por cedencia última del material”⁴

Razón real de esbeltez

$$SR = \frac{k L}{r} = \frac{Le}{r}$$

Donde:

k corresponde al factor de fijación de la columna en este caso 0.65 por que está sujeta tanto en la parte superior como en la parte inferior.

L longitud real entre los puntos de apoyo que corresponde a la altura.

Le longitud efectiva.

r radio de giro mínimo de la sección transversal de la columna.

Para hallar el radio de giro mínimo se requiere hallar el momento de inercia mínimo de la sección del perfil, este se puede hallar a través de métodos matemáticos, sin embargo el modelador CAD también arroja este resultado.

$$\text{Entonces: } r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I corresponde al momento de inercia mínimo.

A corresponde al área de la sección.

Razón de esbeltez de transición

$$Cc = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{S_y}}$$

Donde:

Cc constante de carga.

S_y corresponde a la resistencia a la fluencia o cedencia del material dado en GPa.

E modulo de elasticidad del material MPa (* Pa = N/m²).

Propiedades aluminio y acero.

⁴ MOTT Robert L. Resistencia de materiales aplicada. 3 Ed. Prentice Hall. 1996. Pag 521.

	Aluminio	Acero de bajo carbono
Resistencia a la fluencia (Sy)	69GPa 69 x 10 ⁹ Pa	207GPa 207 x 10 ⁹ Pa
Modulo de elasticidad	105MPa 105 x 10 ⁶ Pa	175MPa 175 x 10 ⁶ Pa

Fuente: GROOVER P. Mikell. Fundamentos de manufactura moderna: Materiales, procesos y sistemas. 1ra ed. Mexico: Pearson Prentice Hall. 1997. p

Si la razón de esbeltez SR es mayor que la constante de carga Cc entonces se considera que la columna es larga, como sucede en los cálculos desarrollados para cada uno de los perfiles, por consiguiente se utiliza la formula de Euler mostrada a continuación para determinar la carga critica de pandeo de la columna.

Carga critica de pandeo

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EA}{\left(\frac{Le}{r}\right)^2}$$

La carga critica nos permite hallar la carga permisible de la columna, para determinarla establecemos un factor de diseño N.

$$Pa = \frac{P_{cr}}{N}$$

Donde:

Pa es la carga permisible para a columna.

Pcr es la carga crítica.

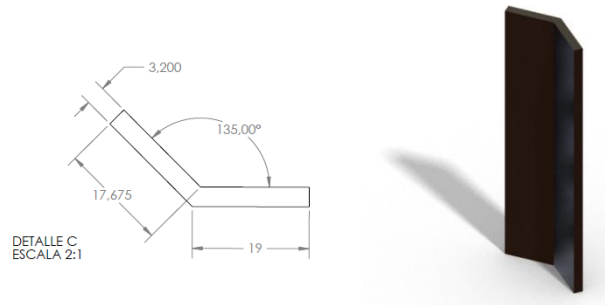
N es el factor de diseño.

El factor de diseño es seleccionado por el diseñador o establecido por el proyecto, en este caso se selecciono un factor de diseño de 3 debido a que es uno de los más comunes utilizados en el diseño mecánico y comprende “la incertidumbre respecto a la variación en las propiedades del material, la fijación de los extremos, lo recto de la columna o la posibilidad de que la carga se aplique con algo de excentricidad y no a lo largo del eje de la columna”⁵.

Una vez desarrollado este cálculo obtenemos la carga máxima que debe soportar la columna y se puede comparar con las cargas a las que está sometido el contenedor y establecer si es seguro apilar dos cajas.

⁵ MOTT Robert L. Resistencia de materiales aplicada. 3ed. Prentice Hall. 1996. p.521

Perfil 135° Para el contenedor de sección octogonal



Fuente: Elaboración propia

Calculo del giro mínimo de la sección transversal de la columna.

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Momento de inercia mínimo (I)= 582.95mm⁴=0,00011613m²= 0,0014 in⁴

Área de la sección= 116.13mm²=0,18 in²

$$r = \sqrt{\frac{582.95\text{mm}^4}{116.13\text{mm}^2}} = 2.24\text{mm} \rightarrow 0.00224\text{m}$$

Razón real de esbeltez

Altura (h) = 700mm.

Altura (h) = 0,7m.

r=0.00224m.

$$SR = \frac{kL}{r} = \frac{Le}{r}$$

$$SR = \frac{(0.65)(0.7\text{m})}{0.00224\text{m}} = 203.125$$

Considerando las propiedades del Aluminio.

$$Cc = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{2y}}$$

E=69GPa.

Sy= 105 MPa .

Unidades: Pa=N/m².

1 GPa = 10⁹Pa.

1MPa= 10⁶Pa.

Conversión de GPa a Pa

$$69GPa \times \frac{1'000.000pa}{16Pa} \times \frac{1MPa}{1'000pa} = 69.000 MPa. = 69 \times 10^9 Pa$$

$$105 MPa \times \frac{1'000Pa}{16Pa} = 105'000.000 Pa = 105 \times 10^6 Pa$$

$$Cc = \sqrt{\frac{2\pi^2 69'000.000 Pa}{105'000.000Pa}} = \sqrt{12971,18} = 113,89$$

Como SR>Cc entonces este perfil es una columna larga.

Formula de Euler para la carga crítica de pandeo Aluminio.

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EA}{\left(\frac{Le}{r}\right)^2}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 69 \times \frac{10^9 N}{m^2} * 0.00011613 m^2}{\left(0,63 \frac{0,7 m}{0,00224m}\right)^2} = \frac{79084543,98 N}{41259,76}$$

$$P_{cr} = 1916,75 N$$

Carga permisible

$$Pa = \frac{P_{cr}}{r} = \frac{1916.75 N}{3} = 638,91 N \text{ por perfil}$$

A continuación se listan las cargas a las que estará sometido el contenedor en N por perfil.

Carga Normal = 2188,43 N/8 = 273,55 N/perfil.

Carga Estiba= 2188,43 N/8 = 273,55 N/perfil.

Carga Total = 461,19 kg X 9,8 m/s² = 1,519 N/8 perfiles = 564,95.

Considerando que la carga mínima permisible es de 638,91 N por perfil se puede evidenciar que todas las cargas mencionadas anteriormente son menores que la carga permisible se puede concluir que la columna soporta las cargas sin pandearse.

Perfil 90° Aluminio:

Calculo del giro mínimo de la sección transversal de la columna.

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Momento de inercia mínimo (I): 1523,29 mm² = 0,0037 in⁴

A= 111,36 mm² = 0,17 in² = 001136 m²

$$r = \sqrt{\frac{1523,29 \text{ mm}^4}{111,36 \text{ mm}^2}} = \sqrt{13,67} = 0,00369 \text{ m}$$

Razón real de esbeltez.

Altura (h) = 700mm.

Altura (h) = 0,7m.

r=0.00369 m.

$$SR = \frac{KL}{r}$$

$$SR = \frac{0,65 (0,7m)}{0,00369 \text{ m}} = 123,306$$

Considerando las propiedades del Aluminio.

$$Cc = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{2y}} = 113,89$$

SR>Cc La columna es larga entonces se procede a aplicar la formula de Euler para la carga crítica de pandeo Aluminio.

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EA}{\left(\frac{Le}{r}\right)^2}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 69 \times 10^9 \text{ N/m}^2}{(123,306)^2} = 4987,8 \text{ N}$$

Carga permisible

$$P_a = \frac{4987,8 \text{ N}}{3} = 1662,60 \text{ N}$$

A continuación se listan las cargas a las que estará sometido el contenedor en N por perfil.

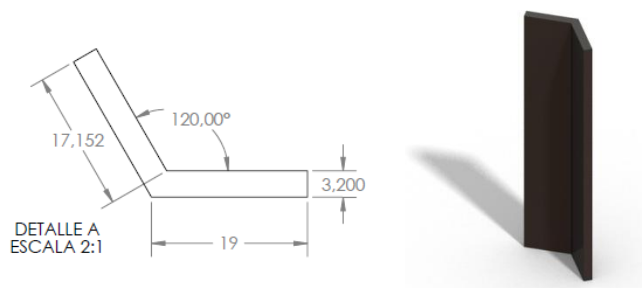
Carga Normal = $215,109 \text{ Kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 2108 \text{ N} / 4 \text{ perf} = 527 \text{ N}$.

Carga estiba = $215,109 \text{ Kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 2108 \text{ N} / 4 \text{ perf} = 527 \text{ N}$.

Carga Apilado = $433,581 \text{ Kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 4249,09 / 4 \text{ perfiles} = 1062 \text{ N}$.

Considerando que la carga mínima permisible es de 1662,6 N por perfil se puede evidenciar que todas las cargas mencionadas anteriormente son menores que la carga permisible, se puede concluir que la columna soporta las cargas sin pandearse.

Perfil de Aluminio 120° Hexagonal.



Fuente: Elaboración propia.

Calculo del giro mínimo de la sección transversal de la columna.

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Momento de inercia min (I) = $890,27 \text{ mm}^4 = 0,0021 \text{ in}^4$

Área = $115,69 \text{ mm}^2 = 0,18 \text{ in}^2$

$$r = \sqrt{\frac{890,27 \text{ mm}^4}{115,69 \text{ mm}^2}} = \sqrt{7,695} = 0,00277 \text{ m}$$

Razón real de esbeltez.

Altura (h) = 700mm.

Altura (h) = 0,7m.

r=0.00277 m.

$$SR = \frac{KL}{r}$$

$$SR = \frac{0,65 (0,7)m}{0,00277 m} = 164,2599$$

Considerando las propiedades del Aluminio.

$$Cc = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{2y}} = 113,89$$

SR>Cc La columna es larga entonces se procede a aplicar la formula de Euler para la carga crítica de pandeo Aluminio.

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EA}{\left(\frac{Le}{r}\right)^2}$$

$$P_{cr} = \frac{\frac{\pi^2 69 * 10^9 n}{m^2} * 0,00011569m^2}{\left(\frac{(0,65)(0,7m)}{0,00277m}\right)^2}$$

$$P_{cr} = \frac{78785202,79 N}{26981,32} = 2919,99 N$$

Carga permisible.

$$Pa = \frac{P_{cr}}{N} = \frac{2919,99N}{3} = 973 N$$

A continuación se listan las cargas a las que estará sometido el contenedor en N por perfil.

Carga Normal: $217,088kg * 9,8m/s^2 = 2127,46N/6 \text{ perf.} = 354,6N/P.$

Carga estiba: $217,088kg * 9,8m/s^2 = 2127,46N/6 \text{ perf.} = 354,6N/P.$

Carga apilado: $457,648kg * 9,8 m/s^2 = 4484,95 N/ 6 \text{ perf.} = 747,49 N.$

Considerando que la carga mínima permisible es de 973 N por perfil se puede evidenciar que todas las cargas mencionadas anteriormente son menores que la carga permisible, se puede concluir que la columna soporta las cargas sin pandearse.

Perfil 135° Acero.

Calculo del giro mínimo de la sección transversal de la columna.

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Momento de inercia mínimo (I) = 582,95 mm⁴

Area= 116,13 mm²

Acero Bajo carbono:

E= 207,6GPa= 207'600.000GPa.

