



INFORME FINAL
TRABAJO DE GRADO

Código	FDE 089
Versión	04
Fecha	24-02-2020

Diseño de un sistema de plisado para mejoramiento de eficiencia energética con aplicación en una unidad microempresarial del sector textil

Sebastián Jaramillo Palacio
Walter Noriega Taborda
Wilder Alexis Ceballos

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

Asesor
Bernardo Herrera Munera

Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM
Facultad de Ingenierías
Departamento Electromecánica
Medellín, Colombia
2021

RESUMEN

Este proyecto pretende el diseño de un sistema de plisado para mejoramiento de eficiencia energética con aplicación en una unidad microempresarial del sector textil. Se llevó a cabo una investigación en literatura existente, principalmente en bases de datos científicas y se realizaron visitas técnicas a microempresas especializadas en esta aplicación, con el propósito de obtener la mayor información posible. Se evidenciaron técnicas utilizadas en el proceso del plisado artesanal con una máquina poco práctica y demasiado insegura.

Después del diagnóstico, se diseñó una máquina, que permite aumentar considerablemente la cantidad de unidades plisadas en un menor tiempo logrando mayor rapidez en el proceso en cuanto a tiempos de entrega del producto final. Se desarrollaron los cálculos de diseño, elaboración de planos mecánicos e hidráulicos del sistema, además del modelado tridimensional en donde se presenta la descripción de los principales componentes del diseño.

Se asumieron 3 escenarios diferentes de tiempo (20 min, 30 min, 60 min) para la realización del proceso y se comparó con el tiempo consumido por la máquina tradicional y poco segura que según las características de diseño y accesorios es de 2.5 horas.

Con el nuevo diseño, se lograría reducir el tiempo empleado en más de un 50% para el proceso frente al sistema artesanal. El costo de fabricación estimado de esta máquina es de \$ 24'973.400, incluyendo el valor de la caldera y el tiempo de recuperación de la inversión es de 6.5 meses.

Palabras clave: Diseño, plisado, eficacia, sector textil.

RECONOCIMIENTOS

Gracias a Dios y a nuestras familias por acompañarnos en los momentos de dificultad, gracias a ellos por el apoyo y la fuerza que nos brindaron de manera incondicional en este proceso formativo. Al Instituto Tecnológico Metropolitano por permitir desarrollar en cada uno de nosotros las habilidades, capacidades y formarnos integralmente durante estos años, junto con todos los profesores, a nuestro asesor de trabajo de grado Bernardo Herrera Munera por sus consejos y constante apoyo, a la empresa plisados cristal por su colaboración ya que accedió y coopero con el desarrollo de esta investigación, un agradecimiento muy especial, y finalmente agradecer a cada una que de una u otra forma nos ayudaron positivamente a lograr crecer profesionalmente.

ACRÓNIMOS

de moldes: El número de moldes hace referencia a la cantidad de paquetes se van a procesar al mismo tiempo donde cada paquete es un tramo de tela cubierto por dos tramos de cartón.

de moldes por tela: El número de moldes por tela hace referencia a las dos capas de cartón que lleva cada tramo de tela para poder procesarlo.

de prendas textiles: Número de prendas a procesar de forma simultánea.

ΔT : Cambio de temperatura entre temperatura ambiente y la temperatura de trabajo.

ΔT : Delta de temperatura, temperatura final menos temperatura inicial.

$^{\circ}C$: Grados Celsius, unidad de medida para la temperatura.

Ancho tela: Medida de longitud horizontal de la tela.

Ancho molde: Medida de longitud horizontal del molde.

BHP: Break Horse Power, unidad de medida de potencia.

BTU: British Thermal Unit, es una unidad de medida para determinar la cantidad de calor que requiere un sistema.

CP: Calor específico.

K: Grados Kelvin, unidad de medida para la temperatura.

kg: Kilogramo, unidad de masa.

kJ: Kilo julio, Unidad de energía.

m: Metro, unidad de medida métrica.

m²: Metro cuadrado, unidad de medida usualmente usada para determinar áreas.

p tela: Masa por unidad de área de la tela.

Q: calor.

Ef: Eficiencia.

Largo tela: Longitud vertical de la tela.

A molde: Área de los moldes de cartón esta área se determina con las medidas del cartón (largo y ancho).

A tela: El área de la tela hace referencia a un solo tramo de tela a procesar, sería solo un tramo de tela por molde.

A total molde: El área total contempla el área de todos los moldes que se van a procesar de forma simultánea.

CP accesorios: Calor específico del acero inoxidable ya que todos los accesorios son de este material.

CP moldes: Calor específico de los moldes de cartón.

CP telas: Calor específico de la tela.

Ef asumida: Es la eficiencia de la máquina.

P molde: Masa del molde de cartón por unidad de área.

Q accesorios: Pérdida de calor debida al calentamiento de los accesorios tales como: bandejas de carga, sistemas de sujeción.

Q fabricante: Es la potencia de la caldera suministrada por el fabricante.

Q máquina: Calor necesario para realizar el proceso de plisado.

Q moldes: Calor requerido para calentar los moldes de cartón.

Q tela: Calor requerido para calentar las telas, para poder generar el proceso de plisado.

largo molde: Longitud vertical del molde.

m accesorios: Masa de los accesorios como: bandejas de carga, sistema de sujeción.

m molde: Este valor equivale a la masa de todos los moldes de cartón en una sesión de plisado.

m tela: Masa de la tela, se calcula con el área de la tela y la densidad.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	8
1.1 Generalidades.....	8
1.2 Objetivos.....	10
1.2.1 Objetivo General.....	10
1.2.2 Objetivos Específicos	10
1.3 Organización de la tesis	11
2 MARCO TEÓRICO.....	12
2.1 Tipos de máquinas de plisado a nivel industrial	14
2.1.1 Máquina plisadora de vestidos ZJ-416.....	16
2.1.2 Máquina de plisado en casa.	18
2.1.3 Máquina de plisado de tela ZJ 217	20
2.1.4. Otros tipos de plisadoras industriales.....	23
2.2. Patentes máquinas de plisado	23
2.2.1 Máquina de plisado textil	23
2.2.2 Máquina de plisar telas.....	24
3 METODOLOGÍA	25
3.1 Variables para el cálculo de necesidades energéticas del proceso de plisado	25
3.2 Caldera	27
3.3 Consumo energético.....	27
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1 Descripción de elementos que componen la máquina	30
4.1.1. El cubículo.....	30
4.1.2. Sensor de temperatura	30
4.1.3. El drenaje, válvula de alivio y válvula de entrada	31
4.1.4. Bandejas con sistema de prensado	31
4.1.5. Puerta con cierre rápido y empaque de sellado	32

4.2	Resultados de los cálculos del consumo energético	32
4.3	Análisis y Comparaciones	36
4.4	Viabilidad Económica.....	36
4.4.1	Comparativos de niveles de producción entre máquina tradicional VS máquina desarrollada.....	38
4.4.2	Máquina propuesta en este trabajo.....	38
4.5	Análisis máquina artesanal (casera)	40
4.6	Análisis máquina en desarrollo.....	41
4.6.1	Consumo energético.....	41
4.6.2	Consumo de gas por hora	41
4.6.3	Consumo de energía eléctrica	41
4.6.4	Retorno de Inversión	42
5	CONCLUSIONES	45
6	RECOMENDACIONES Y TRABAJO A FUTURO	46

1. INTRODUCCIÓN

Durante muchos años, el proceso de toma de material y confección de prendas de vestir ha sido una operación manual. Esto se debe en parte a las amplias variaciones de los diferentes gustos que las personas tienen por la ropa, tanto en términos de tela como de estilo.

Si bien una gran parte de la industria de las prendas de vestir todavía se encuentra en el negocio de la fabricación a mano a medida, una parte significativa de la industria ahora está tratando de estandarizar la producción de estas prendas, especialmente con el diseño del plisado, proceso en el cual se basa este trabajo y se ha sugerido muchos intentos para acelerar el proceso manual.

La industria de la moda suele innovar con su infinita variedad de productos que va desde los diseños más sutiles hasta los más elaborados, cuyo nivel de complejidad requiere del uso de máquinas que permitan realizar diferentes estilizados en las telas y estos van desde simples dobleces hasta complejos maquinados.

1.1 Generalidades

Para este estudio se cuenta con el acompañamiento de la microempresa plisados cristal, la cual se dedica a la industria textil, y entre sus servicios procesos de plisados (Elaboración de moldes, diseño y fabricación).

Plisados cristal lleva aproximadamente 2 años en el mercado, pero su propietario cuenta con más de 10 años de experiencia en el campo del plisado y la industria textil. Todos los procesos de plisados en la empresa se realizan de manera artesanal debido a la falta de maquinaria que existe actualmente en el mercado, ya que las máquinas existentes son para crear pliegues en grandes cantidades y de un solo tipo de diseño, lo cual no es rentable para pequeñas y medianas empresas.

Para esta investigación se utiliza como base la máquina artesanal con la cual trabaja la microempresa Plisados Cristal y otras empresas textiles de la ciudad de Medellín. Dicho equipo consta básicamente de una olla de cocción con una cúpula hecha en plástico tubular con algunas perforaciones que da forma de tapa y que presenta problemas en varios de sus componentes como:

Diseño del recipiente (olla): Se presentan varios inconvenientes con el diseño del recipiente debido a su forma circular, ya que en el interior se encuentra como base de los moldes unos bloques de concreto que no cubren el área completa de la circunferencia del receptáculo y como en el fondo del recipiente va el agua que funcionará como fuente generadora de vapor, al momento de ebullición, se presentan salpicaduras de agua a alta temperatura que afectan la forma del molde e integridad del producto al cual se le está dando la forma de termo-fijación. Adicionalmente, la cantidad de moldes que se puede ubicar en el recipiente es muy limitado

justamente por el poco espacio que se tiene internamente, restringiendo la cantidad de materia prima a la cual se le puede realizar el proceso. La cubierta usada en el proceso es un plástico grueso cuyo propósito es limitar el escape de vapor, pero que se vuelve muy tediosa la manipulación de este, además de lo peligroso, puesto que en cierto momento se debe romper este para aliviar la presión que se genera internamente, a la vez que se regula la temperatura con ello mismo.

Uso ineficiente de la energía: El recipiente no posee ningún mecanismo de control que permita regular y controlar los parámetros básicos de operación como son la regulación de combustible, ya que este impide controlar la cantidad que se requiere para la ejecución del proceso, el control de temperatura y tiempo para alcanzar los parámetros requeridos y así poder determinar en qué estado se encuentra los moldes. Esto impide la estandarización del proceso. Por otra parte, el alivio de presión no garantiza que internamente se cuente con condiciones ideales en el procedimiento, tampoco se cuenta con un control del nivel de agua como elemento generador de vapor, lo cual no permite identificar la cantidad necesaria para el desarrollo del proceso, provocando de tal forma un uso desmedido de este recurso. Finalmente, la combustión realizada para el proceso emite gases que no son controlados de ninguna manera.

Calidad del producto: las condiciones actuales de manipulación y elaboración de la materia no permite que todos los moldes finalicen en iguales condiciones, trayendo consigo problemas en la calidad del producto final. El no manejo de factores de control en los sistemas (presión, temperatura, tiempo) y el diseño del equipo afectan el producto final, por ello debe atenderse los ítems anteriormente mencionados.

Impacto ambiental: El uso desmedido de bolsas para el almacenaje de los moldes dentro de la olla y el plástico utilizado para el recubrimiento superior, generan bastantes desperdicios a la hora de darles una disposición final.

Condiciones de seguridad: como se muestra en la siguiente Figura 1, El equipo no cuenta con aislamientos térmicos, lo que puede generar quemaduras al operario. Además, no tiene guardas de seguridad en la fuente de suministro de calor y la bolsa con que se hace el recubrimiento puede generar quemaduras debido al vapor caliente cuando esta se rompe por las presiones que maneja. Así mismo, la olla no cuenta con condiciones de anclaje que evite su volcamiento y que se puede caer.



Figura 1: Máquina artesanal de Plisados Cristal. Izquierda: base de la máquina. Centro Aspecto general. Derecha: Plástico utilizado. Fuente: autores

Dada la problemática anterior, surge la necesidad de diseñar un sistema de plisado que atienda los requerimientos de aseguramiento de calidad del producto, manteniendo estándares de operación que faciliten la productividad de las microempresas dedicadas a esta actividad, sin desconocer los criterios de eficiencia energética que deben regir a los procesos industriales.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Diseñar una máquina para el mejoramiento del desempeño energético de un proceso de plisado con aplicación en una unidad microempresarial del sector textil

1.2.2 Objetivos Específicos

Definir las necesidades energéticas que se requieren en el proceso de plisado de las telas que se usan en la empresa Plisados Cristal.

Detallar el diseño de una máquina de plisado aplicable en el proceso productivo de la empresa Plisados Cristal, atendiendo a criterios de eficiencia energética, calidad del producto y seguridad en el trabajo

Establecer la viabilidad económica de la máquina de plisado diseñada para su implementación en el proceso productivo de la empresa Plisados Cristal

1.3 Organización de la tesis

En el capítulo 2, se describe el marco teórico que muestra las bases fundamentales para el proceso del plisado. En el capítulo 3, se representan las estrategias metodológicas que se emplearon para desarrollar el diseño de una máquina de plisado, los cálculos para determinar qué cantidad de energía consume y el tiempo de retorno de la inversión de la misma.

En el capítulo 4, se presentan los resultados de cada una de las bases metodológicas, se describen los componentes que hacen parte de la máquina y se hace una pequeña discusión acerca de la viabilidad del equipo.

Finalmente, en el capítulo 5 se plantean las conclusiones donde se da respuesta a cada uno de los objetivos planteados para este trabajo de grado y se hacen recomendaciones para trabajo futuro.

2 MARCO TEÓRICO

El plisado textil es un procedimiento realizado industrialmente a través de una máquina que fija múltiples pliegues en base a altas temperaturas y aparece a lo largo de distintas épocas de la moda.

Hay muchos tipos de plisados, como por ejemplo plisado de cuchillo (figura 2), plisado de caja (figura 3), y plisado invertido (figura 4), plisado en rayos de sol (figura 5), plisado en acordeón (figura 6), plisado cristal (figura 7), entre otros.

