

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA DE ADMINISTRACIÓN FINANCIERA

ANÁLISIS FINANCIERO COMPARATIVO DE PROYECTOS DE
INVERSIÓN
EN EQUIPO DE PESAJE DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN,
EN LA
INDUSTRIA DEL VIDRIO EN GUATEMALA

Informe final de tesis para la obtención del Grado de Maestro en Ciencias, con base en el Normativo de Tesis para optar al Grado de Maestro en Ciencias aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas en el Numeral 6.1, Punto SEXTO del Acta 15-2009 de la sesión celebrada el 14 de julio de 2009.

Asesora

MSc. Lesbia Lisseth Lemus López

Postulante

Ing. Wualfred Antonio Alvarado Vargas

Guatemala, mayo de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

Decano: Lic. José Rolando Secaida Morales
Secretario: Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
Vocal I: Lic. MSc. Álvaro Joel Girón Barahona
Vocal II: Lic. Carlos Alberto Hernández Gálvez
Vocal III: Lic. Juan Antonio Gómez Monterroso
Vocal IV: P.C. Oliver Augusto Carrera Leal
Vocal V: P.C. Walter Obdulio Chiguichón Boror

JURADO EXAMINADOR QUE PRACTICÓ EL EXAMEN PRIVADO DE TESIS
SEGÚN EL ACTA CORRESPONDIENTE

Presidente: Dr. José Alberto Ramírez Crespín
Secretario: MSc. Juan de Dios Alvarado López
Examinador: MSc. Edgar René Guevara Recinos



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
 ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

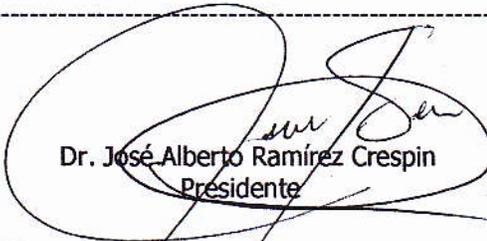
ACTA No. 41-2011

En el salón número 1 del Edificio S-11 de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, nos reunimos los infrascritos miembros del Jurado Examinador, el 17 de noviembre de 2011, a las 19:00 horas para realizar el **EXAMEN GENERAL DE TESIS** del ingeniero **Wualfred Antonio Alvarado Vargas**, carné No. 100015635, estudiante de la Maestría en Administración Financiera, como requisito para optar al grado de Maestro (a) en Ciencias de la Escuela de Estudios de Postgrado. El examen se realizó de acuerdo con el Normativo de Tesis, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas en el Numeral 6.1, Punto SEXTO del Acta 15-2009 de la sesión celebrada el 14 de julio de 2009.

Se evaluaron de manera oral los elementos técnico-formales y de contenido científico del informe final de la tesis elaborada por el (la) postulante, denominada **"ANÁLISIS FINANCIERO COMPARATIVO DE PROYECTOS DE INVERSIÓN EN EQUIPO DE PESAJE DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN, EN LA INDUSTRIA DEL VIDRIO EN GUATEMALA"**.

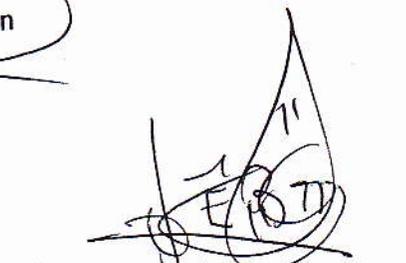
El examen fue **APROBADO** por **UNANIMIDAD** de votos, **CON ENMIENDAS** por el Jurado Examinador.-
 Previo a la aprobación final de la tesis, el (la) postulante deberá incorporar las recomendaciones emitidas por el Jurado Examinador, las cuales se le entregan por escrito y las presentará en el plazo máximo de 30 días a partir de la presente fecha.

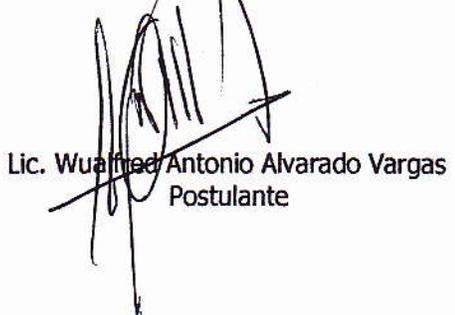
En fe de lo cual firmamos la presente acta en la Ciudad de Guatemala, a los diecisiete días del mes de noviembre de dos mil once.


 Dr. José Alberto Ramírez Crespin
 Presidente


 MSc. Juan de Dios Alvarado López
 Secretario




 MSc. Edgar René Guevara Recinos
 Vocal I


 Lic. Wualfred Antonio Alvarado Vargas
 Postulante

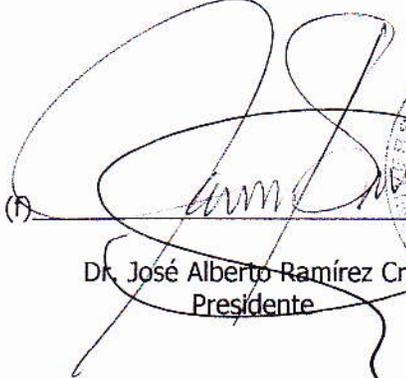


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

ADENDUM

El infrascrito Presidente del Jurado Examinador CERTIFICA que el estudiante Wualfred Antonio Alvarado Vargas, incorporó los cambios y enmiendas sugeridas por cada miembro examinador del Jurado.

Guatemala 11 de febrero de 2012



Dr. José Alberto Ramírez Crespin
Presidente



FACULTAD DE CIENCIAS
ECONOMICAS

Edificio "S-8"

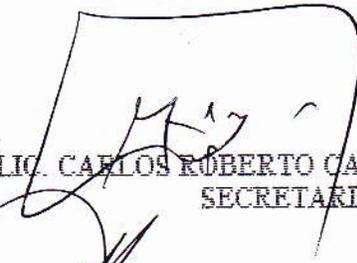
Ciudad Universitaria, Zona 12
GUATEMALA, CENTROAMERICA

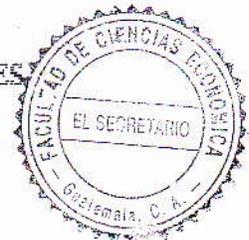
**DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS.
GUATEMALA, DIECISEIS DE ABRIL DE DOS MIL DOCE.**

Con base en el Punto QUINTO, inciso 5.1, subinciso 5.1.2 del Acta 6-2012 de la sesión celebrada por la Junta Directiva de la Facultad el 16 de marzo de 2012, se conoció el Acta Escuela de Estudios de Postgrado No. 41-2011 de aprobación del Examen Privado de Tesis, de fecha 17 de noviembre de 2011 y el trabajo de Tesis de Maestría en Administración Financiera, denominado: "ANÁLISIS FINANCIERO COMPARATIVO DE PROYECTOS DE INVERSIÓN EN EQUIPO DE PESAJE DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN, EN LA INDUSTRIA DEL VIDRIO EN GUATEMALA", que para su graduación profesional presentó el Ingeniero WUALFRED ANTONIO ALVARADO VARGAS, autorizándose su impresión.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


LIC. CARLOS ROBERTO CABRERA MORALES
SECRETARIO




LIC. JOSE ROLANDO SECAÍDA MORALES
DECANO



Smp.


Ingrid
REVISALCO

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por todas sus bendiciones.

A mis padres, por motivarme a seguir siempre adelante.

A mis hermanos por estar siempre a mi lado.

A mis catedráticos, por los conocimientos compartidos.

A todos mis compañeros de la Maestría de Administración Financiera, por compartir su amistad y experiencia profesional.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, por ser mi centro de estudios.

CONTENIDO

	Pág. No.
RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN	iii
1 ANTECEDENTES	1
2 MARCO TEÓRICO	3
2.1 Análisis financiero	3
2.1.1 Evaluación financiera	3
Metodología e interpretación del cálculo del Valor	
2.1.2 Presente Neto	4
Metodología e interpretación del cálculo de la tasa interna	
2.1.3 de rendimiento	6
2.1.4 Crédito bancario	8
2.1.5 Gastos financieros	9
2.1.6 La depreciación	9
2.1.6.1 Depreciación contable	9
2.1.6.2 Método depreciación de línea recta	10
2.1.7 Definición de Interés	
2.2 Análisis técnico	12
2.2.1 Báscula de pesaje	12
2.2.2 Funcionamiento de una báscula mecánica	12
2.2.3 Funcionamiento de una báscula electrónica	13
2.2.4 Horno de fundición	14
2.2.5 El vidrio	15
2.2.5.1 La caliza	15
2.2.5.2 El carbonato de sodio	15
2.2.5.3 La arena de Sílica	
3 METODOLOGÍA	17
3.1 Planteamiento del Problema	17
3.2 Justificación del Problema	18
3.3 Delimitación del Problema	18
3.4 Objetivos	19
3.4.1 Objetivo general	19
3.4.2 Objetivos específicos	19
3.5 Hipótesis	19
3.6 Método	19
3.7 Técnicas	20
3.7.1 Técnicas de investigación documental	20
3.7.2 Técnicas de investigación de campo	21
4 ANÁLISIS FINANCIERO COMPARATIVO DE LAS PROPUESTAS	22
4.1 Propuesta de reparación del sistema de pesaje	24
4.1.1 Inversión inicial mantenimiento del sistema	25
Financiamiento de la propuesta de mantenimiento del	
4.1.2 equipo de pesaje	26
4.1.3 Flujo de efectivo de la propuesta de mantenimiento	27

4.2	Propuesta de reemplazo y automatización del equipo	30
4.2.1	Sistema de formulación de materias primas	31
4.2.2	Sistema automático de formulación	31
4.2.3	Programa de cómputo de control de producción	32
4.2.4	Inversión inicial de proyecto	33
4.2.5	Financiamiento de la propuesta de reemplazo y automatización	34
4.2.6	Flujo de efectivo del proyecto de la propuesta de reemplazo y automatización	35
4.2.7	Flujo de efectivo de la propuesta de mantenimiento	37
4.3	Análisis financiero comparativo de las propuestas a analizar	39
	CONCLUSIONES	41
	RECOMENDACIONES	42
	BIBLIOGRAFÍA	43
	GLOSARIO	46
	ÍNDICE DE CUADROS	49
	ÍNDICE DE FIGURAS	50
	ANEXOS	51

RESUMEN

Este estudio está enfocado a determinar entre dos propuestas de proyectos de inversión, cuál es la mejor opción. La investigación fue realizada en el sector industrial del vidrio soplado en Guatemala.

Se denomina vidrio soplado a una técnica de fabricación de objetos de vidrio mediante la creación de burbujas en el vidrio fundido. Estas burbujas se obtienen inyectando aire a presión a través de un largo tubo metálico, ya sea por medio de una máquina o de forma artesanal. El vidrio se obtiene por fusión a unos 1500 °C de arena de sílice, carbonato de sodio, y caliza. Estos materiales deben ser pesados, según proporciones adecuadas a la fórmula del vidrio. Para pesar estos se utiliza un sistema de cinco básculas, las cuales pesan y mezclan la fórmula del vidrio.

El sistema de pesaje se instaló en 1970 aproximadamente, y debido al tiempo de vida del equipo, se encuentra con dificultades técnicas para su funcionamiento, por lo que se considera analizar dos proyectos de inversión; a) propuesta de reparación del sistema de pesaje, y b) propuesta de reemplazo y automatización del equipo.

El objetivo del trabajo es determinar entre los proyectos de reparación o reemplazo de equipo de pesaje del departamento materias primas de la empresa Vidrio Fino, S.A., cuál será la mejor opción en términos financieros.

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó como base fundamental el método científico. En el proceso de la investigación, se partió de aspectos generales hacia aspectos particulares. Tomando en cuenta desde el proceso de formulación de vidrio hasta el análisis financiero de las propuestas de los proyectos de inversión.

Al realizar la investigación se delimitó el problema a sector industrial, y para que cumpla con los requisitos necesarios se ha descrito una justificación del problema, en donde se ha detallado la razón de la investigación, también se

indican los objetivos, antecedentes y marco teórico, luego se define una hipótesis que describe la potencial solución de la investigación.

El estudio, se presenta los costos de cada proyecto, así como los gastos financieros y reducciones en costos que existen, luego de determinar cada uno, se realiza un flujo de efectivo a 10 años del cual se obtiene el Valor Presente y, posteriormente, se toma la decisión sobre qué proyecto financieramente es más rentable por medio de un comparativo de las propuestas.

Es importante mencionar que toda industria de producción de vidrio soplado que desee realizar cambios en su maquinaria de producción debe considerar al menos dos opciones de evaluación. En este caso la inversión inicial del proyecto de reparación es Q386,000, mientras que la de reemplazo y automatización del equipo es Q727,208.00; sin embargo, los beneficios que ofrece el proyecto de reemplazo son superiores al de mantenimiento, debido a que la reducción de los costos asciende a Q211,397.92 anuales comparado con Q30,720.00 del proyecto de reparación del sistema de pesaje.

Cabe mencionar que los datos presentados en el trabajo son reales, pero para efectos de esta investigación se modificó el nombre de la entidad.

INTRODUCCIÓN

El vidrio se forma con diferentes tipos de sales siendo el componente más importante es el dióxido de silicio en forma de arena, y al cual se añade carbonato sódico y piedra caliza (carbonato de calcio). El tono verdoso del vidrio antiguo se debe a las impurezas de hierro de la arena y los vidrios modernos incorporan otros ingredientes para mejorar el color y algunas de sus propiedades, por ejemplo, la resistencia al calor.

