



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Artes en Gestión Industrial

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SCRUM, PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO
DE DISEÑO Y DESARROLLO DE UN NUEVO ENVASE DE VIDRIO EN LA EMPRESA
VIDRIERA GUATEMALTECA S.A.**

Arq. Daniel Rodolfo Calderón Castillo
Asesorado por la Mtra. Inga. Ericka Nathalie López Torres

Guatemala, enero de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SCRUM, PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO
DE DISEÑO Y DESARROLLO DE UN NUEVO ENVASE DE VIDRIO EN LA EMPRESA
VIDRIERA GUATEMALTECA S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ARQ. DANIEL RODOLFO CALDERÓN CASTILLO
ASESORADO POR LA MTRA. INGA. ERICKA NATHALIE LÓPEZ TORRES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRO EN ARTES EN GESTIÓN INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Kenneth Lubeck Corado Esquivel
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Walter Darío Caal Mérida
SECRETARIO	Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SCRUM, PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO Y DESARROLLO DE UN NUEVO ENVASE DE VIDRIO EN LA EMPRESA VIDRIERA GUATEMALTECA S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Postgrado de Ingeniería, con fecha de 20 de julio de 2021.



Arq. Daniel Rodolfo Calderón Castillo

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.089.2023

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SCRUM, PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO Y DESARROLLO DE UN NUEVO ENVASE DE VIDRIO EN LA EMPRESA VIDRIERA GUATEMALTECA S.A.**, presentado por: **Arq. Daniel Rodolfo Calderón Castillo**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Gestión industrial después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DECANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
★

Decana

Guatemala, enero de 2023

AACE/gaoc



Guatemala, enero de 2023

LNG.EEP.OI.089.2023

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

**“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SCRUM, PARA LA
OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO Y DESARROLLO DE UN
NUEVO ENVASE DE VIDRIO EN LA EMPRESA VIDRIERA
GUATEMALTECA S.A.”**

presentado por **Arq. Daniel Rodolfo Calderón Castillo** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Gestión industrial**; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Edmuf
Mtro. Ing. Edgar Dario Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





Guatemala 25 de mayo 2022.

M.A. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

M.A. Ingeniero Álvarez Cotí:

Por este medio informo que he revisado y aprobado el **INFORME FINAL** titulado:
“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SCRUM, PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO Y DESARROLLO DE UN NUEVO ENVASE DE VIDRIO EN LA EMPRESA VIDRIERA GUATEMALTECA S.A.” de Daniel Rodolfo Calderón Castillo, del programa de **Maestría en Gestión Industrial**.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el *Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014*. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Atentamente,

MA. Ing. Kenneth Lubeck Corado Esquivel
Coordinador
Maestría en Gestión Industrial
Escuela de Estudios de Postgrado

Guatemala, 25 de mayo de 2022

**Maestro Edgar Álvarez Coti
Director Escuela de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería**

Estimado Maestro Álvarez Coti:

Por este medio me es grato saludarlo y desearle todo tipo de éxitos en sus labores diarias. El motivo de la presente es para informarle que he leído, revisado y aprobado el informe final de graduación titulado:

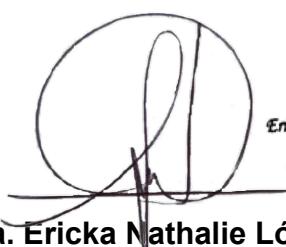
**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SCRUM, PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE
DISEÑO Y DESARROLLO DE UN NUEVO ENVASE DE VIDRIO EN LA EMPRESA VIDRIERA
GUATEMALTECA S.A.**

Del (a) estudiante **Daniel Rodolfo Calderón Castillo**, quien se identifica con número de carnet: **200511219** y número de DPI: **1780342900101**

El trabajo cuenta con todos los aspectos requeridos para constituir un informe final de trabajo de graduación para la Maestría en Gestión Industrial.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente,



*Ericka Nathalie López Torres
Ingeniera Industrial
Colegiada No.10,613*

M.A. Inga. Ericka Nathalie López Torres
Colegiado 10613

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser la fuerza que me motiva y mantiene mi fe para concluir mis sueños.
Mis padres	Mynor Calderón y Enid Castillo. Por darme mi educación, el apoyo incondicional y el ejemplo de honestidad y respeto.
Mi esposa	Michelle Ruano de Calderón. Por su amor, su comprensión y por ser mi compañera de vida.
Mis hijos	Santiago y Matteo Calderón. Por ser el motor y mi inspiración para salir adelante.
Mis hermanos	Renato Calderón y Andrea Calderón. Por ser ejemplo y apoyo en mi vida, a sus familias por ser parte de este sueño.
Mi suegra	Liceete Ruano por permitirme ser parte de su familia y su apoyo incondicional.
Mi suegro	Julio Cesar Ruano (q. d. e. p.) por su ejemplo y su recuerdo que vivirá en nuestros corazones.
Mis cuñados	Analiz, Julio y Jorge por su amistad, por su apoyo y compresión.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi alma mater, y la escuela abierta para los profesionales en Guatemala.
Facultad de Ingeniería	Por ser la casa de estudios que me formó como profesional.
Vidriera Guatemalteca S.A.	Por ser la empresa que me abrió sus puertas y me formó como trabajador.
Mis amigos de la maestría	Por ser una importante influencia en mi carrera, y por todas las experiencias que compartimos.

ÍNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XV
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XVII
OBJETIVOS.....	XXI
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXIX
1. MARCO REFERENCIAL	1
1.1. Estudios previos	1
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Fabricación de envases de vidrio	5
2.1.1. Preparación de vidrio	5
2.1.2. Producción.....	7
2.1.3. Control de calidad y empaque.....	9
2.1.4. Mantenimiento	10
2.2. Proceso de desarrollo de nuevos productos.....	10
2.2.1. Método.....	11
2.2.2. Verificación de los datos de partida del diseño	11
2.2.3. Registro e identificación del diseño	12
2.2.4. Planificación del diseño	12
2.2.5. Programa mensual de elaboración de diseños.....	13
2.2.6. Elaboración del diseño	13

2.2.7.	Elaboración de cálculos del diseño	14
2.2.8.	Elaboración de los dibujos del diseño	14
2.2.9.	Análisis del diseño por el área de formado.....	15
2.2.10.	Aprobación por el cliente	16
2.2.11.	Modificaciones al diseño	17
2.2.12.	Autorización para la compra del set de moldura	17
2.2.13.	Validación del diseño	18
2.3.	Optimización de procesos productivos.....	18
2.3.1.	Eficacia.....	19
2.3.2.	Eficiencia	19
2.3.3.	Productividad.....	19
2.4.	Aplicación de la metodología Scrum <i>manager</i>	20
2.4.1.	Herramienta Scrum <i>manager</i>	21
2.4.2.	Inspección de la metodología Scrum	21
2.4.3.	Adaptación.	22
2.4.4.	El equipo Scrum (<i>Scrum team</i>)	22
2.4.5.	El propietario del producto (<i>Scrum owner</i>)	23
2.4.6.	El equipo de desarrollo (<i>development team</i>)	24
2.4.7.	El Scrum <i>master</i>	25
2.4.8.	Eventos de Scrum	26
2.4.9.	El <i>sprint</i>	26
3.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	29
3.1.	Descripción de la empresa.....	29
3.2.	Proceso de diseño de un nuevo envase	29
3.3.	Proceso de desarrollo de un nuevo envase	33
3.3.1.	Requerimiento de un nuevo producto	33
3.3.2.	Solicitud de diseño	33
3.3.3.	Realización del diseño	33

3.3.4.	Revisión del diseño por plantas de producción.....	34
3.3.5.	Aprobación del diseño por el cliente	34
3.3.6.	Validación del diseño por AGR.....	34
3.3.7.	Autorización de compra de moldura	35
3.3.8.	Creación de códigos del nuevo producto.....	35
3.3.9.	Solicitud de compra y cotización a proveedores....	35
3.3.10.	Elaboración de dibujos mecánicos.	36
3.3.11.	Fabricación de la sección de prueba	36
3.3.12.	Traslado de la sección de prueba.....	36
3.3.13.	Inspección de moldura.....	37
3.3.14.	Fabricación de prueba industrial.....	37
3.3.15.	Validación por el cliente.....	37
3.3.16.	Revisión de los dibujos mecánicos.....	38
3.3.17.	Confirmación para compra de moldura completa ...	38
3.3.18.	Conclusión de la moldura completa.....	38
3.3.19.	Traslado de la moldura completa.....	38
3.3.20.	Inspección de la moldura completa	39
3.3.21.	Fabricación del pedido.....	39
3.3.22.	Entrega del producto al cliente.....	39
3.4.	Tiempo de desarrollo actual del proceso de nuevos productos.....	41
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	47
4.1.	Asignación de roles para la implementación de la metodología Scrum.	47
4.1.1.	<i>Scrum master</i> (director del proyecto).....	47
4.1.2.	<i>Product owner</i> (dueño del Producto).	48
4.1.3.	<i>Development team</i> (equipo de desarrollo).....	48
4.1.4.	<i>Stake holders</i>	49

4.2.	Determinación del organigrama de acuerdo a la nueva metodología Scrum.....	50
4.2.1.	Organigrama de trabajo.....	50
4.3.	Determinación de la realización de reuniones aplicables a la metodología	52
4.3.1.	Planificación del Scrum.....	52
4.3.2.	Seguimiento diario.....	52
4.3.3.	Avances del Scrum.	52
4.3.4.	Retrospectiva del <i>Sprint</i>	53
4.4.	Revisión y aplicación de la metodología sobre el nuevo procedimiento de desarrollo de nuevos productos.....	54
CONCLUSIONES.....		55
RECOMENDACIONES		57
REFERENCIAS		59
APÉNDICES.....		63

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema de un horno de fundición de vidrio.....	7
2.	Esquema del formado de un envase en proceso Soplo-soplo	8
3.	Esquema de la metodología Scrum y sus participantes.....	27
4.	Esquema de interacción de procesos en el diseño de un nuevo envase.....	30
5.	Organigrama del departamento corporativo de diseño de molduras.....	31
6.	Organigrama del departamento corporativo de diseño de molduras.....	32
7.	Gráfico de nuevos proyectos en VIGUA a nivel de diseño.....	41
8.	Gráfico de nuevos proyectos en VIGUA en fase de aprobación.....	42
9.	Gráfico de porcentaje de eficiencia por producto.....	44
10.	Gráfico de análisis de efectividad del proceso.....	45
11.	Organigrama del equipo de desarrollo Scrum.....	51
12.	Esquema de la metodología aplicada al proceso.....	53

TABLAS

I.	Operacionalización de variables	XXV
II.	Cronograma estándar de desarrollo de un nuevo envase.....	40
III.	Listado y análisis de los nuevos productos finalizados	43
IV.	Cronograma estándar de desarrollo de un nuevo envase aplicando la metodología Scrum	54

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°	Grados
%	Porcentaje
>	Mayor que
<	Menor que

GLOSARIO

AGR	<i>American Glass Research.</i>
Boceto	Representación gráfica de las dimensiones aproximadas de un envase que se utiliza para mostrar al cliente en fases previas a la aprobación de un proyecto.
CAD	<i>Computer Assisted Drawing.</i>
CDS	Centro de elaboración de diseños de envases regulares e irregulares.
Daily Scrum	Reunión de seguimiento Scrum.
Development team	Rol de la metodología Scrum donde se denomina a todo el equipo de trabajo responsable del cumplimiento de las actividades.
Diseño	Representación gráfica de las dimensiones finales de un envase de vidrio, que contiene las especificaciones técnicas para su fabricación.
Draft	Primera aproximación en dibujo de la idea del cliente sobre la necesidad de un nuevo envase.

Eficiencia	Medición del nivel de aprovechamiento de los recursos utilizados transformándose en productos o resultados deseados.
ERP	<i>Enterprise Resource Planning.</i>
Fundidor	Parte del horno fundidor de vidrio, donde se alcanza la temperatura máxima de fundido y se homogenizan los componentes de la materia prima.
Garganta	Parte del horno fundidor de vidrio donde se conecta el fundidor con el refinador.
GPI	<i>Glass Packaging Institute.</i>
IS	<i>Individual section.</i>
Moldura	Molde contenedor que funciona para dar forma al vidrio en su etapa de producción en la máquina de fabricación.
Nuevos productos	Término utilizado para describir las presentaciones de nuevos envases a fabricar en Vidriera Guatimalteca.
Pack to melt	Es el indicador más utilizado en la industria del vidrio, que describe la relación de la división de las toneladas de vidrio que se envían a la bodega en producto

terminado entre las toneladas de vidrio que se funden diariamente en el horno para el efecto.

PHP	<i>Personal home page tools.</i>
Prensa soplo	Proceso productivo en la formación de envases de vidrio en donde la preforma es generada a través de un proceso de prensado por medio de un pistón mecánico.
Product Owner	Rol de la metodología Scrum que tiene la responsabilidad de recopilar la información de entrada y los requerimientos de los clientes.
PTM	<i>Pack to melt.</i>
Puertos	Parte del horno fundidor de vidrio que transporta los gases generados en el fundidor hacia las chimeneas de extracción.
Refinador	Parte del horno fundidor de vidrio donde se distribuyen los flujos de vidrio fundido a los canales individuales de las máquinas productoras.
SAP	<i>Systeme, Anwendungen und Produkte.</i>

Scrum master	Rol de la metodología Scrum que lleva la responsabilidad principal del desarrollo del proyecto y es responsable de la asignación de actividades.
Scrum retrospective	Reunión de la metodología Scrum donde se da a conocer los resultados finales de un proyecto y se verifica el cumplimiento de metas.
Scrum	Es un proceso en el que se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas para trabajar colaborativamente, en equipo, y obtener el mejor resultado posible de un proyecto.
SOLPED	Solicitud de pedido.
Soplo-soplo	Proceso productivo en la formación de envases de vidrio en donde la preforma es generada a través de un proceso de presión por aire comprimido.
Tetra-pack	Es un tipo de empaque que se trabaja con un proceso de alta temperatura denominado UHT, el empaque se caracteriza por tener diferentes capas de cartón y polímeros.
Tme	Tonelada métrica empacada.
Tmf	Tonelada métrica fundida.

VICESA

Vidriera Centroamericana S.A.

VIGUA

Vidriera Guatimalteca, S.A.

RESUMEN

La siguiente investigación se desarrolló en la empresa Vidriera Guatimalteca S.A., está enfocada en el contexto del proceso de creación de un nuevo envase y las etapas que intervienen el desarrollo del mismo, la importancia del desarrollo de la investigación radica en el objetivo corporativo de la compañía en el incremento de la eficacia de los nuevos productos.

En el proceso de la investigación se determinaron cada una de las etapas en las que se desarrolla actualmente un nuevo diseño, mediante el uso de una herramienta para la recolección de los datos de las principales fechas e intervenciones el proceso, también se determinaron a los actores participantes de los diferentes departamentos y áreas involucradas en el proceso completo de desarrollo, así como las interacciones entre los diferentes procesos.

La investigación contempló el plan para la implementación de una metodología ágil, que permitió la mejora del indicador de tiempo de desarrollo de un nuevo envase, la herramienta seleccionada fue la metodología Scrum, herramienta utilizada principalmente para el desarrollo de *software*, pero que a través de la presente investigación se determinó como una herramienta efectiva para el desarrollo y agilización de procesos industriales.

Con el desarrollo de la investigación se logró determinar el esquema para la implementación de la metodología, considerando la reasignación de roles y actividades para los puestos del personal, así como las juntas de implementación y seguimiento de las actividades propias de la metodología.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro de la empresa se tiene el procedimiento de desarrollo de nuevos productos, este inicia con el requerimiento de diseño emitido desde el departamento de Marketing hacia el departamento de diseño de productos, posteriormente este diseño pasa a la aprobación por parte de producción y finalmente es enviado vía *courier* para la aprobación del cliente, en total la parte de aprobación de diseño toma aproximadamente 20 a 30 días, si el diseño no cumple con los requisitos del cliente, se debe expresar de forma escrita por el mismo, esto para hacer las modificaciones correspondientes a nivel gráfico e iniciar de nuevo el proceso, estas modificaciones se registran en un formato correspondiente de reformas a diseño (Vidriera Guatemalteca S.A, 2020a).

