

Karla Indira Rodríguez López\*, Dulce María Clemente Guerrero\*\*,  
Armando Rosas González\*\*\*

# Diseño de sistemas de empaque y embalaje sostenibles para dos conjuntos de piezas cerámicas<sup>1</sup>

Design of sustainable packaging systems for two sets of ceramic pieces

## Cómo citar:

Rodríguez López, K. I., Clemente Guerrero, D. M. & Rosas González, A. (2022). Diseño de sistemas de empaque y embalaje sostenibles para dos conjuntos de piezas cerámicas. *Designia*, 9(2), 111-143.

<sup>1</sup> Artículo de investigación.

\* Ingeniera en diseño, egresada de la Universidad Tecnológica de la Mixteca. Ejerce como diseñadora en áreas industriales, arquitectónicas y gráficas.  
E-mail: karlaindirarodriguezl@gmail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9093-324X>

\*\* Diseñadora Industrial de carácter sustentable e innovador, inclinada por el diseño ecoregional y etnoregional con la capacidad de gestionar, crear y desarrollar productos, procesos, proyectos y empresas con la finalidad de transformar la economía social a través de oportunidades de negocios en contextos locales, regionales y nacionales, proponiendo soluciones creativas utilizando procedimientos, técnicas y herramientas de la manufactura y del diseño.  
E-mail: dulce@mixteco.utm.mx  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5740-6103>

\*\*\* Ingeniero en Diseño egresado de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, adscrito al Instituto de Diseño de la misma institución. Cuenta con la Maestría en Tecnología Avanzada de Manufactura, lo cual le ha permitido colaborar y desarrollar investigaciones referentes al análisis y optimización de procesos, desarrollo de nuevos productos y materiales.  
E-mail: arosas@mixteco.utm.mx  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3034-2477>

## Palabras clave:

Empaque, embalaje, sostenible, cerámica, Ecodiseño.

## Key words:

Packing, packaging, sustainable, ceramics, Eco-design.

**Recibido:** 20/19/2021

**Aceptado:** 18/08/2022

### Resumen:

Los envases, empaques y embalajes son elementos que sirven para identificar y proteger a los productos. Los objetos cerámicos y de alfarería son piezas ornamentales que se caracterizan por su fragilidad y por ser difíciles de transportar. Usar sistemas de empaque y embalaje (SEE) deficientes durante el almacenamiento, transporte y manejo de los productos cerámicos y de alfarería provoca, comúnmente, su rotura, rayadura o desportilladura. El estado de Oaxaca es uno de los territorios con mayor producción de cerámica y alfarería en México, tanto a nivel artesanal como industrial. No obstante, los productores improvisan el uso de SEE que no garantizan el arribo seguro de sus productos. En este artículo de investigación se desarrollaron SEE para un par de conjuntos de piezas cerámicas que produce una empresa de alfarería y cerámica oaxaqueña, la cual ha registrado de forma constante pérdidas significativas de productos debido a la ineficiencia de sus empaques y embalajes actuales. Para el desarrollo del proyecto se utilizó la metodología propuesta por Munari (2016), juntamente con aspectos concernientes a la ingeniería y diseño de empaques y embalajes, ecodiseño, ergonomía, normativas nacionales y aplicaciones CAD. Los SEE conceptualizados se caracterizan por poseer materiales amigables con el medio ambiente, sus características formales y funcionales permitirán disminuir su tiempo de armado, incrementar la protección de las piezas, aumentar el número de productos que podrán transportarse y brindar un segundo uso a algunos elementos que los conforman. De esta forma, se conceptualizaron SEE que podrían representar una alternativa más eficiente y sostenible para el almacenamiento, transporte y manejo de los productos cerámicos y de alfarería, superando las deficiencias de los empaques y embalajes que actualmente se emplean.

### Abstract:

Containers, packaging, and wrapping are elements that serve to identify and protect products. Ceramic and pottery objects are ornamental pieces that are fragile and difficult to transport. The use of deficient packing and wrapping systems (PWS) during storage, transport, and handling of ceramic and pottery products commonly causes breakage, scratching, or chipping. The state of Oaxaca is one of the territories with the highest production of ceramics and pottery in Mexico, both at the artisanal and industrial levels. However,

producers improvise the use of PWS which does not guarantee the safe arrival of their products. In this research article, PWS was developed for a couple of sets of ceramic pieces produced by a pottery and ceramics company in Oaxaca, which has consistently registered significant product losses due to the inefficiency of its current packaging and wrapping. For the development of the project, the methodology proposed by Munari (2016) was used, together with aspects concerning packaging engineering and design, eco-design, ergonomics, national regulations, and CAD applications. The conceptualized PWS is characterized by having environmentally friendly materials, their formal and functional characteristics will reduce assembly time, increase the protection of the parts, increase the number of products that can be transported, and provide a second use to some of the elements that make them up. In this way, PWS was conceptualized to represent a more efficient and sustainable alternative for the storage, transport, and handling of ceramic and pottery products, overcoming the deficiencies of the packaging and wrapping currently used.

## 1. INTRODUCCIÓN

Un producto no cubre el costo de su fabricación ni genera un beneficio hasta que éste llega al cliente o consumidor final en condiciones adecuadas para cumplir con el fin para el que ha sido destinado. Actualmente, todos los productos cuentan con un envase, empaque o embalaje; éstos tienen como función primordial garantizar el arribo seguro del producto a manos de su destinatario (Salguero y Gutiérrez, 2019).

Según Pérez (2012), los envases se clasifican en las siguientes tres categorías: El envase primario también conocido como “envase”, es el objeto que contiene o guarda directamente un producto líquido, sólido, granulado, cremoso o en polvo; para facilitar su transporte y su comercialización. El envase secundario también llamado “empaque”, es el encargado de envolver y contener el envase primario; tiene como función principal exhibir, identificar y facilitar la venta y/o uso del producto dándole una buena imagen visual y distinguiéndola de los productos de la competencia. El envase terciario también conocido como “embalaje”, tiene como función la de almacenar, proteger, conservar y transportar varias unidades del mismo producto en grandes cantidades.

De acuerdo con Vidales (2003), se denomina sistema de empaque y embalaje a los contenedores de un producto implicados en el proceso que abarca su recolección, almacenamiento, transporte y distribución, hasta llegar al consumidor final. El sistema de empaque y embalaje tiene por objetivo identificar el contenido, protegerlo de cualquier tipo de contaminación y conservar sus características. El mejor sistema de empaque y embalaje es el que más se adapta a las especificaciones del producto y lo protege hasta llegar en excelentes condiciones al consumidor final. Los elementos que conforman a los sistemas de empaque y embalaje pueden estar hechos con madera, cartón, plástico, papel, entre muchos otros materiales.

En el año 2019, la industria del envase, empaque y embalaje en México tuvo un valor de mercado de 16000 millones de dólares; siendo su principal fortaleza la actividad dedicada al papel y cartón con 32.7%, seguida del plástico con 29.3%, vidrio 19.5%, metal con 18.1% y, por último, madera con 0.4%. Esta industria ha tenido un crecimiento sostenido constante en los últimos años; representa el 1.7% del PIB nacional y genera 77000 empleos de manera directa (Molina, 2020).

Los envases, empaques y embalajes son inventos que han mejorado la calidad de vida de los seres humanos; sin embargo, actualmente representan un enorme problema ambiental provocado por la acumulación de los materiales de desecho que generan. Sin embargo, el impulso generado por una creciente economía circular y la pandemia provocada por el COVID-19 favorecerán, en los años venideros, a nivel mundial el diseño y fabricación de envases, empaques y embalajes sostenibles; utilizando materias primas que sean reciclables, reutilizables, biodegradables o compostables (Ortega, 2021).

A principios de la década de 1990, conceptos tales como ecología, medioambiente, residuos urbanos y contaminación ambiental se volvieron motivo de preocupación y se les empezó a dar una importancia especial. Como parte de ello surgió el Ecodiseño, el cual según Aranda *et al.* (2006) puede definirse como el conjunto de acciones orientadas a la mejora medioambiental de un producto en la etapa inicial de diseño, mediante la mejora de su función desempeñada, la selección de materiales menos impactantes para su fabricación, la aplicación de procesos de mínimo impacto ambiental, la mejora en el transporte y en el uso del producto, la minimización de los impactos en la disposición final del producto.

De acuerdo con Vidales (2003), los envases, empaques y embalajes sostenibles son elementos que afectan lo menos posible al medioambiente; son elaborados con materiales naturales o sintéticos, reutilizables o reciclables; consumen un mínimo de energía y materia prima para su elaboración y/o generan un mínimo de contaminantes durante su fabricación, uso y deposición. El papel y el cartón son los materiales con los que se producen envases, empaques y embalajes que son más fáciles de reciclar, ya que la fibra celulósica puede reutilizarse hasta seis veces.