El vidrio es el más universal de los envases, al no contar con contraindicación de uso alguna, está presente en todos los sectores y en algunos de ellos en exclusiva, aunque es la industria agroalimentaria a la que más estrechamente ligado se encuentra.

El vidrio es un material de estructura amorfa, que se obtiene por enfriamiento rápido de una masa fundida lo cual impide su cristalización, de aquí surge otra definición que dice que el vidrio es un líquido sobreenfriado, esto quiere decir, de altísima viscosidad a temperatura ambiente; por lo que, parece un sólido y cuando se encuentra a 1450°C es un líquido de baja viscosidad. A esa temperatura su viscosidad es parecida a la de la miel, sin embargo a temperatura ambiente el vidrio se comporta estructuralmente como un líquido congelado, dicho de otra forma es un líquido que se enfría tan rápidamente que es imposible que se formen cristales y cuando el vidrio se enfría lentamente se forman cristales a este fenómeno que se conoce como devitrificación.

El proceso de fabricación de los envases de vidrio comienza cuando las materias primas (arena, soda, caliza, componentes secundarios y envases de vidrio reciclados) se funden a 1500°C. El vidrio obtenido, aún en estado fluido y a una temperatura de unos 900°C, es distribuido a los moldes donde obtienen su forma definitiva.

Posteriormente, se traslada a un horno de recocido en la que, mediante un tratamiento térmico, se eliminan tensiones internas y el envase de vidrio adquiere su grado definitivo de resistencia.¹

El vidrio soplado consiste en una técnica de fabricación de objetos de vidrio mediante la creación de burbujas en el vidrio fundido, estas burbujas se obtienen inyectando aire dentro de una pieza de material a través de un largo tubo metálico, ya sea por medio de una máquina o bien de forma artesanal, soplando por el otro extremo.²

La industria del vidrio en Guatemala es una industria con más 40 años de antigüedad, en la cual se fabrican utensilios de vidrio para el hogar y la industria, utilizando la técnica de vidrio soplado.

Este trabajo está estructurado por capítulos para una mejor comprensión del tema. En el primer capítulo esta la información que fue la base para el desarrollo del trabajo y sus antecedentes. El segundo capítulo contiene el marco teórico conceptual, que es la extracción y recopilación de las teorías científicas relevantes necesarios para sustentar con referencia el tema que se trata; el tercero contiene los principales aspectos metodológicos relacionados como el planteamiento del problema, el cual nos menciona que el equipo de pesaje actual tiene deficiencias y se debe evaluar entre dos proyectos, además se justifica el análisis de los proyectos ya que el sistema de pesaje se instaló en 1970 aproximadamente, y debido al tiempo de vida del equipo, este ya está obsoleto y con una cantidad de repuestos limitada. Los objetivos del informe son:

Objetivo general:

Determinar, en términos financieros, cuál de los dos proyectos de reparación y reemplazo y automatización de equipo de pesaje del departamento de materias primas de la empresa Vidrio Fino, S.A. representa la mejor opción.

¹ Producción de vidrio. Disponible en: <http://cesig.univalle.edu.co/html/modules.php?name=News&file=print&sid=170>. Consultado el 1 octubre 2011

² Vidrio Soplado. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Vidrio_soplado. Consultado el 2 octubre de 2011

Objetivos específicos:

- a) Determinar inversión inicial de cada una de las propuestas.
- b) Determinar los gastos financieros y otros gastos, tanto para la reparación como reemplazo y automatización de equipo de pesaje.
- c) Establecer la reducción de costo para cada uno de los proyectos.
- d) Comparar los resultados obtenidos de las propuestas de inversión y proponer la mejor opción.

La hipótesis del estudio:

El reemplazo y automatización del sistema de pesaje del departamento de materias primas es mejor opción que la reparación del sistema, no obstante el costo de inversión inicial es mayor, pero los beneficios a lo largo de la vida útil del proyecto serán mejores para la empresa.

En el capítulo cuarto se desarrolló un análisis financiero para dos propuestas de proyecto de la empresa Vidrio Fino, S.A, las cuales se analizan por separado y se realiza un análisis financiero comparativo, para la toma de decisión.

Por último, se dan a conocer las conclusiones y recomendaciones derivadas del trabajo realizado. Para complementar o ampliar la información contenida en el cuerpo de la tesis, se incluye terminología técnica y bibliografía.

1. ANTECEDENTES

El origen de la fabricación del vidrio se remonta hasta 5000 a.C, con el descubrimiento de la impermeabilización de las vasijas mediante un barniz que se obtenía a partir de una mezcla fundida de sosa natural, abundante en los oasis del desierto occidental de Egipto, o extraída de las cenizas de ciertas plantas ricas en álcalis, con piedra calcárea o cal y arena de cuarzo; se vertía este líquido sobre los recipientes o se sumergía en la masa de fusión y una vez fríos quedaban recubiertos de una capa solidificada de vidrio. En el transcurso de los siglos, el hombre fue apreciando las ventajas de este barniz, en particular su maleabilidad a las temperaturas inferiores a su punto de fusión, propiedad en la que se fundan algunas de las primeras técnicas del vidrio. Desde el 2600 a.C, aproximadamente, el vidrio se convierte en una materia apreciada y fabricada por sí misma, según técnicas diversas.

Los egipcios fabricaron el vidrio hasta el 1200 a.C., produjeron un vidrio claro y coloreado de azul y verde. Hacían vasos. En el año 75 a.C los sopladores de vidrio comenzaron a producir, para uso doméstico y artículos más asequibles que encontraron gran acogida. La innovación más espectacular fue el logro del vidrio plano de ventanas.

Hacia 1820 se inicia la fabricación del vidrio en América, a cuyos vidrieros se deben importantes inventos, el primero de los cuales fue el moldeo a presión en moldes de hierro (1827). Durante los siglos XVII y XVIII, debido a la actividad de la construcción, se extiende y mejora rápidamente la fabricación del vidrio plano de ventanas, con los procedimientos de colado y laminado sobre mesa metálica. En 1904, el ingeniero belga, Emile Fourcault, inició el método que lleva su nombre, consistente en sacar el vidrio del horno en forma de láminas o placas.

Luego la masa fluye por sí misma desde el horno a una pequeña cámara, este sería el fin del soplado para la fabricación del vidrio plano de ventanas. La introducción de las lámparas de aceite y la camisa de incandescencia a gas, en

1883, provocó gran demanda de vidrios para lámparas cuya producción fue automatizada hacia 1900; utilizando su nuevo vidrio refractario al borosilicato, las fábricas Schott de Jena llegaron a producir unos 40 millones de vidrios para lámparas al año. En 1879, los “*Corning Glass Works*” fabricaron sus primeras ampollas de Edison, quien dos años más tarde lanzarían sus famosas lámparas eléctricas de incandescencia; allí también las lámparas automáticas pudieron pronto responder a la formidable de lámparas eléctricas de todo el mundo.

En 1903, la industria del vidrio se revolucionó cuando Michael J. Owens, inventó la máquina automática de fabricación de botellas. Sin duda fue el avance más significativo en la industria del vidrio desde la invención del tubo de soplado en el año 50 a.C. La máquina Owens, impulsó la formación de la empresa *Owens Bottle-Machine Company*, también en 1903, y sentó las bases para los futuros avances tecnológicos.³

³ Historia del Vidrio. Disponible en: http://www.o-i.com/about_oi.aspx?id=1348. Consultado el 15 julio 2011

2. MARCO TEÓRICO

En el marco teórico se encuentran las preposiciones que sirven de referencia al tema de estudio y que al estar ligadas entre sí, constituyen el ámbito teórico dentro de la cual la investigación formula las proposiciones específicas, describe e interpreta los hechos que interesan.

2.1 Análisis financiero

El análisis de los proyectos constituye la técnica matemático-financiera y analítica, a través de la cual se determinan los beneficios o pérdidas en los que se puede incurrir al pretender realizar una inversión o algún otro movimiento, en donde uno de sus objetivos es obtener resultados que apoyen la toma de decisiones referente a actividades de inversión. Asimismo, al analizar los proyectos de inversión se determinan los costos de oportunidad en que se incurre al invertir al momento para obtener beneficios al instante, mientras se sacrifican las posibilidades de beneficios futuros, o si es posible privar el beneficio actual para trasladarlo al futuro, al tener como base específica a las inversiones.⁴

Una de las evaluaciones que deben de realizarse para apoyar la toma de decisiones en lo que respecta a la inversión de un proyecto, es la que se refiere a la evaluación financiera, que se apoya en el cálculo de los aspectos financieros del proyecto.

El análisis financiero se emplea también para comparar dos o más proyectos y para determinar la viabilidad de la inversión de un solo proyecto.

Sus principales fines son:

- Establecer razones e índices financieros derivados del balance general.

⁴ SAPAG CHAÍN, Reynaldo. Preparación y Evaluación de Proyectos. Cuarta Edición. Editorial McGraw Hill, México 2003.

- Identificar la repercusión financiera por el empleo de los recursos monetarios en el proyecto seleccionado.
- Calcular las utilidades, pérdidas o ambas, que se estiman obtener en el futuro, a valores actualizados. Determinar la tasa de rentabilidad financiera que ha de generar el proyecto, a partir del cálculo e igualación de los ingresos con los egresos, a valores actualizados. Establecer una serie de igualdades numéricas que den resultados positivos o negativos respecto a la inversión de que se trate.

2.1.1 Metodología e interpretación del cálculo del Valor Presente

Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una respectiva inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual; es decir, actualizar mediante una tasa de rendimiento requerida, todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el Valor Presente del proyecto.⁵

La fórmula que permite calcular el Valor Presente es la siguiente:

$$VP = \sum_{t=1}^n \frac{Vt}{(1+k)^t} - I_0$$

Dónde:

Vt, representa el flujo de caja en cada período de tiempo t

I₀, representa el valor del desembolso inicial de la inversión

⁵ SAPAG CHAÍN, Reynaldo. Preparación y Evaluación de Proyectos. Cuarta Edición. Editorial McGraw Hill, México 2003.

n , es el número de períodos durante el horizonte de tiempo de vigencia del proyecto

k , es la tasa de rendimiento requerida para el proyecto

Cuando el proyecto no tiene riesgo, la tasa de rendimiento requerida para el proyecto es cero y; por lo tanto, se tomará como referencia el tipo de la renta fija, de tal manera que con el Valor Presente, se estimará si el proyecto es mejor que inversiones sin riesgo específico. En otros casos, se utilizará el costo de oportunidad.

Cuando el Valor Presente toma un valor igual a cero, la tasa de rendimiento requerida pasa a llamarse Tasa Interna de Rendimiento del proyecto (TIR). La TIR es la rentabilidad que está proporcionando el proyecto.

Interpretación del Valor Presente: Este puede tomar varios valores dependiendo de las condiciones bajo las cuales opera el proyecto. En el cuadro 1, se muestra la interpretación para cualquier Valor Presente originado por un determinado proyecto específico.

Cuadro 1
Interpretación del Valor Presente

Valor	Significado	Decisión a tomar
VP > 0	La inversión producirá ganancias por encima de la rentabilidad exigida	El proyecto debe aceptarse ya que es rentable, considerándose el valor mínimo de rendimiento para la inversión
VP < 0	La inversión producirá ganancias por debajo de la rentabilidad exigida	El proyecto debe rechazarse

VP = 0	La inversión producirá ganancias exactamente iguales a las requeridas	Dado que el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad requerida, la decisión debería basarse en otros criterios, como la obtención de un mejor posicionamiento en el mercado, motivos estratégicos u otros que en ese momento interesen.
--------	---	---

Fuente: SAPAG CHAÍN, Reynaldo. Preparación y Evaluación de Proyectos. Cuarta Edición. Editorial McGraw Hill, México 2003.

El Valor Presente es importante para la valoración de inversiones en activos fijos, a pesar de sus limitaciones en considerar circunstancias imprevistas o excepcionales de mercado. Una empresa suele comparar diferentes alternativas para comprobar si un proyecto le conviene o no. Normalmente, la alternativa con el VP más alto suele ser la mejor para la entidad; pero no siempre tiene que ser así, por los criterios anteriormente citados.

2.1.2 Metodología e interpretación del cálculo de la Tasa Interna de Rendimiento

La Tasa Interna de Rendimiento (TIR) de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el Valor Presente (VP) es igual a cero. El VP es calculado a partir del flujo de caja anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente. Es un indicador de la rentabilidad de un proyecto, a mayor TIR, mayor rentabilidad.⁶

Para ello, la TIR se compara con una tasa mínima o tasa de corte, el coste de oportunidad de la inversión (si la inversión no tiene riesgo, el coste de oportunidad utilizado para comparar la TIR será la tasa de rentabilidad libre de riesgo). Si la

⁶ Tasa Interna de Retorno. Disponible en: <http://pymesfuturo.com/tiretorno.htm> consultado el 11 de septiembre de 2011

tasa de rendimiento del proyecto, expresada por la TIR, supera el Costo Promedio Ponderado de Capital (CPPC), se acepta la inversión; en caso contrario, se rechaza. El CPPC describe el promedio de los costos de los financiamientos (recursos) provenientes de fuentes alternativas de endeudamiento y de aportación de capital que demandan las organizaciones empresariales para atender sus diversas necesidades en activos o para emprender nuevos negocios, constituye un parámetro fundamental en la gestión financiera.