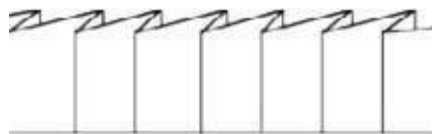


Figura 2: Plisado de cuchillo (Agüero Servín, 2017)

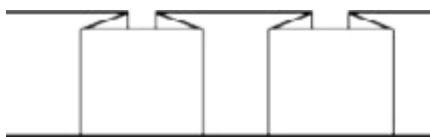


Figura 3: Plisado de caja (Agüero Servín, 2017)

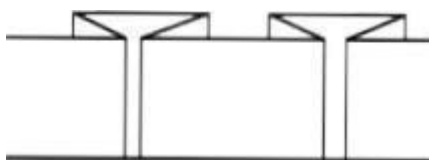


Figura 4: Plisado invertido (Agüero Servín, 2017)

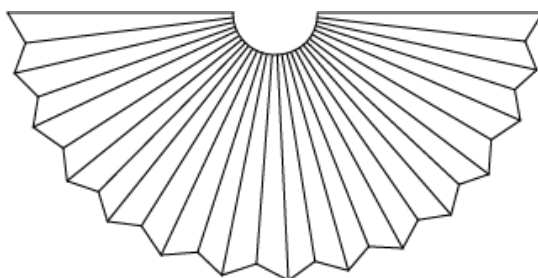


Figura 5: Pliegues de rayos de sol (Ciment pleating, 2021)

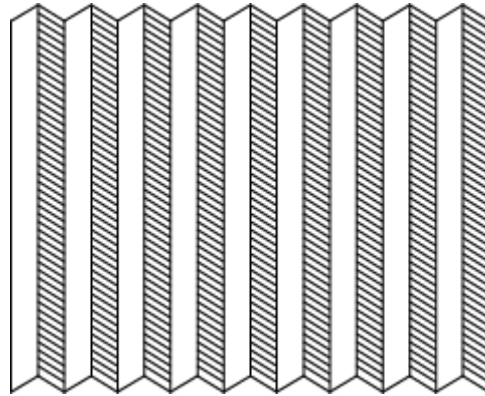


Figura 6: Pliegues en acordeón recto (Ciment pleating, 2021)

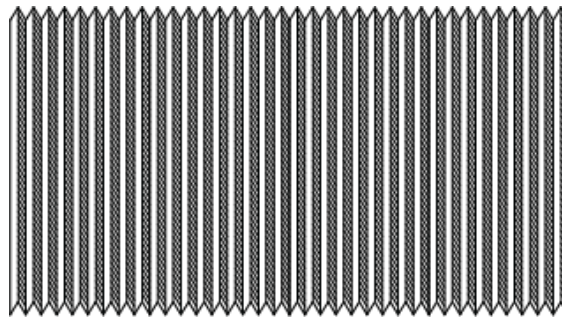


Figura 7: Pliegues de cristal (Ciment pleating, 2021)

Las máquinas plisadoras utilizan el sistema de pliegues paralelos regulares o irregulares que por medio de engranajes generan plegados de diferentes profundidades que se fijan posteriormente con calor. Se pueden plisar piezas desde telas enteras o pequeñas prendas.

Los plisados por medio de moldes se realizan utilizando un método de sándwich, poniendo la tela en medio de dos cartones idénticos para que la tela tome la forma de los moldes, después de esto se colocan en un horno calentándolos a una temperatura promedio de 80 °C y presión constante durante 2 a 3 horas aproximadamente dependiendo el tipo de tela que se use en el proceso. El proceso detallado puede verse en las figuras 8 a 13.

Los plisados se deben realizar mediante un proceso que incluya vapor debido que no es conveniente simplemente calentar la tela con una plancha ya que se generaría desgaste, quemaduras, estiramiento de las fibras de la tela o en su defecto que estas pierdan sus propiedades elásticas, por esto al tener vapor se logra alcanzar altas temperaturas sin dañar las propiedades del material.

El plisado el artesanal se realiza con varias técnicas, como torsión, craquelado, corrugado, anudado, etc. (El Dia, 2018)

El propósito del plisado es liberar tensiones potenciales y estabilizar el tamaño de las fibras. La fuerza inherente de la fibra mientras se estira el termoestable, lo que reduce la capacidad molecular del material para adoptar nuevas formas cuando se dobla (histéresis).

2.1 Tipos de máquinas de plisado a nivel industrial

Las plisadoras a nivel industrial están diseñadas para procesar grandes cantidades de tela, se utilizan generalmente para decorar faldas, cortinas, pantalla de insectos, pantalla de lámpara, camisas, vestidos, pijamas y adornos.

Las más comunes funcionan con 3 tipos de engranajes, moldes tipo cuchillas y rodillos de calentamiento. A nivel industrial existen pocas empresas que se dedican a la fabricación de estas máquinas, la mayoría son de origen chino, entre ellas Changzhou HuaEn, ChangZhou TengChao Machinery Co, Ltd, Changzhou tengchao machinery co ltda y Jiangsu Qizhan Intelligent Machinery Co., Ltd.



Figura 8: Aplanado en mesa (Ciment pleating, 2021)

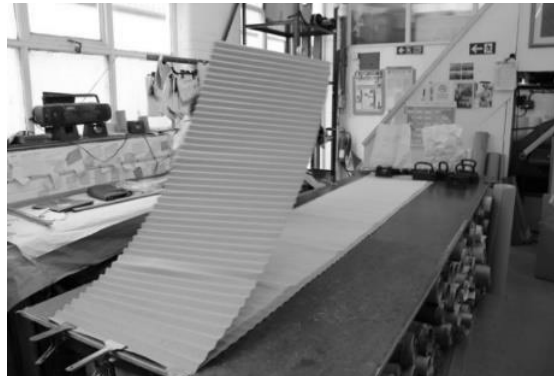


Figura 9: Cubro la tela con moldes (Ciment pleating, 2021)



Figura 10: Uniformidad de tela y molde (Ciment pleating, 2021)



Figura 11: Doblez de tela y molde (Ciment pleating, 2021)



Figura 12: Se lleva al horno (Ciment pleating, 2021)



Figura 13: Dejar enfriar y retirar (Ciment pleating, 2021)

2.1.1 Máquina plisadora de vestidos ZJ-416

La máquina plisadora para vestidos ZJ-416 (figura 14), cuenta con 4 piezas de calefacción asistida y es utilizada para fabricar pliegues en tela, cuero, gasa, nailon. Pliega un patrón vertical único, a partir de una cuchilla tipo palillo de dientes (Figura 15). Se fija solo con correa de acero y peine de acero. Esta máquina está diseñada para fabricar diseños de pliegues únicos para patrones de pliegues verticales pequeños de 2 mm a 8 mm como se observa en la figura 16. (HuaEn Machinery, 2021)



Figura 14: Máquina plisadora para vestidos ZJ-416 (HuaEn Machinery, 2021)



Figura 15: Cuchilla patrón tipo palillo de dientes (HuaEn Machinery, 2021)



Figura 16: Plisados realizados de máquina ZJ-416 (HuaEn Machinery, 2021)

En la Tabla 1 se describen los parámetros técnicos de la máquina ZJ-416. Este artefacto puede procesar un rollo de tela de 200 m en una hora.

Tabla 1: Parámetros técnicos de la máquina ZJ-416

Parámetros técnicos de la máquina de plisado de vestidos ZJ-416	
Máx. ancho de plisado:	1600 mm
Altura del pliegue:	0.2 cm-0.8 cm
Potencia del motor:	1.1 kW
Potencia de calefacción:	10 kW
Promedio de tela procesada por minuto	1.7 m por minuto
Tamaño:	2600 * 1450 * 1600 mm
Peso neto:	1000 kg
Peso bruto:	1250 kg
Repuestos	► ZJ-416 kit de herramientas
Patrón de pliegues:	► Plisado de cristal / vertical / minúsculo/palillo de dientes
Precio:	US \$ 6.000.00

Fuente: Cotización (HuaEn Machinery)

Las cuchillas o patrón de pliegues no se incluyen en la compra del equipo, este accesorio tiene un valor de 350 USD el par, como se observa en la figura 17.

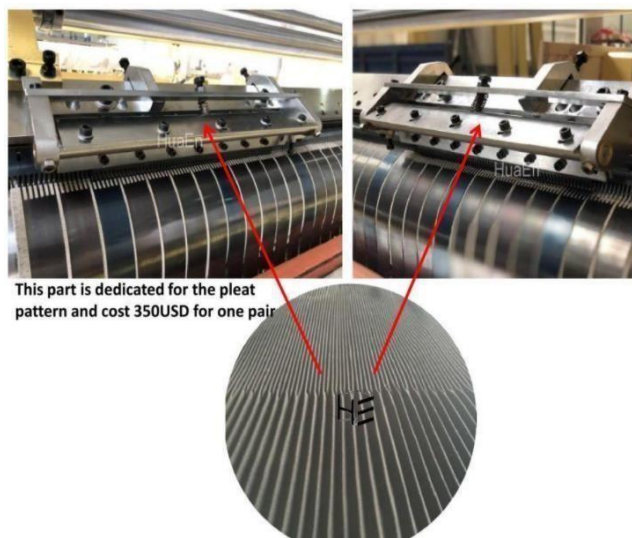


Figura 17: Accesorio de patrón para el plisado (HuaEn Machinery, 2021)

2.1.2 Máquina de plisado en casa.

La máquina de plisado en casa (Figura 18) se denomina así porque es usada normalmente con dos líneas de fases eléctricas (220 V), la gran mayoría de casas en Colombia cuenta con este tipo de configuración eléctrica residencial, por lo que esta máquina puede ser usada con facilidad. La máquina funciona con tres tipos básicos de cuchillas como se observa en la Figura 19: hoja recta, hoja ondulada y hoja de bambú las cuales vienen incluidas con el equipo. Es aplicable para plisar tela química, cuero, pañería, cinta, textil, gasa, papel, nylon, etc.



Figura 18: Máquina plisadora casera (HuaEn machinery, 2021)



Figura 19: Cuchillas patrón (HuaEn machinery, 2021)

En la Tabla 2 se describen los parámetros técnicos de la máquina de plisado en casa. Esta máquina es la máquina plegadora más multifuncional. Puede hacer más de 70 tipos de patrones de pliegues mediante el uso de diferentes cuchillas.

Tabla 2: Parámetros técnicos de la máquina de plisado en casa

Parámetros técnicos de la máquina de plisado en casa	
Máx. ancho de pliegues:	1700 mm
Max. velocidad de pliegues	20-150 pleat / minuto por VFD
Ancho del pliegue:	1 mm-6 cm
Promedio de tela procesada por minuto	1.7 m por min
Profundidad del pliegue	2 mm-3 cm
Fuerza del motor:	1.1 kW
Potencia de calefacción:	11kW
Tamaño:	3200 * 1650 * 1750 mm
Peso neto:	1300 kg
Peso bruto:	1650 kg

Fuente: Cotización (HuaEn Machinery)

El equipo requiere para su funcionamiento de un filtro de lana o lienzo (Figura 20) que protege la tela de los daños por calor.



Figura 20: Filtro de lana o lienzo para máquina de plisado (HuaEn machinery, 2021)

2.1.3 Máquina de plisado de tela ZJ 217

Esta máquina de plisado es una máquina profesional para telas, textiles y cuero. Es una máquina funcional y es posible equiparla con sistema informático y neumático. Se fija con la mayoría de los tipos de cuchillas. Para producir plisados tipo patrón de hojas de bambú, patrón de pliegues de cajas, diseño de pliegues laterales, patrón de pliegues ondulados individualmente, los usuarios solo necesitan cambiar de cuchilla para lograrlo (Figura 21).



Figura 21: Moldes para plisado (HuaEn Machinery, 2021)

Su consumo equivale a 0.9 kWh de electricidad/hora y 3 a 4 toneladas de papel al mes basado en 20 horas de trabajo al día.

Es necesario que la tela se intercale entre dos rollos de papel durante el plisado para proteger el tejido y evitar daños por alta temperatura (Figura 24). Con el mismo propósito de proteger la tela, es necesario envolver el rollo caliente en lienzo o el filtro de lana (Figura 2).

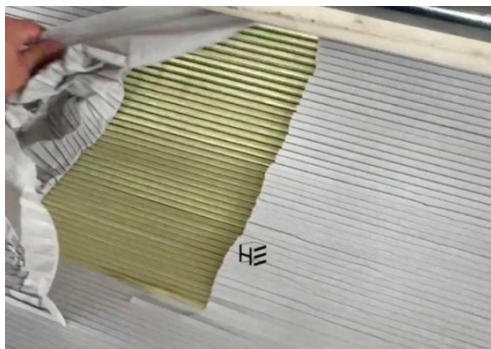




Figura 22: Papel protector de tela para plisado (HuaEn, 2021)

A continuación, en la Tabla 3, se puede ver los parámetros técnicos del modelo ZJ- 217 con control de computadora (Figura 23) y el modelo ZJ-217 sin control de computadora (Figura 24).

Tabla 3: Parámetros técnicos de la máquina de plisado ZJ-217

Parámetros técnicos de la máquina de plisado ZJ-217		
Indicadores	Con control de computadora	Sin control de computadora
	 <p>Figura 23: Con control de computadora.</p>	 <p>Figura 24: Sin control de computadora.</p>
Máx. ancho de pliegues:	1700 mm	1700 mm
Max. velocidad de pliegues	20-150 pliegues/minuto VFD	20 -150 pliegues/minuto VFD
Promedio tela que procesa en una hora	5.1 m por minuto	5.1 m por minuto
Ancho del pliegue:	1 mm - 60 mm	1 mm - 60 mm
Profundidad del pliegue	2 mm-30 mm	2 mm-30 mm
Fuerza del motor:	1.1 kW	1.1 kW
Potencia de calefacción:	1.1 kW*9	1.1 kW*9
Tamaño:	3200 * 1650 * 1750 mm	3200 * 1650 * 1750 mm
Modelo del motor:	motor trifásico asincrónico	motor trifásico asincrónico
Peso neto:	1300 kg	1300 kg
Peso bruto:	1650 kg	1650 kg
Repuestos	<ul style="list-style-type: none"> ▶ ZJ-217 Kit de herramientas ▶ 1 pc de fieltro de lana ▶ 1 juego de cuchillo de onda ▶ 1 juego de cuchillo recto ▶ 1 juego de cuchillo de hoja de bambú 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 1 juego de cuchillo de onda ▶ 1 juego de cuchillo recto ▶ 1 juego de cuchillo de hoja de bambú
Patrón de pliegues	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Pliegue ondulado ▶ Plisado de bambú ▶ Pliegue lateral ▶ Plisado de caja ▶ Pliegue combinado 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Pliegue ondulado ▶ Plisado de bambú ▶ Pliegue lateral ▶ Plisado de caja ▶ Pliegue combinado
Precio	US10.000.00	US9.000.00

Fuente: Cotización (HuaEn Machinery)

2.1.4. Otros tipos de plisadoras industriales

Existen otro tipo de modelos de máquinas pisadoras industriales, fabricadas por compañías como Qizhan Intelligent Machinery y Changzhou HuaEn. Entre ellos se destacan;

- ▶ ZJ-516 plisa el acordeón, pero es meramente aplicable para la pieza / panel de tela de rayos solares.
- ▶ ZJ-616 pliega el patrón vertical también, típico es la cortina. La diferencia entre el modelo ZJ-516 y el modelo ZJ-616 es la forma de la tela. El primero es rayos de sol, el último es rectángulo o cuadrado.
- ▶ ZJ-816 no es tan frecuente como los modelos anteriores, es una especie de pliegues que se encogen. Su característica es que el tipo de rodillo decide el patrón de pliegues.

2.2. Patentes máquinas de plisado

Sobre este tipo de máquinas relacionadas con el plisado textil, no se encontraron resultados en las bases de datos nacionales y solo se encontró las siguientes referencias en bases de datos internacionales:

2.2.1 Máquina de plisado textil

Inventores: Cooper, Jason, Ian Y Roberts, Eric

Fecha de publicación y mención en BOPI: 01.02.2013

Numero de publicación: ES 2 394 514 T3

Descripción: La máquina vibratoria vertical recibe una banda, que viene de la red de un alimentador que consta de una malla de alambre y una guía de construcción a una cinta transportadora (parte izquierda de la Figura 25). “El peine de formación de plisadora es accionado por una leva o palanca acodada, desde una caja de engranajes” (centro de la figura 25).