En todo el mundo se han desarrollado investigaciones en donde se han generado envases, empaques y embalajes sostenibles que mejoraron el uso, función, almacenamiento, transporte y manejo de productos. Böhm y León (2015) desarrollaron una línea de envases ecológicos reutilizables para un polvo soluble para preparar bebidas, utilizando papel con fibra de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) con lámina de aluminio reciclado y poliácido láctico; los envases tienen elementos innovadores como una válvula de aroma, una ventana de vista del producto y un dosificador retráctil. Santamaría (2015) generó un sistema de envase y empaque ecológico para dulces tradicionales de guayaba (*Psidium guajava*), a partir de cartoncillo gris y papel con fibra de caña de azúcar; consiste en una caja plegadiza que contiene envoltorios individuales para cada dulce a fin de evitar que se peguen entre ellos por la humedad. Casnanzuela (2015) desarrolló un sistema de empaque y embalaje para piezas cerámicas utilizando cartón corrugado; se trata de cajas plegadizas reciclables con separadores que incluyen textos e imágenes promocionales de una empresa cerámica local. Londoño (2017) generó una línea de empaques biodegradables para licores Premium, a partir de fibra de coco (*Cocos nucifera*) y bambú laminado (*Bambú phyllostachys*); los empaques pueden reutilizarse como macetas para cultivo de plantas. Jeenusha y Amritkumar (2020) desarrollaron un envase biodegradable para comida en forma de lámina con un recubrimiento bioplástico, a partir de la pulpa extraída de hojas y vainas de plátano (*Musa paradisiaca*). Soiraya *et al.* (2020) generaron una línea de envases ecológicos plegadizos (sobre, caja, vaso de papel y bolsa de papel) para productos alimenticios instantáneos, a partir de fibra de plátano. Yoga *et al.* (2020) desarrollaron un envase laminado biodegradable para frutas y vegetales a partir del pseudotallo del plátano.

El estado de Oaxaca es uno de los territorios con mayor producción de alfarería y cerámica en México, existen aproximadamente setenta poblados, además de diversos talleres y empresas, en donde se manufacturan y comercializan estos productos a escala artesanal e industrial. Las micros, pequeñas y medianas empresas (MiPyMEs) en la entidad concentran la mayoría de la producción de alfarería y cerámica; la organización de sus actividades generalmente se realiza empíricamente debido a que los artesanos pertenecen a grupos de escasos recursos y niveles de escolaridad básicos (Sales, 2013).

La venta de la cerámica y alfarería oaxaqueña tiene como principal destino el mercado nacional, en menor medida se exporta hacia los Estados Unidos de América y a la Unión Europea debido a la complejidad del proceso, a las limitaciones en apoyos gubernamentales y de recursos en las MiPyMEs. Los productos de alfarería y cerámica del estado de Oaxaca se transportan mediante autos, camionetas o camiones particulares o del servicio de transporte público desde los talleres o fábricas hasta las tiendas o a los domicilios de los clientes locales. También, aprovechando los avances tecnológicos varias MiPyMEs realizan ventas en línea, enviando los productos a través de servicios de paqueterías o de fletes a diferentes partes de México. Además, es común que la comercialización de la cerámica y alfarería oaxaqueña en las ciudades más importantes del país (Ciudad de México, Monterrey, Guadalajara, Cancún, entre otras) se realice mediante intermediarios, quienes contratan servicios de fletes o paqueterías para su distribución. Actualmente, los productos de alfarería y cerámica fabricados en el estado de Oaxaca enfrentan problemas como la rotura, rayado o desportillado de las piezas durante su almacenamiento, transporte y distribución; debido al empleo de deficientes sistemas de empaque y embalaje que no garantizan su arribo en condiciones adecuadas al destinatario. Asimismo, se utilizan materiales que se desechan rápidamente y contaminan al medioambiente (Rodríguez, 2021).

A nivel internacional, se han establecido disposiciones mediante las cuales se busca reducir el impacto ambiental de un producto en todas las fases de su ciclo de vida. La Responsabilidad Extendida del Producto (REP) es un concepto que, de acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), consiste en un abordaje de política ambiental en donde la responsabilidad del productor se extiende a la etapa posterior al consumo del producto; esto significa que las empresas tendrían que asumir la gestión de los residuos que generan (Besada *et al.*, 2020). Recientemente, en el año 2021 en México se promulgó la Ley General de Economía Circular, normativa que no hace referencia a este concepto, pero sí incorpora el precepto denominado Responsabilidad Extendida (RE), con el cual se encomienda totalmente la carga financiera y de infraestructura para el manejo de los residuos al gobierno; brindando, adicionalmente, incentivos económicos a las empresas para reducir la contaminación (Monreal y Bolaños, 2021). No obstante, dicha medida contradice a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, en donde se estipula que la gestión integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial debe ser una Responsabilidad Compartida (RC) que requiere de la participación conjunta, coordinada y diferenciada de productores, distribuidores, consumidores, usuarios de subproductos y del gobierno (Honorable Congreso de la Unión, 2021). A pesar de la existencia de estas normativas en México, el gobierno y la mayoría de las empresas no han implementado buenas prácticas para la gestión de los residuos (Tagle y Carrillo, 2022).

Debido a lo anterior, un grupo de investigación del Instituto de Diseño de la Universidad Tecnológica de la Mixteca desarrolló este proyecto con el objetivo de diseñar sistemas de empaque y embalaje (SEE) para un par de conjuntos de piezas cerámicas (sets) que elabora una empresa de alfarería y cerámica oaxaqueña. Por medio del proyecto, se mejoró la estructura de los SEE para reducir las pérdidas ocasionadas por rotura, rayado o desportillado de los productos y para inspeccionar su integridad durante el transporte en territorio mexicano, implementando materiales que tienen un menor impacto ambiental. En el proyecto se incluyó la definición de los elementos de los empaques y embalajes (estructura, amortiguadores, separadores, elementos de cierre, elementos de inspección, sujeción, apilamiento y área de información). Además, se realizaron los modelos 3D virtuales en un software CAD y prototipos físicos de baja fidelidad de los SEE. De esta forma, se obtuvieron un par de propuestas de diseño que podrían atender las necesidades formales y funcionales de la empresa, ante la deficiente implementación de SEE que actualmente existe. También, en este trabajo se buscó resaltar la importancia que tiene la aplicación de la Rueda Estratégica del Ecodiseño para el desarrollo de SEE.

## 2. METODOLOGÍA

Se empleó como metodología de referencia el método proyectual de Munari (2016), éste representa una guía para la creación de distintos tipos de diseño con base en un problema.

Permitió considerar las siguientes normativas mexicanas referentes al diseño de SEE: NMX-EE-148-1982 Envase y Embalaje – Terminología básica; NMX-EE-74-1980, Envase y embalaje. Papel y cartón. Terminología; NOM-030-SCFI-2006, Información comercial – Declaración de cantidad en la etiqueta – Especificaciones; NOM-050-SCFI-2004, Información comercial – Etiquetado general de productos; NMX-EE-059-NORMEX-2017, Envase y Embalaje – Símbolos para el manejo. Transporte y Almacenamiento; NMX-SAA-14021-IMNC-2018, Etiquetas y declaraciones ambientales – Afirmaciones ambientales autodeclaradas (Etiquetado ambiental tipo II); NMX-EE-089-1980, Envase y embalaje – Materiales amortiguantes – Determinación de la respuesta a la vibración; NOM-036-1-STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo – Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas; Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos; Ley General de Economía Circular.



También se tomaron en cuenta aspectos de ergonomía, diseño asistido por computadora (CAD, del inglés Computer Aided Design) y la Rueda Estratégica del Ecodiseño, para satisfacer los requerimientos formales y funcionales del proyecto. A continuación, se presentan las fases desarrolladas en esta investigación:

### **Fase 1. Planteamiento del problema**

Se determinaron los problemas de diseño del proyecto por resolver, tomando en cuenta los siguientes aspectos: 1) conocimiento de los productos que fabrica y comercializa la empresa; 2) selección de productos que presentan más pérdidas ocasionadas por rotura, rayado o desportillado, con mayor demanda, que son más costosos y frágiles; 3) identificación y características de los usuarios; 4) evaluación de los SEE ocupados actualmente mediante la Rueda Estratégica del Ecodiseño; 5) definición de las necesidades y requerimientos del proyecto.

### **Fase 2. Conceptualización**

Se desarrollaron las propuestas de los SEE para los sets de piezas, considerando los siguientes aspectos: 1) revisión bibliográfica para conocer los atributos formales y funcionales más importantes de los SEE; 2) revisión de normativas nacionales concernientes a SEE; 3) caracterización antropométrica de los usuarios potenciales; 4) determinación de la arquitectura de los SEE; 5) generación de conceptos a través de la Matriz morfológica de Pugh; 6) elaboración de bocetos; 7) selección de propuestas.