Las siguientes definiciones de la Tasa Interna de Rendimiento, se detallan a manera que favorezcan su entendimiento:

- Es la tasa de descuento que iguala la suma del Valor Presente de los gastos con la suma del Valor Presente de los ingresos previstos

$$\sum_{i=1}^N VPI_i = \sum_{i=1}^N VPC_i$$

- Es la tasa de interés para la cual los ingresos totales actualizados es igual a los costos totales actualizados

$$ITAc = CTAc$$

- Es la tasa de interés por medio de la cual se recupera la inversión
- Es la tasa de interés máxima a la que se pueden endeudar para no perder dinero con la inversión

Cálculo de la TIR

La Tasa Interna de Rendimiento es el tipo de descuento que hace igual a cero el Valor Presente

$$VP = \sum_{t=1}^n \frac{V_{Ft}}{(1 + TIR)^t} - I_0 = 0$$

Donde V_{Ft} es el Flujo de Caja en el período t .

Uso general de la TIR

La TIR es una herramienta de toma de decisiones de inversión utilizada para conocer la factibilidad de diferentes opciones de inversión.

El criterio general para saber si es conveniente realizar un proyecto es el siguiente:

- Si $TIR \geq CPPC \rightarrow$ Se aceptará el proyecto. La razón es que el proyecto da una rentabilidad mayor que la rentabilidad mínima requerida (el coste de oportunidad).
- Si $TIR < CPPC \rightarrow$ Se rechazará el proyecto. La razón es que el proyecto da una rentabilidad menor que la rentabilidad mínima requerida.

2.1.4 Crédito bancario

Es un tipo de financiamiento a corto plazo que las empresas obtienen por medio de los bancos con los cuales establecen relaciones funcionales. El crédito

bancario es una de las maneras más utilizadas por parte de las empresas hoy en día de obtener un financiamiento necesario.⁷

Casi en su totalidad son bancos comerciales que manejan las cuentas de cheques de la empresa y tienen la mayor capacidad de préstamo de acuerdo con las leyes y disposiciones bancarias vigentes en la actualidad y proporcionan la mayoría de los servicios que la empresa requiera. Como la empresa acude con frecuencia al banco comercial en busca de recursos a corto plazo, la elección de uno en particular merece un examen cuidadoso. La empresa debe estar segura de que el banco podrá auxiliar a la empresa a satisfacer las necesidades de efectivo a corto plazo que ésta tenga y en el momento en que se presente.

2.1.5 Gastos financieros

Son los costes que se deriva de utilizar financiación ajena a la empresa, por medio de la emisión de obligaciones y bonos, de crédito concedidos por entidades bancarias, de la concesión de préstamos por empresas que no pertenecen al sector crediticio, del descuento de efectos comerciales a cobrar y de las fórmulas de cobro acordadas con los clientes

2.1.6 La depreciación

Es un reconocimiento racional y sistemático del costo de los bienes, distribuido durante su vida útil estimada, con el fin de obtener los recursos necesarios para la reposición de los bienes, de manera que se conserve la capacidad operativa o productiva del ente público. Su distribución debe hacerse empleando los criterios de tiempo y productividad.

⁷ Crédito bancario. Disponible en: <http://www.infomipyme.com/Docs/GT/Offline/financiamiento/queescredito.htm>. Consultado el 10 enero 2011

2.1.6.1 Depreciación contable

Con excepción de los terrenos, la mayoría de los activos fijos tienen una vida útil limitada ya sea por el desgaste resultante del uso, el deterioro físico causado por terremotos, incendios y otros siniestros, la pérdida de utilidad comparativa respecto de nuevos equipos y procesos o el agotamiento de su contenido. La disminución de su valor, causada por los factores antes mencionados, se carga a un gasto llamado depreciación.⁸

La depreciación indica el monto del costo o gasto, que corresponde a cada periodo fiscal. Se distribuye el costo total del activo a lo largo de su vida útil al asignar una parte del costo del activo a cada periodo fiscal.

La depreciación de un período debe ser coherente con el criterio utilizado para el bien depreciado; es decir, si este se incorpora al costo y nunca es revaluado, la depreciación se calcula sobre el costo original de adquisición, mientras que si existieron revalúos, debe asignarse sobre los valores revaluados. Este cálculo deberá realizarse cada vez que se incorpore un bien o mejora con el fin de establecer el nuevo importe a depreciar.

Por otro lado, debe considerarse el valor residual final o valor recuperable que será el que tendrá el bien cuando se discontinúe su empleo y se calcula deduciendo del precio de venta los gastos necesarios para su venta, incluyendo los costos de desinstalación y desmantelamiento, si estos fueran necesarios.

⁸ Depreciación. Disponible en: <http://www.depreciacion.net/metodos.html>. Consultado el 27 mayo de 2011

Importe original	+	Revalúos efectuados	-	Valor recuperable	=	Importe a depreciar
------------------	---	---------------------	---	-------------------	---	---------------------

Para calcular la depreciación para cada período, debe conocerse:

- Costo del bien, incluyendo los costos necesarios para su adquisición
- Vida útil del activo que deberá ser estimada técnicamente en función de las características del bien, el uso que le dará, la política de mantenimiento del ente, la existencia de mercados tecnológicos que provoquen su obsolescencia
- Valor residual final
- Método de depreciación a utilizar para distribuir su costo a través de los períodos contables

2.1.6.2 Método depreciación de línea recta

Este método supone que el activo se desgasta por igual durante cada periodo contable. Este método se usa con frecuencia por ser sencillo y fácil de calcular, ya que se basa en el número de años de vida útil del activo, de acuerdo con la fórmula:⁹

Costo – valor de desecho	=	monto de la depreciación para cada año de vida del activo o gasto de depreciación anual
--------------------------	---	---

⁹ Depreciación. Disponible en: <http://www.depreciacion.net/metodos.html>. Consultado el 25 febrero 2011

2.1.7 Definición de Interés

La tasa de interés representa el valor de disponer de dinero en un determinado plazo de tiempo.

Hay dos tipos de tasa de interés: la tasa de interés pasiva y la tasa de interés activa.

Tasa de interés activa: Es el porcentaje que las instituciones bancarias, de acuerdo con las condiciones de mercado, cobran por los diferentes tipos de servicios de crédito a los usuarios de los mismos. Son activas porque son recursos a favor de la banca.

Tasa de interés pasiva: Es el porcentaje que paga una institución bancaria a quien deposita dinero mediante cualquiera de los instrumentos que para tal efecto existen.

Por lógica, se deduce entonces que la tasa activa siempre es mayor a la pasiva; y en esa diferencia radica el negocio bancario (y de las finanzas en general).¹⁰

2.2 Análisis técnico

2.2.1 Báscula de pesaje

La báscula es un aparato que sirve para pesar; esto es, para determinar el peso o la masa de los cuerpos.

Se puede señalar que se encuentran en el mercado dos tipos de básculas, las mecánicas y las electrónicas. Las básculas mecánicas actúan por medio de relación de palancas, mientras que las segundas utilizan un sensor conocido como celda de carga que varía su resistencia si aumenta o disminuye el peso.¹¹

¹⁰ Tasa de interés. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Tasa_de_inter%C3%A9s Consultado el 9 septiembre 2011

¹¹ Básculas. Disponible en: <http://www.ispc.com.mx/básculas>. Consultado el 3 marzo 2011

2.2.2 Funcionamiento de una báscula mecánica

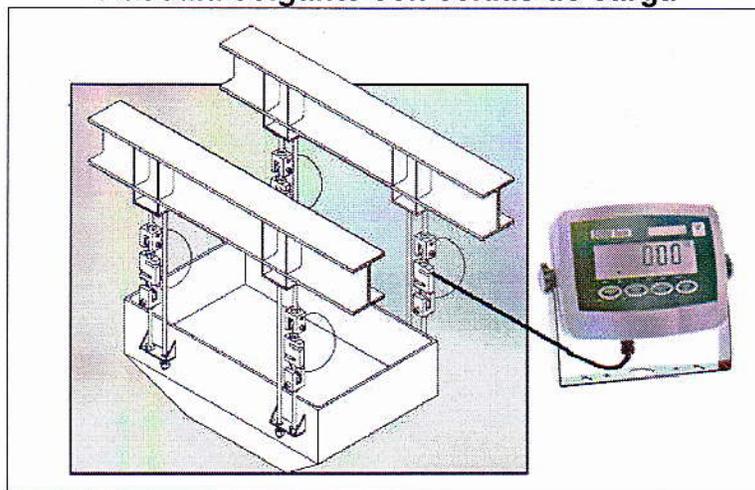
Las básculas con sistema de contrapesos funcionan por medio de un mecanismo con palancas, que transforma la fuerza correspondiente al peso del objeto a medir en una indicación por medio de un dispositivo que puede ser una barra graduada, que se equilibra mediante el desplazamiento de un pilón a lo largo de la misma, donde se lee el peso de la masa, o un sistema de contrapesos sostenidos por flejes que transforman una fuerza vertical en un movimiento giratorio para mover un indicador a manera de manecillas de reloj sobre una escala graduada.

2.2.3 Funcionamiento de una báscula electrónica

Los avances tecnológicos han permitido la medición de la masa de los cuerpos (peso) utilizando el principio de transformación de la energía, convirtiendo la fuerza de gravedad que ejerce la tierra sobre un cuerpo, en una corriente eléctrica, con la cual se puede determinar el peso del mismo por comparaciones de voltajes.

Lo anterior se realiza por medio de un sensor de fuerza, comúnmente llamado celda de carga, como se muestra en la figura 1.

Figura 1
Báscula colgante con celdas de carga



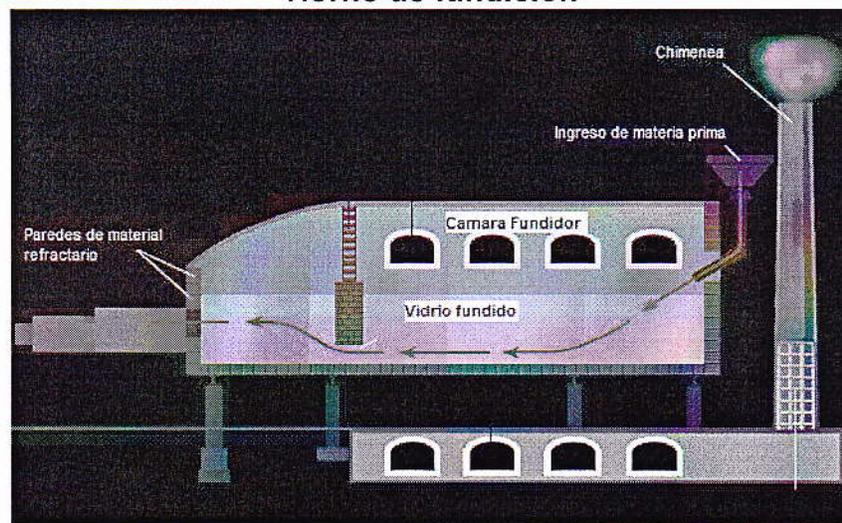
Fuente: <http://www.ispc.com.mx/básculas>

Es decir, los sensores de fuerza, convierten el peso en una señal electrónica, la cual es interpretada por un equipo de pesaje.

2.2.4 Horno de fundición

El horno de fundición como se muestra en la figura 2 es una estructura fabricada con material refractario resistente a las altas temperaturas. Los hornos son de gas natural o bunker como combustible, y operan a temperaturas de hasta 1.575 ° C. La temperatura está limitada sólo por la calidad del material de construcción del horno y por la composición del vidrio. Por lo general, el tamaño del horno es clasificado por toneladas métricas por día.¹²

Figura 2
Horno de fundición



Fuente: <http://www.britannica.com/diagram-of-a-glass-melting-furnace-showing-a-cross>

El vidrio es un material inorgánico duro, frágil, transparente y amorfo que ocurre en la naturaleza y también es creado artificialmente por el hombre. El vidrio artificial se usa para hacer ventanas, lentes, botellas y una gran variedad de productos. El vidrio es un tipo de material cerámico amorfo.

¹² Producción de vidrio. Disponible en: http://translate.google.com.gt/translate?hl=es&sl=en&tl=es&u=http%3A%2F%2Fen.wikipedia.org%2Fwiki%2FGlass_production&anno=2. Consultado el 5 octubre 2011

2.2.5 El vidrio

Se obtiene por fusión a unos 1.500 °C de arena de sílice (SiO_2), carbonato de sodio (Na_2CO_3) y caliza (CaCO_3).

El término "cristal" es utilizado muy frecuentemente como sinónimo de vidrio, aunque es incorrecto en el ámbito científico debido a que el vidrio es un sólido amorfo (sus moléculas no están dispuestas de forma regular) y no un sólido cristalino.¹³

2.2.5.1 La caliza

Es una roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio (CaCO_3), generalmente calcita. El carácter prácticamente monomineral de las calizas permite reconocerlas fácilmente gracias a dos características físicas y químicas fundamentales de la calcita: es menos dura que el cobre y reacciona con efervescencia en presencia de ácidos tales como el ácido clorhídrico.

2.2.5.2 El carbonato de sodio

Es conocido comúnmente como barrilla, natrón, soda y sosa. Puede hallarse en la naturaleza u obtenerse artificialmente. La Fórmula química es: Na_2CO_3 y es uno de los diez químicos de mayor volumen producidos en Norte América y constituye casi el 25% de cada kilogramo de vidrio.

2.2.5.3 La arena de sílica

Es un compuesto resultante de la combinación del sílice con el oxígeno. Su composición química está formada por un átomo de sílice y dos átomos de

¹³ Vidrio. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Vidrio>. Consultado el 5 octubre de 2011

oxígeno, formando una molécula muy estable: Si O₂. Esta molécula es insoluble en agua, y en la naturaleza se encuentra en forma de cuarzo. Si el cuarzo está cristalizado se denomina Cristal de Roca.