Después de la aprobación del diseño, se desarrollan los dibujos mecánicos para fabricación de los moldes en donde se funde el vidrio, este proceso se desarrolla en rango de cinco a siete días y depende de la carga de trabajo de los diseñadores de moldes, dada la complejidad del proceso y el tipo de aleación metalúrgica los moldes, se adquieren en países como Italia, Portugal, Croacia y China principalmente; el desarrollo de este set de moldes toma un tiempo en rango de cinco a seis semanas, la compra debe incluir el total de piezas de cada componente, que generalmente son de ocho a diez piezas y depende del número de muestras que desea evaluar el cliente y el tiempo en el que se puede disponer de una máquina destinada a hacer pruebas.

Los moldes son enviados desde el proveedor vía marítima a Guatemala o Costa Rica dependiendo del programa de producción del mes, el tiempo de traslado para recibir los moldes en Vidriera Guatemalteca, S.A. es de seis

semanas, al recibir los moldes en planta, se desarrolla la prueba en máquina para obtener muestras y determinar si el diseño de los moldes es el adecuado para la producción de ese envase bajo los requerimientos especificados en el diseño aprobado.

Posterior a la obtención de muestras, estas se validan en el departamento de control de calidad, si las muestras no cumplen las especificaciones de calidad y las normas internacionales estándares para producción de envases de vidrio se hacen modificaciones al diseño de la moldura y se inicia de nuevo el proceso de compra, si la prueba se valida como positiva se envían muestras a los clientes para que se corran en sus líneas y que puedan apreciar la forma del envase final, el cliente analiza y determina si la propuesta del envase es satisfactorio, algunos de los clientes someten el envase a pruebas en el mercado para determinar si el envase resiste las condiciones de manejo en puntos de venta, esto depende del protocolo de aprobación de cada cliente. Una vez se cuenta con la validación del cliente se procede a comprar el set de la moldura completa con el proveedor, considerando las piezas de refacción para trabajar en máquinas formadoras de diez secciones con capacidad de cavidades dobles por sección, este paso toma seis semanas y concluye con el envío de las piezas a la planta, el procedimiento completo se desarrolla en un rango de seis a siete meses.

- Descripción del problema

El tiempo de desarrollo en el proceso de generación de nuevos productos es muy extenso para las necesidades de los clientes actuales para los casos de un cambio de imagen o nuevo lanzamiento, lo que repercute en la baja competitividad de la compañía frente a las ofertas de empaque en materiales alternativos al vidrio.

- Formulación del problema

- Pregunta central

¿Cuál es la metodología adecuada para la optimización del proceso de diseño y desarrollo de un nuevo envase de vidrio en la empresa Vidriera Guatemalteca S.A.?

- Preguntas auxiliares

- ✓ ¿Cuál es el estado actual de los parámetros relacionados al tiempo y eficacia para el proceso de realización del diseño e implementación de nuevos envases de vidrio?

- ✓ ¿Cuál es el diseño de un plan para la implementación que debe establecerse para la optimización del proceso con la metodología Scrum para agilizar el proceso de diseño y desarrollo de un nuevo envase?

- ✓ ¿Cuál es el beneficio de la metodología Scrum aplicada en el proceso de diseño y desarrollo de un nuevo envase en Vidriera Guatemalteca S.A.?

- Delimitación del problema

El estudio va dirigido al departamento de planificación y diseño de molduras de la empresa Vidriera Guatemalteca, S.A., ubicada en la zona 12 de la ciudad de Guatemala. El periodo de ejecución de la investigación será desde el mes de enero de 2020 a diciembre de 2021.

OBJETIVOS

General

Aplicar la metodología Scrum para la optimización del proceso de diseño y desarrollo de un nuevo envase de vidrio en la empresa Vidriera Guatemalteca S.A.

Específicos

- Realizar el diagnóstico del estado actual de los parámetros relacionados al tiempo y eficacia para el proceso de realización del diseño e implementación de nuevos envases de vidrio.
- Definir el plan de implementación que debe establecerse para la optimización del proceso con la metodología Scrum para agilizar el proceso de diseño y desarrollo de un nuevo envase.
- Evaluar el beneficio de la metodología Scrum aplicada en el proceso de diseño y desarrollo de un nuevo envase en Vidriera Guatemalteca S.A

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

Se presenta a continuación la ruta que tomó este proyecto de graduación, desde su fase de investigación hasta su fase de finalización.

- Características del estudio

El estudio tuvo las siguientes características.

- Enfoque

El presente trabajo de graduación presenta un enfoque mixto por las siguientes razones: cuantitativo porque se utiliza la medición de variables para el control de proceso, la evaluación del comportamiento del proceso y sus desviaciones, cualitativo porque utiliza la revisión documental cuando se investiga antecedentes del problema y marco teórico relacionado.

- Alcance

El alcance metodológico es descriptivo, porque se tiene la caracterización del proceso de desarrollo de nuevos productos de la empresa Vidriera Guatemalteca S.A. bajo el registro de procedimientos estandarizados del sistema de gestión de calidad, donde se describe la metodología, los responsables y los tiempos destinados al diseño y desarrollo, adicional al formato de control y registro de la culminación de pasos en la metodología de desarrollo.

- Diseño

El diseño de investigación es no experimental porque no se utilizarán ensayos de laboratorio para determinar información a ser utilizada en la implementación de la herramienta.

- Unidad de análisis

La población en estudio se determinará en 16 personas, incluyendo el personal que interviene en el desarrollo de un nuevo producto, personal del departamento de compras, personal del departamento de ventas, diseñadores de nuevos productos y personal encargado del almacén del taller de moldes.

- Variables

Las variables estudiadas se describen a continuación:

Tabla I. Operacionalización de variables

Nombre de la Variable	Definición teórica	Definición operativa	Indicador
Tiempo de desarrollo del proceso de realización proceso de nuevos productos	Definir los parámetros relacionados al tiempo de y eficacia para el desarrollo del proceso de diseño e implementación de nuevos envases de vidrio.	Tiempo de desarrollo e implementación del nuevo producto, sobre la meta estándar de 6 meses.	Tiempo total de desarrollo en días/ Tiempo estándar de desarrollo para el actual procedimiento en %.
Definición de actividades y responsables.	Definir las actividades diarias y los responsables para cada una de las fases y del desarrollo en función del cumplimiento y los roles de la metodología.	Establecer las actividades y los responsables de cada una de los pasos de los procesos, alineándolos a los requisitos Scrum.	Porcentaje de cumplimiento del total de actividades y asignación de roles de la metodología aplicada en el proceso de desarrollo de nuevos productos.
Factibilidad	Evaluar la factibilidad de una herramienta eficaz para el proceso de diseño e implementación de un nuevo envase en Vidriera Guatemalteca S.A.	Tiempo de desarrollo e implementación del nuevo producto, sobre la meta estándar de 6 meses.	Tiempo total de desarrollo en días/ Tiempo estándar de desarrollo para el actual procedimiento en %.

Continuación tabla I.

	Establecer el Porcentaje de toneladas de vidrio fundido en relación con la optimización del al vidrio empacado. Proceso de diseño e implementación de un nuevo envase de vidrio en la empresa Vidriera Guatemalteca S.A.	Pack to Melt: Porcentaje de efectividad de nuevos productos considerando las toneladas fundidas en el horno dividido entre las toneladas empacadas: Tmf/Tme
--	--	---

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

- **Fases del estudio**

A continuación, se describen las fases en las cuales se divide el desarrollo de la investigación:

- Fase 1. Revisión de literatura: en esta fase se determinó la literatura necesaria que sirvió de guía para la elaboración del marco teórico y de los antecedentes.
- Fase 2. Recolección de la información: en esta fase se realizaron visitas programadas a los departamentos de compras y recepción de moldura, así como consultas con los tiempos de desarrollo de los diseñadores, proveedores y transportistas para poder realizar observaciones, levantar los datos del estudio e identificar los eventos claves asociados al proceso de diseño y desarrollo de nuevos envases.

- Fase 3. Análisis de información: en esta fase se evaluó el uso de la metodología como la herramienta óptima o no, para buscar el incremento de los números de los indicadores en nuestras variables sobre la base de una investigación que permitió tener las variables necesarias para hacer la implementación. Con esta fase se cumplió el primer objetivo, el cual es realizar el diagnóstico de la situación actual y el tiempo total de desarrollo del proceso.
- Fase 4. Interpretación de la información: en esta fase se describió los procedimientos metodológicos necesarios a las rutinas de seguimiento de los avances de la herramienta, así como la definición de los responsables para el cumplimiento estricto de las fases de implementación. Esto con el fin de poder contar con los recursos necesarios para hacer la implementación de la metodología sin entrometerse y ralentizar en las actividades de seguimiento con la herramienta actual. Con esta fase se cumplió el segundo objetivo que fue definir el plan de implementación de la metodología.
- Fase 5. Evaluación de la herramienta: después de haber realizado el análisis del estudio de campo y la recopilación de la teoría, se concluyó y se realizó un análisis de la elaboración de las propuestas de los nuevos parámetros de medición de tiempos y eficiencia de los procesos para y se determinaron cuáles se integran como nuevo estándar a las metas de medición de variables de la nueva metodología, considerando que los tiempos actuales son la base para la propuesta de mejora. Con esta fase se definió el tercer objetivo que es la evaluación de la herramienta.

INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo de investigación es una sistematización en la línea de optimización de operaciones y procesos, consiste en implementar una metodología de procesos ágiles en el proceso para el desarrollo de nuevos envases, el cual es clave para la continuidad de la industria en el mercado como un material viable para cualquier tipo de industria alimenticia y de bebidas.

El vidrio se presenta como la opción de un material ecológicamente sustentable lo que ayuda en la imagen socialmente responsable de los clientes de esta industria manufacturera. El rango de desarrollo de nuevos envases en materiales alternativos como el plástico y aluminio representa hasta un 25 % del tiempo total de desarrollo para un nuevo envase de vidrio.

De acuerdo al registro de desarrollo de nuevos productos en la empresa Vidriera Guatemalteca, S.A. el proceso abarca un rango de tiempo de entre 6 y 8 meses considerando todas las fases de diseño, validación y fabricación de los nuevos productos.

La importancia de la solución al problema de investigación radica principalmente en que se podrá hacer más eficiente el procedimiento actual. Se logró reducir el tiempo de desarrollo de los nuevos productos del rango actual hasta en un 26 %. Con esta agilización se logró evitar la pérdida de recursos económicos por la falta de eficacia y desarrollos extensos al no tener una metodología estructurada que facilite la incursión de productos y materiales. De esta manera también evitar la pérdida de clientes insatisfechos por no alcanzar

las metas de fechas de lanzamiento de innovaciones, lo que ocasiona la búsqueda de materiales de empaque alternativos por parte de los clientes.

Los resultados de la implementación de una metodología ágil, con este trabajo de investigación son los enfocados principalmente a establecer la guía para el desarrollo de nuevos productos y recuperar el margen de contribución que genera normalmente este tipo de proyectos. Se estima incrementar el porcentaje de facturación anual por concepto de nuevos productos para la compañía de un 6 % actual a 10 % que es el objetivo y meta establecido para esta categoría de venta.

Con el desarrollo de esta investigación se obtuvieron los conocimientos para desarrollar una metodología ágil, en específico la metodología Scrum, la cual permitió de una manera ordenada generar los espacios necesarios para la interrelación de los departamentos y los actores, así como la comunicación assertiva con los clientes y proveedores y la coordinación de equipos de trabajo multidisciplinarios.

Los aportes esperados son los siguientes: al implementar esta metodología se pretende reducir el tiempo de desarrollo de nuevos productos, mejorar la satisfacción de los clientes y evitar la pérdida de clientes por optar a alternativas de empaque de más rápido desarrollo, incrementar el índice de facturación en esta categoría para llegar a la meta corporativa establecida y evitar problemas de falta de comunicación en información clave del desarrollo para la producción final del envase. La metodología Scrum fue desarrollada principalmente para la agilización en el desarrollo de productos industriales, sin embargo, con el paso de los años fue utilizada recurrentemente en el desarrollo de software, se deben considerar las bases establecidas originalmente por los desarrolladores Takeuchi

y Nonaka para aplicar eficazmente la metodología a la industria de envases de vidrio.

La investigación es factible debido a que se cuenta con los recursos necesarios para el desarrollo de las fases necesarias para la recopilación de datos, análisis de información y desarrollo del informe final, proporcionando los accesos necesarios dentro de las instalaciones de la empresa para el desarrollo de la misma.

El informe final de investigación consta de 4 capítulos: en el primer capítulo se desarrolló el marco teórico, en el que se realizó una recopilación documental de los registros y procedimientos vigentes dentro de la compañía.

En el segundo capítulo se presenta el desarrollo de las fases de la investigación para establecer la ruta crítica y los parámetros ineludibles del procedimiento actual.

En el tercer capítulo se desarrolla la presentación de resultados, donde se determina el número total de proyectos que finalizaron su desarrollo en el periodo seleccionado para investigación.

En el cuarto capítulo se encuentra la discusión de los resultados de la aplicación de la metodología en el proceso de desarrollo de nuevos productos, así como las ventajas de su implementación.

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. Estudios previos

En los antecedentes con la herramienta seleccionada para el tema de investigación se pueden mencionar los descritos a continuación:

Dada la relevancia del artículo *Las reglas del juego en el desarrollo de nuevos productos ha cambiado* artículo de 1986 que da origen a la metodología ágil Scrum se toma como antecedente para el desarrollo de la investigación (Hirotaka e Ikojiru, 1986).

Hirotaka e Ikojiru (1986), describen el artículo que da origen a la metodología Scrum para el desarrollo de un nuevo producto las reglas del juego en el desarrollo de nuevos productos han cambiado, muchas compañías han descubierto que adicional a las reglas básicas del negocio como alta calidad y bajos precios es necesario que las compañías aporten agilidad y flexibilidad. Este enfoque está reflejado en el enfoque de las compañías al desarrollo de Nuevos productos, algunas empresas apuestan a la innovación a través del desarrollo constante de implementaciones, tal es el caso de 3M, Fuji y Xerox entre otras.

Tomando como base los principios de Hirotaka e Ikojiru (1986) y Menzisky, López y Palacio (2017) desarrollan una guía básica para la aplicación de conceptos de la metodología: El enfoque actual de las empresas para el desarrollo de las habilidades y competencia del personal se ha modificado al utilizado en las gestión de proyectos de metodologías pasadas. Es necesario en la actualidad implementar metodologías y herramientas que permitan que el

resultado del lanzamiento de los nuevos productos esté orientados a la detección temprana de fallos, errores, y oportunidades de mejora, para así encontrar soluciones en etapas tempranas del desarrollo, así mismo hacer el proceso desarrollo más flexible y permitir el acompañamiento frecuente del cliente. Con la utilización de metodologías ágiles se permite que el desarrollo sea eficiente y que los resultados sean tangibles. La importancia de este aporte es evidenciar que la implementación de estas metodologías es una necesidad para las compañías altamente competitivas.

Aportando a los estudios realizados, Pardo, Suescún, Jojoa. Zambrano y Ordoñez, (2020), exponen el desarrollo de productos enfocados a la metodología ágil. La forma de evidenciar la implementación de un proceso ágil en una compañía comprende la conformación de un equipo capacitado para aceptar los cambios y proceder a desarrollar respuestas efectivas a las modificaciones que sean necesarias, es decir respuestas ágiles. Las empresas que emprenden en la implementación de las metodologías ágiles, tienen el objetivo de desarrollar los proyectos para el cumplimiento de los plazos establecidos como principal objetivo, esta ideología aporta al trabajo de investigación el elemento que denota que los cambios en los proyectos pueden ser espontáneos y muchas veces son inevitables sin embargo las compañías deben responder de manera rápida y eficiente a estos cambios.