### **Fase 3. Diseño.**

Se obtuvieron las propuestas de diseño final de los SEE a partir de los siguientes aspectos: 1) establecimiento de especificaciones de los elementos de los SEE; 2) modelos 3D virtuales de las propuestas seleccionadas ocupando un software CAD; 3) planos constructivos y renders.

### **Fase 4. Construcción**

Se elaboraron los prototipos físicos de baja fidelidad de los SEE.

### **Fase 5. Evaluación**

Se realizó una evaluación comparativa del número de camas permisibles que se podrán transportar en un vehículo y del desempeño en una situación real de los SEE. También se contrastaron los tiempos del proceso de empaquetado y embalado, así como los atributos ambientales de los SEE desarrollados en esta investigación y de los que utiliza actualmente la empresa, mediante un estudio de tiempos y con la Rueda Estratégica del Ecodiseño.



### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Fase 1. Planteamiento del problema

En esta fase, el grupo de investigación inició por conocer los productos que fabrica y comercializa la empresa colaboradora. La organización se dedica, desde hace siete años, a la elaboración de productos utilitarios de alfarería y cerámica, ocupando rasgos característicos de las técnicas artesanales oaxaqueñas en un proceso de producción industrializado. Cuentan con una fábrica y un punto de venta propio en la ciudad de Oaxaca de Juárez, sin embargo, sus productos también se comercian en otras tiendas de la capital; además, realizan ventas en línea con disponibilidad de envíos hacia distintas partes de México. La empresa produce una variedad de 50 productos entre los cuales se tienen: tazas, vasos, platos, jarras, bowls, mezcaleros, especieros, etc. Se identificó que el conjunto de piezas denominadas como “set de Platos Extendidos” (Figura 1a) y la “colección Flor de Sal” (Figura 1b) son los productos que presentan mayores pérdidas ocasionadas por rotura, rayado o desportillado, también son los más costosos, más frágiles y que tienen mayor demanda.



Figura 1a. Fotografía del plato Extendido. Figura 1b. Fotografía de la colección Flor de Sal.

Fuente: Recuperado de: [https://issuu.com/lachicharraceramica/docs/catalogo\\_2018](https://issuu.com/lachicharraceramica/docs/catalogo_2018)

Los Platos Extendidos se producen con cerámica de alta temperatura; cada pieza tiene un diámetro de 20 cm, una altura de 3 cm y un peso de 620 g. El set se compone de cuatro piezas, las cuales, al apilarse, en promedio ocupan un diámetro de 20 cm, una altura de 9 cm y un peso de 2700 g. Por su parte, la colección Flor de Sal se compone de las siguientes cuatro piezas: charola grande (peso 1420 g, dimensiones 20.5 cm x 39 cm x 3 cm), charola chica (peso 550 g, dimensiones 17 cm x 23 cm x 2.5 cm), ramekin diagonal (peso 155 g, dimensiones 8.5 cm x 10 cm x 5 cm) y ramekin trapezoidal (peso 205 g, dimensiones 8.5 cm x 10 cm x 5 cm). Al apilarse, en promedio ocupan un espacio de 20.5 cm x 39 cm x 7 cm y un peso de 2330 g.

En la fábrica de la empresa se cuenta con una estación exclusiva para el empaque y embalaje de los productos; actualmente se utilizan materiales como hule burbuja, papel de estraza, cartón, hule para emplaye, cajas y cinta adhesiva. Los productos se entregan directamente a los clientes en el punto de venta de la empresa o pueden transportarse en los vehículos de la organización a las otras tiendas y centros de recepción de servicios de paqueterías para su envío a otras partes de México. Los elementos de los SEE se preparan manualmente por un operario ocupando herramientas como regla, escuadra, marcador, cúter y tabla de corte. El set de Platos Extendidos se empaca y embala empleando dos métodos: el primer método (Figura 2a) consiste en el uso de una caja primaria en donde se almacenan cuatro piezas apiladas, cada plato se envuelve en la mitad de un pliego de papel de estraza y se aseguran con cinta adhesiva, también se colocan plantillas de cartón corrugado entre cada plato y en la parte superior e inferior de la caja; en los espacios vacíos que quedan entre las piezas y la caja se utilizan pedazos de papel de estraza o de papel reciclado y virutas de papel periódico como material de relleno. Finalmente, se apilan cuatro cajas primarias dentro de una caja secundaria (Figura 2b), se utilizan trozos de cartón corrugado para rellenar los espacios que quedan entre las cajas primarias y las paredes de la caja secundaria.

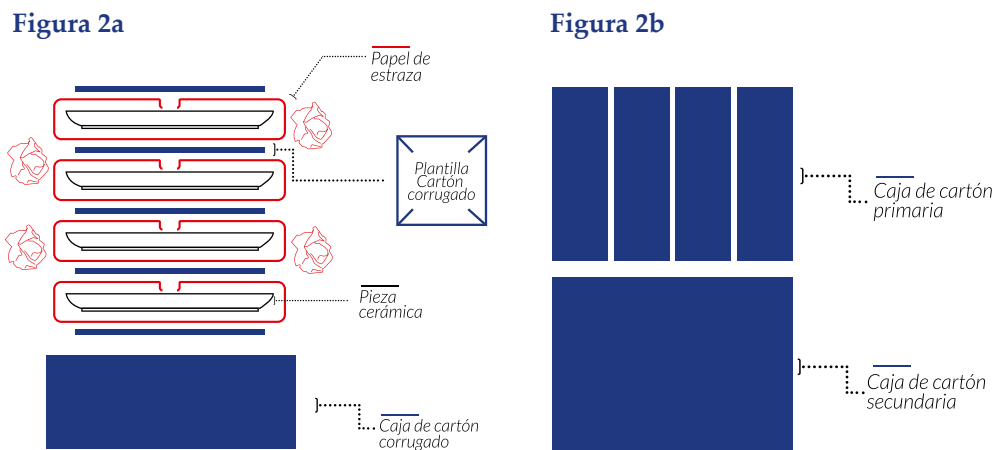


Figura 2a. Modelo digital del empaque del set de Platos Extendidos, primer método.

Figura 2b. Modelo digital del embalaje del set de Platos Extendidos, primer método.

El segundo método (Figura 3a) también consiste en el uso de una caja primaria en donde se almacenan cuatro piezas apiladas; éstas se envuelven usando una tira de hule burbuja que se hace pasar por en medio de ellas y se aseguran con cinta adhesiva; se utiliza una tira adicional de hule burbuja para envolver de nuevo todas las piezas, en los espacios vacíos que quedan entre las piezas y la caja se utilizan pedazos de papel de estroza como material de relleno. Finalmente, se apilan cuatro cajas primarias dentro de una caja secundaria (Figura 3b), se utilizan trozos de cartón corrugado para rellenar los espacios que quedan entre las cajas primarias y las paredes de la caja secundaria. En ambos métodos, las cajas secundarias se envuelven en hule de emplaye de forma individual o, cuando se encuentran estibadas para su entrega o envío a los clientes, se les adhiere su correspondiente orden de pedido con cinta adhesiva y se colocan calcomanías que indican la fragilidad de las piezas.

Figura 3a

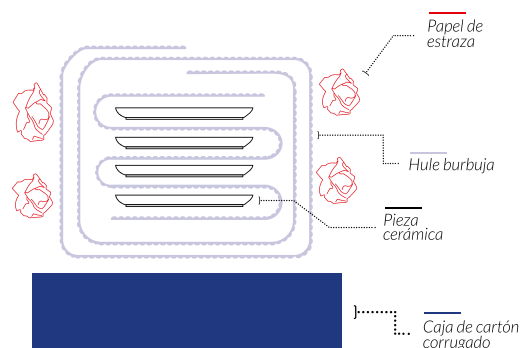


Figura 3b

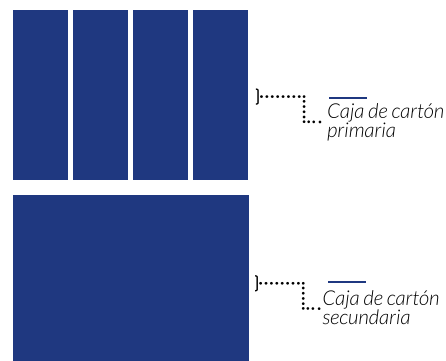


Figura 3a. Modelo digital del empaque del set de Platos Extendidos, segundo método.

Figura 3b. Modelo digital del embalaje del set de Platos Extendidos, segundo método.