Calculo del giro mínimo de la sección transversal de la columna.

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Momento de inercia mínimo (I)= 582.95mm⁴=0,00011613m²= 0,0014 in⁴

Área de la sección= 116.13mm²=0,18 in²

$$r = \sqrt{\frac{582.95\text{mm}^4}{116.13\text{mm}^2}} = 2.24\text{mm} \rightarrow 0.00224\text{m}$$

Razón real de esbeltez.

Altura (h) = 700mm.

Altura (h) = 0,7m.

r=0.00224m.

$$SR = \frac{kL}{r} = \frac{Le}{r}$$

$$SR = \frac{(0.65)(0.7\text{m})}{0.00224\text{m}} = 203.125$$

Considerando las propiedades del acero.

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{2y}}$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 207 \times 10^9 \text{ N/m}^2}{175 \times 10^6 \text{ N/m}^2}}$$

$$C_c = \sqrt{23.348,66} = 152,8026$$

Como $SR > C_c$ entonces este perfil es una columna larga.

Formula de Euler para la carga crítica de pandeo Aluminio.

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EA}{\left(\frac{L_e}{r}\right)^2}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 207 \times \frac{10^9 \text{ N}}{\text{m}^2} * 0,00011613 \text{ m}^2}{(203,125)^2}$$

$$P_{cr} = 586,1942 \text{ N}$$

Carga permisible.

$$P_a = \frac{P_{cr}}{r} = \frac{5865,19 \text{ N}}{3} = 1951 \text{ N por perfil}$$

A continuación se listan las cargas a las que estará sometido el contenedor en N por perfil.

Carga Normal = 2188,43 N/8 = 273,55 N/perfil.

Carga Estiba = 2188,43 N/8 = 273,55 N/perfil.

Carga Total = 461,19 kg X 9,8 m/s² = 1,519 N/8 perfiles = 564,95.

Considerando que la carga mínima permisible es de 1951 N por perfil se puede evidenciar que todas las cargas mencionadas anteriormente son menores que la carga permisible se puede concluir que la columna soporta las cargas sin pandearse.

ANEXO J

Cálculos de la resistencia a la carga vertical.

Cálculos de resistencia la carga vertical para el cartón corrugado doble pared de referencia 1520.

En algunas ocasiones durante el almacenamiento se apilan hasta dos contenedores de forma vertical, para determinar los materiales definitivos del diseño final, se busco establecer el comportamiento del material bajo compresión para determinar la cantidad de cajas máxima apilables.

Especificaciones del cartón.

Referencia	RCV(kgf/cm)	Calibre(cm)
C450	4.50	0.383
C540	5.40	0.383
C620	6.20	0.392
C720	7.20	0.397
C790	7.90	0.407
C930	9.30	0.417
BC1130	11.30	0.658
BC1520	15.20	0.691

Fuente: Papelsa S.A.

La formula relaciona el calibre, el perímetro y la resistencia a la carga vertical de la referencia específica de material, arrojando como resultado una aproximación teórica a la cantidad de peso que puede soportar el material.

$$RCD = 5,755 \times RCV\left(\frac{kgf}{cm}\right) \times \sqrt{\text{perimetro}(cm) \times \text{calibre}(cm)}$$

En las etapas de fabricación, almacenamiento, uso y transporte el cartón pierde el 67 % de sus propiedades, por sugerencia de un experto en el tema al resultado de la formula se le multiplica un porcentaje de disminución de la resistencia de 0.33.

Una vez obtenido este resultado se divide por el peso de la caja para obtener el número máximo de cajas que se pueden apilar sobre esta. Todos los perímetros seleccionados corresponden al cartón exterior de los conceptos 5,6 y 7.

El cálculo se realizo para todas las geometrías seleccionadas como se muestra a continuación.

Caja de sección cuadrada.

	Altura= 700mm
	Volumen =208L
	Perímetro=229.6 cm

Fuente: Elaboración propia.


$$RCD = 5,755 \times 15.20 \times \sqrt{229.61 \times 0.691}$$

$$RCD = 1101.828 \text{ Kg}$$

$$1101.828 \text{ Kg} \times 0.33 = 363 \text{ Kg}$$

$$\frac{363 \text{ Kg}}{220 \text{ kg}} = 1.65 \text{ cajas}$$

Caja de sección hexagonal.

	Altura= 700mm
	Volumen =208L
	Perímetro=212.694 cm

Fuente: elaboración propia.

$$RCD = 5,755 \times 15.20 \times \sqrt{212.69 \times 0.691}$$

$$RCD = 1060.4875 \text{ Kg}$$

$$1060.4875 \text{ Kg} \times 0.33 = 349 \text{ Kg}$$

$$\frac{349 \text{ Kg}}{220 \text{ kg}} = 1.58 \text{ cajas}$$

Caja de sección octogonal.

	Altura= 700mm
	Volumen =208L
	Perímetro=206.77 cm

Fuente: Elaboración propia.

$$RCD = 5,755 \times 15.20 \times \sqrt{206.77 \times 0.691}$$

$$RCD = 1045.6299 \text{ Kgf}$$

$$1045.6299 \text{ Kgf} \times 0.33 = 345 \text{ Kgf}$$

$$\frac{345 \text{ Kgf}}{220 \text{ kg}} = 1.56 \text{ cajas}$$

Resultados de cálculos teóricos de resistencia a la carga vertical.

Sección caja	Altura	Perímetro (cm)	Volumen (mm ³)	Calibre	Ref.	RCD(kgf)	# cajas
hexagonal	700	229,6	208000000	0,691	1520	349	1,58
octogonal	700	206,77	208000000	0,691	1520	345	1,56
cuadrada	700	229,6	208000000	0,691	1520	363	1,65

Fuente: Elaboración propia.

Se puede concluir que teóricamente la caja de sección cuadrada es la que se comporta mejor estructuralmente cuando se somete a compresión. Sin embargo, por tener una menor cantidad de paredes para repartir uniformemente la presión que ejerce el líquido en el interior se propone realizar ensayos prácticos que nos permitan ver el comportamiento real del material y si la caja de sección cuadrada presenta abombamiento en el centro por la acumulación de presión.

ANEXO K

Plan de pruebas.

Definición del problema.

El presente documento expone un plan de prueba para el rediseño de contenedor de 55 galones compuesto por: dos cuerpos de cartón, dos tapas de PEMD (Polietileno de Media Densidad) y un empaque primario constituido por una bolsa de PEBD (Polietileno de Baja Densidad) heavy duty al cual se le plantean diferentes pruebas para observar el comportamiento frente al uso, realizando pruebas de estabilidad y resistencia.

Todo lo que se describe a continuación debe ser considerado antes y durante la realización de las pruebas, para garantizar un resultado eficiente obtener un buen análisis del producto que se va a evaluar y por ende un buen análisis comparativo a futuro.

Objetivos generales.

Analizar el desempeño del nuevo contenedor, por medio de instrumentos de medición y siguiendo un plan de prueba guía que nos permita comprobar la eficiencia y estabilidad del producto, considerando la importancia de estas dos variables para garantizar la seguridad del mismo.

Objetivos específicos.

- Realizar un número de ensayos de resistencia a la compresión para simular condiciones que representan el uso normal del contenedor en condiciones de apilado.
- Determinar la eficiencia de los materiales usados en el nuevo contenedor bajo condiciones normales.
- Establecer la estabilidad estática del contenedor en diferentes contextos bajo las condiciones normales de uso.
- Determinar las variables de cada prueba que se deben controlar durante la operación del producto.
- Analizar los datos obtenidos de las diferentes pruebas y obtener conclusiones que nos permitan hacer análisis comparativos.

Seguridad durante las pruebas.

- Verificar la disposición correcta y segura de las cargas dentro del contenedor.

- Verificar que el lugar de prueba este libre antes de cada prueba.
- Posicionar el objeto en posición inicial solo cuando se inicie la prueba y hallan condiciones de medición.
- Verificar el funcionamiento adecuado de cada uno de los objetos que harán parte de la medición.
- Tener en cuenta el uso de elementos de seguridad para pruebas de carga.

Pre-requisitos.

- Cada participante de la prueba debe asumir una clara y determinada tarea o función principal junto con las tareas secundarias.
- Verificar el correcto funcionamiento del aparato de prueba.
- Tener presentes los conceptos básicos del uso de cada uno de los elementos de medición.

Pre-prueba

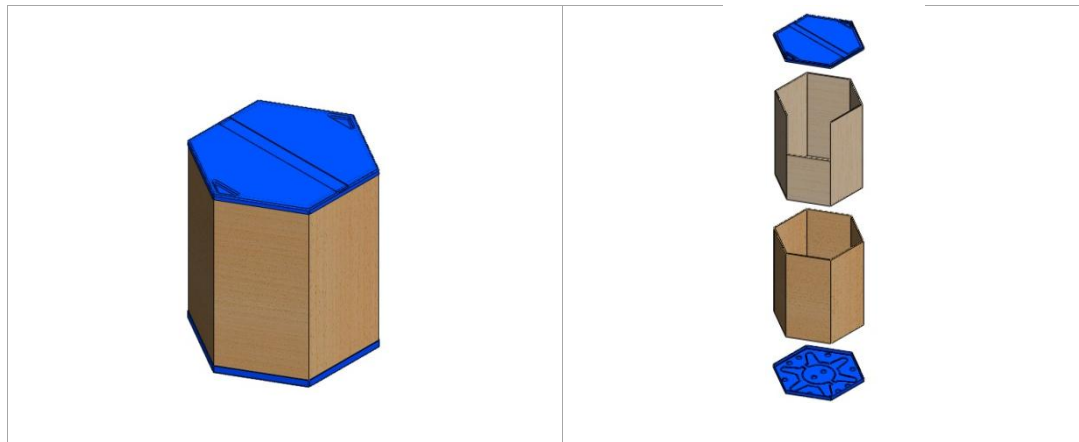
- Ubicar los materiales y equipos necesarios.
- Verificar la calibración del los objetos de medición.
- Realizar una medición inicial con cada equipo de medición para confirmar que retornan a su valor inicial luego de la medición.
- Verificar que la ubicación del contenedor para la prueba.

Pruebas a realizar

Prueba	Descripción
Pruebas de resistencia del cartón	Se somete el cartón a compresión en pruebas de laboratorio para observar la resistencia del material y garantizar el comportamiento optimo bajo uso de apilados.
Ensamble del contenedor	Medición de tiempos necesarios para el ensamble y lenguaje de usuario.
Prueba de llenado y resistencia al abombamiento	Se envasa liquido dentro del contenedor para observar el comportamiento del empaque primario y el comportamiento bajo presión del cartón en sus paredes laterales
Pruebas de ergonomía	Observación del manejo del contenedor y la bolsa por parte del usuario.

Fuente: Elaboración propia.

Despiece del contenedor.



Fuente: Elaboración propia.

Prueba 1: Prueba de resistencia del cartón.

Introducción.