Adicionalmente, Hernández, Martínez, Jiménez y Jiménez, (2019). Desarrollan una investigación para determinar la efectividad del uso de herramientas ágiles en equipos colaborativos. En esta investigación se muestra cómo se implementó una propuesta de desarrollo con la metodología Scrum. La investigación se desarrolla con la participación de empresas del sur de Colombia. En colaboración con las altas gerencias de las empresas seleccionadas se desarrolla la propuesta que incluye la puesta en práctica para la gestión del

conocimiento para obtener las habilidades necesarias en la implementación de este tipo de metodologías. Entre los aportes más destacados se denota el fortalecimiento de la confianza de los colaboradores, así como el mejoramiento de la cultura del trabajo en equipo. El aporte de este antecedente a la investigación radica en la definición de la metodología para la conformación de equipos de alto desempeño.

Sumado al estudio de conformación de los equipos y las guías básicas para desarrollo, Rosado, Villagrán, Ehuan y Barrera (2018), describen cómo se puede automatizar el proceso de la metodología ágil para su implementación y seguimiento en una compañía.

Un proceso de automatización de actividades en las empresas y en las industrias actualmente se vuelve una necesidad para mantenerse activamente competitivo, el llevar los procesos y las actividades al grado de automatización hace el trabajo más eficiente, ya que permite identificar cuáles son los elementos principales para el desarrollo de las tareas. Tomando en consideración lo expuesto se implementó a nivel escolar el diagnóstico a nivel básico, se diseñó un sistema de evaluación integral para determinar el grado de satisfacción concluido por parte de los usuarios, así todos los usuarios que intervienen en el proceso pueden mejorar sus resultados. La importancia de este antecedente para la investigación es explicar cómo se puede implementar y automatizar la metodología para romper la barrera del cambio en la implementación.

Como complemento al enfoque de metodologías ágiles, Martínez y Comino (2018), concluyen como algunas organizaciones materializan casos de éxito en el desarrollo de nuevos productos para la industria del *software*. El desarrollo de esta investigación se centra en la gerencia y administración de los proyectos considerando la utilización de metodologías ágiles, como la metodología Scrum.

Las empresas de desarrollo de *software* durante muchos años utilizaron los fundamentos de la gestión de proyectos del Instituto de Gerencia de Proyectos de Colombia, en otras industrias diferentes a las del desarrollo del *software* se utilizan metodologías ágiles como la metodología BIM para el caso de la industria de la construcción. La metodología ágil en definitiva es una herramienta que revolucionó cada una de las industrias y los procesos de desarrollo, adaptando a las organizaciones y volviéndolas más competitivas. Este antecedente es importante para la investigación ya que concluye los casos de éxito de las compañías que han aplicado la metodología ágil para el desarrollo de nuevos productos.

2. MARCO TEÓRICO

En esta sección se determinaron los procesos que intervienen en la producción de los envases de vidrio en la empresa Vidriera Guatemalteca, S.A. así como los conceptos relacionados a la propia industria del vidrio, el enfoque principal de las fuentes de consulta se basó en las etapas que se realizan en el desarrollo de un nuevo producto, desde el requerimiento del nuevo lanzamiento, la elaboración y aprobación del diseño y la validación del producto interno para entrega y despacho al cliente. Se incluyó en la investigación los conceptos que estructuran la metodología ágil Scrum, seleccionada para la optimización del proceso en la empresa, así como los conceptos y principios que permiten que la metodología sea la respuesta adecuada al requerimiento.

2.1. Fabricación de envases de vidrio

El proceso de fabricación de envases de vidrio se compone de una serie de etapas que en una secuencia ordenada convierten la materia prima del vidrio y todos sus componentes en el producto final que se entrega al cliente.

2.1.1. Preparación de vidrio

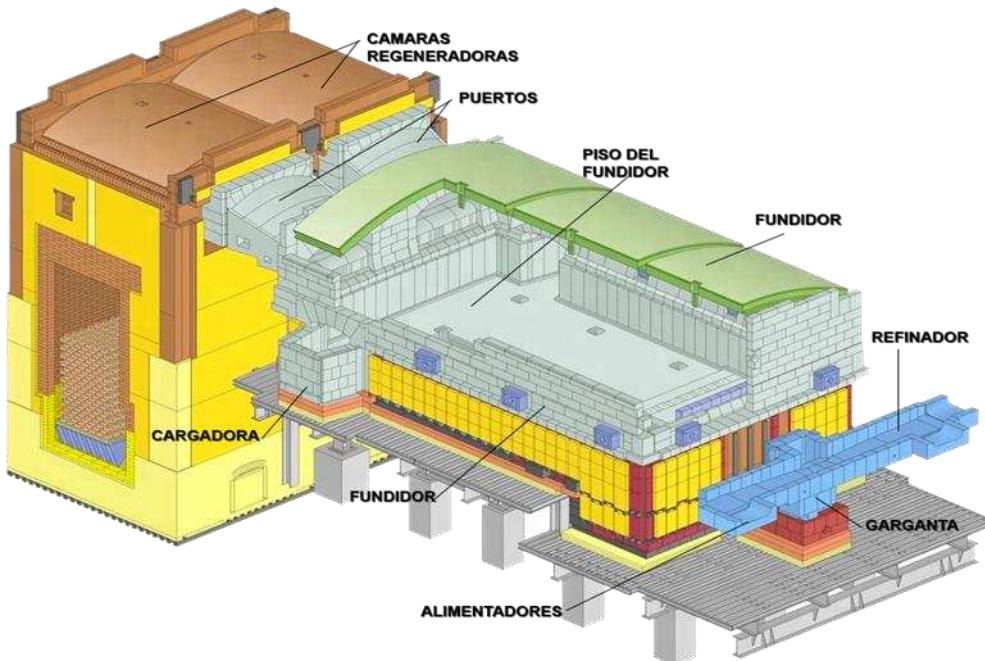
El primer proceso de intervención en la producción de envases de vidrio es el proceso de materias primas, el mismo pertenece a la gerencia de preparación de vidrio junto con el proceso de fundición, el proceso de materias primas es el paso en el que se recolecta el vidrio de reciclaje o pedacería de vidrio, así como los componentes principales para generar la formulación del vidrio.

La piedra caliza es uno de los principales componentes del vidrio, es extraído por la planta Sicasa, del grupo corporativo Vical, al que pertenece Vidriera Guatemalteca, S.A. En el proceso de formulación de vidrio se planifican y diseñan las propiedades del vidrio, esto es necesario para calcular las cantidades exactas de las materias primas que utilizará la mezcla. Posterior a la realización del paso de formulación, el proceso de continua con las etapas de pesado, mezclado y transporte del vidrio hacia el horno de fundición, durante estas etapas, se mantienen controles estrictos para que se garantice la mezcla de la formulación requerida para el tipo de vidrio específico. (Vidriera Guatemalteca, S.A., 2019b, pp. 2-5)

La fundición es la segunda etapa principal del proceso productivo, sus operaciones principales son la fusión de la mezcla y el acondicionamiento térmico del vidrio fundido, el proceso inicia con el cargado de la mezcla proporcionada por materias primas al horno de fundición, durante el proceso se mantiene el control constante de la temperatura del vidrio en el horno el cual puede superar los 1500 grados centígrados, el volumen de vidrio a fundir dependerá del tonelaje diario requerido para la gama de productos en producción de la planta, el cargado se realiza de manera automática a través de una señal electrónica del nivel de vidrio en el horno que activa los motores eléctricos de las cargadoras.

La siguiente etapa del proceso es el acondicionamiento térmico, el cual se realiza en los canales o alimentadores del horno y que finalizan en la parte superior de las máquinas formadoras de envases que se posicionan estratégicamente para la producción de los envases (Vidriera Guatemalteca, S.A., 2019b, p. 2-5).

Figura 1. Esquema de un horno de fundición de vidrio



Fuente: PD Refractories (s.f.). *Glass Industry*. Consultado el 01 de junio de 2020. Recuperado de <http://www.pd-refractories.cz/en/glass>.

2.1.2. Producción

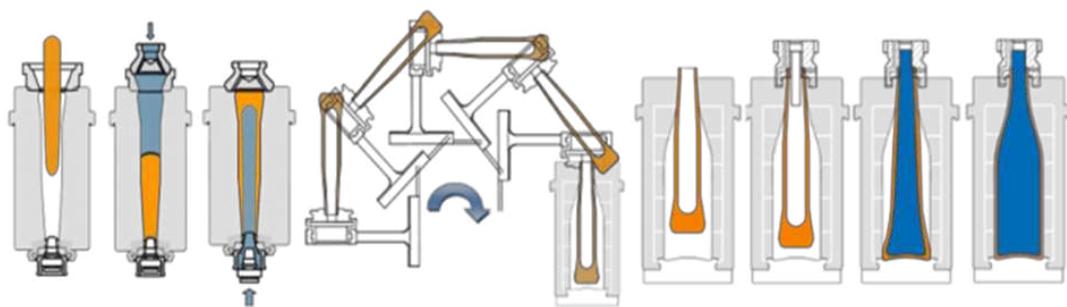
Posterior a finalizar el proceso de fundición en los hornos, se iniciará el proceso de producción, al finalizar este proceso el vidrio toma la forma final del envase para su uso funcional, el proceso se realiza a través de las máquinas formadoras denominadas máquinas IS (*individual sections*) por sus siglas en inglés. La etapa de formado se puede realizar por medio de tres procesos básicos que son los más comúnmente utilizados en la industria del vidrio a nivel mundial, los cuales son: soplo-soplo, prensa soplo y prensa soplo boca angosta dependiendo de las características del diseño del envase, como su peso en gramos, su capacidad en mililitros, el

uso destinado del envase y su utilidad determinada por el cliente. Durante el proceso de formado, el operador y ayudante de la máquina formadora son responsables del control de las condiciones para el funcionamiento correcto de las máquinas. (Vidriera Guatimalteca, S.A., 2020b, pp. 4-6)

Los procesos de mantenimiento de las máquinas formadoras y mantenimiento de molduras, son procesos auxiliares de producción, en los mismos se realizarán los mantenimientos necesarios para las máquinas IS, y para los moldes donde se funde el vidrio.

Uno de los principales procesos de producción por el tipo de producto que se realiza, es el proceso Soplo-Soplo, en el cual la preforma del envase es formada a partir de un soplo de aire, como se muestra en la figura 2 (Vidriera Guatimalteca, S.A., 2020b).

Figura 2. Esquema del formado de un envase en proceso Soplo-soplo



Fuente: Nogrid simulation software (s.f). Formado de envase . Consultado el 01 de junio de 2020. Recuperado de <https://www.nogrid.com/product-information/nogrid-points-blow1>.

2.1.3. Control de calidad y empaque

Para Vidriera Guatimalteca, S.A., (2019a):

La inspección y prueba del producto en línea se realiza desde la fundición de vidrio, a través del departamento de laboratorio químico, el cual, valida las especificaciones de la formulación, la densidad del vidrio y el color dentro de especificaciones, el departamento de control de calidad es el encargado de realizar el muestreo en el línea del producto en proceso, iniciando con la inspección en área caliente, denominada así por ser la inspección del producto que sale de la máquina formadora, posterior al proceso de templado del producto, la inspección en línea se realiza por medio de equipos de inspección automática y adicional por medio de revisadores encargados de la detección y rechazo de envases con defectos.

Las características de las variables y la resistencia mecánica de los envases se validan durante el proceso en laboratorio físico de la empresa, para el objetivo se determina una muestra del producto que incluye un juego de todos los números de moldes que estén en producción. Se realizan las mediciones de las variables y las pruebas resistencia mecánica del vidrio, como lo son la resistencia a la presión interna, la carga vertical y el impacto, si dentro de la muestra los envases fallan en la resistencia de especificación se segregan y rechaza el número de molde correspondiente. (pp. 2-5)

Al finalizar el recorrido del envase en la línea de producción y las fases de inspección, se procede a empacar el producto por medio de equipos de empaque automático o de personal a cargo del empaque, posteriormente el producto será trasladado por medio de montacargas a la bodega de segunda revisión o a la bodega de producto terminado.

2.1.4. Mantenimiento

La cadena de suministro se complementa con el proceso de mantenimiento, en él se incluyen todos los procesos para el correcto funcionamiento de las instalaciones, la maquinaria y el equipo de la planta de producción, adicional en este proceso se planificación los proyectos para mejoras de las instalaciones o la adquisición de nuevos equipos.

El mantenimiento de los equipos y las instalaciones se divide en mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo y el tipo de mantenimiento puede ser eléctrico, electrónico, mecánico o de equipos especiales. Para el caso del mantenimiento preventivo la ejecución se realiza por medio de las directrices de un programa de mantenimiento anual generado por el software ERP de la compañía, el cumplimiento del programa preventivo determina la eficiencia operativa del proceso, el mantenimiento correctivo se inicia con la falla o funcionamiento irregular de un equipo, dependiendo de la urgencia o se atiende con el personal de mantenimiento de turno o se coordina con personal especializado si la falla no puede ser resuelta por el personal de turno. (Vidriera Guatimalteca, S.A., 2020c, pp. 3-5)

2.2. Proceso de desarrollo de nuevos productos

El proceso de desarrollo de nuevos productos comprende las etapas desde la parte de diseño ajustándose a los requerimientos del cliente, y pasando por las etapas de validaciones por la parte de producción y validaciones respectivas por el cliente.

2.2.1. Método.

Para Vidriera Guatemalteca S.A. el diseño y desarrollo de nuevos productos consiste en:

- El diseño del producto propiamente dicho que es atendido por el área comercial.
- La validación del producto nuevo, a través de la verificación del cumplimiento de las especificaciones definidas a cargo del departamento de control de calidad de la planta.

Las actividades a realizar se describen en el desarrollo del procedimiento y se reflejan en el plan de elaboración del diseño (Vidriera Guatemalteca, S.A., 2012).

2.2.2. Verificación de los datos de partida del diseño

El Gerente de Administración y Procesos de Ventas recibe de los Gerentes de Mercadeo y Ventas la Solicitud de Diseño y revisa que contenga toda la información requerida en el mismo, basándose en su conocimiento y experiencia. Si la información de la solicitud no está completa o no cumple con alguno de los puntos establecidos en el Formato se devuelve al solicitante para que la complete, aclare o defina; los espacios que no requieran la información, se llenan con las letras N.A. (no aplica).

Si la información de la solicitud está completa y cumple con los puntos establecidos en el Formato de Solicitud, el Gerente de Administración y Procesos de Ventas la aprueba inicialmente, firmándola y fechándola (Vidriera Guatemalteca, S.A., 2012).

- Nota 1: de las características provisionales: Aquellas características subrayadas con una sola línea son indicadas por los diseñadores de producto; las restantes, subrayadas con doble línea por el Gerente Corporativo de Programa.
- Nota 2: en ausencia del Gerente de Administración y Procesos de Ventas, las actividades de verificación de los datos de partida, las realiza el diseñador encargado responsable del proyecto (Vidriera Guatemalteca, S.A., 2012).

2.2.3. Registro e identificación del diseño:

Posterior a la verificación que la Solicitud del diseño esté firmada y fechada por el Gerente de Administración y Procesos, este se revisa en la planta se y registra en el formato destinado para la tarea asignándole un número correlativo que lo identifica, nombre del cliente y descripción del diseño. Si la solicitud no cuenta con la firma y fecha del gerente de administración y procesos de ventas, el relevo del asistente lo devuelve al mismo para que lo complete.

2.2.4. Planificación del diseño

Toda vez que el diseño se registra, la planificación del diseño es la misma para todos los diseños, debiendo cumplir con la secuencia de pasos indicada en el plan para elaboración del diseño. En este cuadro se indican las interfaces organizacionales y técnicas, las responsabilidades definidas para cada actividad del diseño, la herramienta utilizada, las revisiones y verificaciones en distintas etapas del diseño y los registros que generan las actividades.