Fuente: autores, 2021

Por su parte, en el método de empaque y embalaje actual de la colección Flor de Sal (Figura 4a) cada pieza se envuelve en papel de estraza; adicionalmente, se pone un segmento de papel de estraza en el fondo de la caja primaria, sobre él se coloca la charola grande, después se coloca una tira de hule burbuja para insertar la charola chica y los ramekines; encima de estos últimos elementos se coloca otro segmento de hule burbuja y se asegura el conjunto de piezas con hule burbuja y cinta adhesiva. En los espacios vacíos que quedan entre las piezas y la caja se utilizan pedazos de papel de estraza y virutas de papel periódico como material de relleno. Finalmente, se apilan cuatro cajas primarias dentro de una caja secundaria (Figura 4b), se utilizan trozos de cartón corrugado para rellenar los espacios que quedan entre las cajas primarias y las paredes de la caja secundaria. También, las cajas secundarias se envuelven en hule de empaque de forma individual o, cuando se encuentran estibadas para su entrega o envío a los clientes, se les adhiere su correspondiente orden de pedido con cinta adhesiva y se colocan calcomanías que indican la fragilidad de las piezas.

Figura 4a

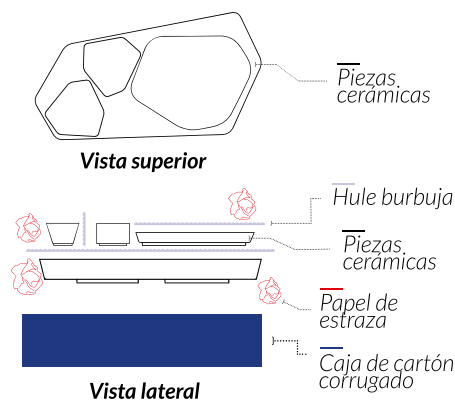


Figura 4b

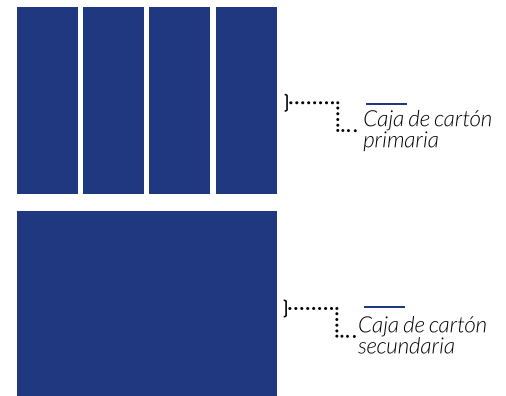


Figura 4a. Modelo digital del empaque de la colección Flor de Sal.

Figura 4b. Modelo digital del embalaje de la colección Flor de Sal.

De acuerdo con la clasificación hecha por Eason (1988), el equipo de investigación identificó a los siguientes tres tipos de usuarios de los SEE:

**Usuario primario:** son las piezas cerámicas que conforman el set de Platos Extendidos y la colección Flor de Sal; estos productos habrán de almacenarse, protegerse, transportarse y distribuirse mediante los SEE. Estos objetos requieren arribar en condiciones adecuadas al cliente final.

**Usuario secundario:** son los operarios que se encuentran en la estación de empaque y embalaje de las piezas; son personas que tienen como tarea acondicionar los materiales, montar los empaques y embalajes de los productos y organizarlos para su entrega en el punto de venta de la empresa o para transportarlos en los vehículos de la organización a las otras tiendas de la capital y centros de recepción de servicios de paqueterías.

**Usuario terciario:** en esta categoría se encuentran los propietarios de la empresa, los operarios de servicios de paqueterías, los encargados de las ventas en las tiendas y los clientes. Se incluyen a los individuos que estarán manipulando los SEE durante su distribución y gestión final, además de los dueños de la organización que deberán brindar su anuencia para los SEE propuestos.

Con el propósito de obtener información para la proyección de los SEE se aplicaron encuestas compuestas por ocho preguntas a los usuarios descritos. A partir de los resultados se obtuvieron las siguientes conclusiones: 1) a los dueños de la organización les gustaría sustituir los materiales actuales por elementos biodegradables y eliminar el uso de plásticos sintéticos, porque están interesados en el cuidado del medio ambiente; 2) a los propietarios de la empresa les agrada extender la vida útil de los SEE, ya que de esa forma se podrían reutilizar o reemplazar sus componentes, se ahorrarían costos en la preparación y envío de las piezas y se les podría brindar un segundo uso; 3) a los dueños de la organización les gustaría mejorar la seguridad de los productos durante el transporte para evitar roturas, rayaduras o desportilladuras, de esta forma se disminuirían las pérdidas económicas y se incrementaría la satisfacción de los clientes; 4) a los operarios de la estación de empaque y embalaje les agrada que los SEE fueran fáciles de armar, ya que con ello se incrementaría su productividad y se optimizaría el envío de las piezas; 5) a los propietarios de la empresa y a los operarios de la estación de empaque y embalaje les gustaría

estandarizar el proceso de empaçado y embalado (operaciones y componentes de los SEE), ya que así se mejoraría el desarrollo en esta fase de la producción, se disminuirían los residuos, se eliminaría la preparación de los componentes y se ahorrarían recursos (dinero, tiempo, equipos y recursos humanos) para el envío de los productos; 6) a los propietarios de la empresa y a los operarios de la estación de empaque y embalaje les agradaría que los componentes de los SEE se adapten a las características formales y dimensionales de las piezas, debido a que así sería más seguro su transporte y se podría prescindir de los materiales de relleno; 7) a los dueños de la organización y a los clientes les gustaría que los SEE cuenten con la información necesaria y pertinente a la composición e impactos ambientales de sus elementos; 8) a los propietarios de la empresa y a los clientes les agradaría que los diseños de los SEE faciliten la separación de materiales y se incluya la información conveniente para la gestión de los residuos; 9) a los dueños de la organización, a los operarios de la estación de empaque y embalaje y a los operarios de los servicios de paqueterías les gustaría que se optimizaran las dimensiones de los SEE para facilitar y mejorar su acomodo en los medios de transporte; 10) a los operarios de la estación de empaque y embalaje, a los operarios de los servicios de paqueterías y a los encargados de las ventas en las tiendas les agradaría que el peso de los SEE fuera adecuado para evitar lesiones durante su manejo y para agilizar la distribución de los productos; 11) a los operarios de la estación de empaque y embalaje, a los operarios de los servicios de paqueterías y a los encargados de las ventas en las tiendas les gustaría que los SEE cuenten con elementos que faciliten la inspección del estado de las piezas y se incluyan componentes que mejoren el agarre durante su manejo.

Adicionalmente, el equipo de investigación analizó el grado de cumplimiento que tienen los SEE actuales con las consideraciones ambientales incluidas en la Rueda Estratégica del Ecodiseño, la cual es un modelo conceptual que incluye ocho estrategias que ayudan a la prevención, reducción y/o minimización del impacto ambiental en el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de un proyecto, producto o servicio (IHOBE, 2017).

El puntaje asignado osciló entre valores de cero a tres, dependiendo del grado de cumplimiento que tienen los empaques y embalajes actuales con cada una de las estrategias. Se asignó una calificación de “cero” si los SEE no cumplieron con ninguna estrategia; “uno” si cumplieron con algunas estrategias; “dos” si cumplieron con la mayoría de las estrategias y “tres” si cumplieron totalmente con las estrategias. Los resultados obtenidos (Figura 5) acorde con cada una de las ocho estrategias son los siguientes:

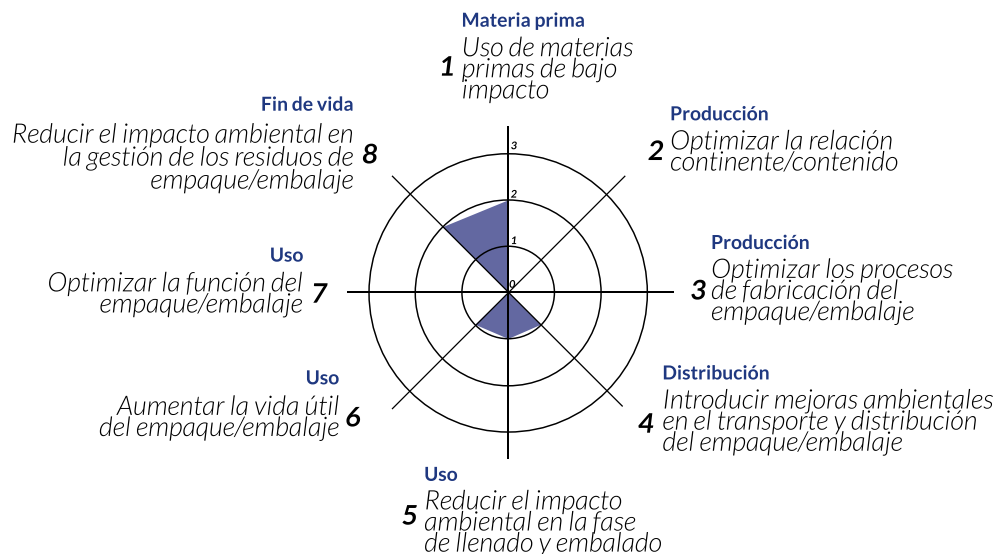


Figura 5. Análisis de los SEE actuales mediante la Rueda Estratégica del Ecodiseño.