La característica de resistencia del rediseño de la caneca de 55 galones es uno de los puntos críticos a tener en cuenta, debido a que este empaque está sometido a unas condiciones extremas de uso, las cuales nos llevaron a Rediseñar la Caneca metálica desde lo funcional. Por tal razón lo que se pretende con estas pruebas es verificar el funcionamiento del rediseño del producto, para lo cual es necesario realizar pruebas en el laboratorio.

¿El por qué?

Estas pruebas son necesarias para saber si el producto rediseñado si cumple con las especificaciones técnicas de uso, las cuales tenían más argumentos desde lo funcional que desde la semiología del producto, adicionalmente estas pruebas permitirán conocer si el producto necesita algún cambio para mejorar su funcionamiento.

Moderadores: estudiantes.

Se realizaran pruebas con el prototipo del cuerpo de cartón, tanto el externo como el interno para comprobar la resistencia que tienen los mismos cuando están sometidos a compresión. Para lo cual se pondrán ambos cuerpos en el Monitor Compresión de 10.000 libras y se someterán a dos cargas de compresión, para conocer como se comportará el material una vez fue deformada su estructura.

Pruebas funcionales.

Objetivo	Verificar que el producto rediseñado soporte a compresión mínimo 220 – 440kg. Esto incluye tanto las tapas externas, el cuerpo externo como interno y el sello de las bolsas.
Implementos	<ul style="list-style-type: none">- Prototipo completo.- Cuerpo de cartón (solo para analizar la resistencia)- Grabadora.- Cama fotográfica (si se puede tomar fotos por la confidencialidad)
Contexto	La empresa que realizará el prototipo en cartón.
Instrucciones	<ol style="list-style-type: none">1. Simular las fuerzas a la cual estará sometida las tapas para conocer los refuerzos que se le deben de poner.2. Someter el cuerpo externo y el cuerpo interno realizados en cartón a compresión para conocer la resistencia de los mismos.3. Observar cómo se comporta el material ante una compresión mayor a los 200kg
Lo que se espera medir	La resistencia a compresión del rediseño.
Escala de medición	Malo: Si resiste menos de 100kg - 200 kg Bueno: Si resiste entre 200kg – 300kg Excelente: Si resiste más de 500kg.
Usuario	Estudiantes y operarios expertos de la empresa.
Resultado esperado	Que el empaque soporte más de 500 kg a compresión

Prueba 2: ensamble del contenedor

Usuario:

El producto a rediseñar es una caneca de 220kg, la cual tiene tres clases diferentes de usuarios:

1. El operario de La Empresa X, que se encarga de:
 - Posicionar la caneca metálica en la línea de producción.
 - Ponerle la bolsa pinada.
 - Alinear el tubo de 1 ½” con la bolsa.
 - Girarla para dejarla enfriar, puesto que la resina se envasa a 30°C
 - Sellar la bolsa con el caucho en la parte superior.
 - Tapar la caneca metálica.
 - Ponerle el aro de seguridad metálico en la parte superior de la caneca.
 - Mover la caneca en la estiba, hasta la zona de almacenaje.

- Cargar al truck del tercerizador para distribuirla al consumidor final.
2. El operario del tercerizador:
- Toma el empaque (caneca metálica con resina) de La Empresa X.
 - Lo monta al Truck con ayuda de un montacargas.
 - Lo transporta a las empresas que lo van a utilizar.
 - Si la empresa tiene montacargas se lo pide prestado para realizar la descarga, de lo contrario tira dos llantas al piso y sobre esta descarga el producto (la caneca metálica de 220 kilos).
 - Se retira una vez terminada la descarga, lo que significa dejar las canecas en la bodega de las empresas.
 - Recoge las canecas metálicas de algunos de sus usuarios en un tiempo de una semana a veinte días.
3. Los operarios de la empresa que se encuentran en la parte de producción, los cuales son el usuario final:
- Inclinan la caneca una vez descargada en la bodega para rodarla hasta el punto de almacenaje o a la planta en la cual se realizará la mezcla.
- Nota: algunas empresas no ruedan la caneca por medio de una carrera conocida como uña para desplazarla en la fábrica, otras simplemente la giran y la llevan a la planta.
- Rompen del sello de seguridad metálico para utilizar el contenido.
 - QUITAN la tapa superior.
 - QUITAN el caucho y abren la bolsa, con la finalidad de dosificarla para la mezcla (esta mezcla puede consistir en añadirle una parte líquida o en aumentarle los sólidos, todo depende de la empresa.)
 - CIERRAN la caneca con el caucho para evitar que se seque la resina.
 - En el último cuarto de la caneca, los operarios sacan la bolsa de la caneca para poderla utilizar más fácil y evitar tener que entrar en la caneca para poderla dosificar.
 - ESCURREN la bolsa.
 - Almacenan la caneca en un lugar indicado, ya sea para que la empresa tercerizadora las recoja o dárseles a un reciclador.

Pruebas formales

Introducción.

El objetivo de realizar estas pruebas de usuario es evaluar la comunicación del rediseño de la caneca metálica que se utilizaba anteriormente, adicionalmente se desea evaluar la comunicación del producto con el usuario, esto se ve reflejado en las funciones indicativas que tiene el producto para facilitar el uso del mismo, detectar posibles problemas que puedan tener y solucionar los mismos para poder sacar unas muestras pilotos y mirar la aceptación de los usuarios.

Finalidad.

El objetivo de estas pruebas es evaluar el lenguaje del producto, para así poder identificar tanto las dificultades como los aciertos de las funciones indicativas y la comunicación con el usuario. Gracias a este proceso se podrá realizar una evaluación más crítica para solucionar los problemas, desarrollando de esta manera un producto con una alta aceptación en el mercado.

Objetivos	Observar cómo el usuario percibe el funcionamiento del producto sin tener conocimiento alguno de funcionamiento ó uso, para evaluar las funciones indicativas del mismo. Para lo cual se le entregará el prototipo al operario de La Empresa X esperando hasta que realice el ensamble del mismo y analizar cuanto tiempo se demora en el mismo.		
Implementos	<ul style="list-style-type: none"> - Prototipo - Cámara fotográfica (si se puede tomar fotos por la confidencialidad) - Grabadora. - Cronómetro 		
Contexto	Universidad EAFIT		
Instrucción	Se le entregará el producto al usuario y pasado un cinco minutos se le preguntará sobre su funcionamiento y forma de ensamble.		
Qué se espera medir	El manual de funcionalidad que se encuentra en el cuerpo externo, para de esta manera evaluar el tiempo de ensamble y optimizarlo. Adicional se podrá observar como el mismo utiliza el producto.		
Usuario	Personas entre 23 y 27 años que midan 1,70 mt		
Escala de medición	<p>Se le pedirá al usuario que realice cada una de las siguientes acciones con el producto:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Sabe</td> <td style="padding: 5px;">No sabe</td> </tr> </table>	Sabe	No sabe
Sabe	No sabe		

A	¿Cómo ensamblarlo?		
B	¿Cómo transportarlo?		
C	¿Cómo sellarlo?		
D	¿Cómo manipularlo?		

Prueba 3: prueba de llenado y resistencia al abombamiento.

Estas pruebas se realizarán con la finalidad de conocer el comportamiento del cartón bajo la presión lateral que ejerce la resina en las paredes del empaque, dicho efecto se conoce como abombamiento.

Para poder ver el efecto del abombamiento que podría tener el cartón, es necesario llenar la bolsa pinada con un material que tenga una densidad similar a la de la resina que se utilizará en el producto final, dicha bolsa estará contenida dentro del prototipo y se esperará un tiempo de 30 minutos, para ver cuál es la reacción del cartón en ambos cuerpos (tanto el externo como el interno). Este procedimiento se realizará por medio de observación, lo cual quedará documentado en imágenes de dicho proceso.

Gracias a esta prueba se podrá tomar decisiones de ingeniería con respecto al empaque, lo cual podría indicar que se realizarán mejoras en el mismo si presenta fallas o se comprobará las pruebas realizadas por medios de simulaciones.

Objetivos	Observar el comportamiento del cartón ante el contacto con un material con propiedades de densidad similar a la resina a utilizar en el producto final. Esto se hace con el objetivo de conocer el comportamiento de abombamiento que es la presión que ejerce la bolsa con el líquido sobre las paredes del contenedor.
Implementos	<ul style="list-style-type: none"> - Prototipo - Bolsa - Material con propiedades de densidad similares a la resina. - Cámara fotográfica (si se puede tomar fotos por la confidencialidad). - Grabadora. - Cronómetro (evaluar el tiempo de ensamble del producto).
Contexto	Universidad EAFIT.
Instrucción	Se tomará el prototipo de cartón con los dos cuerpos tanto interno como externo y se le pondrá la bolsa pinada, ésta será llenada con 200 kg de un material con una densidad similar a la de la resina a utilizar en el producto final. Después de 2 horas se observará cual ah sido el comportamiento de

	las paredes de los dos cuerpos de cartón y se podrá concluir si hubo o no abombamiento.
¿Qué se espera medir?	El factor de abombamiento que podría llegar a tener la caja de cartón, frente a la presión que ejerce la bolsa con el material con similares propiedades sobre las paredes del contenedor.
Escala de medición	Observación. ¿Se Abomba o no después de 2 horas? A) Si. B) No. ¿Cuánta cantidad de líquido resiste antes de presentar abombamiento?
Resultado esperado	Se espera que tanto el cuerpo interno como externo después de transcurrido 2 horas con la bolsa y el material contenido en su interior no sufra de abombamiento.

Pruebas 4: pruebas de ergonomía.

Se realizarán estas pruebas con el fin de saber si los objetivos ergonómicos propuestos se han cumplido. Para esto se debe evaluar el uso que se le está dando al producto actual, para saber si se disminuyeron esfuerzos al rediseñar el producto nuevo. Además es necesario analizar las diferentes fuerzas que se pueden generar al utilizar el producto y donde se localizan las mismas para conocer cuáles son los puntos de tensión del mismo.

Otro objetivo relacionado con la ergonomía; es que el usuario no tenga que introducir más de la mitad de su cuerpo para poder dosificar el producto, puesto que el producto que se está tratando es una resina y tiene componentes químicos que podrían afectar a largo plazo la salud de los usuarios.

Objetivos	Comprobar que el usuario realiza una posición adecuada en el proceso de funcionamiento, lo cual puede observar en: el desplazamiento dentro de la planta y la dosificación.
Implementos	<ul style="list-style-type: none"> • Prototipo (caneca rediseñada). • Cámara fotográfica (si se permite tomar fotos por la confidencialidad). • Grabadora. • Cuaderno de notas para realizar apuntes.
Contexto	Consumidor final (empresas que utilizan el producto).
Instrucciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posicionar el producto de forma vertical, observando la altura del usuario con el producto. 2. Observar cual es el ángulo que utiliza el usuario para

	dosificar el producto. 3. Observar si cuando se ha consumido la mitad de la resina, el usuario quita el cuerpo exterior para facilitar la dosificación.
Qué se espera medir	El ángulo del cuerpo que tiene que realizar el usuario para dosificar el producto de la caneca.
Escala de medición	Posición del brazo respecto al antebrazo del usuario.
Usuario	Personas entre los 23 – 27 años que midan 1,70 mt.
Resultado esperado	Se espera que la mayoría de las veces el usuario adopte la posición optima para dosificar el producto y que desensamble el cuerpo externo para facilitar la dosificación del mismo.