2.2.5. Programa mensual de elaboración de diseños

El relevo de asistentes realiza la programación para la ejecución de la elaboración de diseños por mes, utilizando los tiempos estándar del formato de tiempos estándar para elaboración de diseños. La programación la realiza en el formato programación de elaboración de diseños (bocetos y *drafts*) en el orden que van siendo aprobadas las solicitudes de diseño y anota: fecha de recibida la Solicitud, fecha en que fue terminado el diseño y fecha en que fueron recibidos con aprobación de la planta.

El Gerente de Administración y Procesos de Ventas firma de aprobada la programación de elaboración de diseños por lo menos una vez por semana y cada vez que el mismo sufra modificaciones, por reprogramación con fines de tiempo de entrega e informar a los involucrados (CDS, Gerentes de Ventas, jefe de diseño central y Gerente Técnico Corporativo). La programación autorizada se entrega al Centro de Diseño Samurái para su ejecución (Vidriera Guatimalteca, S.A., 2012).

2.2.6. Elaboración del diseño

La elaboración del diseño contempla las siguientes etapas:

- Elaboración de cálculos del diseño
- Revisión de los cálculos del diseño
- Elaboración de los dibujos (diseño propiamente dicho)
- Revisión del diseño
- Verificación del diseño contra los datos de entrada.

2.2.7. Elaboración de cálculos del diseño

Si la solicitud procede, el diseñador a cargo de la elaboración, realiza los cálculos para la elaboración del diseño en formato establecido apoyándose en las tablas de factor volumétrico, en el manual de especificaciones para fabricación de envases de vidrio calizo, que indica las características para el adecuado y seguro funcionamiento del producto, en las normas el instituto americano del vidrio y en los acuerdos de calidad si aplica.

La revisión de los cálculos del diseño es realizada indistintamente por el encargado o el diseñador asignado, siempre que quién revise sea diferente al que los realizó. La evidencia de esta revisión queda en el mismo formato estampando la firma en el espacio que indica revisó. Si no estuviera conforme, señala los errores con bolígrafo para que sean corregidos por la persona que los elaboró y no firma de revisado hasta que compruebe que los mismos están correctos.

Si se determina que el diseño no procede se informa al solicitante las razones de no procedencia o recomendaciones que permitan la continuación del proyecto, mismas que de ser aceptadas, el solicitante firma en la casilla correspondiente de la hoja de cálculo de diseño. Si no son aceptadas las recomendaciones, anula la solicitud y la archiva en el correlativo. (Vidriera Guatimalteca, S.A., 2012).

2.2.8. Elaboración de los dibujos del diseño

Con los cálculos del diseño el encargado o diseñador asignado procede de la siguiente manera: confirma que los cálculos estén revisados y lo señala, la firma de revisado y elabora los dibujos utilizando medios electrónicos, *software* de dibujo especializados CAD. Si los cálculos no tienen evidencia de revisados, no elabora los dibujos, hasta que se cumpla con este requisito.

Verificación del diseño, el encargado o diseñador asignado indistintamente, siempre que el que revise sea distinto a quién dibujó, revisa el diseño utilizando la guía para revisión y verificación del diseño que aparece en la hoja de cálculo de diseño, y el diseño en donde va checando los datos de acuerdo a la guía, si fuera necesario hacer correcciones lo devuelve a quien dibujó para que las ejecute. Si el diseño no requiere correcciones lo firma de revisado y verificado (Vidriera Guatimalteca, S.A., 2012).

2.2.9. Análisis del diseño por el área de formado

Toda vez que el diseño es revisado y verificado por el diseñador asignado, el relevo de asistentes registra en formato programación para elaboración de diseños, esta fecha y envía por correo al jefe diseño central.

- Copia digital de la solicitud de diseño
- Copia digital de la hoja de cálculo del diseño
- El diseño en forma digital
- Diseño de referencia (si hubiera diseño similar)
- Diseño del cliente
- Estudios del diseño previos. (Análisis de AGR).

Con la documentación recibida y las normas establecidas, en un plazo no mayor de 36 horas, el Jefe de diseño central analiza el diseño basándose en su experiencia y en comparaciones de diseños similares si los hubiera.

Si está de acuerdo lo envía en forma digital al gerente de las plantas del grupo corporativo para su aprobación, de no estar de acuerdo lo discuten con el gerente técnico, para aclarar dudas, quien finalmente lo aprueba o no. Si no estuviera de

acuerdo solicita los cambios necesarios indicados en correos recibidos al diseñador asignado

El jefe de diseño central archiva los documentos indicados en el procedimiento y un reducido del diseño, devuelve al área de mercadeo y ventas el diseño aprobado por el área de producción consistente en:

- Cuatro originales
- Una copia reducida.

Dejando evidencia de la devolución en diseño reducido.

- Nota: a criterio del Gerente Técnico Corporativo a su autorización final, solicita sección de prueba de lo cual deja evidencia en el diseño (Vidriera Guatemalteca, S.A., 2012).

2.2.10. Aprobación por el cliente

El relevo de asistentes en la fecha de aprobación del diseño por el área de producción en formato elaborado para esta función, el gerente de mercadeo o gerente de *marketing*, somete el diseño a consideración del cliente para su aprobación. Si el cliente acepta el diseño elaborado, lo aprueba, debiendo aparecer en el plano del diseño: al menos la firma, de quien lo aprueba y fecha. Si el cliente no autoriza el diseño ni solicita modificaciones, el diseño se queda pendiente por tiempo indefinido (Vidriera Guatemalteca, S.A., 2012).

2.2.11. Modificaciones al diseño

Si el cliente requiere modificaciones al diseño, el Gerente de Mercadeo o Gerente de Ventas, llena la solicitud de reforma a diseño y es entregada al Gerente de Administración y Procesos de Ventas para que siga con el punto indicado en adelante según aplique.

Los cambios a los diseños aprobados (existentes) los solicita el Gerente de Mercadeo, Gerente de Ventas, Diseño Central o Gerencia Técnica utilizando el formato solicitud de reforma de diseño que es presentado al Gerente de Administración y Procesos de Ventas (Vidriera Guatimalteca, S.A., 2012).

2.2.12. Autorización para la compra del set de moldura

Si el diseño es aprobado por el cliente, el Gerente de Mercadeo o Gerente Ventas respectivo, elabora una autorización de compra de moldura firmándola, el Director de Mercadeo y Ventas autoriza la solicitud de compra de moldura firmándola, en su ausencia es firmada por la persona que temporalmente cubra sus funciones, el Gerente de Administración y Procesos de Ventas firma la autorización de compra de moldura, el relevo de asistentes registra e identifica la nueva moldura y la envía al jefe de diseño central, acompañada del diseño aprobado por el cliente como se indica en el procedimiento vigente de desarrollo de nuevos productos.

El jefe de diseño central revisa el diseño aprobado comprobando que se cumpla con lo indicado en este procedimiento.

La autorización de compra es firmada y fechada por el Jefe de diseño central y archivada con los demás documentos del diseño. Los dibujos del diseño

se archivan en el de diseño de ambas plantas, en donde quedan a la disposición de este departamento. El jefe de diseño central aplica el procedimiento corporativo de compra de moldura. (Vidriera Guatemalteca, S.A., 2012).

2.2.13. Validación del diseño

La Gerencia Corporativa de Programa, agenda la producción de la moldura correspondiente, con base en lo acordado con el cliente. La Gerencia Corporativa de Programa, programa la producción de la moldura correspondiente, con base en lo acordado con el cliente. El grupo de planeación de carrera de la planta que corresponda la planta de producción, planifica la carrera o prueba, según aplique.

La validación del diseño se realiza en la primera fabricación del envase o prueba solicitada por el cliente, el área de ventas o la gerencia técnica corporativa. El jefe de calidad de las planta según corresponda, es responsable de realizar los ensayos y pruebas al envase, de acuerdo a las especificaciones definidas en la hoja de especificaciones mismas que deben cumplirse para que el producto sea válido, empacado y entregado de acuerdo a los procedimientos existentes, informando los resultados de calidad al jefe de diseño central, al departamento de diseño de las plantas, departamento de producción, en la que se fabricó el producto y al gerente de administración y procesos de ventas en el formato de pruebas para validación de nuevos productos (Vidriera Guatemalteca, S.A., 2012).

2.3. Optimización de procesos productivos

Según Kopelman (1988), el término de productividad se define como una relación de la capacidad de producción de un bien o servicio con la utilización de los recursos utilizados en su menor cantidad posible, de esta manera se obtiene

el grado de optimización de los recursos para beneficio del proceso, la productividad actúa en función de las tecnologías utilizadas y el grado de cumplimiento del estándar de calidad que se ha determinado como requisito por el cliente.

Como uso eficiente de los recursos se puede aseverar que un alto índice de productividad radica en la mayor obtención de los beneficios, o el alcanzar una meta mayor de producción utilizando la misma cantidad de recursos, el término también se puede asociar al logro de resultados en un menor tiempo.

2.3.1. Eficacia

La eficacia se define como uno de los parámetros de la productividad y el objetivo es determinar un punto de control medible para poder estimar los volúmenes de producción, es la medida en que se alcanzan las metas. Este concepto permite elaborar definiciones de productividad adecuadas para cualquier empresa (Kopelman, 1998).

2.3.2. Eficiencia

La eficiencia se diferencia de la eficacia debido a que el término está más enfocado en el grado de precisión con el que se realiza un proceso. Grado de eficacia con que se utilizan los recursos para crear un producto útil (Kopelman, 1998).

2.3.3. Productividad

Según Kopelman (1998), la productividad es la relación obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. De

acuerdo a Kopelman (1998).una manera útil para determinar y representar la productividad es con el uso de la fórmula que denota que, a mayor volumen de producción y calidad con el mismo insumo, el indicador de productividad crece.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producto}}{\text{Insumo}} \quad (\text{Ec. 1})$$

El concepto de la productividad está relacionado estrechamente a los indicadores de ingresos per cápita de los países y por ende al nivel de competitividad que posicionen a esta nación, así como sus indicadores a nivel interno. La productividad a en términos macro, determina el nivel de riqueza de las economías, un indicador bajo de productividad repercute en un valor negativo para las tasas de crecimiento y desarrollo de las regiones.

En definitiva, el factor más relevante para la productividad es el factor humano, pudiendo determinar a éste como el punto focal sobre el cual se definen parámetros adicionales para el incremento de producción y mejora del indicador, este factor se define desde la contribución de cada uno de los intervenientes de la producción en las empresas donde a cada participante en la producción de un bien o servicio, se le es asignado un rol que debe cumplir, buscando siempre las mejoras en los aspectos de eficacia y eficiencia.

2.4. Aplicación de la metodología Scrum manager

El desarrollo de la aplicación de la metodología Scrum comprende los pasos sucesivos que permitieron la aplicación de las técnicas necesarias para que el proceso ágil se adapte al proceso productivo de la industria del vidrio.

2.4.1. Herramienta Scrum manager

Para Pacheco (2008) Scrum tiene como base la teoría de la administración de procedimientos de forma empírica. De acuerdo a los estudios realizados determina que el conocimiento obtenido a través de esta forma se basa en la experiencia del personal, esto lleva a que las decisiones tengan una base para el conocimiento científico, recabando la información, ordenándola y estableciendo normas de uso. La utilización de la metodología Scrum permite el ordenamiento de los procesos bajo tres ejes fundamentales que son la veracidad de los datos, la revisión exhaustiva y la adaptación final de la metodología, aun cuando el conocimiento proviene de una forma empírica. Los elementos principales de los procedimientos deben ser entendibles para todos los participantes del proceso. Los resultados deben estar normados bajo el mismo estándar, esto para que la metodología pueda transmitirse con los resultados esperados.

Esto significa que los responsables deben utilizar los mismos términos para tratar o referirse a un proceso o una función, todos los participantes del equipo Scrum deben tener el conocimiento de que el proyecto se ha denominado con un nombre específico y las tareas y entregables también.

2.4.2. Inspección de la metodología Scrum

Todos en el equipo de trabajo de Scrum tienen la tarea de inspeccionar frecuentemente los artefactos que se desarrollan y el progreso hacia un objetivo, para detectar variaciones. “Su inspección no debe ser tan frecuente como para que interfiera en el trabajo. Las inspecciones son más beneficiosas cuando se realizan de forma diligente por inspectores expertos, en el mismo lugar de trabajo” (Yazyi, 2011, p. 18).

2.4.3. Adaptación

Cuando uno de los miembros del equipo Scrum, determina por la inspección que se presenta una desviación de los límites aceptables, se deben revisar las tareas para realizar ajustes, ya que es posible prever que el proceso y el resultado final podrá ser afectado durante las inspecciones, dentro de la metodología se han determinado una serie de eventos donde se podría detectar y discutir las desviaciones y se pueden realizar los ajustes necesarios, los eventos se describen a continuación.

- Reunión para planificación del *sprint*
- Reunión diaria de revisión
- Reunión para revisión del *sprint*
- Reunión para revisión de la retrospectiva del *sprint*.

2.4.4. El equipo Scrum (Scrum team)

Uno de los aspectos fundamentales para el desarrollo de la metodología es la asignación de los roles del equipo Scrum denominado el Scrum *team*, el mismo está conformado por tres elementos, el primero es el dueño del producto conocido como Scrum *owner*, el equipo que interviene en el desarrollo del proyecto es conocido como Scrum *Team* y finalmente el responsable del proyecto será denominado como Scrum *master*. De acuerdo a la metodología es necesario que los equipos sean conformados por personal multidisciplinario y que sean auto organizados, esto permite la independencia para la toma de decisiones y el avance de las tareas sin restricción de aprobaciones de más alto nivel.

Los equipos Scrum están destinados y estructurados para que puedan desarrollar entregables, un entregable se considera como uno de los componentes del proyecto final que ya ha pasado por las verificaciones necesarias para que pueda considerarse como un sub-proyecto terminado final. Un equipo Scrum normalmente puede estar conformado por 7 personas (Deemer, Benefield, Larman y Vodde, 2009).

2.4.5. El propietario del producto (Scrum owner)

El propietario del producto o proyecto a desarrollar es el Scrum owner, es la persona que toma las decisiones a más alto nivel durante el desarrollo, su función principal es ordenar las ideas y darle prioridad a los entregables, esta persona debe tener un pleno conocimiento de las necesidades el cliente final y los requisitos del producto, normalmente la persona que cumple esta función es el mismo cliente dueño del producto, aunque también una persona dentro de la compañía puede adquirir esta función, como por ejemplo uno de los gerentes de mercadeo.

Funciones principales del Scrum owner:

- Describir claramente la lista de todos los componentes de la lista del producto.
- Ordenar los elementos de la lista de los requerimientos del producto.
- Realizar la lista de prioridades de los entregables.
- Garantizar que la lista del producto es visible y queda al alcance de todo el equipo.

- Garantizar que todos los miembros del equipo comprenden los elementos y los requisitos de la lista del producto.

2.4.6. El equipo de desarrollo (*development team*)

El equipo de desarrollo como lo mencionado previamente es un equipo multidisciplinario que tiene como función principal el desarrollo de entregables, esto con el fin de incrementar la productividad como equipo en lugar de como trabajo individual, el entregable desarrollado por los equipos, se consideran como productos terminados al concluir una fase de *sprint*. Los equipos son cuidadosamente seleccionados para propiciar el trabajo de equipo en armonía y la autogestión del propio equipo, la organización debe definir a cada integrante y capacitarlo en función de las labores de la labor por objetivos grupales, los mismos poseen características de pericia en sus propios campos de trabajo (Deemer, Benefield, Larman y Vodde, 2009).

Los equipos de desarrollo se definen para cumplir con las siguientes características:

- Son auto gestionables, a parte de las instrucciones generales del director del proyecto denominado Scrum *master*, los equipos de desarrollo siguen las instrucciones para el logro de objetivos generales para lograr las metas de los entregables.
- Son multidisciplinarios, la selección de los miembros se realiza en función de diferentes procesos de una compañía, esto con el objetivo de aportar al equipo de desarrollo conocimiento y habilidades diversas para optimizar las tareas.