La misma caja de engranajes acciona la otra palanca accionando la barra de presión. A medida que la banda se alimenta desde el transportador en trayectoria a las prensas, los peines y las prensas se enredan con la banda, creando pliegues longitudinales y paralelos de la banda, que luego se comprimen para formar la banda plegada (parte derecha de la Figura 25). Las bandas se dobladas se acoplan cara a cara con una segunda banda adhesiva para crear una banda compuesta estratificada. La banda compuesta se suministra entonces al interior de un horno, sobre una cinta transportadora. (Cooper, Jason, Ian Y Roberts, Eric. Patente nº 2 394 514, 2007).

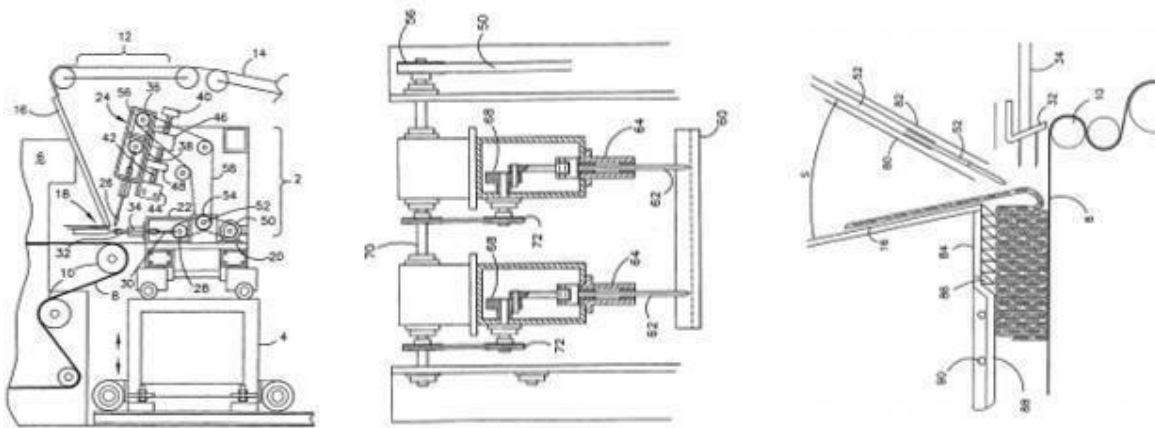


Figura 25: Vista de los planos de la patente de la máquina plisadora. Izquierda: Vista lateral de la máquina. Centro: vista frontal de la zona del peine. Derecha: Vista ampliada de la zona de plisado.

2.2.2 Máquina de plisar telas

Inventores: Crawford B W, Anthony T Salomon

Fecha de publicación y mención: 01.04.1979

Numero De publicación: *US4073246A*

Descripción: La máquina de plisar telas es un banco equipado con una mesa de alimentación, un par de rollos de pisadores, un medio de calentamiento para los rollos plisadores y una unión colocada libremente sobre un eje horizontal sostenido por una bancada, un tambor que contiene un rollo de papel para plisar. Un dispositivo para enrollar la tela plisada, un tambor para rebobinado del papel, un control automático de temperatura y un variador de velocidad.(Figura 26) en esta figura se puede ver la vista frontal del equipo. (C RAURICH MONTANE TEODORO, patente n° *US4073246A*, 1975)

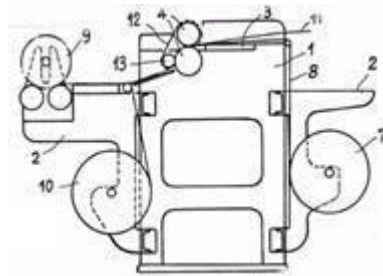


Figura 26: Esquema frontal de máquina de plisar

3 METODOLOGÍA

En este capítulo se detalla el procedimiento para determinar las necesidades energéticas del proceso de plisado, los detalles constructivos de una máquina de bajo costo para realizar este proceso y el análisis de viabilidad económico para la máquina diseñada.

3.1 Variables para el cálculo de necesidades energéticas del proceso de plisado

Se planteó seleccionar una caldera comercial y seguidamente se realizaron los cálculos de consumos de energía de la tela, accesorios y demás elementos, para obtener el mejor aprovechamiento de energía que suministra la caldera y de esta manera tener algunas ventajas las cuales serían:

- Diseñar una máquina que se ajuste a los estándares de una caldera comercial, de esta manera se evita que se generen pérdidas debido a que los cálculos están basados en una caldera y no en datos irreales o supuestos.
- Se puede entregar una máquina eficiente en un corto periodo de tiempo.
- Para los clientes o empresas que requieran de esta máquina y cuenten con su propia caldera, la máquina puede ajustarse según la necesidad que se requiera.
- El tiempo estimado del proceso será mucho menor que el de la máquina convencional.

Para los cálculos de consumo de calor (Q) en el proceso de plisado se tuvieron en cuenta las siguientes variables:

$Q_{máquina}$: Calor necesario para realizar el proceso de plisado.

Q_{moldes} : Calor requerido para calentar los moldes de cartón y llevarlos hasta una temperatura de 150 °C.

Q_{tela} : Calor requerido para calentar las telas, llevarlas a una temperatura de 150 °C para poder generar el proceso de plisado.

$Q_{accesorios}$: Pérdida de calor debida al calentamiento de los accesorios tales como: bandejas de carga, sistemas de sujeción.

$Q_{fabricante}$: Es la potencia de la caldera suministrada por el fabricante, que en un principio eran 2BHP, luego de realizar la conversión se establece que son 70628,4 kJ/h.

E_f asumida: Es la eficiencia de la máquina.

m_{molde} : Este valor equivale a la masa de todos los moldes de cartón en una sesión de plisado.

p_{tela} : Masa por unidad de área de la tela, la cual se consulta en tablas y se compara con la

información suministrada por plisados cristal.

maccessorios: Masa de los accesorios como: bandejas de carga, sistema de sujeción. Este valor se determinó mediante el modelo realizado en AutoCAD.

mtela: Masa de la tela, se calcula con el área de la tela y la densidad.

CPmoldes: Calor específico de los moldes de cartón el cual se obtiene de tablas.

CPaccessorios: Calor específico del acero inoxidable ya que todos los accesorios son de este material

CPtelas: Calor específico de la tela. Este dato proviene del calor específico del componente de la tela.

Pmolde: Masa del molde de cartón por unidad de área, el cual es consultado en una tesis de ingeniería industrial y se compara con la información suministrada por Plisados Cristal.

ΔT : Cambio de temperatura entre temperatura ambiente y la temperatura de trabajo.

Amolde: Área de los moldes de cartón esta área se determina con las medidas del cartón (largo y ancho)

(largo molde * ancho molde): El largo y el ancho de los moldes son las medidas del molde para determinar el área.

Atotal molde: El área total contempla el área de todos los moldes que se van a procesar de forma simultánea.

de moldes por tela: El número de moldes por tela hace referencia a las dos capas de cartón que lleva cada tramo de tela para poder procesarlo.

de moldes: El número de moldes hace referencia a la cantidad de paquetes se van a procesar al mismo tiempo donde cada paquete es un tramo de tela cubierto por dos tramos de cartón.

Atela: El área de la tela hace referencia a un solo tramo de tela a procesar, sería solo un tramo de tela por molde.

(largo tela * ancho tela): La longitud y el ancho de la tela determinan el área de la tela por cada molde.

de prendas textiles: Número de prendas a procesar de forma simultánea.

3.2 Caldera

Por medio de cotizaciones se realizó la selección de una caldera comercial, para evitar sobrecostos en la fabricación de la misma independientemente que tenga condiciones especiales o particulares. La caldera seleccionada es diseñada por la empresa CALDERAS & QUEMADORES S.A.S de tipo piro-tubular, de posición vertical, combustible a quemar es Gas Natural, esta caldera es seleccionada debido a que se busca un diseño que ocupe poco espacio y no sea pesada.

Esta caldera es ideal ya que es una de las más pequeñas que se encuentran en el mercado por esto se decide trabajar con ella, teniendo en cuenta que la intención principal es remplazar una máquina artesanal. Otra razón que lleva a elegir esta caldera es que el fabricante proporciona la información detallada confiable de la caldera, la cual se necesita para realizar los cálculos de capacidad de la máquina en desarrollo.

Es de aclarar que, si alguna empresa o microempresa adquiere nuestra la máquina plisadora propuesta en este trabajo y tienen su propia caldera, esta máquina funcionara en óptimas condiciones, no es estrictamente necesario que se compre esta caldera, solo que se cuente con el mismo suministro de potencia (2 BHP). En caso de que no contar con esta potencia se deberá recalcular la capacidad de producción de la máquina.

El diseño de la caldera puede verse en la Figura 27. Para obtener más detalles de esta caldera se puede observar en el anexo A



Figura 27: Caldera 2 BHP Piro-tubular de posición vertical (Calderas & Quemadores S.A.S, 2020)

3.3 Consumo energético.

Los cálculos se elaboran teniendo en cuenta que se usa una caldera comercial, con características suministradas por el fabricante. Basados en esta información, se hacen los cálculos para determinar las características de la máquina como dimensiones y capacidad.

El calor necesario para realizar el proceso de plisado ($Q_{maquina}$) o el calor que se necesita en la caldera para realizar el proceso, teniendo como consideración el calor que se demanda para calentar los moldes, los accesorios y la tela del proceso, está dado por:

$$Q_{maquina} = Q_{moldes} + Q_{tela} + Q_{accesorios} \quad (1)$$

El concepto ($Q_{maquina}$) corresponde a la sumatoria del calor requerido para ejecutar el proceso de plisado. La suma de estos valores no puede ser superior al calor que puede suministrar la caldera

El calor que se requiere para calentar los moldes teniendo en cuenta la masa total de los moldes, el calor específico y el delta de la temperatura es: (Incropera & De Witt, 1999)

$$Q_{moldes} = m_{molde} * c_{pmolde} * \Delta T \quad (2)$$

Se inicia calculando la masa de los moldes de cartón (m_{molde}), para lo cual se requiere el área total de los moldes que intervienen en un proceso, teniendo en cuenta las dimensiones de las telas, las cuales también dependen de las dimensiones de la máquina (ver anexo B):

$$m_{molde} = (A_{total\ molde} * P_{molde}) \quad (3)$$

El área del cartón se determina teniendo en cuenta que cada prenda a procesar lleva dos moldes de cartón que la recubren, con un área específica ($largo\ molde * ancho\ molde$), el molde superior y el molde inferior, los cuales se contemplan como un número de moldes en la ecuación ($\# de moldes\ por\ tela$) y adicionalmente se procesan varios tramos de tela simultáneamente ($\# de moldes$): (Incropera & De Witt, 1999)

$$A_{total\ molde} = (largo\ molde * ancho\ molde) * \# de moldes\ por\ tela * \# de moldes \quad (4)$$

$$A_{molde} = (largo\ molde * ancho\ molde) \quad (5)$$

El delta de temperatura se obtiene teniendo en cuenta que la temperatura inicial es la temperatura ambiente, asumida en 25 °C y la temperatura de 150 °C es la temperatura de trabajo, la cual es la temperatura requerida dentro de la máquina para realizar el proceso.

$$\Delta T = (T_{final} - T_{inicial}) = ^\circ C \quad (6)$$

Se calcula el calor consumido por los accesorios que se encuentran dentro de la máquina de plisado ($Q_{accesorios}$), como bandejas y prensas de sujeción:

$$Q_{accesorios} = m_{accesorios} * c_{paccesorios} * \Delta T \quad (7)$$

Los accesorios se encuentran dentro de la máquina de plisado, por ende, el ΔT se considera igual para todos los casos donde se requiera, Se contempla 25 °C como la temperatura ambiente y 150 °C como la temperatura a la cual debe llegar la máquina para ejecutar el proceso.

Con los datos calculados se puede remplazar la información en la ecuación 7 para obtener el calor consumido por los accesorios.

También se requiere calcular el calor que será consumido por la tela durante el proceso

$$Q_{tela} = m_{tela} * c_{ptela} * \Delta T \quad (8)$$

para lo cual se requiere la masa de la tela (m_{tela}). Esta masa se calcula teniendo en cuenta el área de la tela ($A_{total\ de\ telas}$), considerando las medidas de la máquina (ver anexo B). Se requieren el área ($A_{total\ de\ telas}$) y el número de prendas a procesar ($número\ de\ prendas\ textiles$) ya que el área depende de la cantidad de prendas que se intervengan simultáneamente.

$$A_{total\ de\ telas} = (A_{total\ de\ telas} * \# \text{ de prendas textiles}) \quad (9)$$

con estos valores (D_{tela} y $A_{total\ de\ telas}$) se calcula la masa de todas las telas (m_{tela}), intervenidas en un proceso para el plisado.

$$m_{tela} = A_{total\ de\ telas} * P_{tela} \quad (10)$$

Se debe tener en cuenta que $Q_{maquina}$ debe ser menor que $Q_{caldera}$ para garantizar que el calor suministrado por el fabricante es el adecuado para que opere la máquina propuesta en este trabajo.

$$Q_{maquina} < Q_{fabricante}$$

La eficiencia del equipo se calcula teniendo en cuenta (Q_{tela} y $Q_{fabricante}$) de la siguiente forma. (Cengel & Ghajar, 2011)

$$E_{f\ maquina} = 1 - \frac{Q_{tela}}{Q_{fabricante}} \quad (11)$$

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción de elementos que componen la máquina

4.1.1. El cubículo

En la Figura 28 se puede observar la estructura con forma de cubículo, la cual está diseñada con las medidas necesarias para introducir los moldes que en este momento se procesan en la microempresa. Se adecuó el espacio para facilitar el proceso mediante cuatro niveles, cada nivel cuenta con una bandeja removible. La estructura también cuenta con un cubículo adicional donde se instalaría el circuito requerido para controlar la presión y la temperatura durante el proceso.

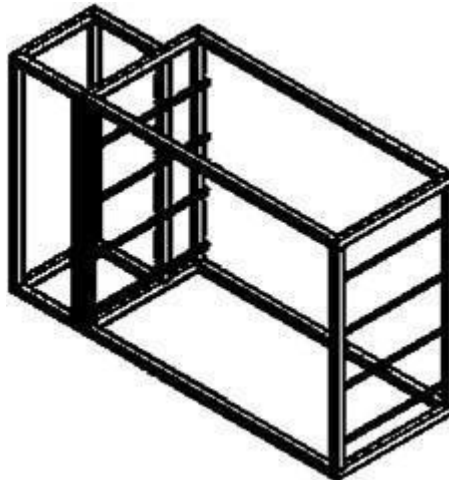


Figura 28: Estructura del cubículo Fuente: Autores

4.1.2. Sensor de temperatura

Los sensores de temperatura (figura 29) son componentes eléctricos y electrónicos que permiten medir la temperatura mediante una señal. Con set point a 150 °C y termopares para sensar las variaciones de temperatura, que accionan una electroválvula para liberar presión en caso de ser necesario. Estará ubicado en la parte izquierda del panel, además contará con botones de start y stop.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Figura 29: Sensor de temperatura (PID MAXWELL, 2021)

4.1.3. El drenaje, válvula de alivio y válvula de entrada

El drenaje y válvula de alivio (Figura 30) se encuentran en la parte inferior de la máquina debido a que, por la utilización de vapor se genera un condensado el cual se debe sacar de la máquina para evitar que mojen los moldes, este drenaje también haría la función de válvula de alivio para evacuar todo el vapor que ingresa a la cámara. Esta sería una válvula de 1". La válvula de entrada es una electroválvula de 1-1/2". Por esta válvula se alimenta la cámara con el vapor de la caldera, mediante un flujo constante que inyecta el vapor por cuatro niveles de la cámara para garantizar mayor cobertura del vapor y crear un ambiente más homogéneo dentro de la máquina durante el proceso.