3. METODOLOGÍA

La metodología hace referencia al conjunto de procedimientos basados en principios lógicos, utilizados para alcanzar una gama de objetivos que rigen en una investigación científica o en una exposición doctrinal.

3.1 Planteamiento del Problema

Existe una condición de riesgo en el equipo de pesaje para la dosificación de materia prima de la empresa Vidrio Fino, S.A.

Primero se define qué es equipo de pesaje para la dosificación de materias primas, este es un sistema de básculas en las cuales se prepara la formulación del vidrio, luego es ingresado o vertido dentro de los hornos de fundición los cuales se les denomina Horno 1 y Horno 2.

La condición de riesgo en estos equipos de pesaje es que tanto las básculas como los controles electrónicos son obsoletos, poco exactos y no son confiables para el proceso de dosificación, esto es debido a que los sistemas de pesaje fueron instalados aproximadamente en 1970 y a la fecha de este informe no se cuenta con repuestos, asesoría o empresa alguna que preste servicio de mantenimiento o reparación.

Por lo anterior, surge la siguiente interrogante ¿Es conveniente reemplazar y automatizar o realizar una reparación al equipo de pesaje? Existen dos grandes razones por las cuales se debe realizar algún trabajo en el equipo de pesaje, si existiera un error en la formulación se dañara la producción de por lo menos 48 horas consecutivas.

Como todo el equipo es obsoleto y con una cantidad limitada de repuestos, existe una alta probabilidad que falle el equipo y no se pueda reparar, y tomando en

cuenta que es un proceso de 24 horas debido a que el proceso de fundido de vidrio requiere un ingreso constante de materia prima hacia los hornos y de no tomar las medidas correctivas a tiempo puede ocasionar pérdida completa del o los hornos en funcionamiento.

3.2 Justificación del Problema

Debido a los problemas en el sistema de pesaje, se considera la posibilidad de analizar los proyectos de inversión, presentes en este informe. El sistema de pesajes es crítico ya que el proceso de fabricación de vidrio, es un proceso que no permite paros en producción, ya que el horno de fundición debe mantenerse con una cantidad aproximadamente de 300 toneladas de vidrio en proceso de fundido, para obtener una extracción promedio de 210 toneladas diarias de vidrio fundido. El mayor riesgo del fallo del equipo de pesaje es que no introduzca materia prima al horno y esto ocasionaría la pérdida parcial o completa del horno, si no se toman las medidas correctivas a tiempo, por otro lado, si existiera fallos en la formulación, todo el vidrio en proceso de fundido se daña y se deberá tirar la producción por lo menos 48 horas, esto tiene un costo aproximado de Q1,600.00 tonelada, por tanto la pérdida por mala formulación, aproximadamente será de Q640,000.00.

3.3 Delimitación del Problema

- Unidad de análisis: Sector industrial de fabricación vidrio en Guatemala, tomando como referencia al departamento de materias primas de la empresa Vidrio Fino, S.A, ubicado en la zona 12 de ciudad de Guatemala
- Período histórico: Año 2011
- Ámbito geográfico: Ciudad de Guatemala

3.4 Objetivo general

Determinar, en términos financieros, cuál de los dos proyectos de reparación y reemplazo y automatización de equipo de pesaje del departamento de materias primas de la empresa Vidrio Fino, S.A. representa la mejor opción.

3.5 Objetivos específicos

- a) Determinar inversión inicial de cada una de las propuestas.
- b) Determinar los gastos financieros y otros gastos, tanto para la reparación como reemplazo y automatización de equipo de pesaje.
- c) Establecer la reducción de costo para cada uno de los proyectos.
- d) Comparar los resultados obtenidos de las propuestas de inversión y proponer la mejor opción.

3.6 Hipótesis

El reemplazo y automatización del sistema de pesaje del departamento de materias primas es mejor opción que la reparación del sistema, no obstante el costo de inversión inicial es mayor, pero los beneficios a lo largo de la vida útil del proyecto serán mejores para la empresa.

3.7 Método

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó como base fundamental el método científico. En el proceso de la investigación, se partió de aspectos generales hacia aspectos particulares. Tomando en cuenta desde el proceso de formulación de vidrio hasta el análisis financiero de las propuestas de los proyectos de inversión.

Para guiar el desarrollo de la investigación, se utilizó como base fundamental el método científico en sus tres fases:

- Indagatoria
- Demostrativa
- Expositiva

La fase indagatoria se efectuó a partir de investigaciones realizadas sobre los procesos. La fase demostrativa se desarrolló al momento de comparar la hipótesis planteada; es decir, si fue válida o no. Por último, la fase de exposición, permitió culminar la investigación con la presentación de los resultados de la propuesta a efectuar.

El estudio se realizó con base al sujeto tipo, cuya elección dependió del criterio del investigador.

3.8 Técnicas

En la recolección y ordenamiento de la información para la investigación, se utilizaron las siguientes técnicas:

3.8.1 Técnicas de investigación documental

Se aplicó la consulta normas, libros, manuales, cotizaciones, páginas de Internet y folletos financieros de la Superintendencia de Bancos de Guatemala.

3.8.2 Técnicas de investigación de campo

La investigación de campo se llevó a cabo mediante entrevista, recolección y análisis de los datos. Para tal efecto, se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Reportes
- Técnicas de evaluación
- Herramientas para la administración financiera

4. ANÁLISIS FINANCIERO COMPARATIVO DE LAS PROPUESTAS

La empresa de Vidrio Fino, S.A. (VIFISA) tiene en Guatemala más de 40 años de operaciones a nivel Centroamérica. Es una empresa que se dedica a la fabricación de artículos de vidrio soplado para el hogar y la industria.

La planta Vidrio Fino, S.A cuenta con un sistema de pesaje para la formulación de las materias primas básicas y materias primas colorantes. Este sistema tiene tecnología y electrónica de los años 1970. Según información proporcionada por funcionarios de VIFISA, estos equipos ya son obsoletos debido a que el proveedor de los mismos ya no los fabrica, y los repuestos que existen en el mercado tienen un alto costo, adicionalmente los tiempos de entrega son de aproximadamente dos a tres meses. Y debido a que es una tecnología antigua no llenan los requerimientos de exactitud que la empresa VIFISA les está solicitando.

Por otro lado, el sistema de pesaje que utilizan es un sistema manual, que requiere de un operador para dirigir al sistema, y se ha observado que, por lo complejo de los equipos, ya que cuentan con tecnología antigua, los operadores han cometido errores en la formulación y/o dosificación de la mezcla (*bach*) de materia prima. Es decir, si las proporciones de cada material varía con respecto a la fórmula original, el vidrio podría salir de diferente color o diferentes características físicas.

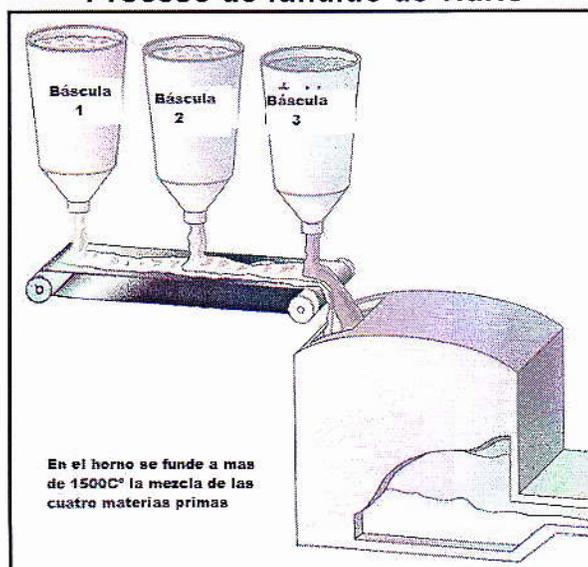
Como es un sistema manual los tiempos de mezcla de ingredientes, que en términos operativos se le conoce con el nombre de "bacheo", son muy variables dependiendo del operador que se encuentre. Existen cuatro operadores y cuatro ayudantes más que se dedican a observar que el proceso se esté cumpliendo, quienes trabajan por turnos. Trabajan en parejas (operador y ayudante), debido a que el operador de turno no puede observar, desde la posición física que se encuentra y la tecnología utilizada, no cuenta con confirmaciones o verificaciones de finalización de los proceso de formulación del vidrio.

El sistema de VIFISA cuenta con cinco básculas, las cuales pesan las cuatro materias primas de la elaboración del vidrio, las cuales son:

- Arena Sílice
- Soda
- Feldespato
- Caliza

La báscula 1 puede pesar dos materiales (arena sílice y soda), la báscula 2 puede pesar tres materiales (arena sílice, feldespato y caliza) y la báscula 3 puede pesar los cuatro materiales (arena sílice, soda, feldespato y caliza). Estas tres básculas están unidas por medio de una banda recolectora la cual deposita en la báscula 4, la sumatoria de las tres básculas anteriores. Esta última tiene como objetivo, verificar el peso de la formulación. Posteriormente, esta formulación ingresa a una mezcladora, la cual tiene como objetivo de homogenizar los materiales y además le agrega un rocío de agua, luego del mezclado de la materia prima virgen se le agrega un porcentaje de vidrio reciclado en la figura 3 muestra una representación del proceso de formulación y fundido del vidrio, para efectos ilustrativos se muestran tres básculas.

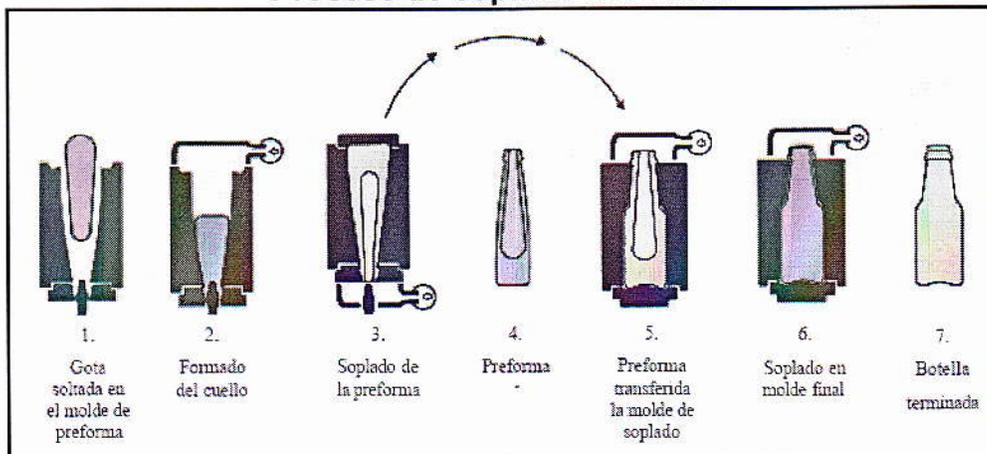
Figura 3
Proceso de fundido de vidrio



Fuente: <http://www.tecnologiajavier.es/3eso/t02construccion/04ceravidrio.html>

Luego de tener la materia prima fundida a 1500 C°, ingresa a las máquinas de fabricación de botellas, como se muestra en la figura 4, primero se introduce en un pre molde una gota de vidrio fundido, en el cual se le da forma a la boca de la botella por medio de introducir aire a presión, esto se conoce como soplado de preforma, luego pasa al molde y nuevamente se realiza el proceso de soplado de molde, se retira el molde y se obtiene una nueva botella.

Figura 4
Proceso de soplado de botella



Fuente: <http://www.tecnologiajavier.es/3eso/t02construccion/04ceravidrio.html>

4.1 Propuesta de reparación del sistema de pesaje

Esta propuesta consta de dos etapas:

Primera etapa: El sistema de pesaje es por medio de un mecanismo de palancas, el cual permite obtener el peso por medios mecánicos, mismo que se puede reparar con el reemplazo de las partes móviles defectuosas. El procedimiento para esta reparación es:

- Desarmar estructura mecánica
- Enviar a un torno especializado las piezas defectuosas para luego copiar estas piezas

- Elaboración de piezas por torno
- Ensamble del sistema de palancas
- Y por último, calibración del equipo

Este proceso se repite para las cinco básculas con que cuenta el sistema completo de pesaje de formulación.

Segunda Etapa: Consiste en el reemplazo de los controles individuales del sistema de pesaje, por controles de pesaje nuevos pero de características similares a los que utiliza VIFISA a la fecha de este informe. Este sistema trabajaría de la misma forma y no tendría ninguna mejora en la operación. La reparación del equipo tiene una vida útil 10 años.

4.1.1 Inversión inicial reparación del sistema

El cuadro 2 muestra el detalle de los equipos, trabajos y mano de obra necesaria para la realización de la reparación de los equipos de pesaje instalados. En el primer renglón se estipula el equipo y material, el cual es distribuido por el proveedor del proyecto, que asciende a Q240,000.00 (ver anexo 1). Para su funcionamiento, según requerimientos del proveedor del equipo de pesaje, debe instalarse un UPS de respaldo para protegerlo de disturbios eléctricos, este tiene un costo en el mercado de Q12,000.00; así mismo, es necesario la instalación de cableado nuevo y tubería eléctrica, la cual tiene un costo de Q70,000.00. Para la instalación de estos trabajo se estima un costo de mano de obra de Q64,000.00 (ver anexo 2).