- Dentro de los equipos no se establecen niveles de jerarquía, todos tienen tareas asignadas y el liderazgo se marca únicamente por medio de la figura del Scrum *master*, de una manera externa al funcionamiento del equipo.
- Dentro del equipo de desarrollo no se permite la creación de sub-equipos para el desarrollo de tareas más cortas que el entregable, el equipo debe actuar como uno solo, incluyendo el desarrollo de pruebas análisis y demostraciones.
- La responsabilidad de los aciertos o los fracasos del equipo de desarrollo recae sobre todo el equipo.

El número ideal para los miembros que contiene el equipo de desarrollo debe ser determinado por la organización y el Scrum *master*, si un equipo es muy reducido podría generar problemas de falta de habilidades durante el desarrollo del *sprint*, debilitando el proyecto por un potencial fallo para el cumplimiento de un entregable. Un equipo de desarrollo de más de 8 integrantes dificulta las tareas de coordinación e incrementa la interacción entre los miembros del equipo. Dentro del número de integrantes de los equipos de desarrollo no debe considerarse al Scrum *master* ni al Scrum *owner* a menos que también cumplan funciones dentro del equipo de desarrollo para el avance de los entregables. (Deemer, Benefield, Larman y Vodde, 2009).

2.4.7. El Scrum *master*

El líder del proyecto y responsable general de las actividades, organización y resultados del proyecto es denominado Scrum *master*, basándose en su experiencia en las actividades de la organización y sus conocimientos sobre las

reglas y prácticas de la metodología Scrum, es quien debe tomar las decisiones más importantes y coordinar al equipo. Las funciones del Scrum *master* no se limitan a las relaciones del equipo Scrum, ya que él es el que debe entablar las reuniones e interacciones con el cliente y todos los actores externos al equipo Scrum y a la organización (Deemer, Benefield, Larman y Vodde, 2009).

2.4.8. Eventos de Scrum

Según Rodríguez (2008), con la metodología Scrum se programan reuniones, revisiones y entregas bajo un esquema de orden con el fin de evitar eventos no programados que reduzcan la eficiencia del equipo Scrum y alteren las fechas programadas de los entregables. La programación definida y aprobada por el Scrum *master* debe mantenerse rigurosamente con el fin de mantener los plazos efectivos de trabajo, los tiempos definidos bajo este esquema se conocen como *time-box*, y el principio es no alterarlos, para no permitir tiempos muertos que afecten el desarrollo general del proyecto.

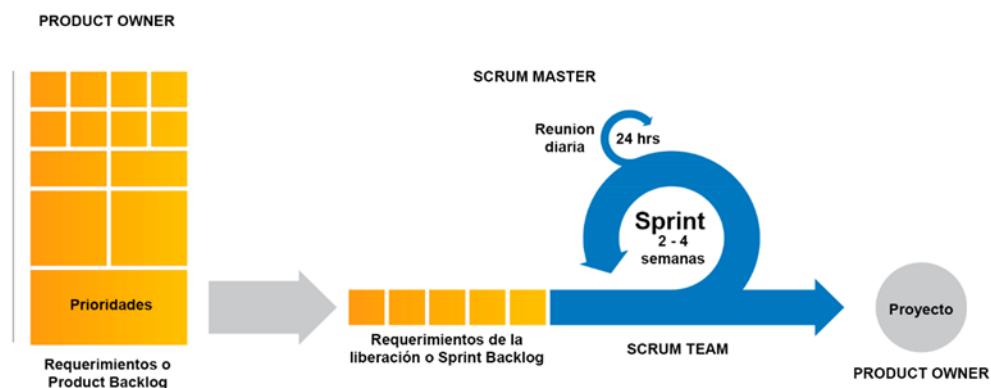
2.4.9. El sprint

Se conoce como *sprint* al evento principal de la metodología Scrum, el tiempo asignable al *sprint* suele durar entre 2 y 4 semanas, durante este evento el objetivo es maximizar el tiempo y recursos para obtener el producto entregable, que puede formar parte del proyecto final. Cada *sprint* arranca y finaliza consecutivamente con otro evento de *sprint*, en general la metodología está basada en la planificación de este evento, el seguimiento diario al evento, el desarrollo y la revisión final del evento a manera de retrospectiva.

A su vez los eventos que se interrelacionan al *sprint* y que forman parte de la metodología Scrum, se denominan como: *planning meeting*, que se refiere a

la reunión de planificación para el evento de *sprint*, la reunión de seguimiento diaria que se denomina como *daily Scrum*, el *sprint* en sí que es el desarrollo del proceso, y los eventos de *sprint review* y *retrospective Scrum*, que son los eventos posteriores al *sprint* que sirven para validar el entregable y definir el arranque del siguiente *sprint*. En el esquema a continuación se definen los eventos y participantes de la metodología Scrum.

Figura 3. Esquema de la metodología Scrum y sus participantes.



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Descripción de la empresa

Vidriera Guatimalteca S.A. fue fundada en 1964, como una respuesta a la demanda de productos de vidrio en constante crecimiento que se presentó para la década de mitad de siglo XX, para Guatemala se identificó su principal demanda en artículos para la industria licorera, sodera y cervecera, sus principales inversionistas fueron las empresas centroamericanas líderes de la industria cervecera, como lo fueron Cervecería Centroamericana en Guatemala, Florida Ice & Farm en Costa Rica y Compañía Cervecería de Nicaragua, empresas que en acuerdo con la principal fábrica de envases de México, Grupo Vitro, dieron forma al proyecto que origina la que hasta el día de hoy es la única compañía a nivel centroamericano que se dedica a la producción industrial de envases de vidrio.

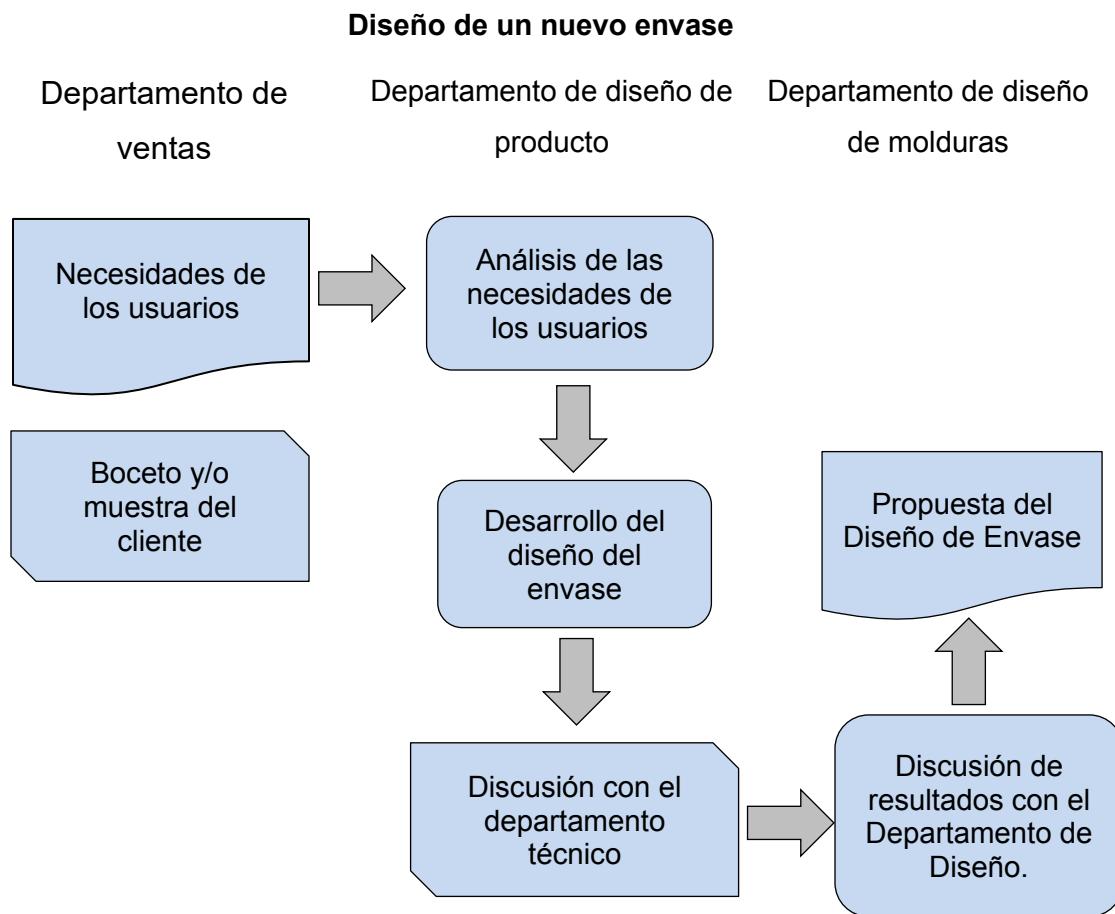
La empresa cuenta con dos hornos de fundición con una capacidad total de 410 toneladas fundidas al día, 5 máquinas formadoras de vidrio y 7 líneas de decorado de envase.

3.2. Proceso de diseño de un nuevo envase

El proceso de desarrollo de nuevos productos para Vidriera Guatimalteca, se compone de dos fases principales que funcionan con requerimientos para atender la demanda a nivel corporativo, es decir que el proceso funciona para atender los requerimientos de la planta de Guatemala y la planta de Costa Rica.

Para entender el desarrollo de un envase en la fase de diseño interactúan tres departamentos que son el departamento de ventas, el departamento de diseño de productos y el departamento de diseño de molduras, el esquema de interacción se describe en la tabla a continuación.

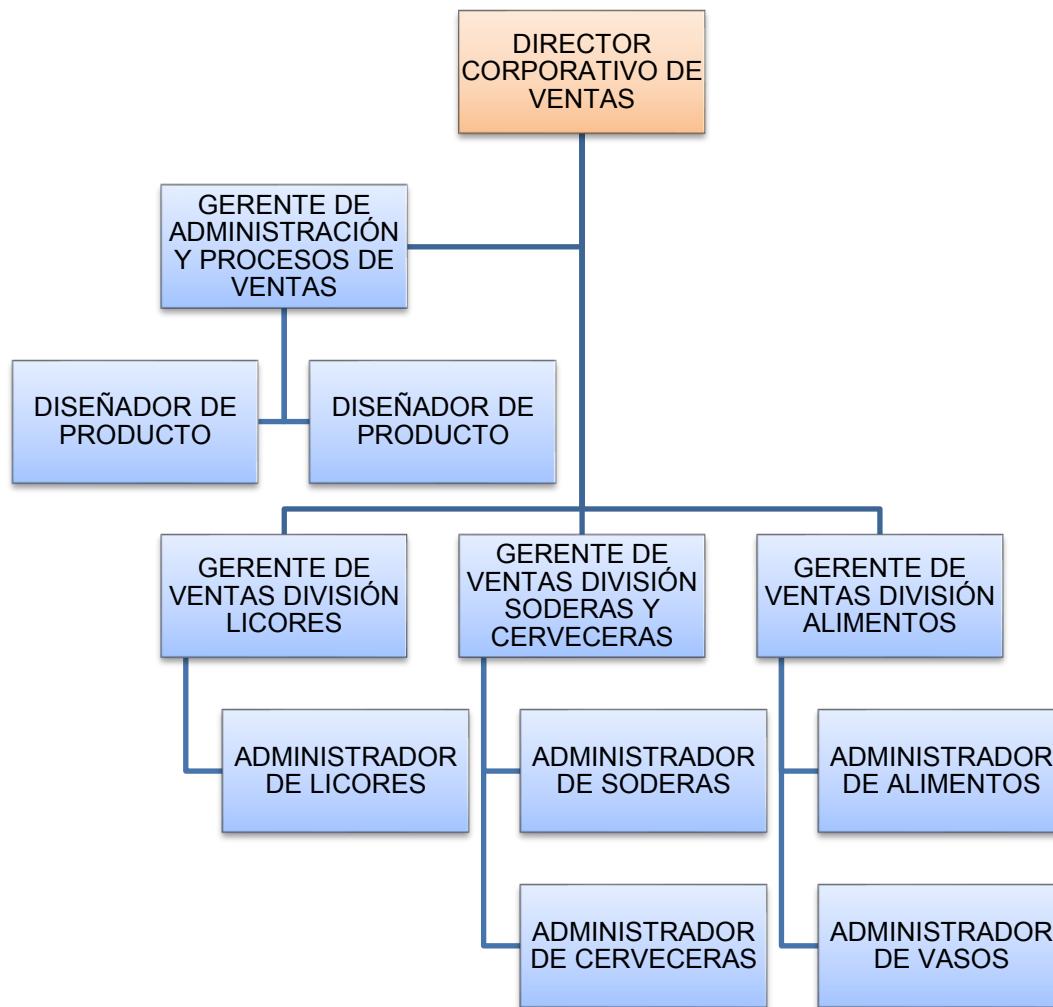
Figura 4. Esquema de interacción de procesos en el diseño de un nuevo envase



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Por su parte el departamento de diseño de productos pertenece organizacionalmente al departamento ventas o *marketing* de la empresa, diseño de producto se compone por dos diseñadores que reportan al administrador de ventas de la empresa, el departamento se organiza de acuerdo al esquema de la figura 5.

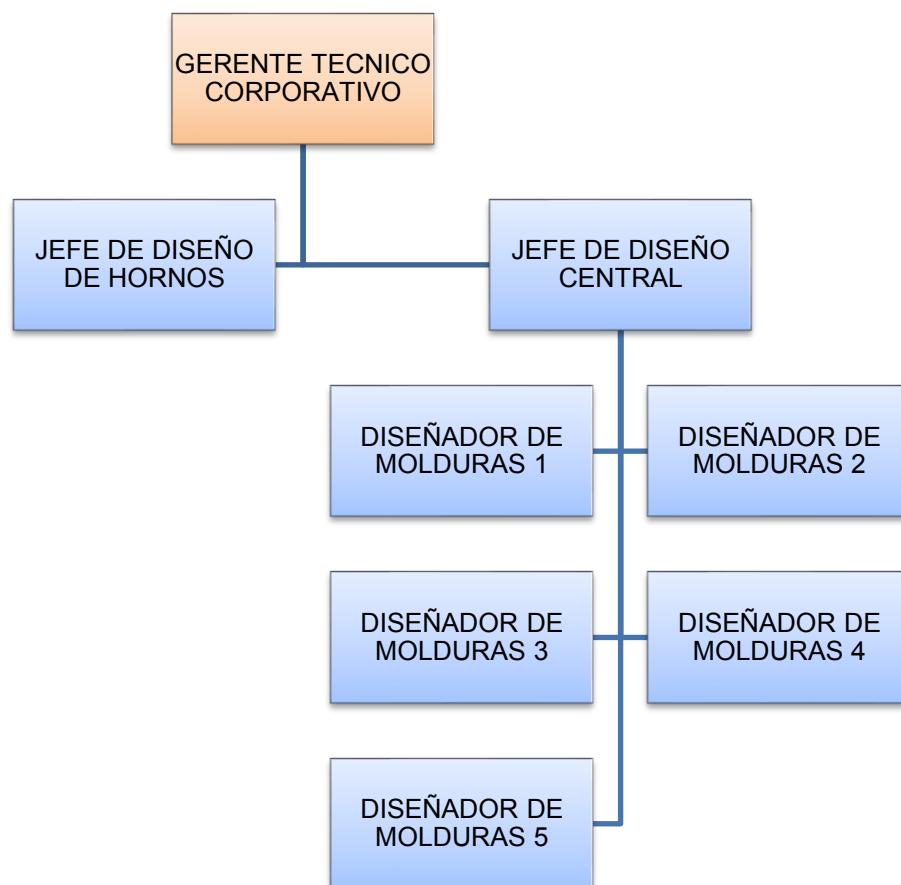
Figura 5. Organigrama del departamento corporativo de diseño de molduras



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Por su parte el Departamento de diseño de molduras se compone de Jefe de diseño central y 5 diseñadores de moldura, quienes reportan al Gerente Técnico Corporativo de la empresa, organizacionalmente el departamento se distribuye como se muestra en la figura 6 a continuación.