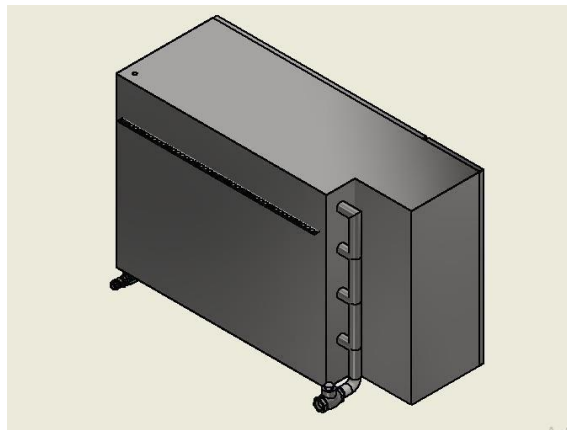


Figura 30: Drenaje, válvulas de alivio y válvula de entrada. Fuente: Autores

4.1.4. Bandejas con sistema de prensado

Estas bandejas son removibles y tienen un sistema de sujeción para moldes (Figura 31), están fabricadas con lámina microperforada de acero inoxidable para evitar acumulación de líquidos, y están ubicadas en la parte interna de la máquina.

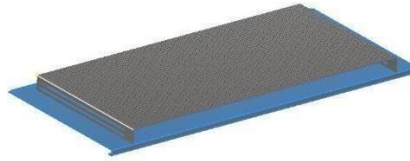


Figura 31: Bandeja con sistema de prensado. Fuente: Autores

4.1.5. Puerta con cierre rápido y empaque de sellado

Compuerta con sello en neopreno, y cierre rápido para evitar pérdidas de vapor (Figura 32). Están fabricadas en acero inoxidable.

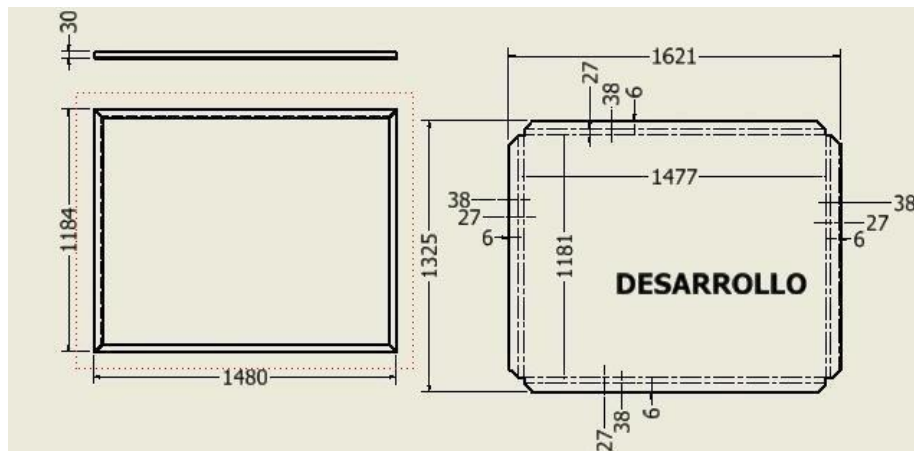


Figura 32: Puerta con cierre rápido y empaque de sellado. Fuente: Autores

4.2 Resultados de los cálculos del consumo energético

Se toman los 2 BHP (potencia de la caldera) suministrados por el proveedor en la cotización y los convertimos a kJ/h esto se realiza con la intención de tener la potencia de la caldera en kJ unidad de medida requerida en las ecuaciones posteriores.

$$Q_{fabricante} = 2 \text{ BHP}$$

$$2 \text{ BHP} = 70628.4 \text{ kJ/h}$$

Así se determina (*potencia caldera = 70628.4 kJ/h*), la cual se multiplica por 1 h de trabajo para

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

determinar cuánto calor genera la caldera en una hora y así deducir cuanta tela se puede procesar durante este tiempo.

$$70628.4 \frac{kJ}{h} * 1 h$$

$$Q_{fabricante} = 70628.4 kJ$$

Se pueden procesar 164 m de tela, este valor se obtiene teniendo en cuenta que el calor de la máquina (ecuación 1) no debe superar el calor que genera la caldera en una hora de trabajo. Este valor se ajusta hasta que sea lo más aproximado al valor de $Q_{fabricante}$ sin superarlo y así se obtiene la cantidad de tela en metros que se puede producir en una hora con la caldera seleccionada.

Se calcula el área de los moldes teniendo en cuenta la ecuación 4

$$A_{total\ molde} = 1 m * 1.2 m * 2 * 603 moldes = 1447.2 m^2$$

La masa por unidad de área del cartón se obtiene de (Contrataciones Sena, 2016)

$$P_{molde} = 160 \frac{g}{m^2}$$

Con esta información se calcula la masa de los moldes (m_{molde}) con la ecuación (3).

$$m_{molde} = 1447.2 m^2 * 160 \frac{g}{m^2} * \frac{1 kg}{1000g} = 231.552 kg$$

El CP_{molde} (calor específico del cartón) se obtiene de (Arteaga Monsalve, 2016)

$$CP_{molde} = 1.34 \frac{kJ}{kg.K}$$

Con la ecuación 6 se puede calcular el delta de temperatura.

$$\Delta T = (150 - 25) ^\circ C = 125 ^\circ C = 125 K$$

Con los valores calculados anteriormente se determina el calor consumido por los moldes según la ecuación 2.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

$$Q_{moldes} = 231.552 \text{ kg} * 1.34 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}} * 125 \text{ K}$$

$$Q_{moldes} = 38784.96 \text{ kJ}$$

Se continua con los cálculos requeridos para la ecuación 7, la masa de los accesorios ($m_{accesorios}$) se obtuvo mediante el software autodesk inventor considerando una densidad de 8 g/cm^3 durante la ejecución de un modelo 3D, los accesorios contemplados son: las bandejas, las guías para las bandejas y los sistemas de sujeción.

$$m_{accesorios} = 65 \text{ kg}$$

Dado que todos los accesorios (**bandejas, guías y prensas de sujeción**) son en acero inoxidable se obtiene fácilmente el $CP_{accesorios}$ (calor específico del acero inoxidable) el cual se adquiere de tablas. (Cengel & Ghajar, 2011)

$$CP_{accesorios} = 510 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$$

Con los datos calculados se puede remplazar la información en la ecuación 7 para obtener el calor consumido por los accesorios en cuenta que el delta de temperatura es igual al anteriormente calculado debido a que los accesorios se encuentran dentro de la máquina.

$$Q_{accesorios} = 65 \text{ kg} * 510 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}} * 125 \text{ K}$$

$$Q_{accesorios} = 4143.75 \text{ kJ}$$

Luego se calcula los valores requeridos en la ecuación 8, inicialmente calculando el área de la tela a procesar.

$$A_{total \ de \ telas} = 1 \text{ m} * 1.2 \text{ m} * 603 \text{ moldes} = 723.6 \text{ m}^2$$

Este es el valor de la masa por unidad de área de la tela (P_{tela}), (Contrataciones Sena, 2016)

$$P_{tela} = 160 \frac{\text{g}}{\text{m}^2}$$

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Se sustituyen los valores ecuación 8.

$$m_{tela} = 723.6 \text{ m}^2 * 160 \frac{\text{g}}{\text{m}^2} * \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 115.77 \text{ kg}$$

El calor específico de la tela (CP_{tela}) se obtiene en tablas de internet. (Mochnacki, B., & Duda, M. 2016)

$$CP_{tela} = 1.9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

Ya con los valores de ($mtela$, CP_{tela} y ΔT) calculados se puede calcular el calor consumido por las telas en el proceso de plisado ($Qtela$) con la ecuación (8).

$$Q_{tela} = 115.77 \text{ kg} * 1.9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} * 125 \text{ K}$$

$$Q_{tela} = 27496.8 \text{ kJ}$$

Con los datos calculados se puede determinar el calor requerido por la máquina ($Q_{maquina}$), para ejecutar el proceso de plisado y compararlo con el calor suministrado por la caldera. El calor que necesita la máquina debe ser equivalente al calor que suministra la caldera, por tanto, se deben ajustar los valores necesarios para que el calor requerido por la máquina no sea superior al suministrado por la caldera. En este caso se puede balancear aumentando y disminuyendo la cantidad de telas y con estola cantidad de moldes, lo que genera un incremento o decremento en el consumo de la máquina. Esto es necesario debido a que la caldera será seleccionada previamente, lo que lleva a ajustar los cálculos de la capacidad del equipo para así garantizar que la caldera será la adecuada para el proceso.

$$Q_{maquina} = Q_{moldes} + Q_{tela} + Q_{accesorios} \quad (1)$$

$$Q_{maquina} = 38784.96 \text{ kJ} + 27496.8 \text{ kJ} + 4143.75 \text{ kJ}$$

$$Q_{maquina} = 70425.51 \text{ kJ}$$

Interpretando que $Q_{maquina}$ debe menor que $Q_{caldera}$ se comparan los resultados.

$$Q_{maquina} = 70425.51 \text{ kJ} < Q_{fabricante} = 70628.4 \text{ kJ}$$

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

La eficiencia del equipo se calcula teniendo en cuenta (Q_{tela} y $Q_{fabricante}$) de la siguiente forma.

$$E_{f\ maquina} = 1 - \frac{Q_{tela}}{Q_{fabricante}}$$

$$E_{f\ maquina} = 1 - \frac{27496.8\ kJ}{70628.4\ kJ} * 100\%$$

$$E_{f\ maquina} = 61.06\ \%$$

4.3 Análisis y Comparaciones

Se realizan una serie de comparaciones entre los diferentes equipos para determinar ventajas y desventajas entre las 3 máquinas de plisados (Tabla 4).

De acuerdo con la tabla 4, se puede decidir que la máquina en desarrollo es la mejor opción de compra debido a que: ocupa menos espacio, tiene menos peso y es aplicable a grandes cantidades con un proceso de alta calidad y es mucho más eficiente que la máquina artesanal.

4.4 Viabilidad Económica

Para determinar la viabilidad económica de la máquina propuesta en este trabajo, se debe con la principalmente la máquina convencional e insegura con la que cuentan la microempresa Plisados Cristal.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Tabla 4: Ventajas y desventajas de los tres tipos de plisado.

Indicadores	Máquina artesanal	Máquina en desarrollo	Máquina industrial ZJ-217
Metros de tela procesados por hora	36.66 m/h	164 m/h	306 m/h
Seguridad	Es una máquina insegura y poco confiable para el proceso del plisado.	Debido a la instrumentación implementada es una máquina segura y confiable.	Es una máquina segura por su diseño estructural.
Costo del equipo	\$1'000.000 Este valor es suministrado por plisados cristal.	\$24'975.400 Este valor se calcula teniendo en cuenta el valor de la caldera anexo Ay la cotización de la máquina anexo c.	US10.000.00 Este valor es suministrado por la empresa que vende estos equipos.
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Es económica ▶ Ocupa poco espacio. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Es segura ▶ Alto nivel de producción. ▶ Tiene mejores acabados y cuida más cada detalle en el proceso del plisado. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Es segura ▶ Alto nivel de producción. ▶ No requiere moldes lo cual lo hace más práctico y fácil a la hora de realizar el proceso del plisado.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Es insegura. ▶ Poco nivel de producción. ▶ Requieren de moldes y mayor número de operarios. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ La caldera tiene un costo económico favorable. ▶ Requiere de moldes y mayor número de operarios. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ No requiere de moldes sino cuchillas. ▶ Su precio se eleva al tener que importarla ▶ Se deben hacer adecuaciones del sistema ya que se manejan diferentes frecuencias y conexiones eléctricas. ▶ Está diseñada para plisar grandes cantidades, pero no es esta diseñada para la industria de alta costura

Fuente: Autores

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4.4.1 Comparativos de niveles de producción entre máquina tradicional VS máquina desarrollada

Los datos suministrados en cuanto a la producción de la máquina convencional para los siguientes cálculos fueron proporcionados por la microempresa Plisados cristal. Los datos que se consideran para la máquina en desarrollo fueron obtenidos con ayuda de investigación y personas con experiencia en este campo como docentes, operarios y propietario de Plisados Cristal. Además, se tiene 3 escenarios diferentes donde se asumen 20 min en el escenario en el que no hay pérdidas de tiempo por factor humano o de algún tipo, de 30 min por si sucede algo durante el proceso o fallas de los operarios y un tiempo desalentador de 60 min en caso de que se tengan retrasos y problemas en el proceso del plisado.

Máquina Convencional

- 1 cilindro de gas propano tiene un precio de \$50.000 y dura 15 horas en trabajo constante (datos suministrados por la empresa plisados cristal)
- La capacidad por proceso es de 60 moldes
- El tiempo de plisado es de 2.5 horas a 3 horas

Con estos datos lo que se determina es el número de veces que realiza el proceso con un cilindro de gas propano.

$$\text{tandas de proceso} = \frac{15 \text{ h}}{2.5 \text{ h.pro}} = 6 \text{ Tandas de proceso}$$

Teniendo en cuenta que con una pipeta de gas propano se realizan 6 tandas de proceso, al multiplicarlas por la cantidad de moldes que se pueden introducir en la máquina se obtiene:

$$\text{cantidad total moldes} = 6 \text{ proc} * 60 \text{ moldes} = 360 \text{ moldes}$$

Para determinar el área total de la tela plisada en un día se debe multiplicar el área de tela que contiene cada molde por la cantidad de moldes que se pueden plisar en 15 horas.

$$A \text{ total} = 1 \text{ m} * 1.2 \text{ m} * 360 \text{ moldes} = 432 \text{ m}^2 \text{ de tela}$$

En la máquina convencional se tiene que un cilindro de gas dura 15 Horas lo que equivale a 2 días de trabajo y se obtienen 360 moldes. Ahora se va plantear el mismo escenario la máquina propuesta en este trabajo

4.4.2 Máquina propuesta en este trabajo

- Tiempo de trabajo 15 Horas
- La capacidad por proceso es de 603 moldes por hora.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- El tiempo es de 20 min, 30 min, 60 min, descritos inicialmente
- El valor del gas natural por 15 horas es de \$47.692 esta información es suministrada por EPM.