Cuadro 2
Costeo de reparación de equipo pesaje
(Expresado en quetzales)

Cambio de paneles electrónicos y reparación de sistema de palancaje de las cinco básculas	240,000.00
UPS de respaldo para equipo electrónico de pesaje	12,000.00
Cableado, material e instalación de sensores	70,000.00
Mano de obra	64,000.00
Total inversión	386,000.00

Fuente: Cotización de proveedor Básculas y Servicios S.A

El proyecto tendrá una vida útil de 10 años. Se estima, según los proveedores, que se reducirá en un 80% el costo de mantenimiento histórico (ver anexo 1).

4.1.2 Financiamiento de la propuesta de reparación del equipo de pesaje

Para el financiamiento del proyecto se utilizará la tasa de interés 8%, según tasa preferencial que obtiene la empresa VIFISA, el cálculo se realizó con financiamiento a 10 años, ya que se estima que es el tiempo de vida útil del proyecto.

Cuadro 3
Financiamiento de reparación de equipo de pesaje
(Expresado en quetzales)

Año	Pagos Anuales	A intereses	Al principal	Principal al final del año
0				386,000.00
1	57,525.38	30,880.00	26,645.38	359,354.62
2	57,525.38	28,748.37	28,777.01	330,577.60
3	57,525.38	26,446.21	31,079.17	299,498.43
4	57,525.38	23,959.87	33,565.51	265,932.92
5	57,525.38	21,274.63	36,250.75	229,682.17
6	57,525.38	18,374.57	39,150.81	190,531.36
7	57,525.38	15,242.51	42,282.87	148,248.49
8	57,525.38	11,859.88	45,665.50	102,582.99
9	57,525.38	8,206.64	49,318.74	53,264.24
10	57,525.38	4,261.14	53,264.24	0.00

Fuente: Datos obtenidos en cuadro 2 y tasa de interés 8%

Como se observa en el cuadro 3 la base del préstamo está a 10 años, con amortizaciones a capital de forma mensual e intereses sobre saldos. Por lo que, para el primer año se amortizaría a capital Q26,645.38, y se pagarían a intereses Q30,880.00.

4.1.3 Flujo de efectivo de la propuesta de reparación

El cuadro 4 muestra el flujo de efectivo del proyecto de mantenimiento, en el cual se observa los siguientes renglones.

- Reducción de costo por disminución de mantenimiento anual: Como se mencionó con anterioridad, el proveedor del proyecto ofrece que al realizar los trabajos de mantenimiento se tendrá un reducción de 80% del promedio histórico de mantenimiento, el cual, según información de Vidrios Finos, S.A. es de Q38,400.00 anuales; por tanto, la reducción de costo anual sería

de Q30,720.00 y el costo de mantenimiento del equipo reparado sería de Q7,680.00.¹⁴

- Venta de activos: En la ejecución de los trabajos se desechará material sobrante y estructuras metálicas, las cuales se pueden vender como chatarra a un valor de Q5,000.00, aproximadamente.
- Gastos financieros: Estos gastos se detallan en el cuadro 3.
- Gastos de calibración de equipo pesaje: Debido a que son equipos de pesaje industrial, a éstos se les deben llevar registros o certificaciones de verificación de exactitud de la medición de pesaje, ya que influye directamente con la calidad del producto final, el costo de esta calibración es de Q6,000.00 anualmente, según información proporcionada por funcionarios de VIFISA.
- Depreciación: Para este proyecto se utiliza el sistema de depreciación lineal, el cual se depreciará a una tasa de Q38,600.00 anuales.

Con los datos anteriores, se obtiene el flujo de efectivo, la utilidad antes de impuestos y luego de aplicar la tasa de impuestos de 31%, se obtiene la utilidad neta. Así mismo, al aplicar de nuevo la depreciación y las amortizaciones se obtiene el dato real de flujos de efectivo anuales del proyecto.

¹⁴ Según Nassir Sapag Chaing en libro Proyectos de Inversión, formulación y evaluación: La reducción de costos en el flujo de caja es valor negativo.

Cuadro 4
Flujo de reparación de equipo
(Expresado en Quetzales)

	año 0	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10
Reducción de costos de mantenimientos	30,720.00	30,720.00	30,720.00	30,720.00	30,720.00	30,720.00	30,720.00	30,720.00	30,720.00	30,720.00	30,720.00
Venta de activos	5,000.00										
Gastos de mantenimiento	-7,680.00	-7,680.00	-7,680.00	-7,680.00	-7,680.00	-7,680.00	-7,680.00	-7,680.00	-7,680.00	-7,680.00	-7,680.00
Gastos financieros	-30,880.00	-28,748.37	-26,446.21	-23,959.87	-21,274.63	-18,374.57	-15,242.51	-11,859.88	-8,206.64	-4,261.14	
Gastos de calibración equipo pesaje	-6,000.00	-6,000.00	-6,000.00	-6,000.00	-6,000.00	-6,000.00	-6,000.00	-6,000.00	-6,000.00	-6,000.00	-6,000.00
Valor libro	0.00										
Depreciación	-38,600.00	-38,600.00	-38,600.00	-38,600.00	-38,600.00	-38,600.00	-38,600.00	-38,600.00	-38,600.00	-38,600.00	-38,600.00
Utilidad	5,000.00	-52,440.00	-50,308.37	-48,006.21	-45,519.87	-42,834.63	-39,934.57	-36,802.51	-33,419.88	-29,766.64	-25,821.14
Impuestos	-1,550.00	16,256.40	15,595.59	14,881.92	14,111.16	13,278.74	12,379.72	11,408.78	10,360.16	9,227.66	8,004.55
Utilidad neta	3,450.00	-36,183.60	-34,712.77	-33,124.28	-31,408.71	-29,555.90	-27,554.86	-25,393.73	-23,059.72	-20,538.98	-17,816.59
Depreciación	38,600.00	38,600.00	38,600.00	38,600.00	38,600.00	38,600.00	38,600.00	38,600.00	38,600.00	38,600.00	38,600.00
Inversión fija	-386,000.00										
Préstamo	386,000.00										
Amortizaciones	-26,645.38	-28,777.01	-31,079.17	-33,565.51	-36,250.75	-39,150.81	-42,282.87	-45,665.50	-49,318.74	-53,264.24	
Flujo	3,450.00	-24,228.98	-24,889.79	-25,603.46	-26,374.22	-27,206.65	-28,105.66	-29,076.60	-30,125.22	-31,257.72	-32,480.83

Fuente: Elaboración propia con información de las cotizaciones proporcionadas por el proveedor, VIFISA y los cálculos del financiamiento.

Cabe mencionar que, en el cuadro 4 la tasa de descuento que se utilizó fue de 15% ya que, según políticas de la empresa, los proyectos de inversión a largo plazo deben tener un costo de oportunidad no menor a ese porcentaje; por lo que, en este caso, se obtiene un Valor Actual de Q130,699.55 negativos. Esto indica que el proyecto no es viable.

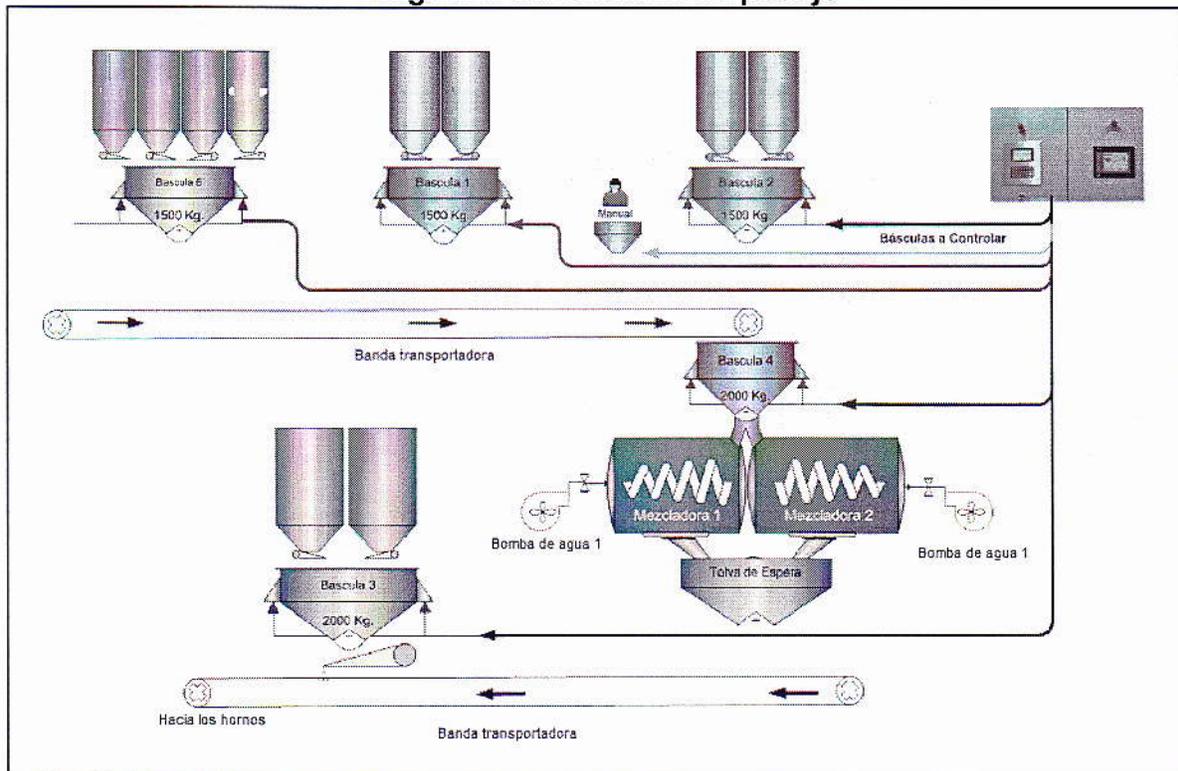
4.2 Propuesta de reemplazo y automatización del equipo

La planta de Vidrios Finos, S.A. cuenta con equipos que podrían ser reemplazados, con tecnología que les permita tener mayor seguridad y control del proceso.

El departamento de materias primas dispone de cinco básculas, cada una con un controlador independiente, donde cada báscula es mecánica y éstas pueden ser convertidas a electrónicas, ya que las básculas existentes son mecánicas con brazos, palancas y con una celda de carga en tensión. Todos estos elementos mecánicos deberían ser sustituidos y deben ser apoyados sobre cuatro celdas de carga. Obteniendo como resultado un sistema de pesaje electrónico con sensores de peso de mayor precisión y repetibilidad durante el proceso de pesaje de materias primas.

El proceso consiste en eliminar la estructura que sostiene la báscula, y sustituirla por una estructura que sostendría los nuevos equipos de medición de pesaje, además estos trabajos deben realizarse con las cinco básculas que conforman el sistema de dosificación de la planta de producción. Este nuevo equipo de pesaje se conecta a un panel electrónico central, el cual administrará automáticamente la formulación de los materiales sin la ayuda de un operador, tal como lo muestra la figura 5.

Figura 5
Diagrama del sistema de pesaje



Fuente: Proveedor del sistema de pesaje

4.2.1 Sistema de formulación de materias primas

El sistema se divide en los siguientes módulos:

- Un sistema automático de formulación de materias primas, de tal manera que se tiene un equipo electrónico que pueden operar las cinco básculas al mismo tiempo.
- Programa de cómputo diseñado para el control de producción, manejo de inventarios de materias primas, materias primas consumidas por fórmula y producto terminado.

4.2.2 Sistema automático de formulación

El controlador electrónico que fue objeto de estudio, tendría la capacidad de controlar hasta ocho básculas simultáneamente, para futuras expansiones.

En el panel de control se tendría una base de datos que permitiría el almacenamiento en memoria de:

- Configuración general
- Fórmulas
- Materias primas
- Consumos
- Inventarios
- Toda la secuencia de pesaje

Adicionalmente, permitiría la generación de reportes impresos de todos y cada uno de los *batch* que se realizan durante el día, discriminado por materia prima, donde se aprecia el peso real, el peso meta y el porcentaje de error.

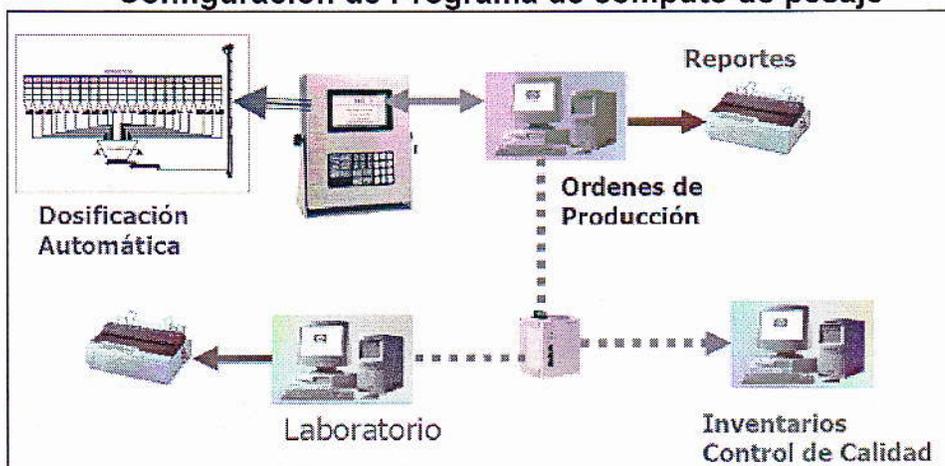
El controlador dispone de una pantalla digital donde se podría observar:

- El peso actual en cada una de las básculas
- Los menús para el ingreso de los diferentes materiales
- Fórmulas
- Órdenes de producción para cada una de las básculas
- El estado de cada una de las materias primas
- Alarmas en caso de bajo peso o sobrepeso que alertan al operador

4.2.3 Programa de cómputo de control de producción

El controlador electrónico, como se muestra en la figura 6, estaría conectado a una computadora donde se tiene una aplicación especialmente diseñada, para el control y manejo de materias primas, la cual puede estar interconectada con la red corporativa de la planta, de tal manera que los reportes de producción pueden ser consultados desde cualquier otro computador que tenga los privilegios para hacerlo.