Figura 6. Organigrama del Departamento Corporativo de Diseño de Molduras



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

3.3. Proceso de desarrollo de un nuevo envase

Para el proceso completo de diseño de un envase se desarrolló un cronograma estándar de desarrollo de nuevos productos en base a la entrevista con los responsables del proceso en cada una de las fases, el cual contempla 22 etapas claves que se desarrollan en un tiempo total estimado de 35 semanas, en este proceso se determinan e interactúan las tareas que componen las etapas, y los desarrollos actuales han tomado un tiempo estimado entre 30 y 50 semanas de acuerdo a los datos de recolección.

3.3.1. Requerimiento de un nuevo producto

Este se realiza por parte del departamento del cliente y da inicio al control del seguimiento del desarrollo, en esta etapa se entrega la información de requerimiento de capacidad, peso del envase, producto a envasar y todas las necesidades que el cliente requiere del nuevo requerimiento.

3.3.2. Solicitud de diseño

Esta fase la realiza el departamento de ventas, la operación consiste en llenar un formato estándar de las características proporcionadas por el cliente y trasladarlo al departamento de diseño de producto.

3.3.3. Realización del diseño

En la realización del diseño interviene directamente el diseñador del producto, en el departamento participan dos diseñadores que son personal clave de experiencia y que anteriormente fungieron como diseñadores de moldura, uno de los diseñadores designado como responsable del departamento es el

encargado de programar en base a prioridades el desarrollo de los nuevos diseños, de acuerdo al cronograma estándar de desarrollo el tiempo para la elaboración del diseño no debe superar los 7 días consecutivos.

3.3.4. Revisión del diseño por plantas de producción

Una vez concluida la elaboración y revisión interna del diseño el mismo se traslada de manera digital a las dos plantas de producción del grupo y los gerentes de producción de cada una de las plantas emiten sus comentarios y su aprobación en base a su experiencia sobre la factibilidad del diseño en las máquinas de producción, para esta fase el tiempo estimado es de 3 días.

3.3.5. Aprobación del diseño por el cliente

En esta fase se aprueba y firma el diseño elaborado por parte del cliente, de acuerdo a la revisión de los datos de la captura de la herramienta es una de las fases que normalmente se extiende fuera del tiempo estándar, el cliente recibe el diseño vía *courier* y lo devuelve firmado para se continúe el proceso, el tiempo estimado de acuerdo al calendario estándar es de 7 días para conclusión del proceso.

3.3.6. Validación del diseño por AGR

Posterior a la aprobación del cliente, el diseño se somete a una validación de la resistencia de las características físicas por medio de un *software* de simulación, para esto se envía la información por medio digital a una empresa exterior certificada para este tipo de análisis, de acuerdo a la recopilación de la entrevista, al proceso se le conoce como análisis de elementos finitos, el tiempo

de desarrollo el proveedor AGR (*American Glass Research*) por sus siglas en inglés contempla un máximo de hasta 18 días de elaboración.

3.3.7. Autorización de compra de moldura

Después de recibir el reporte de validación por AGR se procede a emitir una autorización de compra de moldura por parte del gerente de ventas encargado del proceso desarrollo la familia del envase, este formato es autorizado por el director de ventas y se entrega al jefe de diseño central quien será el responsable de continuar con el proceso de adquisición de la moldura para el nuevo envase. Esta actividad está contemplada para desarrollarse en un día.

3.3.8. Creación de códigos del nuevo producto

Esta fase está a cargo del jefe de diseño central y consiste en crear los códigos del nuevo producto, para lo cual se le asigna un número correlativo en el sistema ERP de la empresa, que para el caso de Vidriera Guatemalteca es el software SAP, una vez creados los códigos en el sistema se libera el proceso para la parte de cotización de moldura y la intervención del departamento de ventas.

3.3.9. Solicitud de compra y cotización a proveedores

El proceso de solicitud de cotización de compra de moldura contempla un tiempo estimado de 10 días, en los cuales los proveedores principalmente de Italia y China cotizan las partes de la moldura en los materiales requeridos de acuerdo al tipo de producto y la definición, paralelo a este proceso se realizan las autorizaciones por parte de todos los aprobadores del proceso en el sistema ERP de la empresa.

3.3.10. Elaboración de dibujos mecánicos

Durante esta fase el diseñador de moldura en base a un cronograma de actividades del departamento desarrollado por el jefe de diseño central, elabora los dibujos mecánicos que contemplan las especificaciones técnicas para la elaboración de la moldura por parte de los proveedores, esta tarea requiere de una experiencia técnica por parte de los diseñadores de moldura, y el tiempo estimado para el desarrollo es de 8 días. Al finalizar los dibujos mecánicos se envían en formatos CAD al proveedor de moldura que se haya seleccionado en base a las cotizaciones proporcionadas por ventas.

3.3.11. Fabricación de la sección de prueba

El set completo de una moldura consta de 30 piezas de cada componente, en esta fase se fabrica por el proveedor de moldura un set de prueba consistente en 8 o 10 piezas de cada componente lo que servirá a la empresa para el desarrollo de una prueba industrial y fabricar un estimado de 1500 a 2500 envases dependiendo de la complejidad del diseño y del requerimiento del cliente para pruebas internas en línea.

3.3.12. Traslado de la sección de prueba

Debido al costo que representa el traslado de la sección de prueba que compone cada uno del componente de la moldura el traslado de estas piezas se realiza vía marítima (solo en casos urgentes el traslado se realiza por vía aérea) el tiempo estimado de traslado varía de 35 a 45 días dependiendo de la disponibilidad de buques en el puerto de origen en Italia o China.

3.3.13. Inspección de moldura

Al finalizar el tiempo de traslado e importación de moldura a Guatemala se reciben las piezas de la prueba en la empresa en el departamento a cargo del mantenimiento y reparación de la moldura, denominado como taller de moldes, se procede a inspeccionar la sección de prueba para determinar si las piezas cumplen con los requerimientos expresados en los dibujos mecánicos, el tiempo estimado para esta tarea es de 2 días.

3.3.14. Fabricación de prueba Industrial

Al finalizar el proceso de inspección de moldura se buscan las condiciones ideales de producción en unas de las 5 máquinas de producción de la empresa y se programa la realización de la prueba, el tiempo estimado no debe superar 10 días a partir del momento de la disponibilidad de la moldura, sin embargo se registraron casos de tiempo de espera de hasta 30 días para tener disponibilidad del proceso ideal de producción en máquina. Posterior a la fabricación de la prueba se desarrolla un reporte de validación por parte de control de calidad para poder despachar las muestras al cliente.

3.3.15. Validación por el cliente

Al tener la disponibilidad de las muestras en línea se estima un proceso de validación por parte de los clientes en un tiempo estimado de 10 días para probar el envase en sus líneas y determinar el comportamiento del nuevo envase, posterior a la validación se procede con la autorización escrita para concluir el desarrollo de la moldura para el set completo por parte del proveedor.

3.3.16. Revisión de los dibujos mecánicos

Después de la validación por el cliente se revisan y actualizan los dibujos mecánicos con los comentarios de producción y mejoras solicitadas por el cliente previo a enviar los dibujos al proveedor, si alguna de las piezas del set de prueba necesita ser modificada se incluye de nuevo en el proceso de compra para que sea incluida y fabricada por el proveedor, las piezas que no sufren modificaciones serán reutilizadas para ser parte del set completo de la moldura.

3.3.17. Confirmación para compra de moldura completa

Posterior a la revisión de los dibujos mecánicos se confirma a los departamentos involucrados y al proveedor a cargo de la fabricación de la moldura, que el proceso se ha validado y se puede proceder con la conclusión del proyecto, para esta fase se asigna un tiempo estimado de 1 día el cual normalmente se da previo a la revisión de los dibujos.

3.3.18. Conclusión de la moldura completa

Con la recepción de los dibujos mecánicos actualizados se procede con la conclusión de las piezas que complementan el set de moldura por parte del proveedor, para esta fase se estima un tiempo máximo estimado de 28 días y depende de la carga de trabajo del proveedor de moldura y de los feriados nacionales de cada proveedor.

3.3.19. Traslado de la moldura completa

Al finalizar el proceso de fabricación de moldura, se coordina nuevamente el traslado de la moldura desde el país de origen del proveedor a Guatemala,

esta etapa contempla nuevamente un tiempo estimado de 45 días que incluyen el periodo de importación de las piezas de la moldura.

3.3.20. Inspección de la moldura completa

Al recibir los componentes de la moldura completa, se trasladan al taller de moldes nuevamente para su inspección y validación en este proceso se agregan las piezas de la prueba previamente desarrollada y se registra como activo fijo de la empresa por medio del software ERP.

3.3.21. Fabricación del pedido

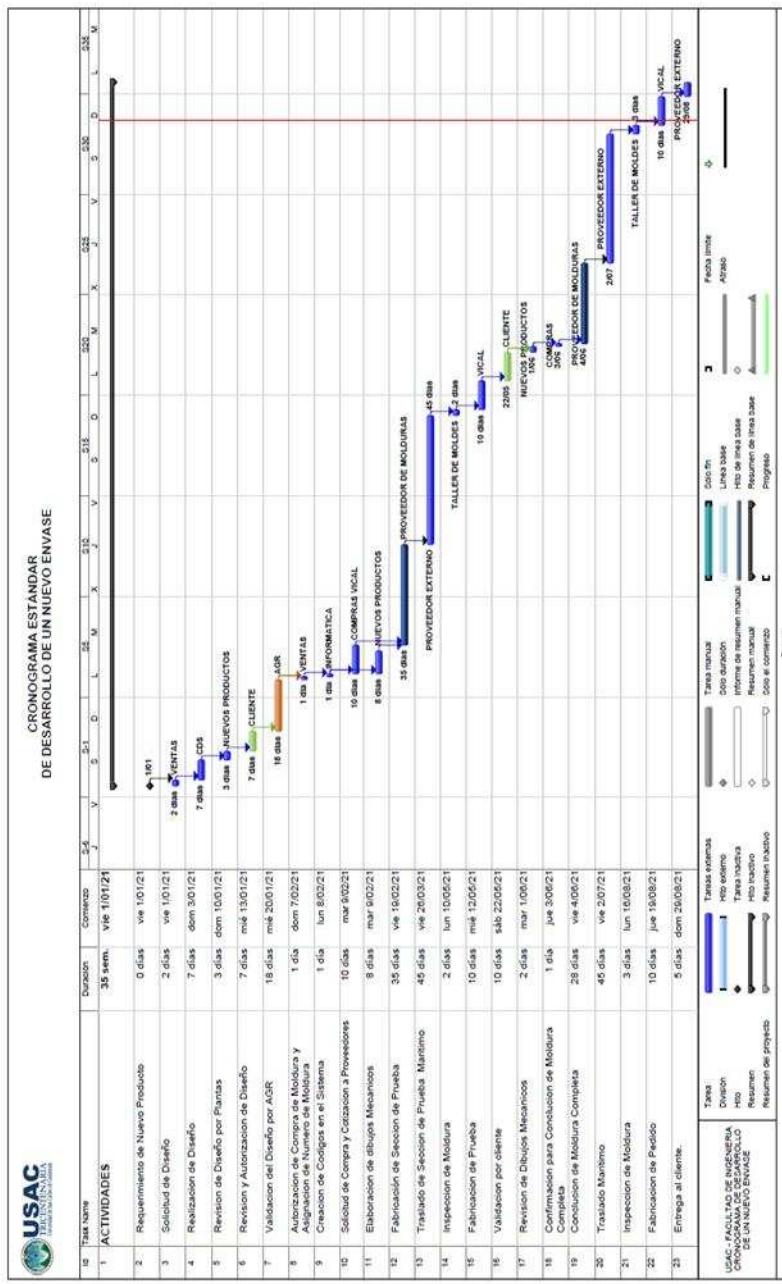
Al concluir el proceso de inspección y validación de la moldura se programa la fabricación del nuevo producto en las líneas de producción, esta fase se desarrolla a cargo del departamento de programa central y depende estrechamente de la disponibilidad de espacio para producción en cualquiera de las dos plantas del grupo.

3.3.22. Entrega del producto al cliente

La etapa final del proceso es el traslado del envase a las bodegas del cliente el cual se contempla en un tiempo estimado de 5 días en caso de ser un cliente local, de lo contrario el tiempo se estima con el traslado del envase al puerto de despacho.

Cada una de las 22 etapas se plasmó en el cronograma de tiempo de desarrollo estándar como se muestra a continuación:

Tabla II. Cronograma estándar de desarrollo de un nuevo envase



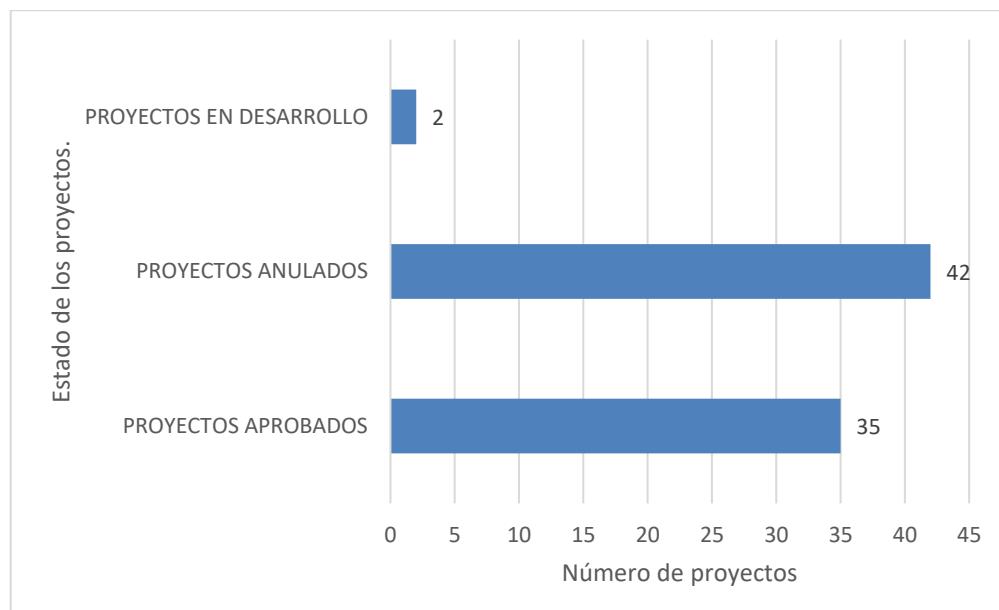
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Project.

3.4. Tiempo de desarrollo actual del proceso de nuevos productos

Para determinar los parámetros actuales del tiempo de desarrollo de nuevos productos se analizaron los desarrollos de nuevos envases desde el año 2020 a la fecha, obteniendo los siguientes resultados:

- A partir de la fecha 20 de enero de 2020, hasta el día 30 de julio de 2021 se identificaron 79 proyectos de nuevos desarrollos a nivel de diseño, de los cuales 35 fueron aprobados como proyectos factibles para continuar en una fase de análisis para compra de moldura, 42 fueron anulados por desinterés del cliente o por falta factibilidad en el proceso productivo y 2 proyectos se encontraron en fase de aprobación.