Con estos datos se puede determinar cuántas tandas de procesos se puede hacer durante el mismo tiempo de 15 horas (900 minutos)

Caso 1. Proceso en 20 min

$$\text{tandas de proceso} = \frac{90 \text{ min}}{20 \text{ min. proceso}} = 45 \text{ tandas}$$

Teniendo en cuenta que se realizan 45 tandas de procesos y que se pueden producir según la capacidad térmica de la caldera 603 moldes por hora equivalente a 201 moldes cada 20 minutos, al multiplicar por la cantidad de moldes que se pueden introducir en la máquina se obtiene:

$$\text{cantidad total} = 45 \text{ tandas} * 201 \text{ moldes} = 9045 \text{ moldes}$$

$$A \text{ total} = 1 \text{ m} * 1.2 \text{ m} * 9045 \text{ moldes} = 10854 \text{ m}^2$$

También se puede calcular la relación de producción teniendo en cuenta que con la máquina artesanal produce 432 m^2 de tela durante 15 horas de producción y la máquina en desarrollo produce 10854 m^2 durante las mismas 15 horas.

$$\frac{10845 \text{ m}^2}{432 \text{ m}^2} = 25.12$$

Teniendo el mismo tiempo de 15 horas se observa que la producción es 25.12 veces mayor, lo cual indica que la máquina aun así sigue siendo mucho más eficiente que la convencional y es más segura. A continuación, se evalúa cómo se comportará en el segundo escenario del tiempo de 30 min.

Caso 2. Proceso en 30 min.

$$\text{andas de proceso} = \frac{900 \text{ min}}{30 \text{ min. proceso}} = 30 \text{ tandas}$$

Teniendo en cuenta que se realizan 30 tandas de procesos, al multiplicar por la cantidad de moldes que se pueden introducir en la máquina se obtiene:

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

$$cantidad\ total = 30\ tandas * 301.5\ moldes = 9045\ moldes$$

$$A\ total = 1\ m * 1.2\ m * 9045\ moldes = 10854\ m^2$$

Caso 3. Proceso en 60 min

$$andas\ de\ proceso = \frac{900\ min}{60\ min.\ proceso} = 15\ tandas$$

Teniendo en cuenta que se realizan 15 tandas de procesos, al multiplicar por la cantidad de moldes que se pueden introducir en la máquina se obtiene:

$$cantidad\ total = 15\ tandas * 603\ moldes = 9045\ moldes$$

$$A\ total = 1\ m * 1.2\ m * 9045\ moldes = 10854\ m^2$$

Con el mismo tiempo de 15 horas se observa que la producción con la máquina en desarrollo es mayor el número de metros cuadrados plisados en comparación a la máquina tradicional, b cual indica que la máquina aun así sigue siendo más eficiente y segura que la convencional.

4.5 Análisis máquina artesanal (casera)

De acuerdo a la información suministrada por la micro empresa plisados crista el costo de un cilindro de gas Propano (GLP) es de \$50.000, la cual rinde para 15 horas de trabajo. Se procede a calcular el consumo por hora de la siguiente manera:

$$\text{Consumo energético máquina artesanal por hora: } \frac{\$ 50.000}{15\ h} = 3333.33\ \frac{\$}{h}$$

La máquina artesanal produce 432 m² de tela por cada 15 horas de trabajo continuo, con esta información se calcula la producción por hora

$$432\ m^2\ de\ tela \div 15\ h = 28.8\ m^2/h$$

Con la anterior información se obtiene el costo de producir un metro cuadrado de tela con la máquina artesanal.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

$$\frac{3333.33 \frac{\$}{h}}{28.8 \frac{m^2}{h}} = 115.74 \$/m^2$$

4.6 Análisis máquina en desarrollo

4.6.1 Consumo energético

Tarifa de EPM de acuerdo con la resolución de la (CREG 137/2013). Gas natural para la industria, valor m³: \$3429.5 m³.

Consumo de gas de la máquina: 1.38 m³/h. Este dato se obtiene del fabricante de la caldera(Anexo A).

Costo de energía de acuerdo con los valores suministrados por EPM: \$691,78 \$/kWhHoras

Horas trabajadas al mes: 192 horas.

4.6.2 Consumo de gas por hora

Para obtener el costo de gas por hora de la máquina, se multiplica el consumo del combustible por el costo del gas, de esta forma se calcula el valor del consumo de gas por horas.

$$1.38 \frac{m^3}{h} * 3429.5 \frac{\$}{m^3} = 4732.71 \frac{\$}{h}$$

4.6.3 Consumo de energía eléctrica

El consumo de energía de los diferentes dispositivos eléctricos y electrónicos de la máquina tienen un valor de consumo al mes, de acuerdo con los siguientes datos:

Costo de energía de acuerdo con los valores de EPM para las empresas: 691.78 \$/kWh

Válvula solenoide: 0.55 W (Emerson. Asco, 2021)

Pirómetro con termopar: 30 W

Botón de inicio y paso de la máquina: 10 W

$$0.55 W + 30 W + 10 W = 40.55 W$$

$$\frac{40.55 W}{1000} = 0.04055 kW$$

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Para obtener el costo de energía por hora de la máquina, se multiplica el consumo eléctrico de la máquina por el costo de la energía de EPM, De esta forma se calcula el valor del consumo de la máquina por kWh.

$$0.04055 \text{ kW} * 691.78 \frac{\$}{\text{kWh}} = 28.05 \frac{\$}{\text{h}}$$

Con los valores anteriormente calculados de consumo de energía eléctrica y gas se puede identificar cual sería el consumo energético de la máquina en desarrollo.

$$\text{consumo energetico} = 28.05 \frac{\$}{\text{h}} + 4732.71 \frac{\$}{\text{h}} = 4760.76 \frac{\$}{\text{h}}$$

Se tiene que se producen 10854 m² de tela durante 15 horas, calculados en (Numeral 4.4.2), se continua con el cálculo de los metros de tela producidos por hora.

$$\frac{10854 \text{ m}^2}{15 \text{ h}} = 723.6 \text{ m}^2/\text{h}$$

Ya con esta información se calcula el costo para producir un m² con la máquina actual.

$$\frac{4760.76 \frac{\$}{\text{h}}}{723.6 \frac{\text{m}^2}{\text{h}}} = 6.58 \frac{\$}{\text{m}^2}$$

4.6.4 Retorno de Inversión

Se continúa haciendo una diferencia entre el costo de producción de tela con la máquina en desarrollo y la máquina artesanal, de esta forma se obtiene el ahorro por m² de tela producido.

$$115.74 \$/\text{m}^2 - 6.58 \$/\text{m}^2 = 109.16 \$/\text{m}^2$$

Teniendo en cuenta que el costo de la máquina en desarrollo es de \$ 24'975.400 obtenido en las cotizaciones anexo a y c, se calcula cómo será el retorno de inversión de la siguiente manera: Manteniendo los niveles de producción con la máquina artesanal ($\frac{28.8 \text{ m}^2}{\text{h}}$), la inversión de la máquina en desarrollo se recuperaría en:

$$\text{ahorro por hora} = 28.8 \frac{\text{m}^2}{\text{h}} * 109.16 \frac{\$}{\text{m}^2} = 3143.8 \frac{\$}{\text{h}}$$

Para calcular el tiempo de recuperación de la inversión en horas, se divide el valor de la

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

máquina entre el ahorro por hora.

$$\$24'975.400 / 3143.8 \$/h = 7944.31 \text{ h}$$

Este valor se puede calcular en meses y años, sabiendo que se trabaja 192 h al mes.

$$7944.31 \text{ h} * \frac{1 \text{ mes}}{192 \text{ h}} = 41.37 \text{ meses}$$

$$41.37 \text{ meses} * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} = 3.44 \text{ años}$$

ya teniendo en cuenta los niveles de producción de la máquina en desarrollo se puede calcular cual sería el tiempo para retornar la inversión sabiendo que la producción es de $723.6 \text{ m}^2/h$.

$$\text{ahorro por hora} = 723.6 \frac{\text{m}^2}{\text{h}} * 109.16 \frac{\$}{\text{h}} = 78988.17 \frac{\$}{\text{h}}$$

Para calcular el tiempo de recuperación de la inversión en horas se divide el valor de la máquina entre el ahorro por hora.

$$\frac{\$24'975.400}{78988.17 \frac{\$}{\text{h}}} = 316.19 \text{ h}$$

Este valor se puede calcular en meses y años, sabiendo que se trabaja 192 h al mes.

$$316.19 \text{ h} * \frac{1 \text{ mes}}{192 \text{ h}} = 1.64 \text{ meses}$$

$$1.64 \text{ meses} * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} = 0.13 \text{ años}$$

Podemos identificar como varían los precios de las distintas máquinas: Máquina en desarrollo sin caldera, Máquina en desarrollo con caldera, la máquina industrial ZJ-217 y la Máquina casera, (Tabla 5).

Realizando un comparativo (Tabla 6) entre la máquina casera y la máquina en desarrollo, se puede

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

determinar cuáles son los niveles de producción, los costos energéticos y el retorno de inversión.

Tabla 5: Comparación de costos.

Máquina en Desarrollo sin caldera	Máquina en Desarrollo con caldera	Máquina industrial ZJ-217	Máquina casera
\$ 5'975.400	\$24'975.400	US10.000.00	\$1'000.000

Fuente: Autores

Tabla 6: Viabilidad económica entre máquina en desarrollo vs máquina casera.

ITEM	Máquina en desarrollo con caldera	Máquina casera
Producción por hora	723.6 m^2/h	28.8 m^2/h
Costo producción hora	4760.76 \$/h	3333.33 \$/h
Costo para producir un m^2	6.58 \$/ m^2	115.74 \$/ m^2
Retorno inversión en años	0.13 años	3.4 años

Fuente: Autores

Teniendo en cuenta la anterior tabla, (Tabla 6) se determina que, según las condiciones actuales de producción de la empresa Plisados cristal, si se adquiere la máquina en desarrollo manteniendo las cantidades de producción actual (28.8 m^2/h), el retorno de inversión sería aproximadamente en 3.4 años, teniendo en cuenta que producir un m^2 de tela actualmente cuesta, 115.74 \$/ m^2 . En caso de adquirir la máquina en desarrollo, aumentar los niveles de producción a 723,6 m^2/h y disminuyendo el costo de producción por m^2 a 6.58 \$/ m^2 esto generaría que el retorno de la inversión disminuya a 0.13 años.

Se verificó con los dueños de Plisados Cristal si para la empresa es conveniente aumentar los niveles de producción actual teniendo en cuenta que es una empresa pequeña y quizá no cuente con suficientes clientes para cubrir niveles de producción mayores, para lo que los dueños de Plisados Cristal responden que sí podrían cubrir los niveles de producción siempre y cuando se tomen medidas comerciales, como hacer contratación de vendedores o hacer publicidad o mercadeo. También argumentan que con los clientes que tienen actualmente cubrirían un gran porcentaje de este incremento de producción ya que en la actualidad solo les solicitan según sus niveles de producción.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

5 CONCLUSIONES

- Se diseñó una máquina de plisado aplicable en el proceso productivo de la empresa Plisados Cristal, atendiendo los criterios de eficiencia energética manteniendo una eficiencia del 61.06 % calidad del producto y seguridad en el trabajo.
- Después de plantear 3 escenarios diferentes de tiempo (20 min, 30 min, 60 min), se puede concluir que, con el nuevo diseño, se lograría reducir el tiempo empleado en más de un 100 % un mayor aumento de producción frente a la máquina rústica de Plisados Cristal, que emplea un tiempo de 2.5 horas por tanda para un total de 28.8 m² de tela plisada en este tiempo.
- De acuerdo con el costo de fabricación de la máquina, el cual es \$ 24'975.400, y el tiempo de recuperación de la inversión es de 0.13 años, su adquisición es viable ya que cuenta con un sistema mucho más seguro para los operarios, mejora la producción en cuanto a tiempo y cantidad, es una máquina de fácil uso y como se mencionó anteriormente su retorno de inversión en cuanto al ahorro es en poco tiempo.
- Teniendo como consideración las estrategias que debe implementar Plisados Cristal para poder adquirir la máquina en desarrollo, (nuevo personal comercial y/o estrategias de mercadeo) se determina como viable la compra y puesta en funcionamiento del equipo en desarrollo, teniendo en cuenta que es posible absorber el incremento en los niveles de producción.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

6 RECOMENDACIONES Y TRABAJO A FUTURO

- Realizar la construcción y la puesta a punto de la máquina.
- Para trabajos futuros se puede centrar este proyecto en que la máquina trabaje con fuentes de energía renovables a un bajo costo.
- Se puede trabajar a futuro en la investigación de los moldes debido que hay materiales sintéticos que pueden ser más económicos y eficientes en el proceso.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

7 REFERENCIAS

El Dia . (8 de 02 de 2018). *El día*. Obtenido de eldia.com: <https://www.eldia.com/nota/2018-2-8-1-49-14-la-delicadeza-del-plisado-mujer-platense>

Arteaga, V. (2016). *Cálculo y dimensionamiento de una cámara de refrigeración para productos orgánicos perecederos (tesis de pregrado)*. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Envigado, Colombia.

C Raurrichi, M. T. (01-04-1979). *España Patente nº ES47613*.

Cengel, Y. A., & Ghajar, A. J. (2011). *Transferencia de calor y masas. Fundamentos y aplicaciones*. Mexico: McGraw-Hill / Interamericana editores, s.a. de c.v.

Ciment pleating. (10 de 02 de 2021). *Ciment plisado*. Obtenido de Ciment plisado: <https://www.cimentpleating.com/services>

Contrataciones Sena. (16 de 06 de 2021). *Ficha tecnica materiales de confección*. Obtenido de Ficha Tecnica Materiales de confección : http://contratacion.sena.edu.co/_file/solicitudes/25357_2.pdf

Cooper, J. I. (01-02-2013). *España Patente nº Es2394514T3*.

Emerson. Asco. (20 de 06 de 2021). *Emerson.com/es-es*. Obtenido de Catálogo: Válvulas Solenoides de Bajo Consumo: <https://www.emerson.com/documents/automation/cat%E1logo-v%E1lvulas-solenoides-de-bajo-consumo-h-0-55w-es-mx-5314460.pdf>

HuaEn machinery. (10 de 2 de 2021). *Changzhou HuaEn garment machinery factory*. Obtenido de Changzhou HuaEn garment machinery factory: <http://www.hepleating.com/pleating-machine/home-pleating-machine.html>

HuaEn Machinery. (10 de 02 de 2021). *HuaEn*. Obtenido de HuaEn garment machinery factory: <http://www.hepleating.com/pleating-machine/dress-pleating-machine.html>

HuaEn, C. (10 de 02 de 2021). *HuaEn Machinery*. Obtenido de HuaEn Machinery: <http://www.hepleating.com/pleating-machine/kilt-pleating-machine.html>

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</p>		Código	FDE 089
			Versión	04
	Fecha	24-02-2020		

Incropera, F. P., & De Witt, D. P. (1999). *Fundamentos de transferencia de calor 4a. ed.* Mexico: Prentice halls hispanoamericana.

PID MAXWELL. (20 de 03 de 2021). *MaxWell*. Obtenido de MaxWell: <https://www.maxwell-fa.com/content/show/24/5>

Mochacki, B., & Duda, M. (2016). Numerical analysis of thermal processes in the system protective clothing - biological tissue subjected to an external heat flux. *Journal of Applied Mathematics and Computational Mechanics*, 15(2), 85-93. doi:10.17512/jamcm.2016.2.09

Servin, M. d. (2017). *Manual de técnicas Experimentales para creacion de telas de corto metraje*, Mexico: Universidad Iberoamericana Ciudad De México.