Desarrollo

Prueba 1

Se someten 3 cuerpos de cartón de diferentes secciones a pruebas de compresión para determinar la resistencia estructural de cartón bajo cargas extremas de compresión y corroboran los cálculos realizados.

Modelación cuerpos de cartón.



A) Contenedor 1

B) Contenedor 2

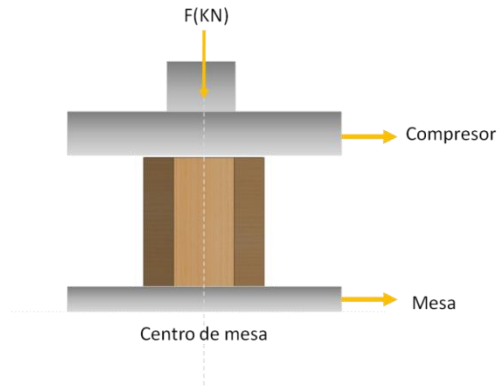
C) Contenedor 3

Fuente: Elaboración propia.

Montaje.

1. El cuerpo de cartón se debe ubicar en el centro de la plataforma de prueba como se muestra en la figura 2.
2. Una vez ubicado se inicia la prueba ubicando la parte superior de la plataforma sobre el cuerpo de cartón.
3. Se realiza una última inspección de la ubicación del cuerpo en la mesa.
4. Se retiran todos los participantes para asegurar el espacio de prueba.

Montaje Para prueba de compresión.

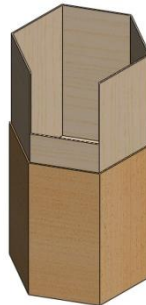


Fuente: Elaboración propia.

Procedimiento.

1. Se inicia con el ensamble de los cuerpos externos e internos con se muestra en la figura.

Ensamble caja exterior e interior.



Fuente: Elaboración propia.

2. Se procede a pesar cada una de los cuerpos sometidos a prueba.

Peso de las tres cajas.

	Peso (kg)	Observaciones
Contenedor 1	4	Sección cuadrada
Contenedor 2	3.1	Sección octogonal
Contenedor 3	3.4	Sección hexagonal

Fuente: Elaboración propia.

3. Se realiza el montaje de los cuerpos para cada prueba.
4. Se inicia la prueba. La maquina aplica fuerza proporcionalmente sobre el contendor hasta que el material cede bajo la presión.

5. Se levanta la prensa y se toman los datos correspondientes a la fuerza aplicada y a los desplazamientos.
6. Se procede con otro contenedor y se realiza el mismo procedimiento.

Resultados.

Se comprobó a través de las pruebas que los cálculos teóricos realizados eran aproximaciones correctas. En el Anexo K se encuentran los archivos correspondientes al audio y video de las pruebas realizadas en los laboratorios de Papelsa S.A.

Resultados pruebas de compresión.

Sección contenedor	Carga resistida	Deformación (mm)	Observación
Cuadrado	2233kg	66,25 mm	Si estuviera mejor adherida en la esquina fallaría menos. Solo tuvo una falla en el borde superior e inferior Esta prueba se realizó con los dos cuerpos.
	1123kg	66,25	Solamente con el cuerpo externo. La caja se deformó en la parte inferior Se garantiza el 33% que de teórico.
	888kg		Prueba 3 después de ser sometida la caja a dos más de compresión.
Hexagonal	2131kg	88	Se deformó la caja interior. Esta prueba se realizó con los dos cuerpos.
	2400kg	95	Se deformó tanto la externa como la interna. La prueba se realizó con los dos cuerpos.
Octogonal	3567kg	14	Se realizó con los dos cuerpos.
	2991Kg	81,5	Se realizó la prueba con los dos cuerpos.

Fuente: Elaboración propia.

Nota:

A la par sería mayor de 2400, sin pestañas superiores, tanto en la hexagonal como la octogonal. 1mm de tolerancia entre las 2 cajas de cartón.

Se concluye que el cartón de doble pared seleccionado para el contenedor es estructuralmente adecuado y resistente a la compresión y puede resistir hasta equivalente a contenedores sobre él. Además las pruebas permitieron definir que no hay necesidad de pensar en refuerzos para soportar estas cargas disminuyendo el número de componentes del concepto y facilitando la reducción de costos y el impacto ambiental.

Como resultado, la prueba de someter el cartón a compresión dio un resultado excelente, soportando más de 500kg los tres diferentes prototipos de cajas.

Pruebas de laboratorio Papelsa S.A.



Fuente: Elaboración propia.

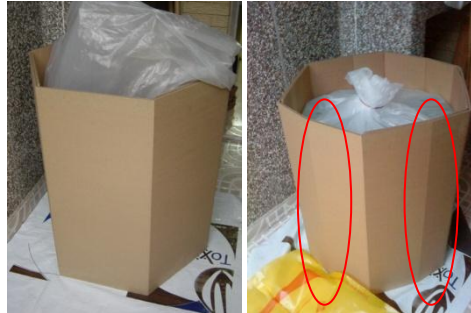
Prueba 2: Se midió el tiempo de ensamble y desensamble del contenedor. Se realizan tres pruebas, el tiempo promedio es de 60 segundos. Depende mucho de la curva de aprendizaje del usuario. El tiempo de desensamble promedio es de 30 seg. el usuario se apoya en el manual de uso.

Prueba 3: prueba de llenado y resistencia al abombamiento.

La prueba inicio con el llenado de la bolsa dentro del contenedor hasta lograr un volumen de 187 L de agua y 20.8 L de aire correspondientes al 10 % de aire requerido dentro del contenedor, se observo el comportamiento de las caras del cuerpo de sección hexagonal bajo la presión ejercida por el liquido, alrededor de los 160 L se hizo apreciable un abombamiento de los lados del contenedor, este no cedió bajo la presión luego de permanecer 2 horas con el contenido. Sin embargo se deben ejercer medidas de control para evitar este abombamiento. La prueba no dio los resultados esperados por el abombamiento que sufrió en cartón después de los 160 L de agua, por tal razón se tomó la decisión de rediseñar el cual consiste en

adicionar un elemento estructural para aumentar la resistencia del cartón y disminuir la resistencia del abombamiento.

A) contenedor vacío antes de la prueba B) Contenedor lleno con 187 L.



Fuente: elaboración propia

Prueba 4: Pruebas de ergonomía.

Se posiciona el contenedor en el piso con la bolsa plástica llena hasta la apertura en el cartón para simular la dosificación, después de alcanzar la mitad del contenedor. El usuario se posiciona frente al contenedor.

Procedimiento de dosificación prueba de ergonomía



Fuente: elaboración propia

Se evidencia en la posición del cuerpo que la apertura facilita el ingreso del usuario al producto de forma más cómoda, el alcance del brazo es óptimo y no se está incurriendo en esfuerzos exagerados de inclinación para dosificar el producto.

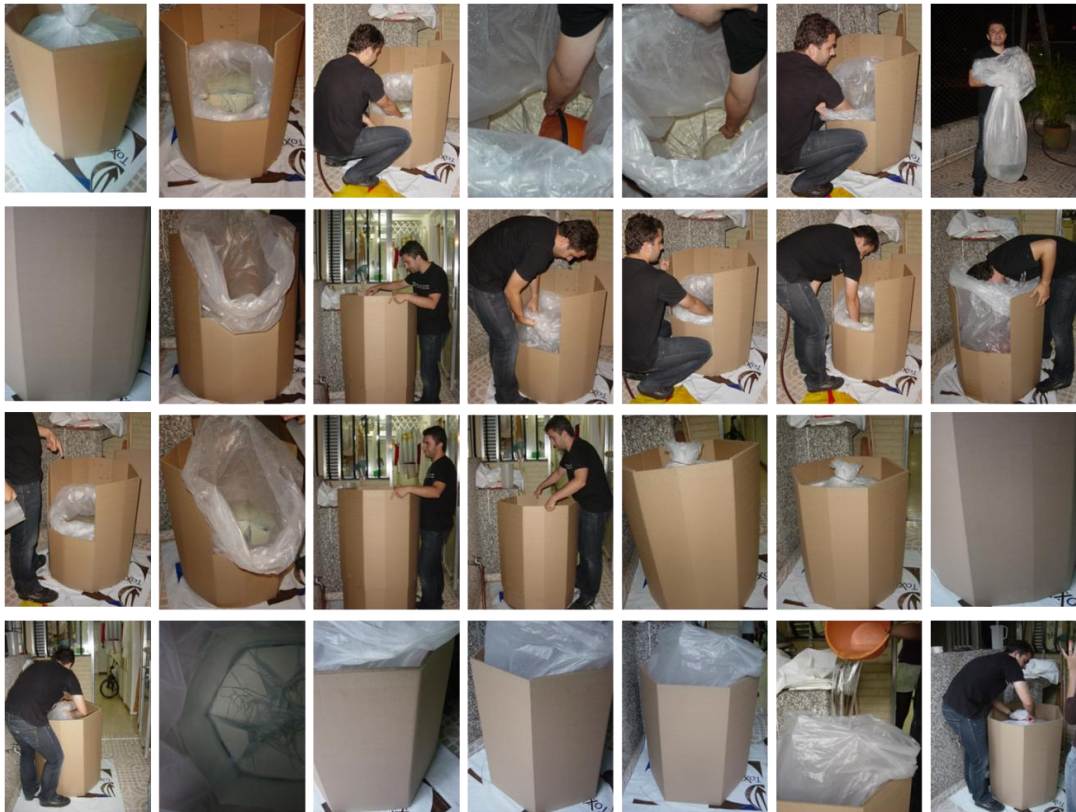
Si no existiera esta apertura en una de las caras del contenedor el esfuerzo sería muchísimo mayor como se evidencia en la figura 51.