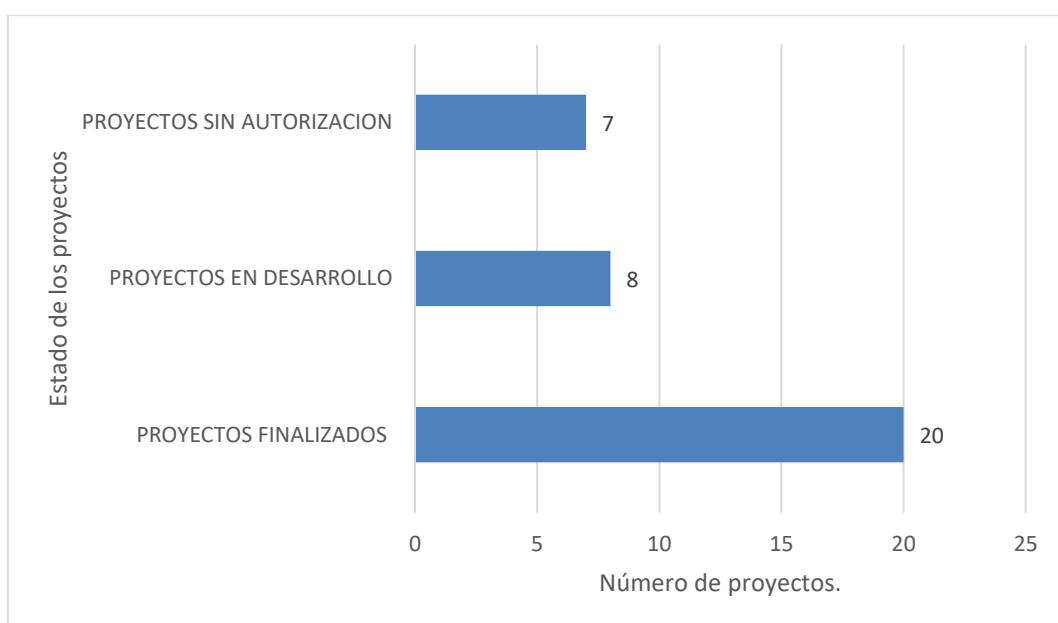
Figura 7. Gráfico de nuevos proyectos en VIGUA a nivel de diseño



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

- De los 35 el 44 % de efectividad sobre los proyectos propuestos) proyectos autorizados y que continuaron su proceso de desarrollo 7 aún se encuentran en estatus de aprobación para compra de moldura y 8 encuentran en fases de fabricación de moldura, pendiente de fabricación en maquina o en fase de validación de muestras por el cliente, por lo que el análisis se enfoca sobre 20 proyectos concluidos.

Figura 8. Gráfico de nuevos proyectos en VIGUA en fase de aprobación



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

- La identificación de los 20 proyectos concluidos, se determina con la tabla a continuación:

Tabla III. Listado y análisis de los nuevos productos finalizados

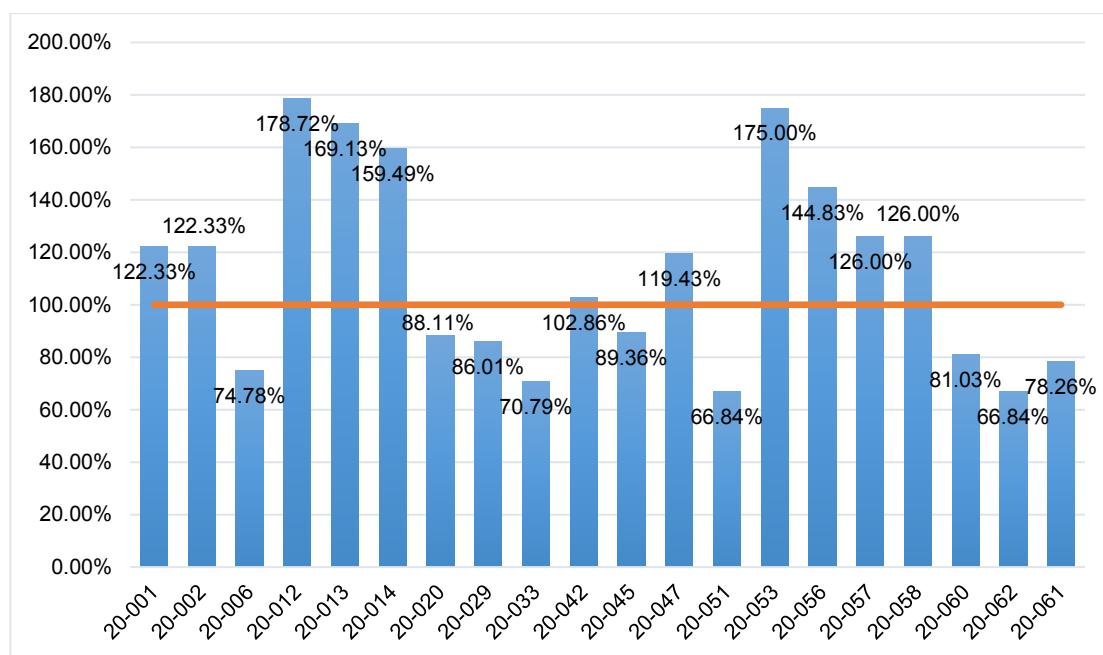
Nuevos productos desarrollados en el periodo del 01 de enero del 2020 al 31 de diciembre de 2021.								
No	Diseño	Descripción	Molde	Inicio	Final	Tiempo Total	Semanas	Efectividad
1	20-001	Cervecería Corona 12 OZ	C-2680	20/01/2020	13/08/2020	206	29.4	122.33 %
2	20-002	Cervecería Corona 210 ML	C-2681	20/01/2020	13/08/2020	206	29.4	122.33 %
3	20-006	Cervecería Kal 345 ML	C-2674	20/02/2020	22/01/2021	337	48.1	74.78 %
4	20-012	Licorera cuadrada 1000 ML	C-2682	18/03/2020	06/08/2020	141	20.1	178.72 %
5	20-013	Licorera cuadrada 750 ML	C-2683	19/03/2020	15/08/2020	149	21.3	169.13 %
6	20-014	Licorera cuadrada 700 ML	C-2684	31/03/2020	05/09/2020	158	22.6	159.49 %
7	20-020	Envase para miel 500 ML	C-2686	23/04/2020	03/02/2021	286	40.9	88.11 %
8	20-029	Cervecería verde 250 ML	C-2689	14/09/2020	04/07/2021	293	41.9	86.01 %
9	20-033	Juguera 10 OZ	C-2688	26/06/2020	17/06/2021	356	50.9	70.79 %
10	20-042	Cervecería SA 330 ML	C-2695	27/10/2020	29/06/2021	245	35.0	102.86 %
11	20-045	Beer 250 ML	C-2707	16/09/2020	25/06/2021	282	40.3	89.36 %
12	20-047	Licorera Oval MG 750 ML	C-2697	23/09/2020	22/04/2021	211	30.1	119.43 %
13	20-051	Cervecería Long Neck	C-2696	09/11/2020	21/11/2021	377	53.9	66.84 %
14	20-053	Ron cilíndrico 1000 ML	C-2700	09/11/2020	02/04/2021	144	20.6	175.00 %
15	20-056	Cervecería 630 ML	C-2704	19/11/2020	12/05/2021	174	24.9	144.83 %
16	20-057	Ron cilíndrico 350 ML	C-2706	24/11/2020	12/06/2021	200	28.6	126.00 %
17	20-058	Ron cilíndrico 750 ML	C-2705	24/11/2020	12/06/2021	200	28.6	126.00 %
18	20-060	Cervecería 320 ML	C-2710	23/11/2020	30/09/2021	311	44.4	81.03 %
19	20-062	Licorera Morgan 700 ML	C-2717	08/12/2020	20/12/2021	377	53.9	66.84 %
20	20-061	Megafamiliar 1200 ML	C-2703	25/11/2020	13/10/2021	322	46.0	78.26 %
								112.41 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

De los proyectos desarrollados en el lapso de tiempo seleccionado para el análisis únicamente el 55 % de los proyectos se desarrolló en el tiempo estimado para el cronograma estándar de nuevos productos, el 45 % de los productos no finalizó en el tiempo estimado y en general el tiempo de desarrollo de nuevos productos trabajo a una eficiencia de 112.41 % sobre el tiempo estimado del cronograma estándar.

A pesar de que en el promedio general el desarrollo de nuevos productos de la empresa Vidriera Guatemalteca S.A. trabajo sobre el tiempo estimado del cronograma, se determinó que algunos de los productos que finalizaron en tiempo, se desarrolló sin sección de prueba, es decir no se cumplió el ciclo completo estándar de desarrollo.

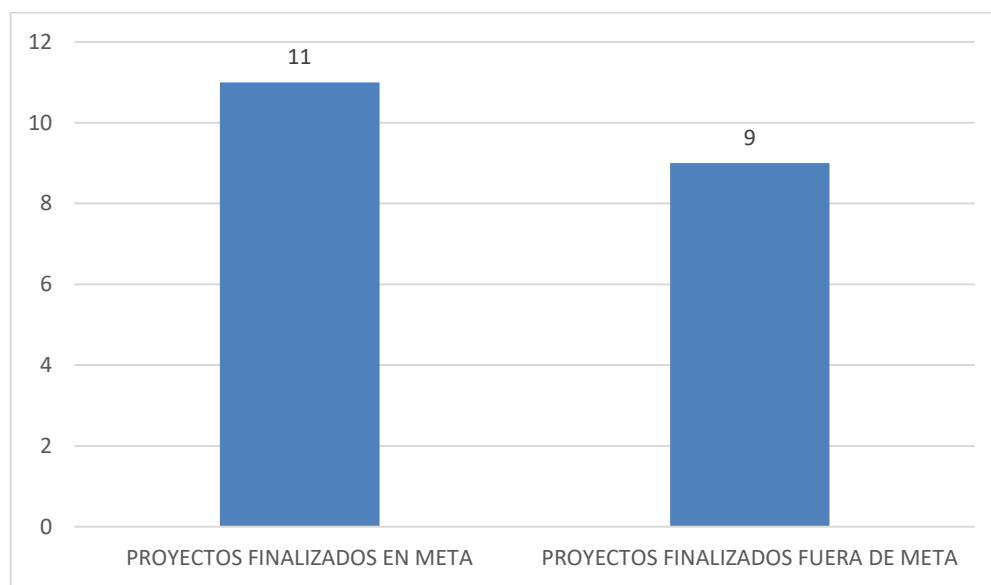
Figura 9. Gráfico de porcentaje de eficiencia por producto



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

De acuerdo a la información de los datos proporcionados él y la información mostrada en el gráfico No.8 únicamente el 55 % de los proyectos se lograron desarrollar en meta, aun considerando que el tiempo establecido es aún demasiado extenso.

Figura 10. Gráfico de análisis de efectividad del proceso



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Asignación de roles para la implementación de la metodología Scrum

A continuación se explicara la asignación de roles para la implementación de la metodología Scrum.

4.1.1. Scrum master (director del proyecto)

El primer puesto designado para la asignación de roles es el Scrum *master*, este puesto es el encargado de definir la metodología y la estrategia para la generación del *Back-Log* o entregables, este puesto debe estar ocupado por una persona con conocimiento pleno sobre la metodología, tener un panorama claro del proceso del proceso completo del desarrollo de los productos y tener la autoridad para la toma de las decisiones en la empresa.

El puesto seleccionado para desarrollar las actividades del Scrum *master*, es la persona designada en la posición de Gerente Técnico Corporativo, el análisis y conclusión de esta asignación se basa en el conocimiento y autoridad que presenta el puesto para el desarrollo de estas actividades.

Dentro de las actividades asociadas a la responsabilidad del rol del Scrum *master*, se asignan para el caso de Vical el trasladar todos los requerimientos del *product owner* al equipo de trabajo, esto incluye la información de la capacidad y el peso del nuevo envase, el consumo anual estimado y las características del vidrio, como color forma, uso y retornabilidad del envase.

El Scrum *master*, también debe planificar las reuniones de programación del desarrollo del producto y las actividades del equipo de trabajo.

4.1.2. *Product owner* (dueño del producto)

El siguiente puesto designado para el desarrollo de la implementación es el *product owner*, este puesto actúa en la empresa como voz del cliente, deberá llevar a cabo el traslado de la información en ambas vías y tomar decisiones con la autoridad del cliente, para el caso en estudio se designó este rol al gerente de ventas por división, en este caso de Vical el gerente de ventas actúa por las diferentes divisiones de productos ya sean, envases licoreros, envases cerveceros y soderas, envases alimenticios.

Por cada división actuará un gerente de división diferente y dependiendo del número de desarrollo de nuevos productos en trámite se deberá asignar la carga a cualquiera de los 3 gerentes de división establecidos en la empresa.

El *product owner* es responsable de recopilar la información determinada como *back log*, además deberá ser partícipe de las reuniones del proceso del Scrum determinadas a continuación tanto la reunión de planificación del sprint como las reuniones de seguimiento del sprint.

4.1.3. *Development team* (equipo de desarrollo)

El equipo de desarrollo o *development team* trabajará bajo la instrucción del Scrum *master*, el equipo en este caso estará conformado por las posiciones multidisciplinarias de las diferentes funciones de la empresa, para el caso de Vical el equipo se determina de la siguiente forma:

- Jefe de diseño, administrador del equipo de diseño y desarrollo.
- Diseñador, desarrollador del diseño del producto y de los dibujos mecánicos para fabricación de la moldura.
- Comprador, será el responsable de generar las comunicaciones con el proveedor de los moldes y responsable de toda la gestión de generación de órdenes de compra y seguimiento de las aprobaciones en el *software* ERP de la compañía.
- Experto de producción, será responsable de determinar las propiedades de las piezas físicas y características volumétricas del diseño de los moldes para los envases y de la validación del diseño formal del producto.

El equipo de desarrollo, trabajará en sesiones diarias de 30 minutos para el seguimiento del desarrollo del *sprint*, cada uno de los participantes desarrollará y revisará sus actividades y dará un informe rápido de los avances de los proyectos que se estén ejecutando en simultáneo, adicional son participes de las reuniones de la planeación del *sprint* y de las revisiones semanales del Sprint, las reuniones diarias también contemplan el desarrollo de reuniones de planificación adicional a reuniones de retrospectiva del *sprint*.

4.1.4. *Stake holders*

Adicional a la participación activa del *product owner*, también se contempla en la aplicación la participación e involucramiento activo del cliente a través de la información actualizada del proceso y las visitas en planta de los puntos clave de aplicación de la metodología como la finalización de la fase de diseño y la validación de la prueba de producción.

4.2. Determinación del organigrama de acuerdo a la nueva metodología Scrum

La determinación de un cronograma para el establecimiento de las actividades de los colaboradores de la empresa es uno de los pasos necesarios para aplicar la metodología adecuadamente.

4.2.1. Organigrama de trabajo

En base a las actividades de la nueva metodología se determina el nuevo organigrama considerando las funciones de cada uno de los integrantes actuales de los departamentos involucrados en el proceso, el nuevo organigrama constituye la creación de 3 nuevos grupos de trabajo o equipos de desarrollo de acuerdo a la metodología Scrum, para realizar actividades paralelas, en lugar de un solo proceso lineal, por lo que en el proceso se evitan colas de trabajo en las áreas claves del proceso de diseño.