Yunes, A. C., & Boles, M. A. (2009). *Termodinámica 7 Edición* . México: McGraw-Hill Companies.



CALDERAS & QUEMADORES S.A.S
Venta de repuestos - Asesoría - Construcción
Montaje - Reparación - Instrumentación y Control



Anexo A: Cotización con ficha técnica de la caldera

ITAGÜÍ, 8 DE SEPTIEMBRE 2020

COT 287/20

CLIENTE: WALTER NORIEGA
CIUDAD: MEDELLÍN, ANTIOQUIA
CONTACTOS: WALTER NORIEGA
CORREO: coordinador.taller@meiker.co

ASUNTO: COTIZACIÓN DE UNA CALDERA DE 2 BHP A GAS CON QUEMADOR ON-OFF



Carrera 46 #75-39 | PBX: 377 41 06 / Telefax: 277 18 73
gerencia@calderasyquemadores.com.co | www.calderasyquemadores.com.co
itagüí - Antioquia - Colombia

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



ALCANCE: CALDERAS Y QUEMADORES S.A.S suministrara una caldera de 2BHP nueva, con las siguientes especificaciones:

I. CALDERA DE 2 BHP

1.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CALDERA 2 BHP	
MARCA	CALDERAS Y QUEMADORES.
CAPACIDAD	2 BHP
TIPO	Pira anular + chaquetas (o Piro tubular)
POSICION	Vertical
ACABADO	Cuerpo aislado en lana mineral de 2" de espesor nominal y cubierta metálica rectangular con acabado de pintura esmalte
PRESION DE DISEÑO	150 PSI
PRESION TABAJO	0 a 125 psig
ALTURA DE TRABAJO	Hasta 1.500 MTRS S.N.M.
QUEMADOR	Para GAS compacto on-off
GENERACION VAPOR	69 libras de vapor
SUPERFICIE CALENTAMIENTO	10 pies cuadrados
PASOS GASES DE COMBUSTION	Un (1)
COMBUSTIBLES A QUEMAR	Gas Natural
CONSUMO COMBUSTIBLE	2.4 Mtrs 3/h en el arranque
CONSUMO COMBUSTIBLE	1.38 Mtrs 3/h en carga de régimen

1.2 CONTROLES Y ACCESORIOS

Conjunto de nivel

- Control de nivel de agua
- Nivel visible de agua de la caldera
- Control de presión de vapor
- Válvula de seguridad
- Manómetro de presión
- Válvula de purga de columna
- Válvula de purga de fondo
- Válvula de salida de vapor 3"
- Válvula de entrada de agua 3"

Carrera 46 #75-39 | PBX: 377 41 06 / Telefax: 277 18 73
 gerencia@calderasyquemadores.com.co | www.calderasyquemadores.com.co
 itagüí - Antioquia - Colombia

- *Cheque de entrada de agua 3/4"*

1.3 QUEMADOR.

QUEMADOR
Potencia Máxima: 40000-120000Btu/h
Control: ON - OFF
Combustible: Gas Natural
Incluye
Válvula DUNGS de 1/2"
Sulche de presión de baja
Presastato



La imagen del quemador solo es ilustrativa

1.4 GABINETE ELECTRICO.

- *Compuesto por contactores, breques, pilotos de señalización.*
- *Elementos externos de control.*
- *Control de nivel auxiliar electrónico.*

1.5 TANQUE RECOLECTOR DE PURGAS

- *Flotador*
- *Termómetro*
- *Flauta perforada*
- *Accesorios*

1.6 TANQUE DE ALIMENTACIÓN

- *Capacidad: 9 glns*
- *Bomba de agua: horizontal*
- *Juego de nivel visible.*
- *Válvula flotadora.*

2. CARACTERISTICAS DE LA CALDERA

✓ CONSTRUCCIÓN

Caldera Pirobular, cámara de combustión húmeda, 2 pasos en el recorrido de los gases de combustión y para una presión máxima de diseño de 150 PSI. Se encuentra garantizada en la prueba Hidrostática

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



✓ **FUNCIONAMIENTO**

El funcionamiento del equipo es totalmente automática. Tiene sistema de seguridad programado con control de combustión electrónica, combinación de control de nivel de agua, quemador y control de presión. Independientemente la caldera cuenta con válvula de seguridad.

IMAGENES ILUSTRATIVAS DE LA CALDERA



3. PROPUESTA ECONOMICA

RESUMEN DE VALORES		
ITEM	DESCRIPCION	VALOR
I	Caldera 2 BHP	\$ 19.000.000

NOTA:

- El precio anterior no incluye instalación.

4. CONDICIONES COMERCIALES

4.1 IVA

No está incluido en el precio anterior y se cobrará de acuerdo a la legislación vigente en el momento de facturar. 19%

Carrera 46 #75-39 | PBX: 377 41 06 / Telefax: 277 18 73
 gerencia@calderasyquemadores.com.co | www.calderasyquemadores.com.co
 itagüí - Antioquia - Colombia

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



4.2 FORMA DE PAGO.

50% Anticipa, 50% Antes de despacho
(ENVIAR ORDEN DE COMPRA)

4.3 TIEMPO DE ENTREGA

Un Mes

4.4 VALIDEZ DE LA OFERTA

La validez de la presente oferta es de 20 días calendario, contados a partir de la fecha de presentación de ésta.

5. GARANTIA

CALDERAS Y QUEMADORES S.A.S, garantiza la caldera por el término de (1) año, contado a partir de la fecha de arranque, el correcto diseño y buena construcción de la caldera, incluye asistencia técnica en Medellín/Antioquia por problema en los componentes de la caldera más no por malos manejos, mal operación y falta de mantenimiento del equipo.

CALDERAS Y QUEMADORES S.A.S no se hace responsable por daños ocasionados por mal manejo, deficiencias de los equipos auxiliares e instalaciones no suministradas por CALDERAS Y QUEMADORES S.A.S, deficiencia e inestabilidad de la corriente eléctrica, la ausencia del agua en la caldera y el mal tratamiento químico del agua en la misma, anula la garantía por parte de CALDERAS Y QUEMADORE S.A.S , deficiencia de los combustibles, Intervención de terceros no autorizadas por CALDERAS Y QUEMADORES S.A.S, daños ocasionados por terremotos, incendio, vientos e inundaciones o similares que no pueden ser imputados como responsabilidad de CALDERAS Y QUEMADORES S.A.S La responsabilidad de CALDERAS Y QUEMADORES S.A.S estará limitada al suministro de las partes defectuosas para la reparación del producto, mas no a la instalación de las mismas, Reservándose el derecho de efectuar la reparación en sus instalaciones del Municipio de Itagüí (Antioquia), o en cualquier centro de reparación debidamente autorizada.

CALDERAS Y QUEMADORES S.A.S no asume responsabilidad por daño directo, incluyendo sin limitación, pérdidas de producción, tiempo ocioso, daños a terceros o cualquier otro costo, como consecuencia de algún inconveniente en los equipos suministrados por nosotros.

En relación con equipos eléctricos y electrónicos, tales como controladores y electroválvulas, CALDERAS Y QUEMADORES S.A.S se limitan a gestionar la garantía ante el fabricante de estas.

6. NOTAS:

- El presente valor no incluye envío ni instalación
- Una vez iniciado el proceso, la orden de compra no puede ser revocada o cancelada; o no ser que CALDERAS Y QUEMADORES S.A.S lo acepte con previo acuerdo de una indemnización.

Carrera 46 #75-39 | PBX: 377 41 06 / Telefax: 277 18 73
 gerencia@calderasyquemadores.com.co | www.calderasyquemadores.com.co
 itagüí - Antioquia - Colombia

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



- *El presente valor incluye solo los elementos relacionados, cualquier modificación de las condiciones iniciales planteada por CALDERAS Y QUEMADORES S.A.S, será considerada como adicionales y como tales serán facturadas con previa aprobación por parte del cliente.*
- *Las pólizas no están incluidas en esta propuesta, en caso de ser requeridas estas correrán por cuenta del cliente.*

7. SITIO DE ENTREGA

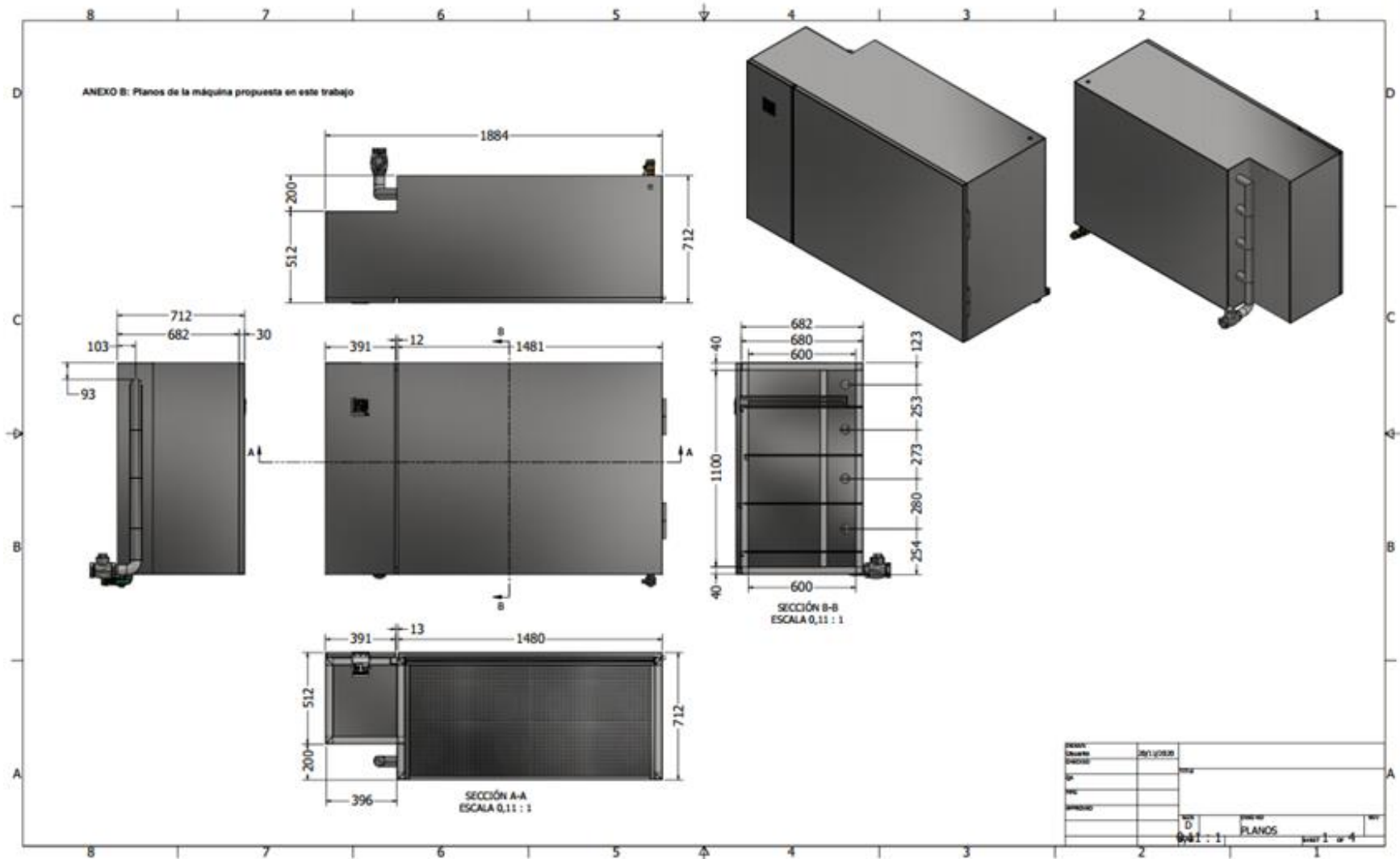
Las elementos anteriores serán entregadas en la planta de CALDERAS Y QUEMADORES S.A.S ubicada en el municipio de Itagüí, departamento de Antioquia sobre