A) posición del usuario sin apertura B) Posición con apertura para el acceso



Fuente: Elaboración propia

Imágenes de las pruebas del prototipo



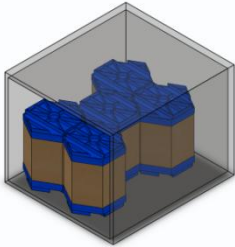
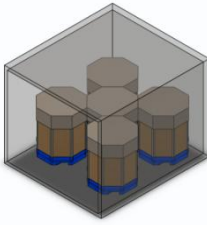
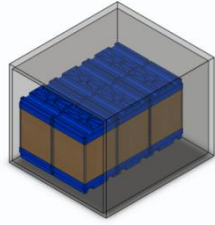
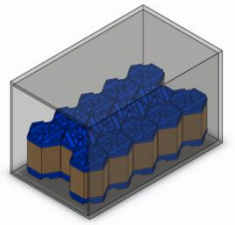
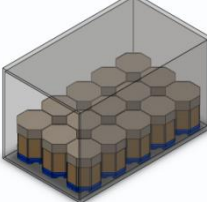
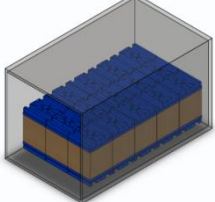
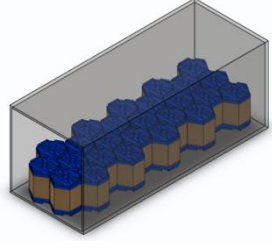
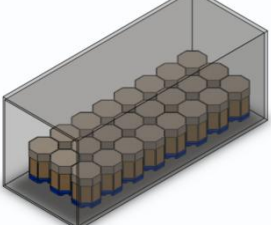
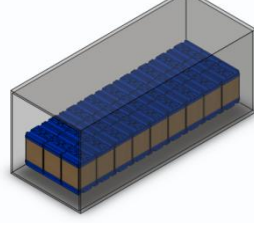


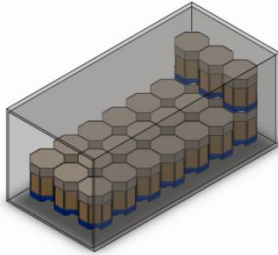
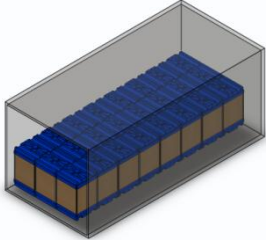
ANEXO L

Análisis de almacenamiento vehículos de transporte.

En la tabla 1 se muestran las dimensiones de los camiones en que se transporta el contenedor dentro del área metropolitana, considerando estas medidas se procede a ubicar los contenedores dentro de los camiones de modo que podemos analizar la configuración de las geometrías en el almacenamiento, determinar si el camión se llena a su capacidad máxima y la cantidad de espacio desperdiciado.

Dimensiones de los camiones

Camión	Hexagonal	Octogonal	Cuadrada
Camión 1 ton			
	Capacidad máx. lograda. Cantidad almacenada: 5. Peso total: 1000 kg.	Capacidad máx. lograda. Cantidad almacenada: 5. Peso total: 1000 kg.	Capacidad máx. lograda. Cantidad almacenada: 5. Peso total: 1000 kg.
Camión 3 ton.			
	Capacidad máx. lograda. 1 apilado. Cantidad almacenada: 15. Peso total: 3000 kg.	Capacidad máx. lograda. Cantidad almacenada: 15. Peso total: 3000 kg.	Capacidad máx. lograda. Cantidad almacenada: 15. Peso total: 3000 kg.
Camión Jac 5 ton			
	Capacidad máx. lograda.	Capacidad máx. lograda.	Capacidad máx. lograda y

	<p>Cantidad almacenada: 25. Peso total: 5000 kg.</p>	<p>1 apilado. Cantidad almacenada: 25. Peso total: 4800 kg.</p>	<p>excedida. Cantidad almacenada: 27. Peso total: 5400 kg.</p>
<p>Camión Mazda 5 ton</p>			
	<p>Capacidad máx .lograda. Cantidad almacenada: 25. 1 apilado. Peso total: 4800 kg.</p>	<p>Capacidad máx. lograda. Cantidad almacenada: 25. 3 apilados. Peso total: 4200 kg.</p>	<p>Capacidad máx. lograda. Cantidad almacenada: 25. 1 apilado. Peso total: 4800 kg.</p>

Fuente: elaboración propia..

ANEXO O
Cotizaciones.

PAPELSA

PAPELES Y CARTONES S.A.
NIT. 890.925.108-6

Planta Barbosa
Troncal del Nordeste # 999 - 18
Zona Urbana - Municipio de Barbosa
Commutador (4) 405 70 00
Fax Planta de Corrugado (4) 406 27 88

Oficina Medellín
Carrera 37A # 5 - 43
Edificio Rosa Street Oficina 903
Commutador (4) 354 03 00
Fax (4) 354 05 00

Planta Bogotá
Calle 220 # 120 - 80
Commutador (1) 548 50 00 / 418 38 66
Fax (1) 418 66 67
Fontibón HS - Cundinamarca

Oficina Cali
Zona Industrial Amoychondo Km 4
Autopista Cali - Yumbo
Bloque 2A - Bodega 5
Commutador (2) 591 66 88
Fax (2) 590 49 15

COTIZACION

Fecha Cotización 2011/07/07

Página 1 de 2

CLIENTE Invesa SA DIRECCION CR 48 26S 181 LC314A CIUDAD ENVIGADO - ANT

DIRIGIDO A LILIANA MARIA FRANCO CORREO ELECTRONICO TELEFONO 0543342727 FAX 0543342597

COT No.	DISEÑO NEWCALC	SIMBOLO	ESTILO	MATERIAL RCV (Kg/m)	DIMENSIONES INTERNAS LARGO X ANCHO X ALTO	IMPRESION CARAS - COLORES	CANTIDAD	PRECIO
66415	M20552	FORRO INTERNO	FORRO CON CIERRE	D1520K	553 X 554 X 700		500 1,000 2,000	4,251 4,126 4,063
66416	M20552	FORRO EXTERNO	FORRO CON CIERRE	D1520K	563 X 564 X 705		500 1,000 2,000	4,317 4,192 4,128
66417		CAJA HEXAGONAL INTERNA	DISENOS ESPECIALES	D1520K	2110 X 677 X		500 1,000 2,000	3,841 3,716 3,652
66418		CAJA HEXAGONAL EXTERNA	DISENOS ESPECIALES	D1520K	2167 X 677 X		500 1,000 2,000	3,934 3,809 3,745
66419		CAJA OCTOGONAL INTERNA	DISENOS ESPECIALES	D1520K	2057 X 677 X		500 1,000 2,000	3,758 3,634 3,570

OBSERVACIONES	EJECUTIVO DE VENTAS	
	TELEFONO (4) 3540300 FAX (4) 3540500 CELULAR 3148906434	
CONDICION DE PAGO	CORREO ELECTRONICO isabel.vasquez@papeisa.com	
PAGO ANTICIPADO O PAGC 60 DIAS FECHA FACTURA (PREVIA APROBACION DEL ESTUDIO DE CREDITO)	NOMBRE Y FIRMA	
COTIZACION VALIDA POR 30 DIAS. LOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA LOS PEDIDOS TIENEN UNA TOLERANCIA EN LA ENTREGA DE + o - 10% SOBRE LA CANTIDAD SOLICITADA INTERESES DE MORA A LA TASA MAXIMA PERMITIDA POR LA LEY	ISABEL CRISTINA VASQUEZ	LAL ELABORO

adicion 1

PS1-01

PAPELSAPAPELES Y CARTONES S.A.
NIT. 890.925.108-6**COTIZACION**

Fecha Cotización 2011/07/07

Página 2 de 2

Planta Barbosa
Troncal del Nordeste # 999 - 18
Zona Urbana - Municipio de Barbosa
Commutador (4) 405 70 00
Fax Planta de Corugado (4) 406 27 88Oficinas Medellín
Carrera 37A # 8 - 43
Edificio Rose Street Oficina 903
Commutador (4) 354 03 00
Fax (4) 354 05 00Planta Bogotá
Calle 220 # 120 - 80
Commutador (1) 548 50 00 / 418 38 66
Fax (1) 418 66 67
Fortibón HB - CundinamarcaOficina Cali
Zona Industrial Arroyohondo Km 4
Autopista Cali - Yumbo
Bloque 2A - Bodega 5
Commutador (2) 691 66 88
Fax (2) 690 49 15

CLIENTE Invesa SA DIRECCION CR 48 26S 181 LC314A CIUDAD ENVIGADO - ANT

DIRIGIDO A LILIANA MARIA FRANCO CORREO ELECTRONICO TELEFONO 0543342727 FAX 0543342597

COT No.	DISEÑO NEWCALC	SIMBOLO	ESTILO	MATERIAL RCV (Kgf/m)	DIMENSIONES INTERNAS LARGO X ANCHO X ALTO	IMPRESION CARAS - COLORES	CANTIDAD	PRECIO
66420		CAJA OCTOGONAL EXTERNA	DISENOS ESPECIALES	D1520K	2105 X 677 X		500 1,000 2,000	3,835 3,710 3,647

OBSERVACIONES	EJECUTIVO DE VENTAS	
	TELEFONO (4) 3540300 FAX (4) 3540500 CELULAR 3148906434	
CONDICION DE PAGO	CORREO ELECTRONICO isabel.vasquez@papelsa.com	
PAGO ANTICIPADO O PAGC 60 DIAS FECHA FACTURA (PREVIA APROBACION DEL ESTUDIO DE CREDITO)	NOMBRE Y FIRMA	
COTIZACION VALIDA POR 30 DIAS. LOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA LOS PEDIDOS TIENEN UNA TOLERANCIA EN LA ENTREGA DE + 6 - 10% SOBRE LA CANTIDAD SOLICITADA INTERESES DE MORA A LA TASA MAXIMA PERMITIDA POR LA LEY	ISABEL CRISTINA VASQUEZ	
	LAL ELABORO	



Productos empresa SIGMAPLAS S.A.

Producto	Unidades	Precio
Sunchos	500mt	14.600
	2000mt	51.760
Grapas negras	200 unidades	6.250
Grapas de nylon	200 unidades	9.310
Bolsa Cal 4 (720x750)	1000 unidades	694.500

Fuente: Datos empresa SIGMAPLAS S.A



Adjunto imágenes de bodegas en unidad cerrada en toda la entrada de Girardota junto a la autopista.

Hay disponibilidad de áreas desde 800 m2 hasta 1346 m2, si necesita más se pueden juntar, cuentan todas con puerta camión, altura de 10.5 mts, energía de 45 kva, portería con vigilancia privada las 24 horas del día, amplias calles para maniobra de tracto mulas, 2 niveles de oficinas, baños y cocinetas, ménsula para puente grúa, piso reforzado y con forma rectangulares que ayudan mucho al aprovechamiento de los espacios. Valor canon de arrendamiento mensual \$13.000/ m2 negociable



Fuente: Bodegas & Propiedades INMOBILIARIA.

BODEGA

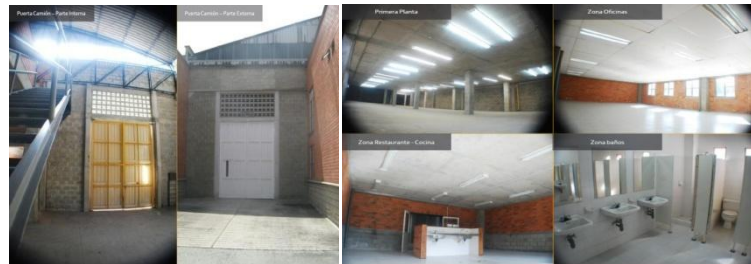
Zona Franca Rionegro

Área total: 1805 m2
 Área 1er piso : 1305 m2
 Área mezanine: 500 m2 (oficinas 70 m2)
 Parqueaderos: 4
 Capacidad KVA: 60
 Capacidad Losa: 500 Kg/m2
 Pares Telefónicos: 10
 Baterías baños: 4 (2 en 1er piso + 1 en mezanine + 1 en área de oficinas)
 Canon/mes : \$ 13'500.000
 Valor Venta: \$ 1'950.000.000



Fuente: Elaboración propia.