Fuente: autores, 2021

**1. Uso de materia prima de bajo impacto:** actualmente se utilizan materiales renovables y reciclables como el cartón y papel; sin embargo, también se emplean cantidades considerables de plásticos como hule burbuja y hule de emplaye; estos elementos tienen una baja tasa de recuperación y provocan una alta contaminación en la naturaleza. Se determinó que no cumplen completamente con esta estrategia, por lo que se les asignó una puntuación de dos.

**2. Optimizar la relación continente/contenido:** se identificó que en los actuales SEE no se minimiza el número de componentes, con ello no se reducen el peso ni el volumen. Se necesita de una gran cantidad de materiales de relleno y amortiguación para intentar asegurar en óptimas condiciones el arribo de las piezas. Se concluyó que no cumplen con esta estrategia y les fue asignada una calificación de cero.



**3. Optimizar los procesos de fabricación del empaque y embalaje:** la empresa tiene actualmente varios proveedores de materiales, por lo que no interviene directamente sobre el control e impactos en los procesos de producción (uso del agua, consumo energético o emisiones contaminantes). La organización no cuenta con SEE funcionales, estandarizados y optimizados; por lo cual, no se aprovechan al máximo los materiales y se generan cantidades significativas de desechos a partir de la preparación manual de los elementos. Se estableció que no se cumplen con las medidas relacionadas a esta estrategia, por lo que se asignó una calificación de cero.

**4. Introducir mejoras ambientales en el transporte y distribución del empaque y embalaje:** la distribución de los productos se realiza en SEE que no están estandarizados, por lo que se carece del aprovechamiento en la organización y acomodo de los productos en los medios de transporte. Se determinó que cumplen poco con esta estrategia, por lo que se les asignó una calificación de uno.

**5. Reducir el impacto ambiental en la fase de llenado y embalado:** se identificó que, en la búsqueda de garantizar la llegada de los productos en óptimo estado, se utilizan excesivas cantidades de papel de estraza, hule burbuja, hule de emplaye y cartón para su protección. Los componentes de los SEE se preparan manualmente por el operario produciendo cantidades significativas de desechos debido a la inexistente estandarización en el diseño y fabricación. Se concluyó que cumplen poco con esta estrategia y les fue asignada una calificación de uno.

**6. Aumentar la vida útil del empaque y embalaje:** actualmente la empresa no ha implementado estrategias para la gestión de los residuos de los SEE, prueba de ello es que ninguno de los elementos se recupera o se reutiliza. Debido a esto, se asignó un puntaje de uno.

**7. Optimización de la función del empaque y embalaje:** se observó que los SEE actuales no protegen de manera adecuada a los productos durante su transporte; prueba de ello es el alto índice de roturas, rayaduras o desportillamientos que existen. La configuración geométrica y dimensional de los componentes de amortiguación, cierre e inspección se realiza de forma improvisada; se utilizan segmentos de papel de estraza, hule burbuja y cartón para dar soporte a las piezas; las cajas no cuentan con elementos que aseguren al producto que contienen. Generalmente se verifica el estado de las piezas desmontando la totalidad de los empaques y embalajes, también es común que los elementos de cierre dañen la estructura de los contenedores. Se carece de elementos gráficos que brinden información para el adecuado manejo de los SEE y diferencien a los productos, tampoco se cuentan con componentes que hagan fácil y seguro su manipulación. Se concluyó que no cumplen con las medidas relacionadas con esta estrategia y se les asignó un puntaje de cero.

**8. Reducir el impacto ambiental en la gestión de los residuos de empaque y embalaje:** se identificó que los materiales ocupados actualmente en los SEE son fáciles de reconocer y clasificar para su reciclaje, reutilización o desecho; sin embargo, hasta el momento la organización no ha implementado estrategias para su adecuada deposición o recuperación. En muchas ocasiones se ocupan los materiales sobrantes y de desecho como elementos de relleno. Los SEE no cuentan con elementos gráficos que incluyan la información ambiental pertinente para el manejo de los residuos. Por esto, se les asignó una calificación de dos.

### 3.2 Fase 2. Conceptualización

Posteriormente, el grupo de investigación estableció un esquema general de los SEE para las piezas cerámicas, con la finalidad de organizar sus elementos principales (Figura 6). Se denominó al objeto en macro escala como “Sistema de Empaque y Embalaje”, este se dividió a su vez en dos subsistemas llamados “Empaque” y “Embalaje”. El Empaque se desglosó en ocho elementos: a) Estructura, b) Amortiguadores, c) Separadores, d) Elementos de cierre, e) Elementos de inspección, f) Sujeción, g) Apilamiento y h) Área de información. El Embalaje se dividió en dos elementos: a) Estructura, b) Estiba y c) Área de información.

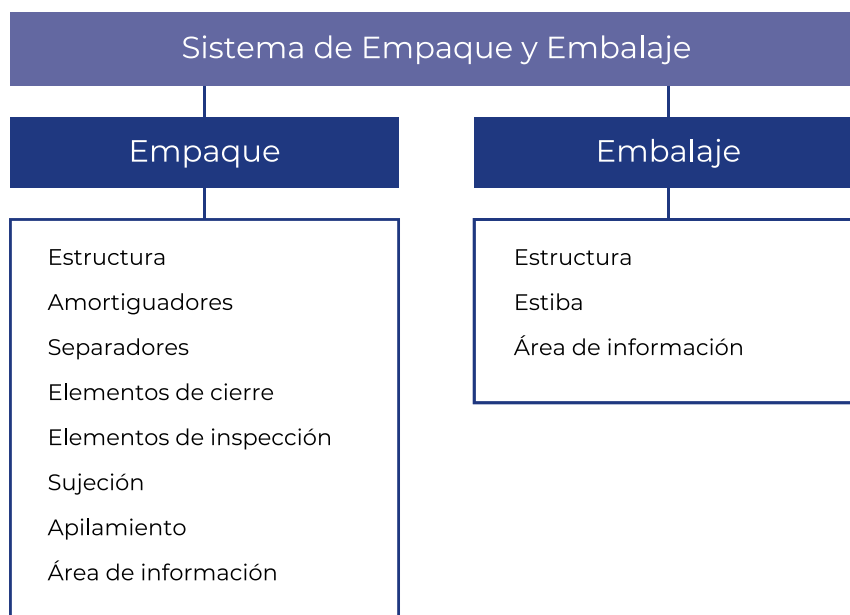


Figura 6. Elementos principales de los SEE.

Fuente: autores, 2021

Se desarrollaron alternativas para el diseño de los SEE mediante la aplicación de la Matriz morfológica de Pugh (Figura 7). El Empaque se dividió en ocho elementos, para cada uno de ellos se establecieron por lo menos dos variantes que se utilizaron para realizar diferentes combinaciones y generar distintos conceptos de diseño. Las propuestas para el Embalaje se determinaron una vez que fueron definidos los atributos del Empaque. Posteriormente, se realizó la descripción y representación de los SEE a través de bocetos.

Subsistema	Atributos		
Estructura	Planos seriados	Molde	Cuna
Amortiguadores	Planos seriados	Molde	Conducto
Separadores	Moldes	Hojas	Ejes axiales
Elementos de cierre	Tapadera	Cintilla envolvente	Pestaña
Elementos de inspección	Ventana	Mirilla	-
Sujeción	Huecos	Asas	Correa
Apilamiento	Empate simple	Empate con forma	-
Área de información	Etiqueta	Cintilla	Cara del empaque

Figura 7. Matriz de Pugh realizada en el proyecto.

Fuente: autores, 2021

### 3.3 Fase 3. Diseño

Los atributos formales y funcionales de los SEE fueron definidos tomando como referencia las pautas brindadas por Rodríguez (2003, 2011); Vidales (2003); González, Prado, y Ávila (2007); IHOBE (2017); así como la consulta realizada sobre las normas mexicanas referentes al diseño de empaques y embalajes.

### 3.3.1 SEE del set de Platos Extendidos

El diseño propuesto agrupa cuatro empaques (Figura 8), que en conjunto tendrán un peso promedio de 14 kg y dimensiones de 56.8 cm x 24 cm x 24 cm; por lo tanto, no se superará el peso límite de 20 kg para operarios mujeres de entre 18 y 45 años determinado por la norma NOM-036-1-STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo – Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas.

El embalaje consiste en una cinta/fleje de cartón corrugado de flauta A con certificación FSC o PEFC, con la cual se agruparán los empaques para su adecuado manejo y transporte. Los datos incluidos en el área de información del empaque y embalaje se determinaron considerando las normas mexicanas NOM-030-SCFI-2006, Información comercial – Declaración de cantidad en la etiqueta – Especificaciones; NOM-050-SCFI-2004, Información comercial – Etiquetado general de productos; NMX-EE-059-NORMEX-2017, Envase y Embalaje – Símbolos para el manejo. Transporte y Almacenamiento; NMX-SAA-14021-IMNC-2018, Etiquetas y declaraciones ambientales – Afirmaciones ambientales autodeclaradas (Etiquetado ambiental tipo II).