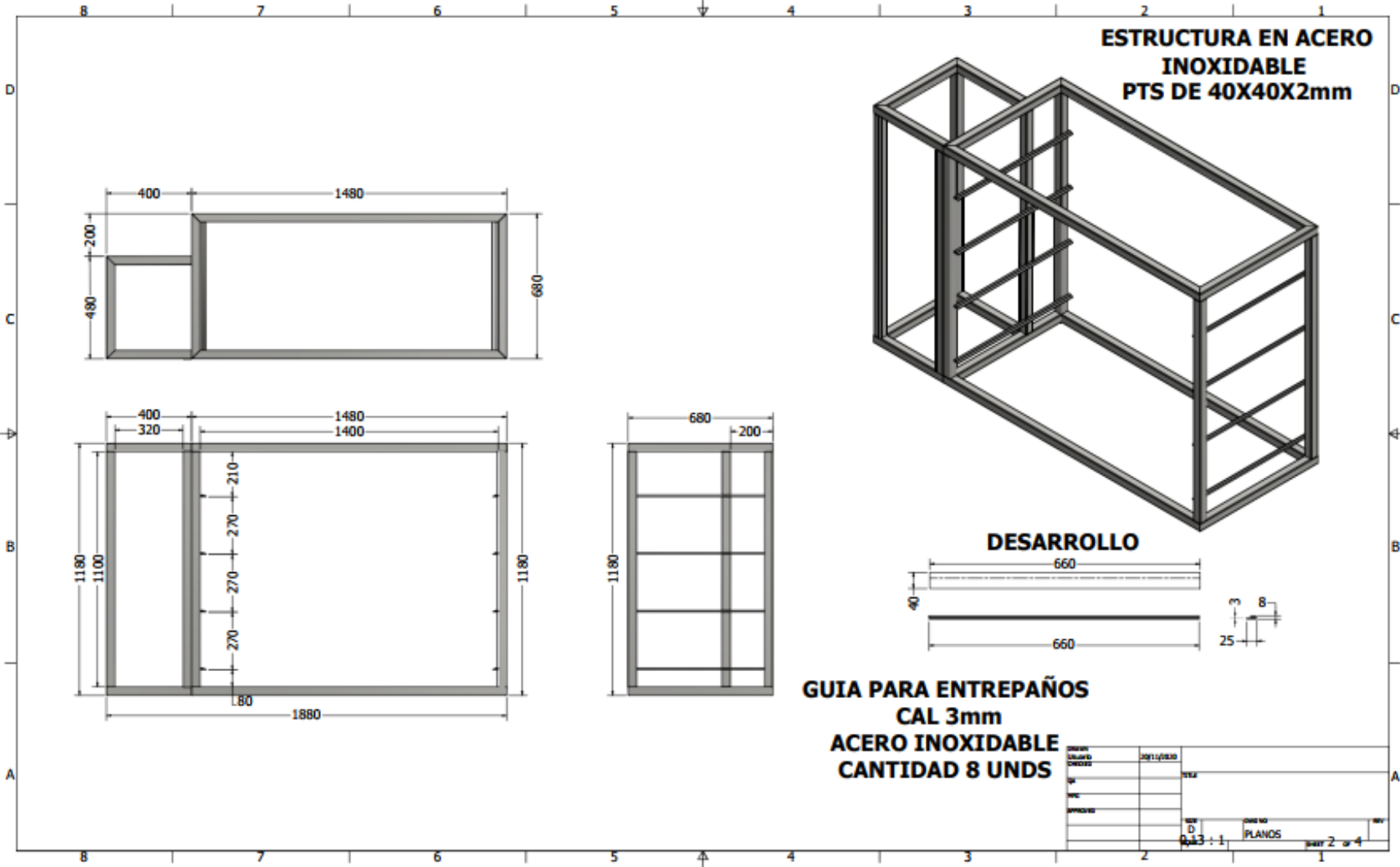
Cordialmente,

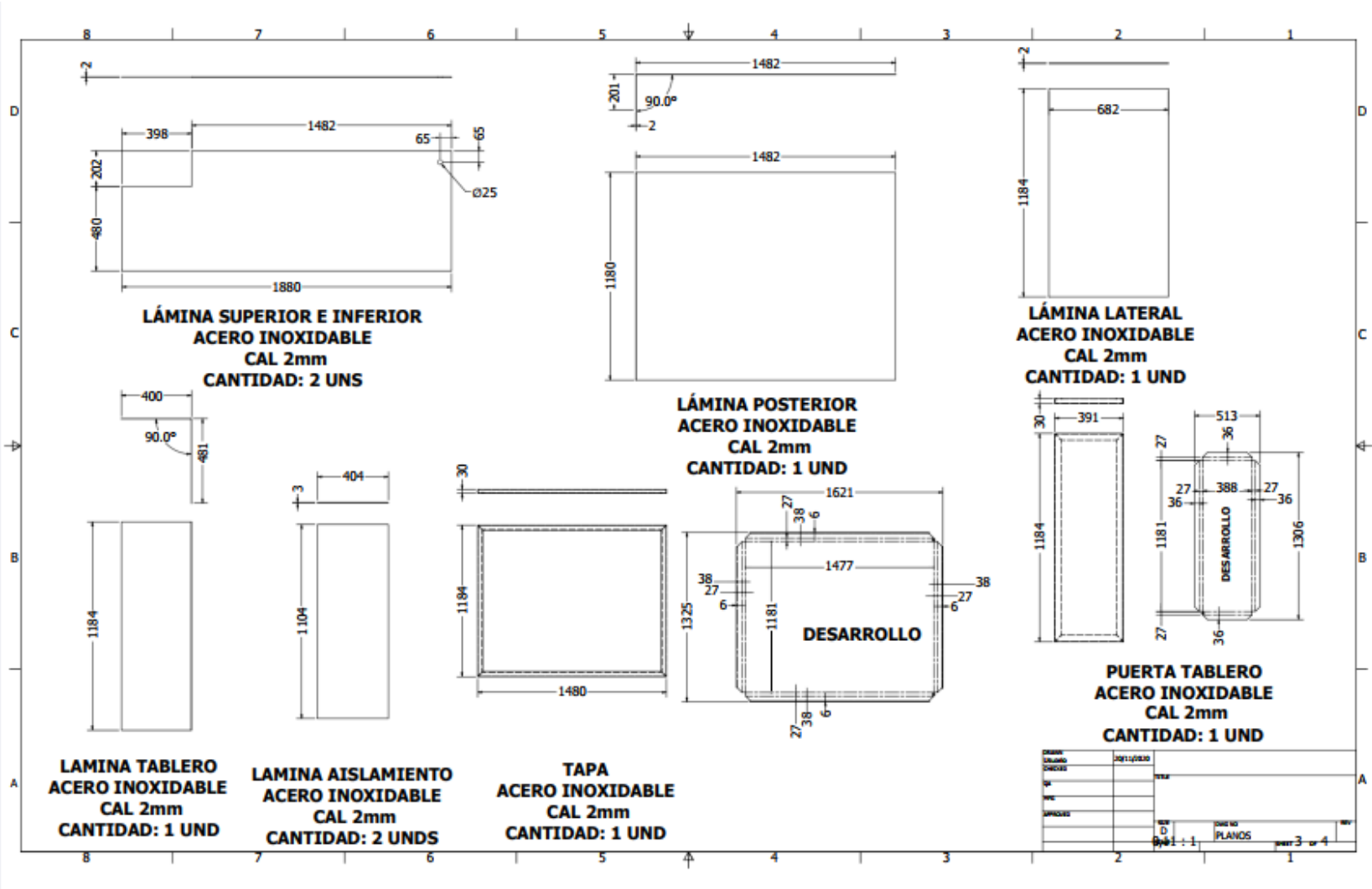
WILLIAM MUÑOZ VELEZ.

**Ingeniero de Proyectos
TP:AN230-32528 ACIEM**

Carrera 46 #75-39 | PBX: 377 41 06 / Telefax: 277 18 73
 gerencia@calderasyquemadores.com.co | www.calderasyquemadores.com.co
 Itagüí - Antioquia - Colombia







 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



ANEXO C: Cotización de máquina propuesta en este trabajo

Medellín, 2 de enero de 2021

Consecutivo M-14501-V-1

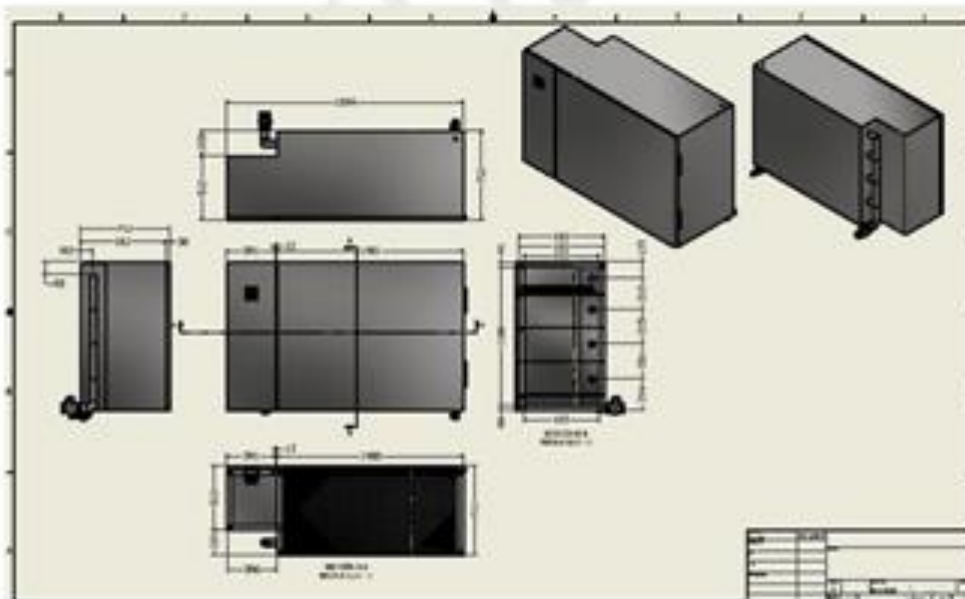
Ingeniero
Walter Noriega

Asunto: Cotización

En respuesta a la solicitud le estamos cotizando lo siguiente; **Fabricación de máquina de plisado en acero inox, según especificaciones del plano suministrado.**

1. Alcance

1.1. Suministro de materiales.



Calle 73 # 72 AB 47 (Bodega 27). PBX: (574) 264 81 56
 E-mail: Henry.jaramillo@meiker.co
 Medellín - Antioquia - Colombia

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Valor de la cotización \$5.975.400.00

(cinco millones novecientos setenta y cinco mil cuatrocientos)

2. Incluye:

- 2.1. Mano de obra Técnica, Coordinador.
- 2.2. Consumibles.
- 2.3. Acabado
- 2.4. Suministro de andamios.
- 2.5. Transportes.
- 2.6. Logística.

3. Aspectos comerciales:

- + Tiempo de entrega: 20 días
- + Validez de la oferta: 30 días calendarios
- + Forma de Pago: contra entrega.

4. Notas aclaratorias:

- Los precios anteriores no incluyen el IVA.
- Servicios y/o suministros no especificados en esta oferta y el documento interno para el cálculo del valor de esta oferta generaran un costo extra.
- En caso de aceptar esta cotización favor devolver una copia de ésta con la información solicitada en la parte inferior o una orden de compra al correo electrónico contacto@meiker.com.co, con el fin de confirmar el inicio del servicio.
- La factura irá acompañada del acta de entrega del servicio, la cual deberá ser firmada y devuelta en un plazo no mayor a cinco días hábiles. De no devolverse en ese lapso de tiempo, se dará por entendido que el servicio fue recibido a entera satisfacción.

Cordialmente,



	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020




Jhon Henry Jaramillo
Coordinador de proyectos.
Meiker.

Para nosotros es un orgullo prestar nuestros servicios en su compañía, por eso le solicitamos diligencie la siguiente información la cual certificara la aceptación de esta oferta:

Responsable de la aceptación: _____

Firma: _____

Fecha de aceptación: _____

CONFIDENCIAL



 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Changzhou HuaEn Garment Machinery Factory

No.2 Jianye Road, Xuejia Town, Xinbei Dist., Changzhou city, Jiangsu Prov., China (Mainland)

Tel.: 86-519-85960280

E-mail: cz-huacn@cz-huacn.com

ANEXO D: Cotización máquina industrial ZJ 416.

Quotation for ZJ-416 pleating machine

Buyer:
Address:
Cont.:
Price Term:

Tel.:
Quotation No:
Date:


Max. Press width: 1600mm
 Max press speed: 200m/h by VFD
 Pleat width: 2mm-8mm
 Motor power: 1.1kW
 Heating power: 10kW
 Size: 2600*1450*1600mm
 Packing size: 2700*1550*1800mm
 Net weight: 1000kgs
 Gross weight: 1250kgs

Free spare parts:
 ► ZJ-416 tool kit

Main pleat pattern: (pls see below picture)
 ► Crystal / vertical / tiny / toothpick pleat



Payment terms:	30% T/T prepayment and 70% T/T balance payment before loading container.
Voltage & Hz:	Customized
Documents available:	CE
Package:	Ply-wood case
Delivery time:	7 calendar days after receipt of prepayment

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



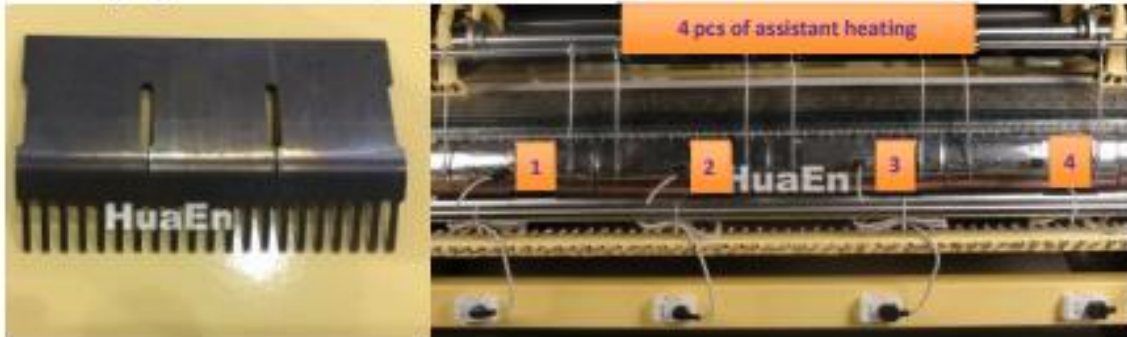
Changzhou HuaEn Garment Machinery Factory

No.2 Jianye Road, Xuejia Town, Xinbei Dist., Changzhou city, Jiangsu Prov., China (Mainland)

Tel: 86-519-85960280

E-mail: cz-huaen@cz-huaen.com

FOB Shanghai price of ZJ-416: US\$6,000.00



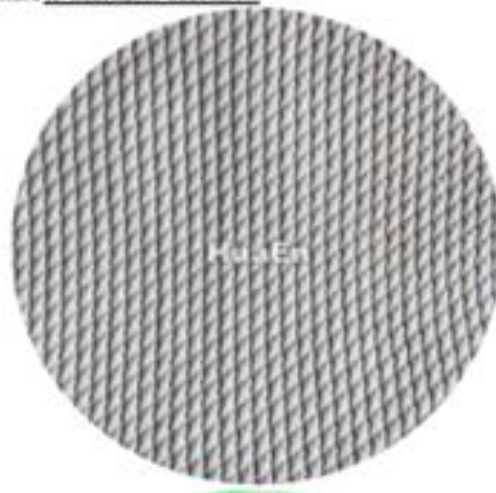
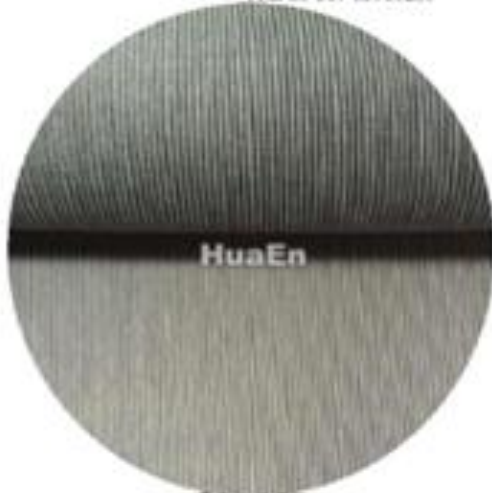


Changzhou HuaEn Garment Machinery Factory

No.2 Jianye Road, Xuejia Town, Xinbei Dist., Changzhou city, Jiangsu Prov., China (Mainland)

Tel: 86-519-85960280

E-mail: cz-huaen@cz-huaen.com





Changzhou HuaEn Garment Machinery Factory

No.2 Jiayue Road, Xuejia Town, Xinbei Dist., Changzhou city, Jiangsu Prov., China (Mainland)

Tel.: 86-519-85960280

E-mail: [cz-huasn@cz-huasn.com](mailto:cz-huasen@cz-huasn.com)

► After-sale service

Adjustment / training

1. Seller can send one engineer to buyer's site for instruction & training if needed. The fee is USD100/day/people. Time for travelling is included. Tentative time is 2-3 days.
2. Buyer is in charge of the translation, accommodation, food and round ticket between China Shanghai and Buyer country.

Guarantee

Guarantee time for machine including all parts is one year since machines are delivered.

Maintenance

1. Parts damaged due to personal negligence in guarantee time.
Cost of damaged parts will be charged.
2. Parts damaged due to proper operation in guarantee time.
Seller is responsible for sending parts for replacement by air in the first time.
3. Guarantee expires.
Cost of damaged parts will be charged.

► Final package



There will be a tool box delivered including basic tools and some spare parts.



 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Changzhou HuaEn Garment Machinery Factory

No.2 Jianye Road, Xuejia Town, Xinbei Dist., Changzhou city, Jiangsu Prov., China (Mainland)

Tel.: 86-519-85960280

E-mail: cz-huaen@cz-huaen.com

ANEXO E: Cotización máquina industrial ZJ 217.

Quotation for ZJ-217 fantasy pleating machine with computer control

Buyer:
Address:
Cont.:

Quotation No:

Price Term: FOB Shanghai

Max. Press width: 1700mm
 Max press speed: 20-150pleat/minute by VFD
 Pleat width: 1mm-60mm; Pleat depth: 2mm-30mm
 Pneumatic system: included
 Motor power: 1.1kW
 Heating power: 1.1kW*9
 Size: 3200*1650*1750mm
 Packing size: 3400*1750*2000mm (Adjustable)
 Net weight: 1300kgs
 Gross weight: 1650kgs

Free spare parts:

- ▶ ZJ-217 tool kit
- ▶ 1 set of wave knife
- ▶ 1 set of straight knife
- ▶ 1 set of bamboo leaf knife

Main pleat pattern: (pls see below picture)

- ▶ Wavy pleat
- ▶ Bamboo pleat
- ▶ Side pleat
- ▶ Box pleat
- ▶ Combined pleat

Payment terms:

30% T/T prepayment and 70% T/T balance payment before loading container.