Figura 6
Configuración de Programa de cómputo de pesaje



Fuente: Proporcionado por el proveedor del sistema

4.2.4 Inversión inicial de proyecto

Cuadro 5
Inversión inicial reemplazo y automatización del equipo
(Expresado en quetzales)

Sistema de automatización y conversión de básculas, (ver anexo 3)	517,104.00
Repuestos sugeridos electrónicos, (ver anexo 3)	108,504.00
Computadora según especificaciones del proveedor, (ver anexo 4)	14,400.00
UPS de respaldo para equipo electrónico de pesaje	12,000.00
Punto de red, (ver anexo 4)	3,200.00
Sensores necesarios para la automatización	40,000.00
Cableado, material y mano de obra de instalación de sensores	16,000.00
Mano de obra	16,000.00
Total proyecto	727,208.00

Fuente: Información proporcionada por el proveedor del sistema

El cuadro 5 muestra en el primer rubro el costo de los equipos, trabajos y servicios que prestaría el proveedor -Tecnología βeta, S.A.- y el detalle de este costo se describe en el anexo 3, el cual asciende a Q517,104.00, como segundo rubro se

tiene un costo de Q108,504.00 por concepto de repuestos sugeridos por el proveedor. Vale la pena recordar que, la fabricación de vidrio es un proceso de 24 horas, por tal motivo, es necesaria la adquisición de repuestos que estén a la disposición del personal técnico en cualquier momento del día, noche o fines de semana.

Asimismo, el proveedor, dentro de su cotización, no incluye equipo adicional para el desarrollo del proyecto, como lo es una computadora, la cual por las especificaciones requeridas tiene un costo de Q14,400.00; UPS para la protección del panel electrónico con valor de Q12,000.00, trabajos necesarios para la conexión del sistema de dosificación hacia la red de la planta de Q3,200.00, y para la automatización del sistema es necesario la instalación de sensores, material y mano de obra cuyo costo es de Q72,000.00. (ver anexo 5)

El proyecto tendría una vida útil de 10 años, pero con la adquisición del sistema de automatización se reduciría el personal en un operador por turno, para el manejo de todo el equipo en el departamento de materias primas.

4.2.5 Financiamiento de la propuesta de reemplazo y automatización

Para el financiamiento del proyecto se utilizará la tasa de interés 8%, según tasa preferencial que obtiene la empresa VIFISA, el cálculo se realizó con financiamiento a 10 años, ya que se estima que ese tiempo es la vida útil del proyecto.

Cuadro 6
Financiamiento de proyecto de reemplazo y automatización
 (Expresado en quetzales)

Año	Pagos Anuales	A intereses	Al principal	Principal al final del año
0				727,208.00
1	108,375.44	58,176.64	50,198.80	677,009.20
2	108,375.44	54,160.74	54,214.70	622,794.50
3	108,375.44	49,823.56	58,551.88	564,242.63
4	108,375.44	45,139.41	63,236.03	501,006.60
5	108,375.44	40,080.53	68,294.91	432,711.69
6	108,375.44	34,616.94	73,758.50	358,953.19
7	108,375.44	28,716.26	79,659.18	279,294.01
8	108,375.44	22,343.52	86,031.92	193,262.10
9	108,375.44	15,460.97	92,914.47	100,347.63
10	108,375.44	8,027.81	100,347.63	0.00

Fuente: Datos obtenidos de cuadro 3 y tasa de interés de 8%

Como se observa en el cuadro 6 la base del préstamo está a 10 años, con amortizaciones a capital de forma mensual e intereses sobre saldos. Por lo que, para el primer año se amortizaría a capital Q50,198.80, y se pagarían a intereses Q108,375.44.

4.2.6 Flujo de efectivo del proyecto de la propuesta de reemplazo y automatización

Con la elaboración de este proyecto se tendría una reducción de costos debido a que ya no sería necesario contar con los servicios de cuatro personas, este dato se obtiene de la siguiente manera:

Cuadro 7
Cálculo de disminución de personal
(Expresado en quetzales)

	Sueldo	2,500.00
7%	Bonificación promedio por productividad	175.00
0.41837	Factor de prestaciones laborales	1,119.14
	Costo total por operario	3,794.14
	Costo horas extras por turnos rotativos	609.98
	Total de costo personal	4,404.12
	Costo anual por persona	52,849.48
4	Personas disminución de personal	211,397.92

Fuente: Información proporcionada por la empresa Vidrio Fino, S.A.

Cuadro 8
Cálculo de horas extras
(Expresado en quetzales)

Jornada	Extras por mes	Horas reglamentarias según jornada	Costo hora Extra	Costo horas Extras	Prestaciones	Sub total
Diurno	10	8	Q10.42	Q156.25	Q65.37	Q221.62
Mixta	6	7	Q11.90	Q107.14	Q44.83	Q151.97
Nocturna	8	6	Q13.89	Q166.67	Q69.73	Q236.40
Total extras						Q609.98

Fuente: Información proporcionada por la empresa Vidrio Fino, S.A.

Los cuadros 7 y 8 muestran datos obtenidos en entrevistas realizadas a funcionarios de VIFISA. El sueldo de un operador del departamento de materias primas es en promedio de Q2,500.00, además la empresa cuenta con el beneficio de bono de productividad y este está presupuestado en 7% mensual adicional al sueldo, el factor de prestaciones laborales que proporciona la empresa que equivale a 0.41837, ambos valores se calculan sobre el salario base. Debido a que la producción de la empresa es de 24 horas y los turnos que realizan los operadores son rotativos, los cálculos, según lo establecido en la ley laboral de Guatemala, realizan horas extras promedio en el mes por la cantidad de Q609.98 mensuales, incluyendo las prestaciones de las mismas. Como se observa en el cuadro 8 el costo de una hora extra en jornada diurna es de Q10.42, jornada mixta

Q11.90 y jornada nocturna Q13.89, a total de horas extras se le aplica el factor de prestaciones.

4.2.7 Flujo de efectivo de la propuesta de mantenimiento

El cuadro 9 muestra el flujo de efectivo del proyecto de mantenimiento, en el cual se observa los siguientes renglones.

- Disminución de costo por reducción de personal anual: Debido a que el sistema tendría una mejor tecnología y bondades operativas se reduce el personal en cuatro personas a un costo de Q211,397.92 anuales, tal y como lo muestra el cuadro 7.
- Venta de activos: En la ejecución de los trabajos se desechará material sobrante y estructuras metálicas, las cuales se pueden vender como chatarra a un valor de Q16,000.00, aproximadamente.
- Gastos de mantenimiento mensual: El proveedor del equipo ofrece el servicio de mantenimiento mensual a un costo de Q4,000.00 (ver anexo 3).
- Gastos financieros: Estos gastos se detallan en el cuadro 6.
- Gastos de calibración de equipo pesaje: Debido a que son equipos de pesaje industrial, a éstos se les deben llevar registros o certificaciones de verificación de exactitud de la medición de pesaje, ya que influye directamente con la calidad del producto final, el costo de esta calibración es de Q12,000.00 anualmente, según información proporcionada por funcionarios de VIFISA.
- Depreciación: Para este proyecto se utiliza el sistema de depreciación lineal, el cual se depreciará a una tasa de Q72,720.80 anuales.

Con los datos anteriores, se obtiene el flujo de efectivo, la utilidad antes de impuestos y luego de aplicar la tasa de impuestos de 31%, se obtiene la utilidad neta. Así mismo, al aplicar de nuevo la depreciación y las amortizaciones se obtiene el dato real de flujos de efectivo anuales del proyecto.

Cuadro 9
Flujo de reparación de equipo
(Expresado en Quetzales)

	año 0	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10
Disminución de costo por reducción de personal		211,397.92	211,397.92	211,397.92	211,397.92	211,397.92	211,397.92	211,397.92	211,397.92	211,397.92	211,397.92
Venta de activos	16,000.00										
Gastos de mantenimiento	-48,000.00	-48,000.00	-48,000.00	-48,000.00	-48,000.00	-48,000.00	-48,000.00	-48,000.00	-48,000.00	-48,000.00	-48,000.00
Gastos financieros	-58,176.64	-54,160.74	-49,823.56	-45,139.41	-40,080.53	-34,616.94	-28,716.26	-22,343.52	-15,460.97	-8,027.81	
Gastos de calibración equipo pesaje	-12,000.00	-12,000.00	-12,000.00	-12,000.00	-12,000.00	-12,000.00	-12,000.00	-12,000.00	-12,000.00	-12,000.00	-12,000.00
Depreciación	-72,720.80	-72,720.80	-72,720.80	-72,720.80	-72,720.80	-72,720.80	-72,720.80	-72,720.80	-72,720.80	-72,720.80	-72,720.80
Utilidad	16,000.00	20,500.48	24,516.38	28,853.56	33,537.71	38,596.59	44,060.18	49,960.86	56,333.60	63,216.15	70,649.31
Impuestos	-4,960.00	-6,355.15	-7,600.08	-8,944.60	-10,396.69	-11,964.94	-13,658.66	-15,487.87	-17,463.41	-19,597.01	-21,901.29
Utilidad neta	11,040.00	14,145.33	16,916.30	19,908.95	23,141.02	26,631.65	30,401.53	34,472.99	38,870.18	43,619.14	48,748.02
Depreciación		72,720.80	72,720.80	72,720.80	72,720.80	72,720.80	72,720.80	72,720.80	72,720.80	72,720.80	72,720.80
Inversión fija	-727,208.00										
Préstamo	727,208.00										
Amortizaciones		-50,198.80	-54,214.70	-58,551.88	-63,236.03	-68,294.91	-73,758.50	-79,659.18	-86,031.92	-92,914.47	-100,347.63
Flujo	11,040.00	36,667.33	35,422.40	34,077.88	32,625.79	31,057.54	29,363.82	27,534.61	25,559.07	23,425.47	21,121.20

Fuente: Elaboración propia con información de las cotizaciones proporcionadas por el proveedor, VIFISA y los cálculos del financiamiento.

Cabe mencionar que, en el cuadro 9 la tasa de descuento que se utilizó fue de 15% ya que, según políticas de la empresa, los proyectos de inversión a largo plazo deben tener un costo de oportunidad no menor a ese porcentaje; por lo que, en este caso, se obtiene un Valor Actual de Q107,944.76. Esto indica que el proyecto si es viable.

4.3 Análisis financiero comparativo de las propuestas a analizar

En el cuadro 10 se realiza un comparativo de las dos propuestas.

Cuadro 10
Comparativo de los proyectos

Descripción	Reemplazo y Automatización	Reparación
Inversión inicial	Q727,208.00	Q386,000.00
Vida útil	10 años	10 años
Tasa interés para financiamiento	11.73%	13.83%
Disminución de costos anuales	Q211,397.92	Q30,720.00
Tasa de descuento	15%	15%
Valor Presente	Q107,944.76	-Q130,699.55

Fuente: Elaboración propia con información del análisis de los dos proyectos

Cada una de las dos propuestas de proyecto de inversión (automatización y mantenimiento) que se analizaron en este informe, cuenta con un costeo de los gastos y además un flujo de efectivo a 10 años.

En la propuesta de reemplazo de equipo el dato más significativo es que se obtiene un disminución en los costos de operación ya que es un sistema automático, el cual necesita menos supervisión humana; por tanto, se prescinde de los servicios de cuatro operadores, el monto por reducción de personal es de Q211,397.92. No obstante que, en la propuesta de actualización de equipo el costeo del proyecto es más económico (Q386,000.00), también ofrece un disminución de costo anual de Q30,720.00, por concepto de mantenimiento del equipo.

Por lo que, según los cálculos realizados en los cuadros 4 y 9 de flujo de efectivo, en la propuesta de reemplazo del equipo se obtiene un Valor Actual de Q127,285.08, y en la propuesta de actualización del equipo el Valor Actual es de Q130,699.55 negativos, la propuesta que brindaría más beneficios a VIFISA es el proyecto de automatización del sistema de pesaje.

CONCLUSIONES

- 1 Toda industria de producción de vidrio soplado que desee realizar cambios en su maquinaria de producción debe considerar al menos dos opciones de evaluación, en este caso fue la reparación del equipo de pesaje, y el otro fue de reemplazo y automatización.
- 2 La inversión inicial del proyecto de reparación es Q386,000, mientras que la de reemplazo y automatización del equipo es Q727,208.00; sin embargo, los beneficios que ofrece el proyecto de reemplazo son superiores al de mantenimiento, debido a que la reducción de los costos asciende a Q211,397.92 anuales comparado con Q30,720.00 del proyecto de reparación del sistema de pesaje.
- 3 Con la elaboración de proyecto de automatización del sistema de pesaje se utilizarían cuatro personas menos, ya que el sistema reemplaza ciertas actividades manuales, por tanto la reducción de costos asciende a Q17,616.49 mensuales.
- 4 Se observa que el proyecto de reparación del sistema de pesaje tiene un Valor Presente de menos Q131,723.66 comparado con el proyecto de reemplazo y automatización de Q169,492.00, por tanto esta es la mejor opción en términos financieros.
- 5 Mediante un comparativo financiero se puede tomar la decisión de cuál será la mejor opción de proyecto y que obtenga los mejores beneficios para la empresa.