Se anexaron datos como: nombre genérico del producto, número de piezas, nombre de la empresa, leyenda que identifica el país de origen, composición de los materiales del embalaje, gráficos referentes al correcto manejo del SEE y gestión de los residuos.

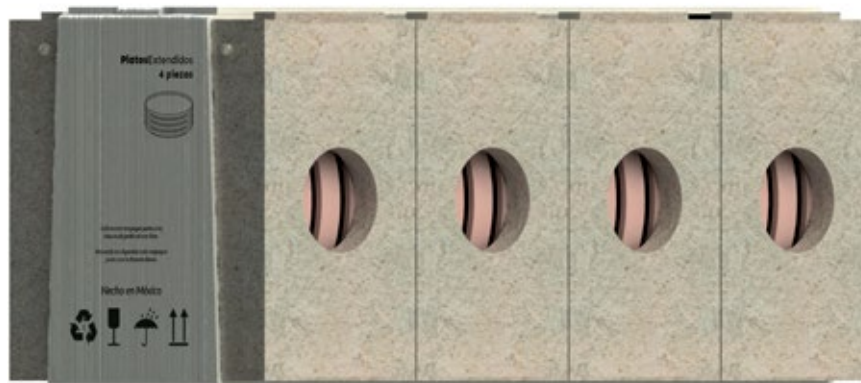


Figura 8. Render del embalaje del set de Platos Extendidos.

Fuente: autores, 2021

La propuesta de empaque (Figura 9) tendrá dimensiones de 24 cm x 14.2 cm x 24 cm y estará conformado por cinco elementos: molde superior, molde inferior, amortiguadores, cinta envolvente y asa. La estructura se conformará por dos piezas prismáticas denominadas “moldes”, éstos se elaborarán con el material biodegradable compuesto por fibra de plátano y celulosa de papel reciclado caracterizado por Montero (2021). Los moldes permitirán generar un ensamble macho/hembra para apilar los empaques mediante empates rectangulares; tendrán cavidades en donde se alojarán las piezas, se incluirán mirillas en los extremos laterales que agilizarán la inspección, contarán con bajos relieves que servirán para colocar una cintilla envolvente y con registros de aseguramiento que evitarán su desplazamiento horizontal. La cintilla envolvente se elaborará con cartón corrugado de flauta A con certificación FSC o PEFC, servirá como elemento de cierre y, con ella, se asegurarán los moldes. También incluirá información referente a las características y manejo del producto. Se utilizarán segmentos de estropajo (*Luffa aegyptiaca*) como elemento de amortiguación, éste es un material biodegradable que se colocará entre cada uno de los platos que se sujetará a un tratamiento especial para reducir la aspereza de las fibras.

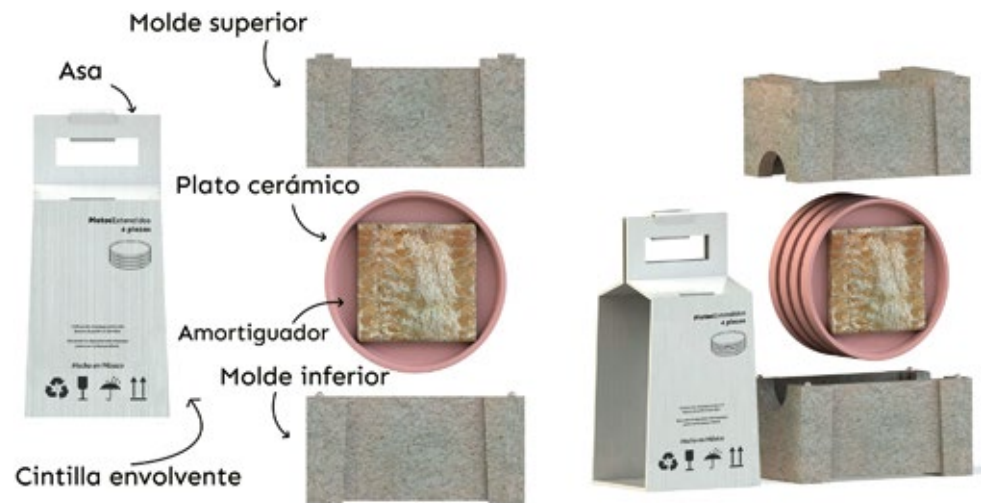


Figura 9. Render del empaque del set de Platos Extendidos.

Fuente: autores, 2021

Se integrará un asa de cartón corrugado de flauta A con certificación FSC o PEFC a la cintilla que facilitará el manejo del empaque; ésta podrá comprimirse al momento de embalar los productos (Figura 10a) y levantarse cuando se transporten de manera individual los empaques (Figura 10b). Las dimensiones del asa fueron determinadas empleando el percentil 95 del ancho de la palma de la mano (85 mm) de adultos masculinos mexicanos mayores de 18 años, indicado por González, Prado, y Ávila (2007).

**Figura 10a**



**Figura 10b**



Figura 10a. Render con asa comprimida.

Figura 10b. Render con asa levantada.

Fuente: autores, 2021

Una vez que culminen con su función como componentes del empaque, los moldes podrán utilizarse como exhibidores de los productos (Figura 11a) u ocuparse como macetas (Figura 11b).

**Figura 11a**



**Figura 11b**



Figura 11a. Render de moldes utilizados como exhibidores.

Figura 11b. Render de molde sirviendo como maceta.

Fuente: autores, 2021

### 3.3.2 SEE de la colección Flor de Sal

La propuesta para esta colección conjuntará cuatro empaques (Figura 12) que, agrupados, tendrán un peso promedio de 11.2 kg y dimensiones de 50 cm x 48 cm x 28 cm. El embalaje consistirá en una caja de cartón corrugado de flauta A con certificación FSC o PEFC. En el área de información del empaque y embalaje se anexarán datos acordes con las normas mexicanas pertinentes.



Figura 12. Render del embalaje de la colección Flor de Sal.

Fuente: autores, 2021

El empaque (Figura 13) tendrá dimensiones de 50 cm x 24 cm x 14 cm; estará conformado por cuatro elementos: planos intermedios longitudinales, planos laterales axiales, amortiguadores y asa. La estructura se integrará por dos planos laterales axiales con ranuras que servirán para ensamblar las pestañas de ocho planos intermedios longitudinales que estarán separados 3 cm entre ellos; estos elementos se elaborarán con cartón corrugado de flauta A con certificación FSC o PEFC. Los empaques podrán apilarse sencillamente uno sobre otro, los planos intermedios longitudinales tendrán cortes en donde se alojarán las piezas, las separaciones entre los planos permitirán inspeccionar el estado de los productos. Entre la charola grande y las demás piezas se colocará un fragmento de estropajo con tratamiento especial para disminuir la aspereza de las fibras, como amortiguador.



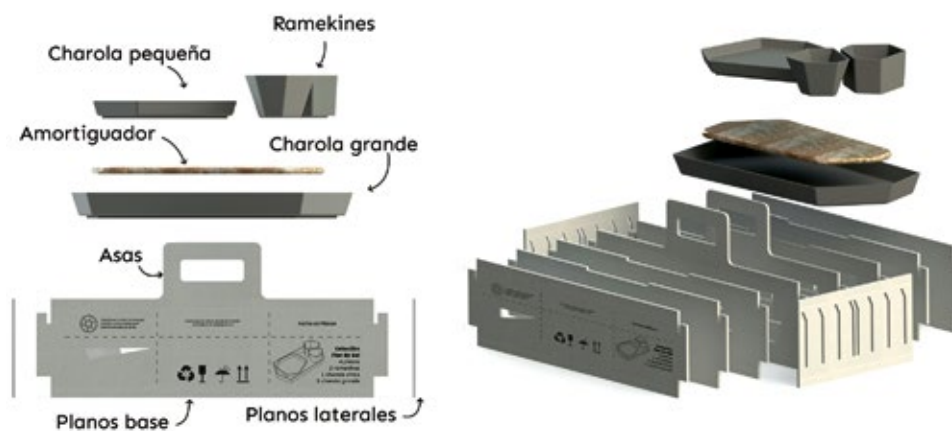


Figura 13. Render del empaque de la colección Flor de Sal.

Fuente: autores, 2021

Se incluirá un asa de cartón corrugado de flauta A con certificación FSC o PEFC a la cintilla que posibilitará la manipulación del empaque, ésta podrá comprimirse al embalar las piezas (Figura 14a) y levantarse cuando se trasladen individualmente los empaques (figura 14b). Las dimensiones del asa también fueron establecidas utilizando las pautas señaladas por González, Prado y Ávila (2007).

Figura 14a



Figura 14b



Figura 14a. Render con asa levantada.