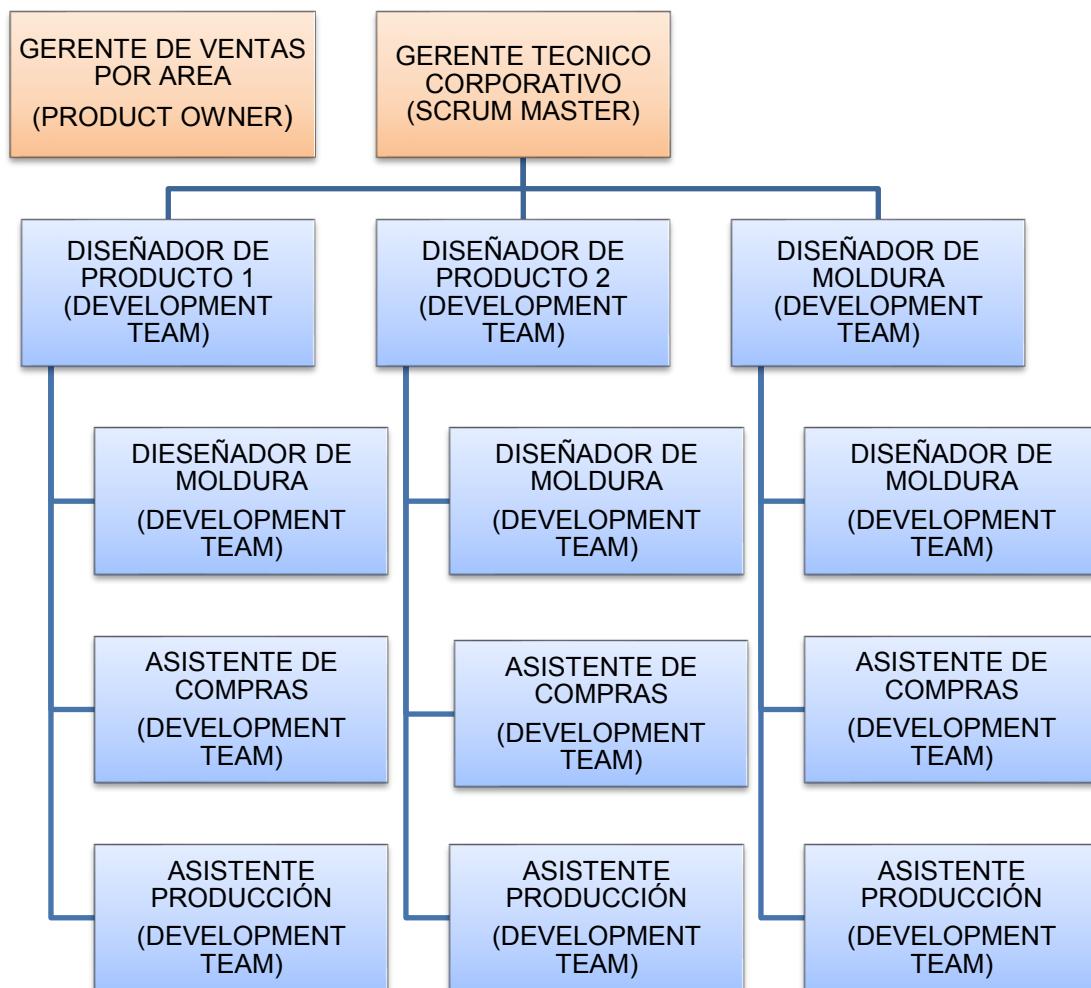
El conocimiento técnico y las habilidades de los puestos actuales de diseñador de producto y diseñador de moldura, actualmente son muy similares, por lo que se propuso la unificación del puesto para el incremento de las tareas asignables y mejorar el flujo de trabajo, así mismo mantienen un orden establecido de la información digital de los nuevos productos.

Los asistentes de compras se reasignaron para establecer canales de comunicación expeditos y poder cubrir los puestos de trabajo interdepartamental, los mismos poseen el mismo conocimiento y preparación académica.

El asistente de producción se asignó para dar validez a los diseños desde el proceso de creación de los mismos, la revisión en la junta diaria de Scrum

permite que los asistentes emitan los comentarios previos a un desarrollo no adecuado por parte de los diseñadores de producto.

Figura 11. Organigrama del equipo de desarrollo Scrum



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

4.3. Determinación de la realización de reuniones aplicables a la metodología

A continuación se presenta la determinación de la realización de reuniones aplicables a la metodología.

4.3.1. Planificación del Scrum

Es la reunión de arranque del procedimiento, la misma se desarrollará durante el periodo de seguimiento diario del Scrum, básicamente se mostrará por parte del Scrum *master* el cronograma del proyecto y los integrantes específicos del equipo de desarrollo para el proyecto indicado, el objetivo principal de la reunión es establecer las metas y designar responsables, el Scrum *master* previamente deberá acoplar los tiempos de la utilización de cada recurso a los requerimientos del proyecto.

4.3.2. Seguimiento diario

Esta reunión está planteada para revisar los avances de todos los desarrollos en paralelo, se designará una hora establecida al dia y se revisará el avance del cronograma de cada proyecto y la incursión de nuevos desarrollos si fueran aprobados, esta junta se dirigirá por medio del Scrum Master o por el administrador de jerarquía inmediata dentro del equipo de desarrolló.

4.3.3. Avances del Scrum

En esta reunión se establecerá y se dará informe al *product owner* sobre el avance del proyecto, está diseñada para llevarse a cabo semanalmente, en la misma se conocerán detalles sobre el proceso de producción del molde

contenedor por parte del desarrollador externo, detalles o nuevos requerimientos por parte del cliente y los avances particulares de la fase de diseño y fases de pruebas de desarrollo en la línea del cliente.

4.3.4. Retrospectiva del sprint

En esta reunión está diseñada para dar a conocer los resultados de los procesos concluidos, se realizará una vez al mes y el objetivo principal es conocer los datos de los indicadores de eficiencia del desarrollo de los proyectos y revisar posibles mejoras al procedimiento o mejoras a implementar sobre las herramientas y equipo de trabajo.

El Scrum *master* será el responsable de guiar esta reunión, se debe contemplar la asistencia de los equipos de trabajo completos incluyendo también al *product owner*, de los proyectos finalizados, esto con el fin de hacer partícipe del reconocimiento o las observaciones sobre los equipos particulares.

Figura 12. Esquema de la metodología aplicada al proceso

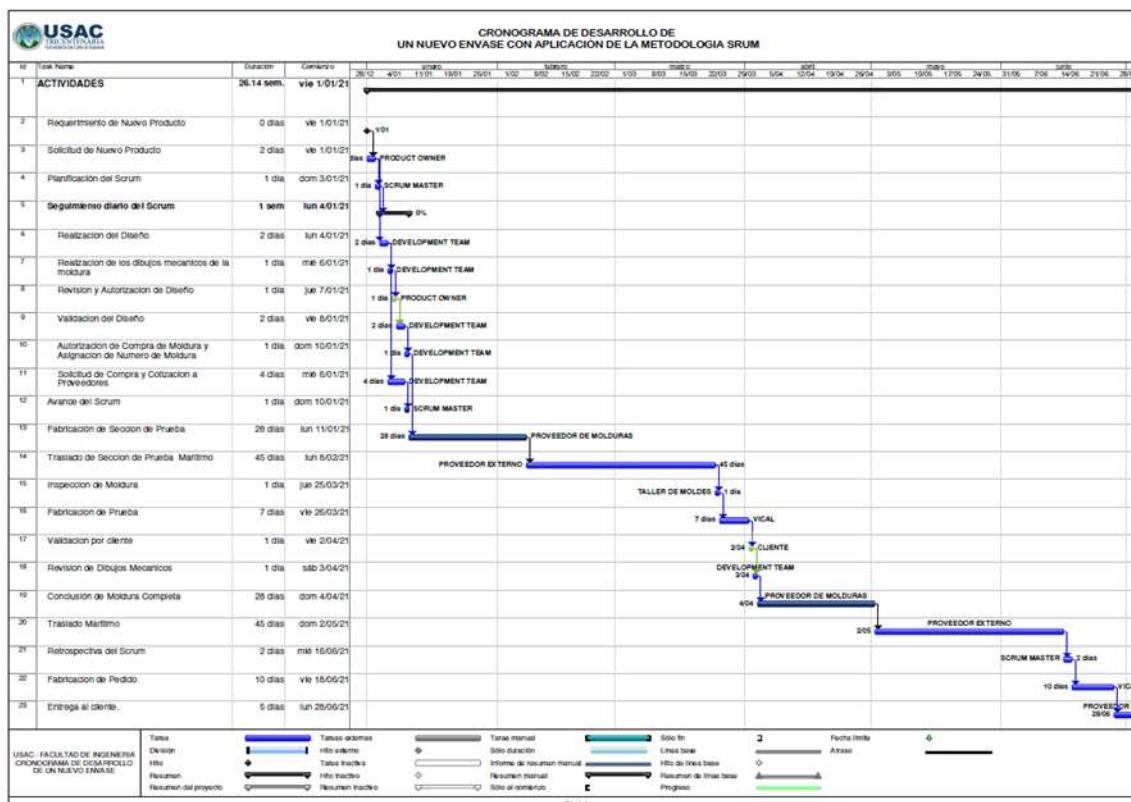


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

4.4. Revisión y aplicación de la metodología sobre el nuevo procedimiento de desarrollo de nuevos productos

En base a la asignación de roles e inclusión de las actividades propias de la metodología Scrum se desarrolló un nuevo cronograma de actividades para el desarrollo de un nuevo envase en el proceso de nuevos productos de Vidriera Guatemalteca, S.A.

Tabla IV. Cronograma estándar de desarrollo de un nuevo envase aplicando la metodología Scrum



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Project.

CONCLUSIONES

1. Se diseñó el procedimiento para la aplicación de la metodología Scrum, que permite la optimización del proceso de diseño y desarrollo de nuevos productos en la empresa Vidriera Guatimalteca, S.A., considerando la participación de todas las áreas internas y externas involucradas, la institución de las nuevas instrucciones de trabajo para la compañía y el método de medición de resultados.
2. Se realizó el diagnóstico del proceso de nuevos productos en la empresa y se determinó un procedimiento de 22 etapas, el cual tiene una duración de 35 semanas a partir del requerimiento de un nuevo desarrollo, se establecieron los roles del personal a cargo de las actividades y las interacciones entre los departamentos involucrados para las fases de diseño, adquisición, validación, y producción de un nuevo envase.
3. Se definió el plan para la implementación de los lineamientos de la metodología seleccionada, incluyendo el desarrollo de las nuevas actividades del personal, la aplicación de los roles y la realización de juntas necesarias que establecen los parámetros en el proceso Scrum.
4. Se determinó la factibilidad de la metodología, la cual permitió una mejora en el tiempo total de desarrollo, logrando una reducción de 35 a 26 semanas, lo que representa una mejora del 26 % del tiempo para la finalización de todas las etapas del procedimiento, esto significa para la empresa una optimización para la fase de implementación de un nuevo envase.

RECOMENDACIONES

1. Implementar la metodología para optimizar el desarrollo de los nuevos productos basados en los principios de comunicación y trabajo en equipo para la realización de tareas complejas, en el orden establecido para que el desarrollo de las actividades del proceso actual no se vea afectado con la introducción de las nuevas actividades.
2. Comunicar a los integrantes del equipo de desarrollo, y los actores de los roles de la metodología, las bases del procedimiento actual y las implicaciones sobre sus labores diarias en proceso de implementación, con el fin de hacer partícipe al personal de los objetivos y las metas del proyecto asimismo comunicar a los clientes de la empresa sobre el desarrollo de la nueva metodología como una mejora para el procedimiento de las nuevas implementaciones y la optimización del tiempo y recurso de los clientes.
3. Aplicar los lineamientos establecidos en la metodología, capacitando al personal designado para el desarrollo de los procedimientos y la estructura de las metodologías ágiles, en específico de la metodología Scrum seleccionada para este caso.
4. Retroalimentar los resultados de la aplicación de la metodología al finalizar las etapas del proyecto, esta actividad se debe realizar en la reunión de retrospectiva del Scrum, se pueden aplicar incentivos por parte de la empresa en el caso de los proyectos que alcancen la nueva meta de

desarrollo, para mantener al equipo motivado y enfocado en el cumplimiento de sus asignaciones.

REFERENCIAS

1. Alting, L., y Boothroyd, G. (1996). *Procesos para ingeniería de manufactura*. Madrid, España: Editorial Alfa y omega.
2. Centro de actualización tecnológica, Vitro (1997). *Alimentadores BB12*. Monterrey, México: Autor.
3. Centro de actualización tecnológica, Vitro (1997). *Ciclo operativo de máquinas IS BB3*. Monterrey, México: Autor.
4. Centro de actualización tecnológica, Vitro (1998). *Hornos AB1*. Monterrey, México: Autor.
5. Deemer, P., Benefield, G., Larman, C., y Vodde, B. (2009). *Información básica de SCRUM*. California, Estados Unidos: Scrum Training Institute.
6. Eraso, J. (2013). *Aplicación para la gestión de proyectos Agiles con Scrum* (Tesis de maestría). Universidad de La Rioja, España.
7. Gallego, M. T., Trigas, A., y Domingo, C. (2018). Metodología Scrum. España: Autor.
8. Hernández, G., Martínez, Á., Jiménez, R., y Jiménez, F. (abril, 2019). Scrum y Peopleware: elementos clave para la gestión en la

- construcción de software. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Información*, (19), 265-277.
9. Hirotaka, T. e Ikojiru, N. (enero, 1986). The New New Product Development Game: *Harvard Business Review. Revista de la escuela de Negocios*, (2), 1-12.
 10. Juristo, N., y Moreno, A. M. (2013). *Basics of software engineering experimentation*. Nueva York, Estados Unidos: Springer Science & Business Media.
 11. Kniberg, H., y Skarin, M. (2010). *Kanban and Scrum-making the most of both*. Ontario, Canada: C4 Media.
 12. Kopelman, R., (1998). *Managing for productivity: One-third of the job*. Washington, Estados Unidos: National Productivity.
 13. Martínez, J. I., y Comino, M. (julio, 2018). *El método ágil Scrum, evolución y aplicación en la administración de proyectos*. Madrid, España: Autor.
 14. Pacheco, I. (enero, 2008). *Una metodología basada en prácticas efectivas para desarrollar software educativo*. Revista de la Unidad Tecnológica de Postgrado, 11(4), 25-32. Recuperado de <https://revistas.unam.mx/index.php/index/login?source=%2Findex.php%2Fcys%2Farticle%2Fview%2F2787>.
 15. Pardo, C., Suescún, E., Jojoa, H., Zambrano, R., y Ordoñez, W. (Octubre, 2020). Modelo de referencia para la adopción e implementación de

Scrum en la industria de software. *XV Jornada Iberoamericana de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento*. Conferencia llevada a cabo en Bogotá, Colombia.

16. Rodríguez González, P. (2008). *Estudio de la aplicación de metodologías ágiles para la evolución de productos software* (Tesis de doctorado). Universidad Politécnica de Madrid, España. Recuperado de https://oa.upm.es/1939/1/TESIS_MASTER_PILAR_RODRIGUEZ_GONZALEZ.pdf
17. Rodríguez, P., Yagüe, A., Alarcón, P. y Garbajosa, J. (2008), Metodologías ágiles desde la perspectiva de la especificación de requisitos funcionales y no funcionales. Madrid, España: autor.
18. Rosado, M. D., Villagrán, A. C., Ehuan, E. J. G., y Barrera, B. R. C. (febrero, 2018). Automatización de las evaluaciones diagnósticas a gran escala por medio de la metodología scrum. *Conciencia Tecnológica*, (56), 12-18. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/944/94457671005/94457671005.pdf>.
19. Vidriera Guatemalteca, S.A. (2012). Procedimiento Corporativo de Desarrollo de Nuevos productos VG-PO-002-R1. Guatemala: Autor.
20. Vidriera Guatemalteca, S.A. (2019a). Procedimiento para inspección en liso y decorado VG-PA-GO-003. Guatemala: Autor.
21. Vidriera Guatemalteca, S.A. (2019b). Procedimiento para la preparación de Vidrio, VG-PA-GV-001. Guatemala: Autor.

22. Vidriera Guatemalteca, S.A. (2020a). Procedimiento de desarrollo de nuevos productos. Guatemala: Autor.
23. Vidriera Guatemalteca, S.A. (2020b). Procedimiento para el control del proceso de Producción (Formado) VG-PA-GP-006. Guatemala: Autor.
24. Vidriera Guatemalteca, S.A. (2020c). Procedimiento para mantenimiento preventivo y correctivo de ingeniería de planta VG-PA-GI-003. Guatemala: Autor.
25. Yazyi, S. A. (2011). *Una experiencia práctica de Scrum a través del aprendizaje basado en proyectos mediado por TIC en un equipo distribuido* (Tesis de maestría). Universidad de Salamanca. Salamanca, España.

APENDICES

Apéndice 1. Formato de registro de actividades

FORMATO DE REGISTRO DE ACTIVIDADES DE DESARROLLO DE NUEVO PRODUCTO

Número de moldura: Nombre de moldura:	FECHA		REVISÓ		
	SECCIÓN DE PRUEBA Nuevo Producto	REGISTRO	FECHA PROGRAMADA	FECHA REAL	
Autorización de Compra de Moldura					
Colitización					
Respuesta a Colitización					
Autorización de Orden de Compra					
Elaboración de Dibujos Mecánicos					
Revisión de Dibujos Mecánicos					
Envío de Dibujos Mecánicos					
Fabricación de Moldura					
Verificación de Moldura y Salida de Planta Proveedor					
Llegada a Planta					
Inspección de Moldura					
Primeras Fabricaciones					
Validación					
OBSERVACIONES:					

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.