Voltage & Hz:

380V & 50Hz or Customize

Documents available:

CE

Package:

Ply-wood case

Delivery time:

2-3 calendar days after receipt of prepayment if you use 380 Voltage and 50Hz.

FOB Shanghai price: US\$10,000.00





Changzhou HuaEn Garment Machinery Factory

No.2 Jianye Road, Xuejia Town, Xinbei Dist., Changzhou city, Jiangsu Prov., China (Mainland)

Tel.: 86-519-85960280

E-mail: cz-huaen@cz-huaen.com



 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020


Changzhou HuaEn Garment Machinery Factory
 No.2 Jianye Road, Xuejia Town, Xinbei Dist., Changzhou city, Jiangsu Prov., China (Mainland)
 Tel.: 86-519-85960280 E-mail: cz-huaen@cz-huaen.com

► It is 4 kinds of knives in totally. You may choose any 3 of them will be included.



 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020


Changzhou HuaEn Garment Machinery Factory
 No.2 Jianye Road, Xuejia Town, Xinbei Dist., Changzhou city, Jiangsu Prov., China (Mainland)
 Tel.: 86-519-85960280 E-mail: cz-huaen@cz-huaen.com



► **After-sale service**

Adjustment / training

1. Seller can send one engineer to buyer's site for instruction & training if needed. The fee is USD100/day/people. Time for travelling is included. Tentative time is 2-3 days.
2. Buyer is in charge of the translation, accomodation, food and round ticket between China Shanghai and Buyer country.

Guarantee

Guarantee time for machine including all parts is one year since machines are delivered.

Maintenance

1. Parts damaged due to personal negligence in guarantee time.
Cost of damaged parts will be charged.
2. Parts damaged due to proper operation in guarantee time.
Seller is responsible for sending parts for replacement by air in the first time.
3. Guarantee expires.
Cost of damaged parts will be charged.

► **Final package**



There will be a tool box delivered including basic tools and some spare parts.

Anexo F: Tabla de tarifas de gas natural CREG

Servicio de gas natural por red

De acuerdo con la Resolución CREG 137 de 2013, EPM informa los componentes del costo y las tarifas reguladas para los usuarios de los municipios atendidos en los diferentes mercados relevantes y submercados en el departamento de Antioquia.

Mes m de prestación del servicio: **octubre de 2020**

Mes de facturación: **noviembre de 2020**

- Los cargos fijos Cufm y cargos variables CUym, regulados, donde: $CUym = (Gm + Tm) / (1-p) + Dm * lpc + Cv + Cc$ $Cufm = Cfm$

Mercado relevante	Unidades	Antioquia Integrada (A)	San Roque (San José del Nus)	Puerto Berrio	El Peñol - Guatapé (B)	Cisneros	Amagá	Ciudad Bolívar	Yarumal (C)	Santa Fe de Antioquia (D)	Antioquia Suroriental (E)	
		175/17 y 013/18	175/17 y 013/18	175/17 y 013/18	175/17 y 013/18	175/17 y 013/18	175/17 y 013/18	175/17 y 013/18	175/17 y 013/18	175/17 y 013/18	002/07	
- Resolución CREG												
- Cargo de comercialización:	Cfm =	S/factura	Ver cuadro anexo	1.899,09	1.482,20	2.356,89	1.483,02	1.705,08	2.896,63	1.461,17	2.512,50	2.303,12
- Costo promedio unitario para compras de gas:	Gm =	S/m ³	814,51	793,14	793,14	793,14	814,51	793,14	793,14	793,14	793,14	583,41
- Costo unitario para transporte de gas:	Tm =	S/m ³	526,93	526,93	526,93	526,93	526,93	526,93	526,93	526,93	526,93	332,32
- Cargo promedio de distribución:	Dm =	S/m ³	494,11	142,88	129,25	118,72	68,29	97,73	140,56	114,93	141,14	433,26
- Costo variable de comercialización:	Cv =	S/m ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Costo unitario de confiabilidad:	Cc =	S/m ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Factor de poder calorífico:	lpc =	Adimers. %	1,07	1,06	1,06	1,06	1,07	1,06	1,06	1,06	1,1410	1,1410
- Porcentaje reconocido de pérdidas de gas:	p =	%	3,30%	3,30%	3,30%	3,30%	3,30%	3,30%	3,30%	3,30%	3,30%	2,60%
Límites de rangos residencial y límites mercado regulado y no regulado de Antioquia Suroriental	Rango 1	m ³	> 0	> 0	> 0	> 0	> 0	> 0	> 0	> 0	0-15.000	
	Rango 2	m ³									15.001-40.000	
	Rango 3	m ³									40.001-85.000	
	Rango 4	m ³									85.001-130.000	
	Rango 5	m ³									130.001-300.000	
	Rango 6	m ³									>300.000	> 0
Límite de rango comercial, oficial, exento y otros	Rango 1	m ³	> 0	> 0	> 0	> 0	> 0	> 0	> 0	> 0		
Límite de rango industrial, cogeneración y autogeneración mercado regulado.	Rango 1	m ³	0-150.000	> 0	> 0	> 0	> 0	> 0	> 0	> 0		
Cargos de distribución residencial Cargos de distribución mercado regulado y no regulado de Antioquia Suroriental.	D1	S/m ³	494,11	142,88	129,25	118,72	68,29	97,73	140,56	114,93	141,14	422,02
	D2	S/m ³										416,57
	D3	S/m ³										408,94
	D4	S/m ³										142,85
	D5	S/m ³										141,76
	D6	S/m ³										140,67
Cargo de distribución industrial, cogeneración, autogeneración, comercial, oficial, exento y otros mercado regulado.	D1	S/m ³	224,80	132,96	110,02	111,14	145,89	92,76	131,21	107,74	131,75	
	D2	S/m ³										
	D3	S/m ³										
	D4	S/m ³										
	D5	S/m ³										
	D6	S/m ³										
Costos unitarios variables residencial y mercado regulado de Antioquia Suroriental.	Cuf1	S/m ³	1.917,55	1.516,57	1.502,12	1.490,96	1.461,92	1.468,71	1.514,11	1.486,94	1.514,73	1.421,70
	Cuf2	S/m ³										1.415,48
	Cuf3	S/m ³										1.406,78
Costos unitarios variables industrial, cogeneración, autogeneración, comercial, oficial, exento y otros mercado regulado.	Cuf1	S/m ³	1.629,39	1.506,06	1.481,74	1.482,93	1.544,96	1.463,44	1.504,20	1.479,32	1.504,77	
	Cuf2	S/m ³										
	Cuf3	S/m ³										
Cargos fijos residenciales	Estratos 1 y 2	S/factura	Ver cuadro anexo	1.899,09	1.482,20	2.356,89	1.483,02	1.705,08	2.896,63	1.461,17	2.512,50	2.303,12
	Estratos 3 y 4	S/factura	Ver cuadro anexo	2.278,91	1.778,64	2.828,27	1.779,62	2.046,30	3.475,96	1.753,40	3.015,00	2.763,74
	Estratos 5 y 6	S/factura	Ver cuadro anexo	1.899,09	1.482,20	2.356,89	1.483,02	1.705,08	2.896,63	1.461,17	2.512,50	2.303,12
Cargos fijos oficial y exento.		S/factura	Ver cuadro anexo	2.068,11	1.614,12	2.566,65	1.615,01	1.856,83	3.154,43	1.591,21	2.736,11	2.508,10
Cargos consumo residenciales 0-20 m ³	1 Estrato	S/m ³	Ver cuadro anexo	804,46	739,03	793,88	759,57	756,12	975,22	791,56	916,83	1.379,34
	2 Estratos	S/m ³	Ver cuadro anexo	1.027,52	929,52	1.018,93	963,64	915,99	1.170,46	950,11	1.182,51	984,81
	3 y 4 Estratos	S/m ³		1.917,55	1.516,57	1.502,12	1.490,96	1.461,92	1.468,71	1.514,11	1.486,94	1.514,73
	5 y 6 Estratos	S/m ³		2.301,06	1.819,88	1.802,54	1.789,15	1.754,30	1.762,45	1.816,93	1.784,33	1.817,68
		S/m ³										1.706,04
Cargos consumos residenciales > 20 m ³	Estratos 1, 2, 3 y 4	S/m ³	1.917,55	1.516,57	1.502,12	1.490,96	1.461,92	1.468,71	1.514,11	1.486,94	1.514,73	1.421,70
	Estratos 5 y 6	S/m ³	2.301,06	1.819,88	1.802,54	1.789,15	1.754,30	1.762,45	1.816,93	1.784,33	1.817,68	1.706,04

Servicio de gas natural por red - Opción tarifaria transitoria para el componente variable del costo unitario

De acuerdo con la Resolución CREG 048 de 2020, EPM informa los cargos variables y las tarifas reguladas para los usuarios de los municipios atendidos en los diferentes mercados relevantes y submercados en el departamento de Antioquia.

Mes m de prestación del servicio: octubre 2020			Mes de facturación: noviembre de 2020									
Mercado relevante	Unidades	Antioquia Integrada (A)	San Roque (San José del Nus)	Puerto Berrío	El Peñol - Guatapé (B)	Cisneros	Amagá	Ciudad Bolívar	Yarumal (C)	Santa Fe de Antioquia (D)	Antioquia Suroriental (E)	
Cargos consumo residenciales 0-20 m ³	Estrato 1	\$/m ³	Ver cuadro anexo	800,49	664,23	793,87	759,71	751,34	959,25	791,56	913,39	1.154,48
	Estrato 2	\$/m ³	Ver cuadro anexo	1.016,90	836,19	1.017,67	953,81	903,85	1.151,03	949,97	1.171,35	774,40
Cargos consumos residenciales > 20 m ³	Estratos 1,2	\$/m ³	1.922,01	1.540,60	1.521,13	1.512,38	1.445,19	1.487,88	1.537,93	1.507,95	1.538,60	1.342,98

Antioquia Integrada	Tarifas		Cargo Fijo				Tarifas opción tarifaria	
	Estrato	Estrato	Estratos 3 y 4	Estratos 5 y 6	Industria, Comercio y otros	Oficiales	Estrato	Estrato
Medellín, Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Envigado, Itagüí, Sabaneta, La Estrella y Caldas	962,09	1.198,95	3.148,81	3.778,57	3.429,05	3.148,81	897,59	1.111,96
La Ceja	919,01	1.164,95	3.047,13	3.656,56	3.318,32	3.047,13	850,17	1.076,52
La Unión	905,80	1.138,76	2.373,30	2.847,96	2.584,52	2.373,30	837,00	1.054,30
El Retiro	928,50	1.149,11	2.373,30	2.847,96	2.584,52	2.373,30	852,44	1.058,59
Sonsón	924,39	1.148,69	2.464,09	2.956,91	2.683,39	2.464,09	850,84	1.071,63
Apartadó	1.386,01	1.658,70	2.420,95	2.905,14	2.636,41	2.420,95	1.386,02	1.653,66
Carepa, Chigorodó, Necoclí, Arboletes y Turbo.	1.360,37	1.632,86	2.812,24	3.374,69	3.062,53	2.812,24	1.348,80	1.612,26
San Juan de Urabá	1.167,87	1.401,35	2.078,71	2.494,45	2.263,72	2.078,71	1.151,73	1.383,84
Yolombó, Maceo, Caracolí, Amalfi, Santo Domingo y San Vicente.	1.177,87	1.449,37	2.513,90	3.016,68	2.737,84	2.513,90	1.172,02	1.442,11
Frontino, Cañasgordas, Fredonia, Santa Bárbara, Jardín y Jericó.	1.120,98	1.344,30	1.661,79	1.994,15	1.800,69	1.661,79	1.120,69	1.342,17
Ituango, Liborina, Olaya, Sabanalarga, San Andrés de Cuerquia y Valdivia.	1.092,60	1.312,14	3.589,04	4.306,85	3.908,46	3.589,04	1.077,65	1.292,97
Concepción, Dabeiba, Remedios, San José de la Montaña, San Roque Urbano, Toledo, Vegachi y Yalí.	1.050,12	1.292,54	2.603,11	3.123,73	2.834,79	2.603,11	1.034,51	1.275,35
Abejorral, Angelópolis, Belmira, Betania, Betulia, Caramanta, Carolina del Príncipe, Cocorná, Concordia, Gómez Plata, Granada, Guadalupe, Hispania, Montebello, Mutatá, Pueblorrico, Puerto Nare, Salgar, San Carlos, San Luis, San Pedro de Urabá, San Rafael, Támesis, Tarso, Titiribí, Urao, Valparaiso, Venecia, Maceo, corregimientos de La Sierra y La Pesca, Salgar, San Carlos, San Luis, San Pedro de Urabá, San Rafael, Támesis, Tarso, Titiribí, Urao, Valparaiso y Venecia.	1.089,18	1.373,42	2.535,99	3.043,19	2.761,69	2.535,99	1.077,95	1.362,84

Notas:

Composición mercados relevantes:

(A) Incluye los municipios de Medellín, Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Envigado, Itagüí, Sabaneta, La Estrella, Caldas, La Ceja, La Unión, El Retiro, Sonsón, Apartadó, Turbo, Chigorodó, Carepa, Necoclí, Arboletes, Frontino, Cañasgordas, Fredonia, Santa Bárbara, Jardín, Jericó, San Juan de Urabá, Abejorral, Angelópolis, Belmira, Betania, Betulia, Caramanta, Carolina del Príncipe, Cocorná, Concordia, Gómez Plata, Granada, Guadalupe, Hispania, Montebello, Mutatá, Pueblorrico, Puerto Nare, Salgar, San Carlos, San Luis, San Pedro de Urabá, San Rafael, Támesis, Tarso, Titiribí, Urao, Valparaiso, Venecia, Maceo, Amalfi, Santo Domingo, Caracolí, Yolombó, San Vicente, Ituango, Liborina, Olaya, Sabanalarga, San Andrés de Cuerquia, Valdivia, Concepción, Dabeiba, Remedios, San José de la Montaña, San Roque (urbano), Toledo, Vegachi y Yalí.

(B) Incluye los municipios de El Peñol y Guatapé.

(C) Incluye los municipios de Yarumal, Santa Rosa de Osos, Don Matías, Entreríos y San Pedro de los Milagros.

(D) Incluye los municipios de Santa Fe de Antioquia, San Jerónimo y Sopetrán.

(E) Incluye los municipios de Rionegro, Marinilla y Guarne.

Nota adicional: se da continuidad a la política de subsidios para estratos 1 y 2, de acuerdo con la Resolución CREG 186 de 2014.



FIRMA ESTUDIANTES

Alexis C. H.

[Handwritten Signature]

Walter Noriega

FIRMA ASESORES

[Handwritten Signature]

Entrega de revisión No. 3

FECHA ENTREGA: 28 de septiembre de 2021