Figura 14b. Render con asa comprimida.

Fuente: autores, 2021

Con los planos que conforman al empaque podrá configurarse una base para computadora portátil una vez que culminen con su función (Figura 15).



Figura 15. Render de moldes utilizados como exhibidores.

Fuente: autores, 2021

### 3.4 Fase 4. Construcción

Con el objetivo de verificar la adecuada planificación en el diseño y fabricación de los SEE, además de analizar su desempeño en situaciones reales de funcionamiento, se produjeron un par de prototipos físicos (Figuras 16a y 16b) utilizando los equipos y herramientas disponibles en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de la Mixteca. Los moldes del empaque del set de Platos Extendidos se elaboraron conforme a los parámetros descritos por Montero (2021).



Figura 16a. Fotografía del prototipo del empaque del set de Platos Extendidos.

Figura 16b. Fotografía del prototipo del empaque de la colección Flor de Sal.

Fuente: autores, 2021

#### 4. DISCUSIÓN

Como parte del proyecto realizado, el grupo de investigación hizo una evaluación comparativa del número de camas estibadas para el transporte de los SEE; se modeló en un software CAD la distribución de las camas en tarimas con dimensiones de 100 cm x 120 cm. Se calculó la estiba recomendable en la caja de una camioneta con dimensiones interiores de 3 m x 2.35 m x 1.8 m, considerando las ecuaciones propuestas por Rodríguez (2011) y de acuerdo con las especificaciones de materiales brindadas por Rodríguez (2003) y Montero (2021). Se determinó utilizar el arreglo tipo columna para apilar una cama sobre otra de forma continua, estibando seis camas del SEE del set de Platos Extendidos (Figura 17<sup>a</sup>) y cinco camas del SEE de la colección Flor de Sal (Figura 17b). Asimismo, se estimó que con los nuevos diseños se podrán transportar 192 SEE del set de Platos extendidos y 80 SEE de la colección Flor de Sal, lo cual representa un aumento significativo del 60% y 66% respectivamente en el número de SEE que podrán trasladarse.

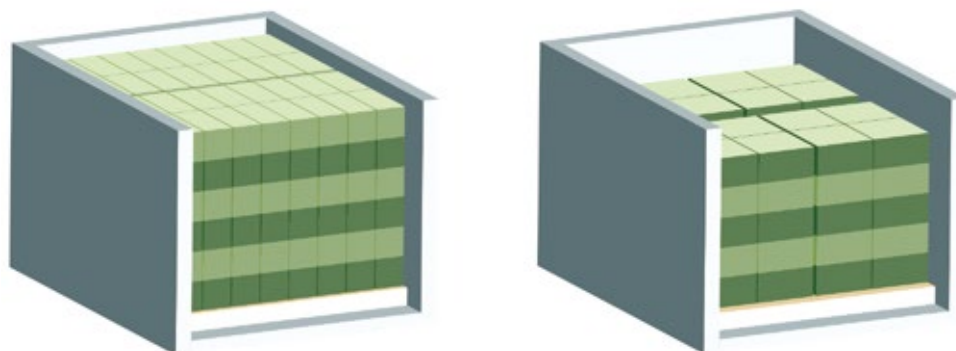


Figura 17a. Render de la estiba para el set de Platos Extendidos.

Figura 17b. Render de la estiba para la colección Flor de Sal.

Fuente: autores, 2021

Adicionalmente, se hizo un estudio contrastante de los tiempos de armado de los SEE actuales y de los generados en este trabajo. Para ello, un operario efectuó tres iteraciones de cada uno de los métodos de empackado y embalado para obtener el tiempo promedio de cada proceso. Se encontró que el tiempo promedio de ejecución del primer método actual de empackado y embalado para el set de Platos Extendidos fue de 233 segundos, mientras que el segundo método actual ocupado para las mismas piezas tuvo un tiempo promedio de 178 segundos. En cambio, el método desarrollado en esta investigación para el set de Platos Extendidos tuvo un tiempo promedio de 52 segundos, con lo cual se obtuvieron mejoras de 181 segundos y 126 segundos con respecto a los procedimientos antes mencionados.

Por su parte, el tiempo promedio de realización del método actual de empackado y embalado para la colección Flor de Sal fue de 329 segundos, mientras que el método derivado de este trabajo tuvo un tiempo promedio de 140 segundos; esto representó una mejora de 189 segundos con respecto al método vigente.

También se realizó un análisis preliminar del desempeño en una situación real de los SEE actuales y de los generados en esta investigación. Para ello, se transportaron cada uno de los SEE con las piezas en un automóvil compacto entre las ciudades de Huajuapán de León y Oaxaca de Juárez en diez viajes redondos; para cubrir una distancia de aproximadamente 338.8 km en cada uno de ellos, a través de caminos con diferentes relieves y condiciones; dos terceras partes del recorrido se transitaron a través de vías curvas que se ubican en terrenos montañosos con pavimentos comúnmente deteriorados. Se encontró que en cinco de los SEE actuales trasladados (dos del set de Platos Extendidos y tres de la colección Flor de Sal) se presentaron roturas y desportilladuras de los productos, en ninguno de los prototipos de SEE desarrollados en este trabajo se tuvieron problemas.

Además, se evaluó el grado de cumplimiento que tienen los SEE desarrollados con las pautas ambientales incluidas en la Rueda Estratégica del Ecodiseño, se empleó la misma escala numérica del análisis hecho con los SEE actuales. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

**1. Uso de materia prima de bajo impacto:** para la conformación de los SEE se utilizarán materiales con un bajo impacto ambiental como el cartón corrugado de flauta A con certificación FSC o PEFC y un material compuesto por fibra de plátano y aglutinantes naturales; éstos podrán reciclarse, reutilizarse o biodegradarse. Se determinó que cumplen completamente con esta estrategia, por lo que se les asignó una puntuación de tres.

**2. Optimizar la relación continente/contenido:** se prescindió de componentes como el hule burbuja, trozos de papel de estraza y separadores de cartón corrugado como elementos de relleno y amortiguadores, ya que no protegían adecuadamente a los productos y también generaban una cantidad significativa de desechos. Con las nuevas estructuras de los empaques (moldes del material biodegradable compuesto por fibra de plátano y celulosa de papel reciclado, planos intermedios longitudinales y planos laterales axiales de cartón corrugado de flauta A con certificación FSC o PEFC) y con los amortiguadores de estropajo se incrementó el arribo en condiciones adecuadas de las piezas. Además, se redujeron en un 25% y 0.17% los volúmenes de los SEE del set de Platos Extendidos y de la colección Flor de Sal, respectivamente. Se concluyó que cumplen totalmente con esta estrategia y les fue asignada una calificación de tres.

**3. Optimizar los procesos de fabricación del empaque y embalaje:** se estandarizó el diseño de los SEE, la empresa podrá encargar la maquila de los componentes con organizaciones que cumplan con las normas ambientales y de calidad requeridas, acorde con la demanda de productos que se tenga. Se redujo el tiempo de montaje de los nuevos SEE en 181 segundos para el set de Platos Extendidos y en 189 segundos para la colección Flor de Sal. Se estableció que se cumplen con la mayoría de las medidas relacionadas a esta estrategia, por lo que se asignó una calificación de dos.

**4. Introducir mejoras ambientales en el transporte y distribución del empaque y embalaje:** de acuerdo con la nueva configuración de los SEE, se podrá incrementar un 60% el número de cajas para el set de Platos Extendidos y 66% para la colección Flor de Sal en las unidades de transporte; de esta forma, se podría disminuir el número de viajes y utilizar en menos ocasiones los vehículos. Se incluyeron indicaciones y símbolos que muestran la forma correcta para manipular los paquetes, así podrían disminuirse las incidencias y pérdidas durante su distribución. Los nuevos diseños permitirán identificar y separar las piezas que los conforman, facilitando su mantenimiento o reemplazo. Se determinó que cumplen por completo con esta estrategia, por lo que se les asignó una calificación de tres.

**5. Reducir el impacto ambiental en la fase de llenado y embalado:** con los nuevos diseños se tendrán elementos prefabricados que facilitarán a los operarios encargados de la estación el armado de los SEE. Esto ayudará a mejorar la organización en los puestos de trabajo, se eliminará en gran medida las actuales operaciones para la preparación de materiales y eliminación de residuos, además se disminuirá el uso de equipos y herramientas en la estación de empaque y embalaje. Se concluyó que cumplen completamente con esta estrategia y les fue asignada una calificación de tres.

**6. Aumentar la vida útil del empaque y embalaje:** los componentes y materiales de los SEE serán reutilizables, de esta forma se tendrá un menor consumo de recursos y energía, además se generarán menos residuos. Los elementos de cierre dispuestos en los nuevos diseños no dificultarán el apilamiento de los contenedores ni darán lugar a roturas en su apertura. Debido a esto, se asignó un puntaje de tres.