Fotos bodega en Rionegro.



VENTAJAS DE ESTAR EN ZONA FRANCA

- Ahorro 57,2% de impuesto de renta
- No paga arancel
- No paga IVA (exento)
- No pólizas – garantías
- No Declaración de Importación
- No Documento de Exportación
- No obligado reintegrar
- Menores costos Servicios Públicos
- Flujo de caja
- Menores Costos Seguridad
- No paga impuesto de remesas
- Utilidades de socios no gravadas

Fuente: A. Parra S.A. Propiedad Raíz.



Bodega a 200 metros de la vía Medellín Bogotá, retorno # 4, en Copacabana. Cuenta con piso en concreto reforzado, altura de 3 metros, energía trifásica de 45 kva, 5 baños, 10 parqueaderos y zonas verdes. Apto para empresas de almacenamiento, manufactureras, tintorerías o producción.

Información bodega en Copacabana.

Código	Precio	Sector	Área	Tipo de Energía	Tipo de Puerta	Tipo de piso
byl5319	6.000.000	COPACABANA	1200	Trifásica	Camión	Concreto

Fuente: Empresa BODEGAS Y LOCALES.

Costo promedio del metro cuadrado de las bodegas.

Costo metro cuadrado Bodegas.

Girardota	\$13.000
Rionegro	\$7.479
Copacabana	\$5.000
Promedio de m2	\$8.493

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO P
Tabla de costos.

Presupuesto de Costos.

Para el desarrollo de este proyecto es necesario tener en cuenta los costos asociados al producto a rediseñar, ya que uno de los objetivos principales es poder realizar una comparación económica entre los dos productos. Debido a lo anteriormente mencionado fue necesario realizar algunas cotizaciones con posibles proveedores que desarrollarían el producto final. Adicionalmente se realizaron análisis de varias inversiones en nuevos implementos que ayudarán a aumentar la eficiencia del empaque, estas nuevas inversiones fueron amortizadas a 3 meses. Algunos de los cálculos que se realizaron para determinar el costo total del producto fueron:

Costos del tambor metálico

Tambor	\$ 40.000
Bolsa pinada	\$ 3.300
Transporte 1 (con resina)	\$ 4.333
Transporte 2 (sin resina)	\$ 2.167
Costo de almacenamiento	\$ 2.463
Costo total	\$ 52.262

Fuente: Elaboración propia

Estos son los costos del tambor metálico que utiliza actualmente la empresa, la mayoría de los datos de esta tabla fueron proporcionados por La Empresa X.

Bodega.

Costo mínimo de bodega	\$ 10.191.600
Metro cuadrado por bodega	1200
Costo por metro cuadrado	\$ 8.493
Metros cuadrados ocupados por un solo contenedor metálico	0,29
Costo del espacio ocupado de 1 contenedor metálico en m2	\$ 2.463
# Tapas que ocupan el mismo espacio del 1 contenedor metálico	14
Metros cuadrados ocupados por dos tapas del tambor rediseñado	0,021
Costo del m2 del tambor rediseñado	\$ 176

Fuente: Elaboración propia.

Se cotizó con tres diferentes empresas arrendatarias de bodegas en zonas alejadas del área metropolitana, estas fueron en: Rionegro, Girardota y Copacabana. Después de realizada dicha investigación se saco el costo promedio del metro cuadrado de cada una, el cual dio un total de \$8.493,00.

Zuncho.

	Total	Unidad
Total de metros a gastar en el tambor:	3	mt
1 rollo de zuncho	2000	mt
Costo del rollo de zuncho	\$ 55.950	Pesos
Costo de metro por rollo de zuncho	\$ 28	Pesos
Costo del zuncho por c/tambor	\$ 84	Pesos
1 kilo de grapas	270	Grapas
Costo de 1 kilo de grapas	\$ 9.300	Pesos
Costo unitario de grapa	\$ 34	Pesos
Costo unitario grapa por tambor	\$ 34	Pesos

Fuente: Elaboración propia.

Para el desarrollo del rediseño del nuevo tambor, fue necesario analizar las condiciones de uso y logística del producto que se utiliza actualmente, esto se realizó por medio de un método de observación en el proceso de las entrevistas, de lo cual se concluyó que es necesario asegurar la tapa superior e inferior de PEHD (Polietileno de Alta Densidad) y por seguridad industrial, debido a que es un producto que se distribuye a nivel nacional. Lo hizo necesario la implementación del zuncho en el empaque actual.

Gancho entorchador.

Costo de entorchador sin IVA	\$ 300.000
Costo del IVA	\$ 48.000
Costo del entorchador con IVA	\$ 348.000
Unidades a producir en el primer mes en cajas	800
Amortización del gancho entorchador	\$ 145
Costo de gancho entorchador sin IVA	\$ 60
Costo del IVA	\$ 10
Costo del gancho entorchador con IVA	\$ 70

Fuente: Elaboración propia.

Debido a problema latente que se evidenció en el proceso de entrevistas, el cual estaba enfocado en el proceso de logística del producto, por el impacto que recibía el producto en su proceso de descarga ocasionaba que un porcentaje de la resina se saliera de la bolsa pinada contaminándose con la lámina de cold rolled. Para evitar esto se decidió cambiar el caucho de llanta que sellaba la bolsa por un sello de seguridad que se conoce como gancho entorchador, el cual le permitirá a La Empresa X saber cuando el usuario tuvo acceso al producto y asegura la bolsa para disminuir el porcentaje de material regado en los tambores.

Rotomoldeo.

Molde en rotomoldeo	\$ 6.000.000
Cantidad de tapas a producir en el primer mes	800
Amortización del molde de rotomoldeo	\$ 2.500
Costo de kg de rotomoldeo	\$ 15.000
Peso en kg de las dos tapas de rotomoldeo	\$ 2
Costo total de las tapas de rotomoldeo	\$ 30.000

Fuente: Elaboración propia.

Debido al impacto que recibían tanto el cuerpo interno como externo de cartón y a la exposición a la humedad en las bodegas de las empresas, se tomó la decisión de reforzar las tapas superior y la tapa inferior, por medio de dos tapas realizadas por Rotomoldeo en PEHD (Polietileno de Alta Densidad). Para la producción es necesario realizar un molde, el cual se amortizará en tres meses.

Transporte post uso.

Capacidad máxima del camión	3500 kg
Peso de la caneca metálica	17 kg
Peso de la tapa actual	2kg
Cantidad de canecas metálicas por truck	30
Cantidad de tapas por truck	1750
Costo de una caneca	\$ 4.333
Total de canecas llenas a llevar	15
Costo total del camión	\$ 64.995
Costo total de las canecas metálicas en truck post uso	\$ 2.167
Costo total de las tapas plásticas en truck post uso	\$ 37

Fuente: Elaboración propia.

Una de las principales razones para realizar este proyecto fue el transporte post uso, debido a que después de haber sido utilizado el producto, es necesario re-acondicionar nuevamente los tambores para re-vendérselos a La Empresa X y poder iniciar todo el ciclo, en un análisis que se realizó de costos previo a este proyecto se observó que lo que incrementaba el costo asociado a la caneca metálica con contenido de resina era el transporte post-uso, puesto que el empaque actual no es apilable aumentando de esta manera el costo logístico. Estos parámetros fueron tenidos en cuenta para el rediseño del nuevo tambor.

Costos del tambor rediseñado.

Empaque de cartón (x2)	\$ 8.000
Tapa de cartón (X1)	\$ 1.000
Bolsa pinada con IVA	\$ 3.300
Amortización del entorchador	\$ 145
Costo gancho entorchador	\$ 70
Zuncho con IVA	\$ 84
Grapa con IVA	\$ 34
Amortización del molde de rotomoldeo	\$ 2.500
Tapa de rotomoldeo	\$ 30.000
Transporte 1 (con resina)	\$ 4.300
Transporte 2 (solo las tapas)	\$ 37
Costo de almacenamiento	\$ 176
Total del costo	\$ 49.646

Fuente: Elaboración propia.

Después de analizar todos los posibles costos asociados al tambor, se pudo determinar su costo final, para el cual fue necesario tener en cuenta la amortización tanto del molde de rotomoldeo como del entorchador, adicionalmente de los transportes y el costo de almacenamiento. Debido a esto el nuevo producto a desarrollar tendría un costo neto de \$49.646.

% de ahorro.

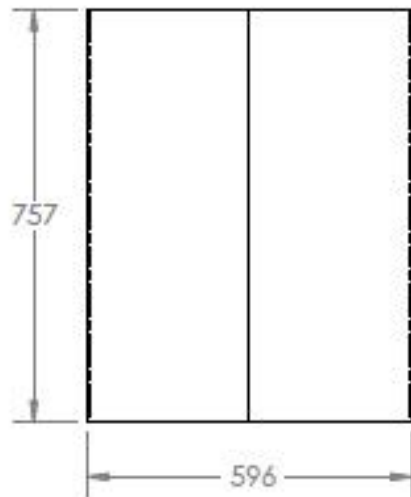
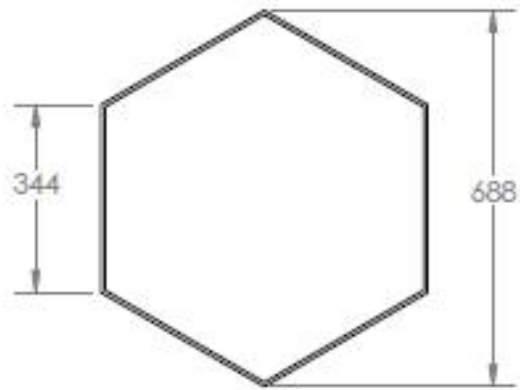
Costo total de la caneca actual	\$ 52.262
Costo total de la caneca rediseñada	\$ 49.646
Ahorro en pesos	\$ 2.616
Ahorro en porcentaje	5%
Cantidad a producir mensualmente	400
Porcentaje de ahorro para la producción mensual	20%

Fuente: Elaboración propia.

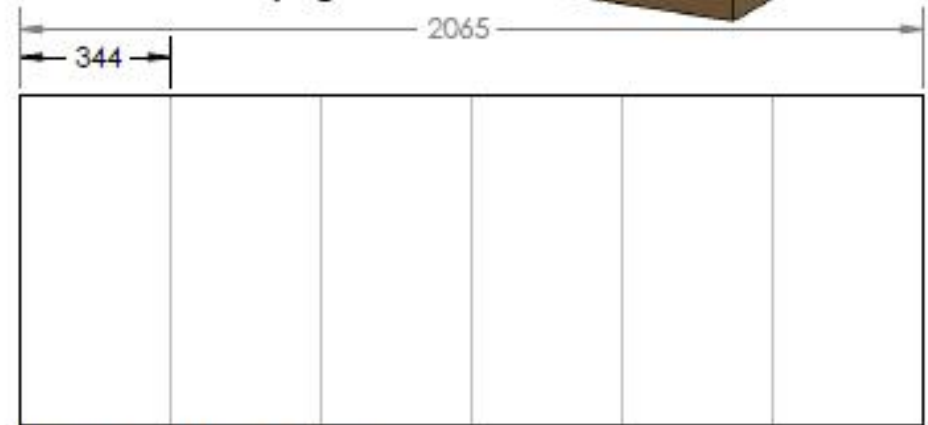
El porcentaje de ahorro unitario que se observa entre el tambor metálico y el rediseño del nuevo tambor es del 5%, dando un ahorro en costo mensual del 20%.