RECOMENDACIONES

1. Cuando se analice un proyecto de inversión es conveniente usar herramientas financieras como Valor Presente que ayudan a tomar una mejor decisión, de la viabilidad de los proyectos de inversión.
2. Es importante realizar estudios comparativos de proyectos ya que el costo inicial del proyecto no es buen indicativo de cuál será la opción más económica o viable.
3. Considerar en los proyectos de automatización, la tecnología necesaria que permita sustituir la mano de obra humana.
4. En todo proyecto de inversión es importante cuantificar las reducciones de costos para determinar que la viabilidad del mismo.
5. La opción de reemplazo y automatización del sistema de pesaje, es la mejor opción, debido a que las herramientas de análisis financiero comparativo muestran más ventajas económicas para la empresa VIFISA S.A.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

1. BESLEY, Scott. **Fundamentos de Administración de Empresas**. Decima cuarta Edición. Editorial McGraw Hill. Interamericana Editores. México 2008.
2. GITMAN, Lawrence J. **Principios de Administración Financiera**. Décima Edición. Editorial Pearson Addison Wesley. México 2003.
3. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto. **Metodología de la Investigación**. Primera Edición. Editorial McGraw Hill. México 2004.
4. MEIGS, WILLIAMS, HAKA y BETTNER. **Contabilidad, La base para decisiones gerenciales**. Undécima Edición. Editorial McGraw Hill. México 2000.
5. MOYER, McGUIGAN y KRETLOW. **Administración Financiera Contemporánea**. Novena Edición. Editorial Prentice Hall. México 2007.
6. PERDOMO MORENO, Abraham. **Elementos Básicos de Administración Financiera**. México. Ed. Pema. 2000. Pág. 49 – 128.
7. SAPAG CHAÍN, Nassir. **Proyectos de Inversión, Formulación y Evaluación**. Segunda Edición. Editorial Pearson Educación de México S.A. de C.V., 2007.
8. SAPAG CHAÍN, Reynaldo. **Preparación y Evaluación de Proyectos**. Cuarta Edición. Editorial McGraw Hill, México 2003.

Sitios de Internet

1. Básculas. Disponible en: <http://www.ispc.com.mx/básculas>. Consultado el 5 septiembre de 2011
2. Créditos Bancarios. Disponible en: <http://www.infomipyme.com/Docs/GT/Offline/financiamiento/queescredito.htm>. Consultado el 10 julio de 2011
3. Cursos de Evaluación de proyectos. Disponible en: <http://cursos.universia.net/AR/curso/20384/Evaluacion-de-Proyectos-de-Inversion-con-Opciones-Reales.jsp>. Consultado el 19 de mayo de 2011.
4. Depreciación. Disponible en: <http://www.depreciacion.net/metodos.html>. Consultado el 27 mayo de 2011
5. Economía Unam. Disponible en: <http://www.economia.unam.mx/secss/docs/tesisfe/jbm/intro.pdf>. Consultado el 13 de marzo de 2011.
6. Elementos de medición. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos32/elementos-medida/elementos-medida.shtml>. Consultado el 14 de junio de 2011.
7. Historia del Vidrio. Disponible en: http://www.oi.com/about_oi.aspx?id=1348. Consultado el 6 de julio de 2011
8. International Business Machines Corp. (IBM). Disponible en: <http://finance.yahoo.com/q?s=ibm>. Consultado el 19 de mayo de 2011.

9. Proceso de fabricación de botellas de vidrio. Disponible en:
<http://www.tecnologiajavier.es/3eso/t02construccion/04ceravidrio.html>.
Consultado el 20 mayo de 2011

10. Producción de vidrio. Disponible en:
<http://cesiq.univalle.edu.co/html/modules.php?name=News&file=print&sid=170>. Consultado el 1 octubre de 2011

11. Real Academia Española. Disponible en: <http://rae.es/rae.html>. Consultado 16 octubre de 2011

12. Valuación de proyectos. Disponible en: <http://www.mailxmail.com/curso-proyectos-inversion/evaluacion-proyecto>. Consultado el 25 de abril de 2011.

Entrevistas al personal de Vidrios Finos, S.A

- Gerente técnico
- Gerente financiero
- Jefe de recursos humanos
- Jefe de producción
- Jefe de formulación

GLOSARIO

1. **Amorfa**

Sin forma regular o bien determinada.

2. **Automatización**

Acción y efecto de automatizar.

3. **Báscula**

Aparato que sirve para medir pesos.

4. **Batch**

En formulación se conoce como producción por lotes.

5. **Borosilicato**

Es un tipo particular de vidrio, más conocido con los nombres comerciales de Pyrex.

6. **Dosificación**

Es establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen un producto final.

7. **Celda de Carga**

Dispositivo electrónico que convierte la energía mecánica en energía eléctrica.

8. **Devitrificación**

Fenómeno que se conoce cuando el vidrio se enfría lentamente y se forman cristales de vidrio.

9. Formulación

Escrito en el que se describe la composición de un producto y el modo de prepararlo.

10. Fundir

Derretir y licuar los metales, los minerales u otros cuerpos sólidos.

11. Fundición

Acción y efecto de fundir o fundirse.

12. Palancaje

Barra inflexible, recta, angular o curva, que se apoya y puede girar sobre un punto, y sirve para transmitir una fuerza.

13. Reemplazar

Sustituir algo por otra cosa, poner en su lugar otra que haga sus veces.

14. Refractario

Dicho de un material: Que resiste la acción del fuego sin alterarse.

15. Reóstato

Es un resistor de resistencia variable, comúnmente usado en los controles de volumen de los radios.

16. SCR

Dispositivo electrónico utilizado para controlar circuitos de mando.

17. Sensor

Dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presión, etc., y la transmite adecuadamente.

18. Stock

Es una voz inglesa que se usa en español con el sentido de existencias.

19. Torno CNC

Se refiere a una máquina herramienta del tipo torno que se utiliza para mecanizar piezas de revolución mediante un software de computadora que utiliza datos alfanuméricos.

20. Vidrio

Sólido duro, frágil y transparente o translúcido, sin estructura cristalina, obtenido por la fusión de arena silícea con potasa, que es moldeable a altas temperaturas.

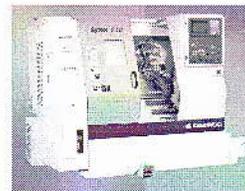
ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Descripción	Pág. No.
1	Interpretación del Valor Presente	5
2	Costeo de reemplazo de equipo	26
3	Financiamiento de proyecto de reemplazo y automatización	27
4	Flujo de actualización de equipo	29
5	Inversión inicial reemplazo y automatización del equipo	33
6	Financiamiento de proyecto de reemplazo y automatización	35
7	Cálculo de reducción de personal	35
8	Cálculo de horas extras	35
9	Flujo de reemplazo de equipo	38
10	Comparativo de los proyectos	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No.	Descripción	Pág. No.
1	Báscula colgante con celdas de carga	13
2	Horno de fundición	14
3	Proceso de fundido de vidrio	23
4	Proceso de soplado de botella	24
5	Diagrama del sistema de pesaje	31
6	Configuración de Programa de cómputo de pesaje	33

ANEXO 1



PROVEEDORA DE BÁSCULAS Y SERVICIOS S.A

Guatemala, 11 de agosto 2011

Vidrio Fino S.A

Presente

Es un gusto saludarle y desearle éxitos en sus labores diarias. La presente es para cotizarle la mejor opción en equipos de pesaje. A continuación le muestro los mismos con sus respectivos datos técnicos y precio de venta.

TERMINAL Y MODULOS DE PESAJE

Las terminales de pesaje más versátiles disponibles en la actualidad. Seleccione un medidor convencional de deformación o tecnologías de pesaje de restauración con fuerza electromagnética de alta precisión.

Los módulos de pesada Flexmount permiten convertir una tolva en una báscula. Los Flexmount pueden adaptarse a multitud de aplicaciones, incluyendo tanques para envasado, preparación de lotes y gestión de inventario. Estos módulos de pesada fáciles de instalar proporcionan un rendimiento preciso y fiable. La auto-estabilización permite una integración económica en el sistema.

Servicios de fabricación de piezas en torno electrónico CNC

Torno de control numérico o torno CNC se refiere a una máquina herramienta del tipo torno que se utiliza para mecanizar piezas mediante un programa de computadora que utiliza datos alfa-numéricos, siguiendo los ejes cartesianos X, Y, Z. Se utiliza para producir en cantidades y con precisión porque la computadora que lleva incorporado controla la ejecución de la pieza.

Un torno CNC puede hacer todos los trabajos que normalmente se realizan mediante diferentes tipos de torno como paralelos, copiadores, automáticos e incluso los verticales. Provedora de Básculas, le ofrece esta tecnología en la fabricación de las piezas para sus básculas.

DETALLE DEL PROYECTO

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total
5	Indicador de pesaje de características similares, al equipo actual	Q27,000.00	Q135,000.00
5	Realización de dibujos de fabricación y elaboración de piezas en torno, de cada pieza defectuosa en las 5 básculas	Q16,500.00	Q82,500.00
1	Mano de obra de des-instalación e instalación de piezas mecánicas.	Q22,500.00	Q22,500.00
Total			Q240,000.00

Nota 1. Esta cotización no incluye: tubería, cableado, electroválvulas, sensores, interfaces para computadora, computadora, impresoras. Solo lo descrito dentro de esta cotización.

Nota 2. Todos los repuestos se garantizan en stock, taller de reparación, mantenimiento y calibración.

Nota 3. Con la compra de este proyecto la empresa tendrá un ahorro en mantenimiento preventivo de alrededor del 80% del costo actual.

TÉRMINOS COMERCIALES

- **Tiempo de entrega:** Se indicará 3 días hábiles después de recibida la orden de compra.
- **Garantía:** Seis meses por defectos de fábrica.
- **Protección del precio:** Los precios y condiciones son válidos durante 60 días a partir de la fecha de emisión de esta cotización, de ser aceptada se da por hecho de que se cumple con los requisitos de compra del equipo por parte del cliente y no se aceptaran devoluciones.

Ha sido un placer preparar este documento para su consideración.

Atentamente,

Proveedora de Básculas y Servicios S.A

ANEXO 2

Instalaciones Eléctricas

INSTALACIONES ELÉCTRICAS, TELEFÓNICAS, DATOS, MECÁNICAS

PRESUPUESTO
110702

Guatemala, agosto de 2011

SEÑORES: VIFISA

ATENCIÓN: Ing. WUALFRED ALVARADO.

Estimado ingeniero, de acuerdo con lo conversado con anterioridad, someto a consideración el presente presupuesto que describe con detalle los servicios solicitados.

TRABAJOS DE CABLEADO, UPS Y MANO DE OBRA DE PROYECTO
MATERIAS PRIMAS

ALCANCES:

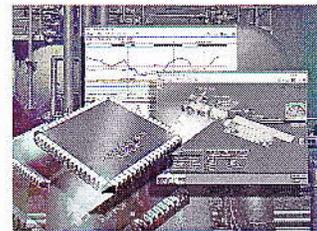
- 1 Desmantelado eléctrico de caja, tuberías, cableado, etc.
- 2 Instalación de registros nuevos para los sensores
- 3 Instalación y cableado nuevo para sensores de tablero general
- 4 Incluye: registros JIC, tubería eléctrica, cable.

OFERTA MANO DE OBRA:	Q64,000.00
MATERIAL, CABLEADO, SENSORES	Q70,000.00
UPS	Q12,000.00

SON: Q146,000.00. Ciento cuarenta seis mil 00/100 QUETZALES

Atentamente,

Instalaciones Eléctricas

ANEXO 3**Tecnología beta S.A**

Guatemala, 31 agosto de 2011

Atención a Vidrio Fino, S.A.