Para el desarrollo del rediseño del tambor metálico, es necesario tener en cuenta los costos asociados al producto a rediseñar, empaque se utiliza en la actualidad. Debido a esto fue necesario realizar algunas cotizaciones.

ANEXO Q
Planos de taller y de ensamble.
(Esta información es confidencial)

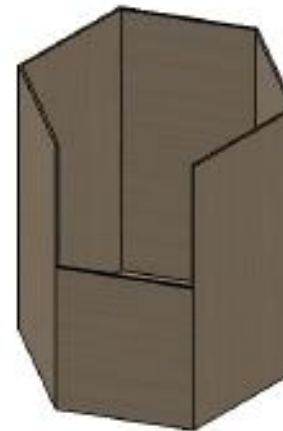
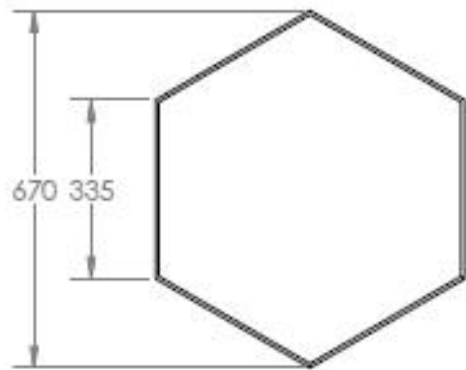


Cartón exterior desplegado

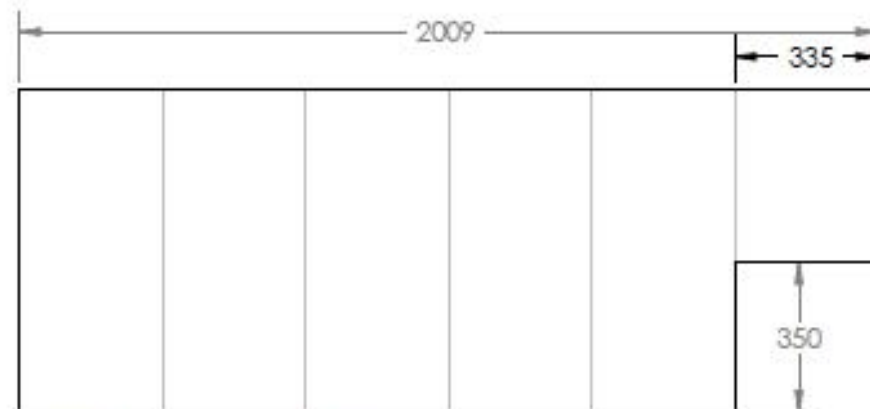
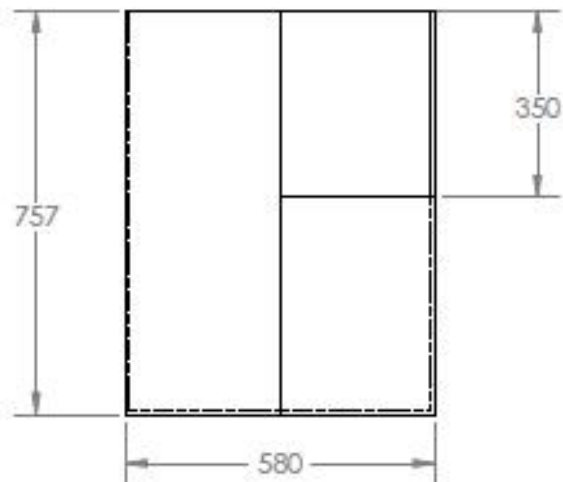


Todas las caras son iguales
el espesor de pared es de 7mm

Proyecto: Rediseño de un empaque de adhesivos Industriales			Material	Cartón doble pared	
Equipo: Erika Sarmiento Carolina Marroquín			Referencia	1130 o 1520; 7mm espesor	
Pieza: V1H-C-2 cuerpo exterior			Revisión	Nombre	Fecha
Escala: 1:15			Dibujo: Carolina Marroquín Sierra		
Unidades: mm			Diseño: Carolina Marroquín Sierra		
Formato: A4			Aprobo: Carolina Marroquín Sierra		
Sistema:			Fecha: 15-09-11		
Plano: 01/05			La información contenida en este plano es confidencial y no puede ser usada ni reproducida sin autorización escrita.		

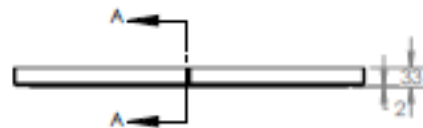
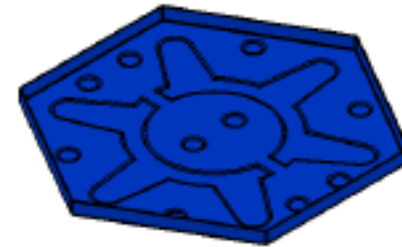
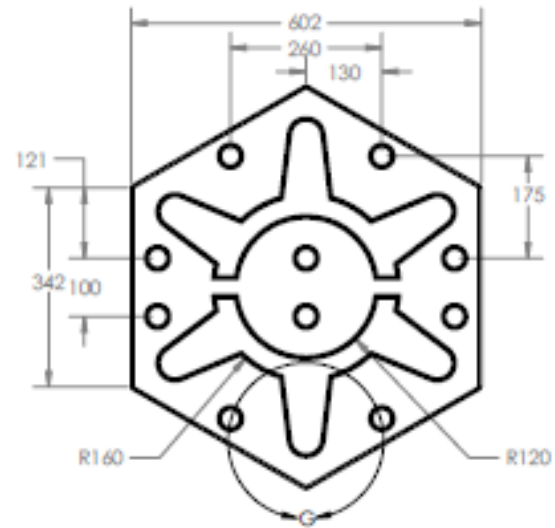


Cartón interior desplegado

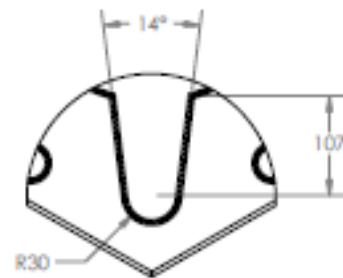


Todas las caras son iguales
el espesor de pared es de 7mm


Proyecto: Rediseño de un empaque de adhesivos industriales		Material: Cartón doble pared	
Equipo: Erika Sarmiento Carolina Marroquín		Referencia: 1130 o 1520: 7mm de espesor	
Pieza: V1H-C-2 cuerpo interior		Revisión	Nombre
Escala: 1:15		Dibujo: Carolina Marroquín Sierra	
Unidades: mm	Formato: A4	Diseño: Carolina Marroquín Sierra	
Sistema:	Fecha: 15-09-11	Aprobo: Carolina Marroquín Sierra	
Plano: 02/05	La información contenida en este plano es confidencial y no puede ser usada ni reproducida sin autorización escrita.		

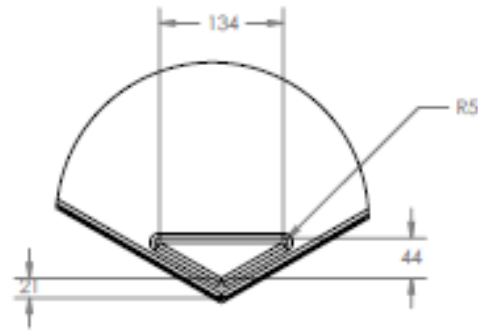
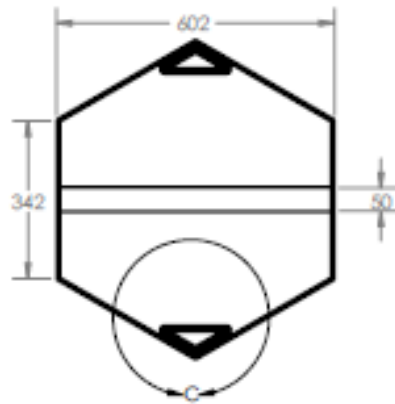


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 4

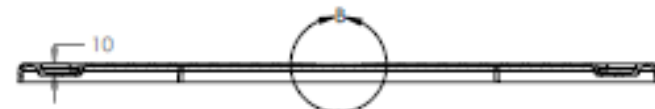
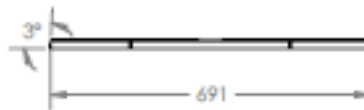


DETALLE G
ESCALA 1 : 5

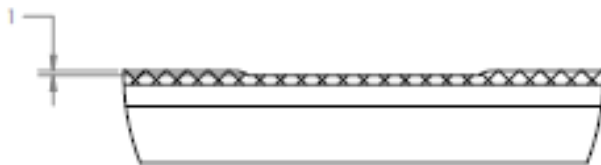
Proyecto: Rediseño de un empaque de adhesivos industriales		Material	PE de media densidad
Equipo: Erika Samirto Carolina Merroquín		Observaciones	Todos los radios son de 5 mm espesor uniforme de 3 mm
Pieza: tapa rotomoldeada inferior		Revisión	Nombre
Escala: 1:15		Unidades: mm	Fecha
Sistema: 		Formato: A3	Fecha
Fecha: 15-09-11		Plano: 01/05	Fecha
Diseño: Carolina Merroquín Sierra Dibujo: Carolina Merroquín Sierra			
La información contenida en este plano es confidencial y no puede ser usada ni reproducida sin autorización escrita.			