Agradeciendo su amable atención durante nuestras visitas a la planta en días pasados y luego hacer el recorrido por la misma me permito compartir con ustedes algunas observaciones y/o comentarios:

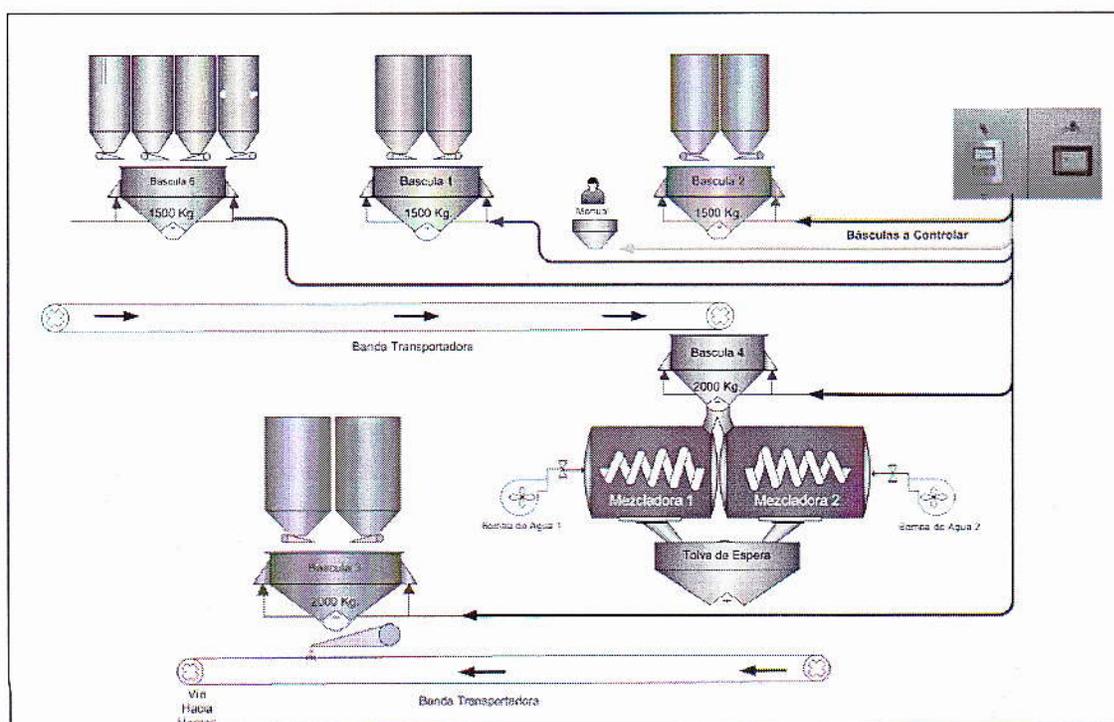
1. La planta cuenta con instalaciones y equipos que permiten ser mejorador y optimizados con tecnología de mayor seguridad y control en el proceso.
2. Las tolvas básculas existentes son mecánicas con brazos y palancas, con una celda de carga en tensión, todos estos elementos mecánicos deberían ser sustituidos y apoyar la tolva báscula en celdas de carga y tener un sistema de pesaje electrónico con sensores de peso de mayor precisión y repetibilidad durante el proceso de pesaje de materias primas
3. Los controladores electrónicos son marca Masstron, SM100, que ya no existen en el mercado, y fueron diseñados en la década de los años 80, de tal manera que el grado de obsolescencia y riesgo al que están sometiendo la planta, es bastante alto.

4. En la sección de materias primas disponen de cinco básculas, cada uno con su controlador independiente y una báscula 4, denominada totalizadora, donde cada báscula es mecánica y son susceptibles de ser convertidas a electrónicas tal como se menciona en párrafo anterior.

5. En la dosificación de materias primas disponen de bandejas vibrantes, los cuales son ajustados por medio de reóstatos y SCR, tecnología que puede ser mejorada usando los mismos vibradores, que permiten hacer dos flujos de alimentación Gruesa y Fina, y tener así mayor precisión en el pesaje de las diferentes materias primas.

Basado en lo anterior, nos permitimos presentar a su consideración nuestra siguiente propuesta.

UN SISTEMA COMPLETO DE DOSIFICACIÓN DE MATERIAS PRIMAS,



El sistema se divide en los siguientes módulos:

1. Sistema automático de dosificación de materias primas, con equipos electrónicos que pueden operar las cinco básculas simultáneamente.
2. Sistema de control de ruta, mezcla y transporte de batch desde básculas hacia los hornos.
3. Conversión de las cinco básculas a electrónicas.
4. Programa de cómputo para control de inventarios y reportes. Diseñado para el control de producción, manejo de inventarios de materias primas, materias primas consumidas por fórmula y producto terminado.

Objetivos de nuestra propuesta:

- a) Instalar un sistema de dosificación con herramientas suficientes para el control de producción, manejo de inventarios y control de calidad.
- b) Disponer de un sistema en planta que permita aumentar los niveles de seguridad, en la inclusión y porcentajes de cada materia prima por fórmula.
- c) Tener disponibilidad en tiempo real, trazabilidad de todos y cada uno de las batch y fórmulas producidas.
- d) Integrar el sistema de dosificación de materias primas con la red corporativa de Vidrio Fino, S.A, con el fin de garantizar una información en tiempo real.
- e) Eliminar los equipos obsoletos instalados y colocar equipos de primera tecnología y con soporte local.

DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS:

Nuestra propuesta incluye el suministro de los equipos y servicios que se enumeran a continuación:

1. Sistema REDUNDANTE.
2. Conversión de las cinco(5) básculas actuales a sistemas Full Electrónicos
3. Interface Multiusuario a la red de datos de la Planta.
4. CHRONOSOFT– Un paquete de Software para administración de la dosificación de materias primas, enfocado al manejo de fórmulas, Órdenes de Producción y consumos de materias primas.
5. OPCIONAL: El sistema de control de vibradores y que depende del sistema que ustedes seleccionen para la planta.
6. Entrega de planos y especificaciones para el Cableado desde el Tablero de Control hasta cada uno de los elementos requeridos en la zona de materias primas y mezcladoras.

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total
2	Kit celdas de carga de 2500lb C/U, una caja de unión acero inoxidable, monturas, en acero inoxidable y 6 metros de cable. Tolvas 1 y 2.	Q33,920.00	Q67,840.00
2	Kit celdas tipo "S" de 2500lb C/U, una caja de unión acero inoxidable, monturas, en acero inoxidable y 6 metros de cable. Totalizadora y reciclado.	Q21,400.00	Q42,800.00
1	Indicador de pesaje TI2000 para montaje en panel. Totalizadora	Q54,400.00	Q54,400.00
4	Indicador de pesaje TI1000 Tolvas 1, 2, 6 y Reciclado.	Q32,640.00	Q130,560.00
2	Modificación estructura, eliminación de palancaje, adecuación de la nueva estructura, incluye. Tolvas 1 y 2.	Q30,040.00	Q60,080.00
2	Modificación y Eliminación de palancaje, incluye. Totalizadora y Reciclado.	Q16,800.00	Q33,600.00
4	Instalación de celdas de carga, cableado a caja de unión y terminal de pesada, puesta en marcha, ajuste y calibración con masas patronas y certificado. Tolvas 1, 2, Totalizadora y Reciclado.	Q13,220.00	Q52,880.00
1	Automatización del sistema de formulación de sistema de pesaje y programa de cómputo con base de datos para PC que gestiona y controla formulación, batch de producción, informes y reportes. Manuales Operacionales, Diagramas Eléctricos y Capacitación.	Q132,400.00	Q132,400.00
Total			Q574,560.00
Descuento 10%			Q57,456.00
Total con descuento. (30 días crédito)			Q517,104.00

Repuestos sugeridos

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total
1	Kit celdas de carga de 2500lb C/U, una caja de unión acero inoxidable, monturas, en acero inoxidable y 6 metros de cable Tolvas 1 y 2.	Q36,480.00	Q36,480.00
2	Kit celdas tipo "S" de 2500lb C/U, una caja de unión acero inoxidable, monturas, en acero inoxidable y 6 metros de cable. Totalizadora y Reciclado.	Q13,120.00	Q26,240.00
1	Indicador de pesaje para montaje en panel, para ser usado en cualquier posición de proceso.	Q57,840.00	Q57,840.00
Total			Q120,560.00
Descuento 10%			Q12,056.00
Total con descuento. (30 días crédito)			Q108,504.00

ANEXO 4

Guatemala, 01 de Agosto del 2011

Señores
VIFISA
Presente

Estimados Señores:

SEGA S.A. es una empresa con muchos años en el mercado y una total orientación al servicio y soporte al cliente. Como "Microsoft Gold Certified Partner", podemos proveerle de una solución completa de integración y automatización en su empresa. Abarcando desde la venta de Equipo, software y herramientas, hasta la implementación de sistemas complejos, incluyendo soporte, asesoría y consultoría.

Agradeciendo la oportunidad de poder servirle, adjuntamos de acuerdo a sus requerimientos configuración y precios de los productos requeridos.

Estamos a sus órdenes para resolver cualquier duda o inquietud de la misma.

PROPUESTA ECONÓMICA	
DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO
DELL OPTIPLEX 780 Torre Procesador Core 2 Duo 2.93G1Hz, 4GB de Memoria RAM 1333MHz, 2 Disco Duro de 320GB SATA 3.0Gb/s y 16MB Data Burs Cache, Quemadora DVD+/-RW, Monitor DELL 19" Flat Panel Wide Screen, Teclado y Mouse USB, Sistema Operativo Windows XP Español, 3 Años de Garantía en sitio	Q14,400.00
Punto de red	Q3,200.00

Atentamente,

ANEXO 5

Instalaciones Eléctricas

INSTALACIONES ELÉCTRICAS, TELEFÓNICAS, DATOS, MECÁNICAS

PRESUPUESTO
110702

Guatemala, agosto de 2011

SEÑORES: VIFISA

ATENCIÓN: Ing. WUALFRED ALVARADO.

Estimado ingeniero, de acuerdo con lo conversado con anterioridad, someto a consideración el presente presupuesto que describe con detalle los servicios solicitados.

TRABAJOS DE CABLEADO, UPS Y MANO DE OBRA DE PROYECTO
MATERIAS PRIMAS

ALCANCES:

- 1 Desmantelado eléctrico de caja, tuberías, cableado, etc.
- 2 Instalación de registros nuevos para los sensores
- 3 Instalación y cableado nuevo para sensores de tablero general
- 4 Incluye: registros JIC, tubería eléctrica, cable.

Mano de obra	Q16,000.00
Sensores necesarios para la automatización	Q40,000.00
UPS	Q12,000.00
Cableado, material y mano de obra de instalación de sensores	Q16,000.00

SON: Q84,000.00. ochenta y cuatro mil 00/100 QUETZALES

Atentamente,

Instalaciones Eléctricas

ANEXO 6**Entrevista a funcionarios de Vidrios Finos, S.A.**

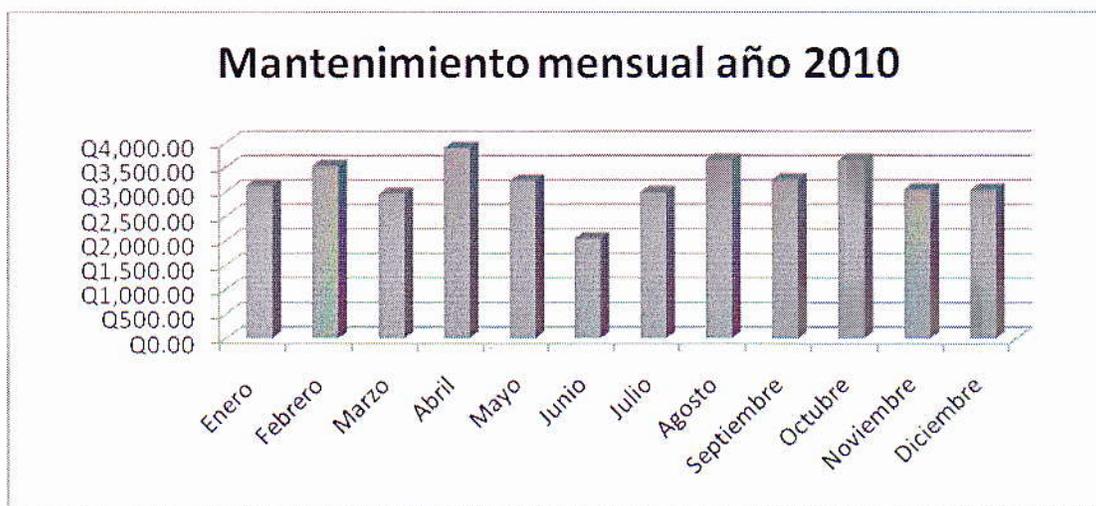
1. Para los proyectos de inversión. ¿Cuál es la tasa de retorno que solicitan los accionistas de la empresa?

Para los proyectos de inversión los accionistas solicitan el 15% de retorno, como mínimo.

2. ¿Qué método de depreciación utiliza la empresa?

La empresa utiliza el método de depreciación de línea recta.

3. ¿Cual es el promedio de mantenimiento mensual del equipo de materias primas?



Año 2010, Mes	Gasto histórico
Enero	Q3,125.00
Febrero	Q3,525.00
Marzo	Q2,955.00
Abril	Q3,896.00
Mayo	Q3,225.00
Junio	Q2,050.00
Julio	Q2,988.00
Agosto	Q3,650.00
Septiembre	Q3,250.00
Octubre	Q3,650.00
Noviembre	Q3,050.00
Diciembre	Q3,036.00
Total anual	Q38,400.00
Promedio mensual	Q3,200.00

4. ¿Cuánto es el sueldo base de un operador del área de materias primas?

Q2,500.00 mensuales, aproximadamente.

5. ¿Existe algún incentivo o bono para el personal?

Sí, el incentivo de producción está presupuestado al 7%.

6. ¿La empresa tiene calculado algún factor de prestaciones laborales?

Sí, el factor que se usa para prestaciones laborales es de 1.41837, aplicable a todo los ingresos recibidos por el trabajador.

7. ¿Cuál es el costo de horas extras mensuales, que el personal tiene debido a turnos rotativos?

El costo en horas extras es de Q609.98. El siguiente cuadro detalla el cálculo de las mismas.

Jornada	Extras por mes	Horas reglamentarias según jornada	Costo hora Extra	Costo horas Extras	Prestaciones	Sub total
Diurno	10	8	Q10.42	Q156.25	Q65.37	Q221.62
Mixta	6	7	Q11.90	Q107.14	Q44.83	Q151.97
Nocturna	8	6	Q13.89	Q166.67	Q69.73	Q236.40
Total extras						Q609.98

Debido a que la producción de la empresa es de 24 horas y los turnos que realizan los operadores son rotativos, los cálculos, según lo establecido en la ley laboral de Guatemala, realizan horas extras promedio en el mes por la cantidad de Q609.98 mensuales, incluyendo las prestaciones de las mismas. El costo de una hora extra en jornada diurna es de Q10.42, jornada mixta Q11.90 y jornada nocturna Q13.89, a total de horas extras se le aplica el factor de prestaciones.