DETALLE C
ESCALA 1 : 5

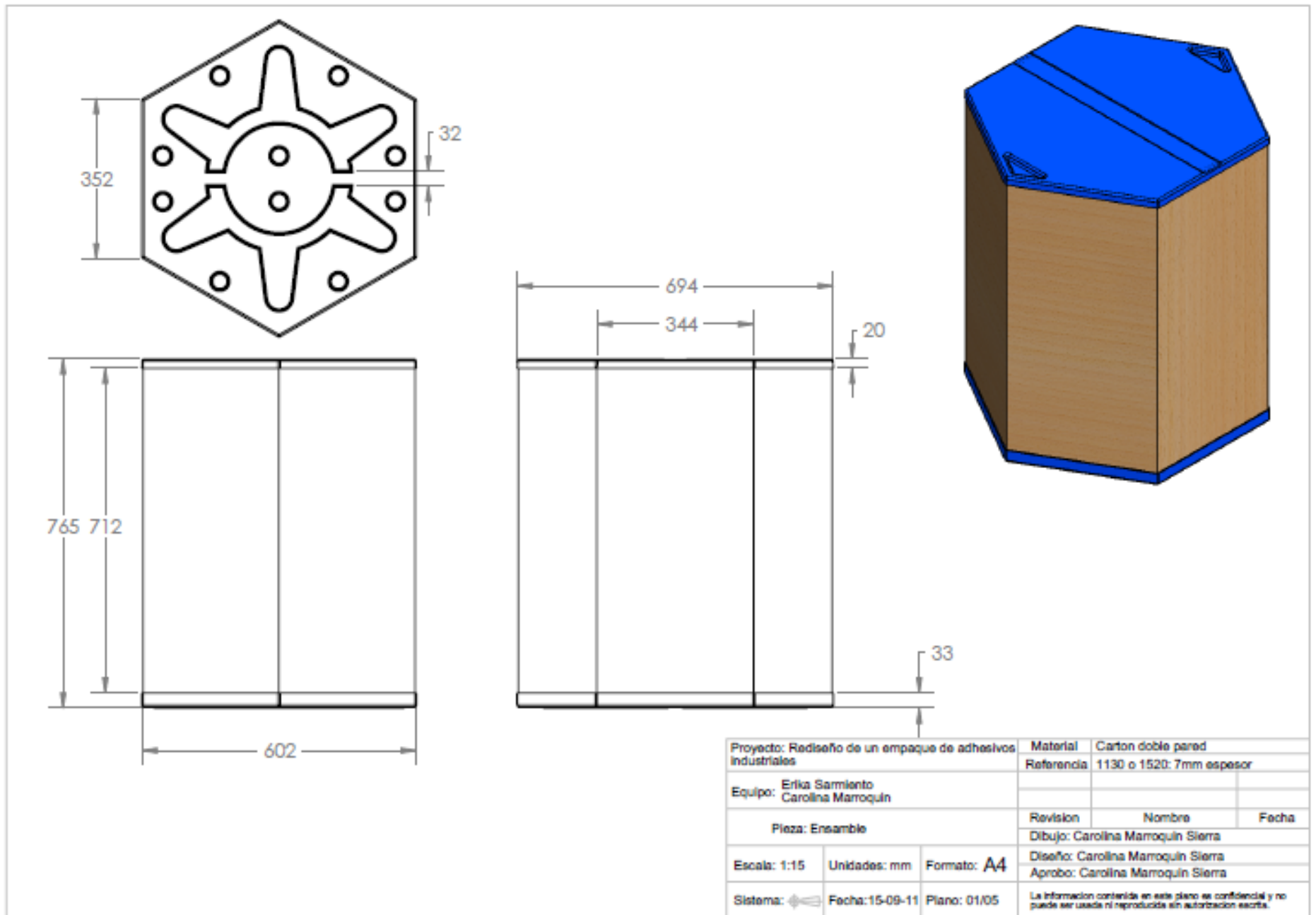


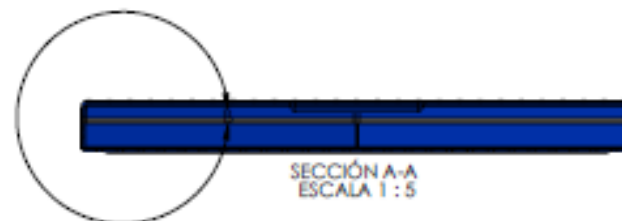
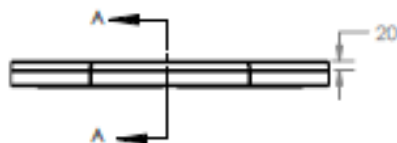
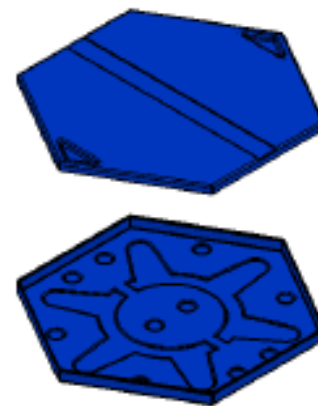
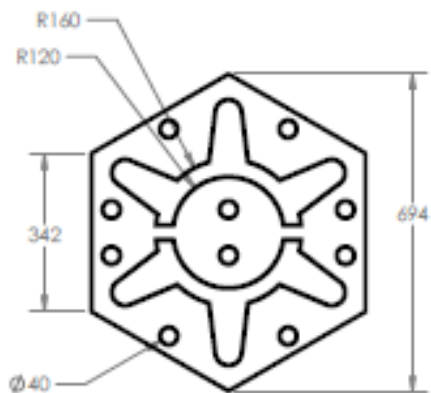
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 5



DETALLE B
ESCALA 1 : 1

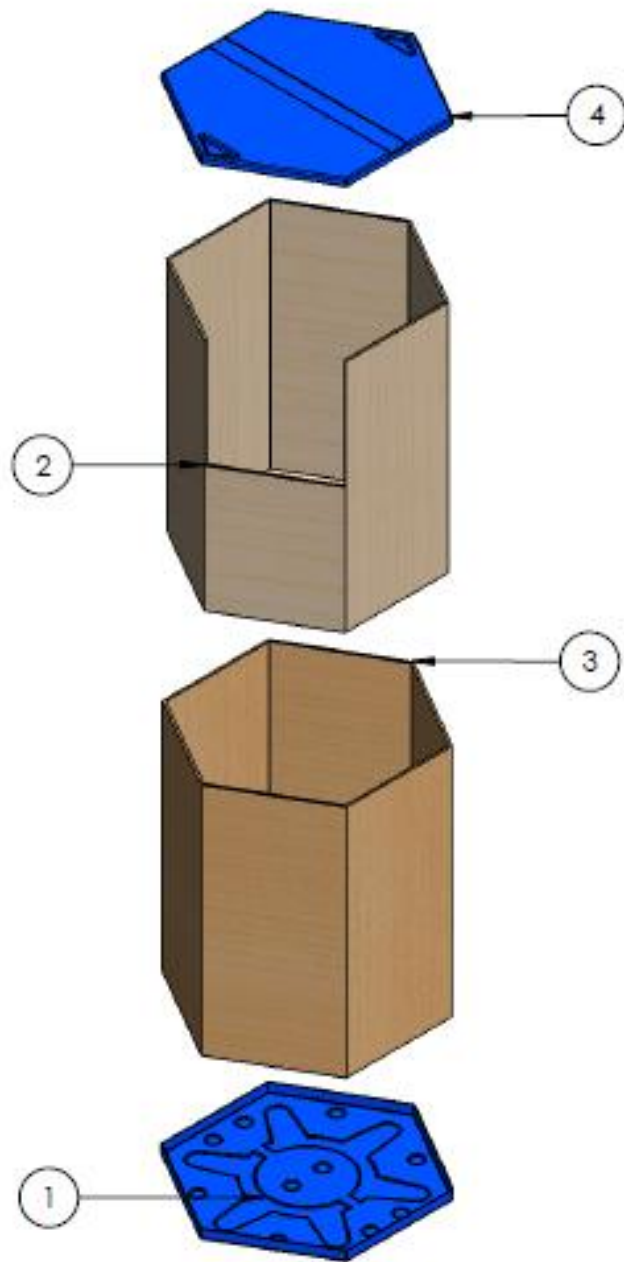
Proyecto: Rediseño de un empaque de adhesivos industriales		Material: PE de media densidad	
		Observaciones: Todos los radios son de 5 mm	
Equipo: Erika Sarmiento Carolina Merroquín			
Pieza: tapa rotomoldeado superior		Revisión	Nombre
Escala: 1:15	Unidades: mm	Formato: A3	Fecha
Sistema:	Fecha: 15-09-11	Plano: 01/05	
		Diseño: Carolina Merroquín Sierra Dibujo: Carolina Merroquín Sierra	
La información contenida en este plano es confidencial y no puede ser usada ni reproducida sin autorización escrita.			





DETALLE B
ESCALA 2:5

Proyecto: Rediseño de un empaque de adhesivos industriales		Material	PE de media densidad
Equipo: Erika Samiento Carolina Marroquín		Observaciones	Todos los radios son de 5 mm ángulo de desmoldeo de 3°
Pieza: rotomoldeo		Revisión	Nombre
Fecha: 15-09-11	Unidades: mm	Formato: A3	Fecha
Sistema:	Fecha: 15-09-11	Plano: 01/05	Diseño: Carolina Marroquín Sierra Dibujo: Carolina Marroquín Sierra
La información contenida en este plano es confidencial y no puede ser usada ni reproducida sin autorización escrita.			



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
1	tapa rotomoldeo inferior	PE	1
2	V1H-C-2 cuerpo interior	Cartón doble pared	1
3	V1H-C-2 cuerpo exterior	Cartón doble pared	1
4	tapa rotomoldeo superior	PE	1

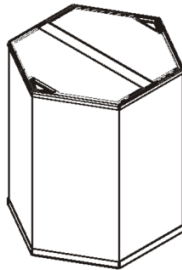
Proyecto: Rediseño de un empaque de adhesivos industriales		Material:	Cartón doble pared	
		Referencia:	1130 o 1520: 7mm espesor	
Equipo: Erika Sarmiento Carolina Marroquín				
Pieza: Ensamble		Revisión	Nombre	Fecha
		Dibujo: Carolina Marroquín Sierra		
Escala: 1:15	Unidades: mm	Formato: A4	Diseño: Carolina Marroquín Sierra	
		Aprobo: Carolina Marroquín Sierra		
Sistema:	Fecha: 15-09-11	Plano: 01/05	La información contenida en este plano es confidencial y no puede ser usada ni reproducida sin autorización escrita.	

ANEXO R

Manual de uso.

2

ARRUME MÁXIMO CAJAS



>Lorem ipsum dolor sit amet, possit nemore mollis ad cum, pri eu invidunt persecuti. Graeco accusam dissentias an eam. Velit cetero mnesarchum ut est, mei quodsi splendide ne, noster gloriatur ea usu. Eum ornatus patrioque vulpitate ex, pro ei nominavi lobortis. Ut audire minimum sea.

Case integre tincidunt ne eos. Tantas singulis abhorreant ad nam, illum regione pri ei, in corruptit gloriatur eum. Eam esse putant theophrastus ei, mei ea ferri saepe omnesque. Ne his lobortis hendrerit, probo nusquam deserunt te vix.

Lorem ipsum dolor sit amet, possit nemore mollis ad cum, pri eu invidunt persecuti. Graeco accusam dissentias an eam. Velit cetero mnesarchum ut est, mei quodsi splendide ne, noster gloriatur ea usu. Eum ornatus patrioque vulpitate ex, pro ei nominavi lobortis. Ut audire minimum sea.

Case integre tincidunt ne eos. Tantas singulis abhorreant ad nam, illum regione pri ei, in corruptit gloriatur eum. Eam esse putant theophrastus ei, mei ea ferri saepe omnesque. Ne his lobortis hendrerit, probo nusquam deserunt te vix.

Lorem ipsum dolor sit amet, possit nemore mollis ad cum, pri eu invidunt persecuti. Graeco accusam dissentias an eam. Velit cetero mnesarchum ut est, mei quodsi splendide ne, noster gloriatur ea usu. Eum ornatus patrioque vulpitate ex, pro ei nominavi lobortis. Ut audire minimum sea.

Case integre tincidunt ne eos. Tantas singulis abhorreant ad nam, illum regione pri ei, in corruptit gloriatur eum. Eam esse putant theophrastus ei, mei ea ferri saepe omnesque. Ne his lobortis hendrerit, probo nusquam deserunt te vix.