**7. Optimización de la función del empaque y embalaje:** en ambos SEE las piezas descansan sobre las estructuras de los empaques y los amortiguadores, tienen el soporte adecuado para evitar movimientos bruscos durante su manejo y distribución. Los embalajes permitirán tratar como una unidad al conjunto de empaques que serán transportados. Se contempló un segundo uso para algunos elementos de los SEE. Además, para el diseño de las propuestas se consideraron pautas ergonómicas referentes al peso límite y a las dimensiones de la palma de los operarios. Se concluyó que cumplen de forma completa con las medidas relacionadas con esta estrategia y se les asignó un puntaje de tres.

**8. Reducir el impacto ambiental en la gestión de los residuos de empaque y embalaje:** en los nuevos SEE se incluye la información que especifica la composición y el impacto ambiental que tendrán los elementos que los conforman. Asimismo, las características geométricas y materiales de los componentes permitirán clasificarlos fácilmente para su gestión una vez que hayan cumplido con su ciclo de vida. Por esto, se les asignó una calificación de tres.

En la Figura 18 se observa el análisis comparativo entre los SEE actuales (color café) y los obtenidos en esta investigación (color verde) mediante la Rueda Estratégica del Ecodiseño, puede observarse que se generaron mejoras ambientales significativas en los nuevos empaques y embalajes.

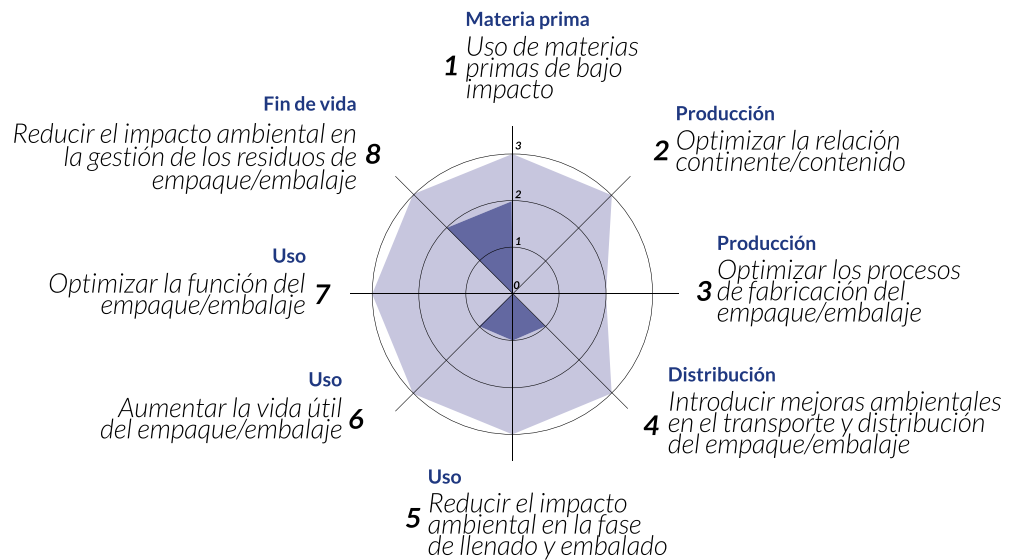


Figura 18. Comparación entre los SEE mediante la Rueda Estratégica del Ecodiseño.

Fuente: autores, 2021



## 5. CONCLUSIONES

A través del desarrollo de este trabajo, se hizo patente la importancia de integrar pautas del ecodiseño con metodologías convencionales como la formulada por Munari (2016). Gracias a estas se facilitó al grupo de investigación la conceptualización y diseño de los nuevos los sistemas de empaque y embalaje (SEE), mediante estrategias específicas incluidas en la Rueda Estratégica del Ecodiseño para la implementación de mejoras ambientales.

Entre los atributos novedosos que presenta el empaque del set de Platos Extendidos se encuentran su estructura hecha con un material biodegradable que posee cavidades en donde se albergarán de forma segura las piezas, permitiendo también formar un ensamble macho/hembra para apilar los empaques y exhibir los productos, además de las mirillas laterales que acelerarán la inspección. Por su parte, el empaque de la colección Flor de Sal se constituye a partir del ensamble de varios planos de cartón corrugado, con ello se facilitará la revisión de las piezas y se les asegurará durante su transporte.

Los nuevos diseños de SEE demostraron un óptimo funcionamiento durante el almacenamiento, protección y manejo de los productos durante su transporte, evitando su rotura o desportillamiento. Igualmente, se produjo una disminución significativa en el tiempo de armado de los empaques y embalajes, así como un incremento sustancial en la cantidad de piezas que podrán trasladarse. También, los nuevos SEE poseen atributos ambientales superiores con respecto a los elementos que actualmente utiliza la empresa.

Asimismo, se obtuvo un significativo aprendizaje para el conformado de elementos de empaques y embalajes a partir del material caracterizado por Montero (2021); el cual tiene propiedades adecuadas para maquinarse, ensamblarse y brindarle acabados; además de la resistencia mecánica idónea para resguardar los productos durante su almacenamiento, transporte y distribución.

Por otra parte, se identificó la necesidad de realizar una revisión a fondo de las normativas existentes en México concernientes a la gestión de residuos, con el objetivo de establecer concordancia entre ellas, acrecentando el involucramiento y responsabilidad de la industria en el establecimiento de prácticas relacionadas con la economía circular.

Como trabajo futuro, se espera probar la protección y funcionalidad que podrán brindar los SEE generados en esta investigación durante el traslado de las piezas en otros medios de transporte (aéreo, marítimo, etc.) en trayectos y condiciones distintas a las que fueron evaluadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aranda, A., Zabalza, I., Martínez, A., Valero, A. y Scarpellini, S. (2003). El Análisis del Ciclo de Vida como herramienta de gestión empresarial. España: Fundación CONFEMETAL.
- Besada, A., Walsh, A., Suárez, J., Camardelli, A., Martínez, A., Amánquez, A. y De Luca, M. (2021). Análisis de la Responsabilidad Extendida del Productor en LAC como herramienta para contribuir al ODS 12. Colombia: Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina.
- Böhm, E. Y. y León, A. X. (2015). Diseño de packaging ecológico para producto en polvo soluble. *Poliantea*, 11(20), 67-86.
- Casanzuela, F. A. (2015). Rediseño de empaques y embalajes de artesanías de la Cerámica Olmos para difundir la imagen del producto en los habitantes de la ciudad de Pujilí. Latacunga: Tesis.
- Eason, K. (2007). *Information Technology And Organisational Change*. Reino Unido: CRC Press.
- González, E. L., Prado, L. R. y Ávila, R. (2007). Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana. México: Universidad de Guadalajara.
- Honorable Congreso de la Unión. (2021). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. México: Cámara de Diputados.
- IHOBE. (2017). *Guía de eco-diseño de envases y embalajes*. España: Ecoembes.
- Jeenusha, K. S. y Amritkumar, P. (2020). Production of Biodegradable Food Packaging Material from Musa (Banana plant) leaves by Ecofriendly methods. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 14, 1-5.
- Londoño, Y. (2017). *Propuesta de una línea de empaques biodegradables a partir de fibra de coco y bambú laminado*. Bello: Tesis.

- Molina, I. (2020). La industria del envase y embalaje ante el Covid-19. México Industry. Recuperado a partir de <https://mexicoindustry.com/noticia/la-industria-del-envase-y-embalaje-ante-el-covid-19>
- Monreal, R. y Bolaños, R. (2021). Ley General de Economía Circular. México: Senado de la República.
- Montero, A. A. (2021). Caracterización mecánica preliminar de un aglomerado ecológico a base de pseudotallo de plátano (*musa x paradisiaca*) y su aplicación en una celosía modular para interiores. Huajuapán de León: Tesis.
- Munari, B. (2016). ¿Cómo nacen los objetos?. México: Editorial Gustavo Gili, SA.
- Ortega, M. N. (2021). Tendencias en packaging luego de la pandemia. Revista Plastics Technology México. Recuperado a partir de <https://www.pt-mexico.com/articulos/tendencias-en-packaging-luego-de-la-pandemia>
- Pérez, C. K. (2012). Empaques y embalajes. México: Red Tercer Milenio.
- Rodríguez, J. A. (2003). Ingeniería y diseño: Envase y embalaje. México: IMPEE.
- Rodríguez, J. A. (2011). Manual de ingeniería y diseño en envase y embalaje. México: IMPEE.
- Rodríguez, K. I. (2021). Diseño de sistemas de empaque y embalaje para productos cerámicos. Caso de estudio: La Chicharra Cerámica. Huajuapán de León: Tesis.
- Tagle, D. y Carrillo, G. (2019). Gestión de residuos sólidos en León, Guanajuato: indicios de economía circular y de los objetivos del desarrollo sostenible. Región y Sociedad, 34, 73-102.
- Sales, F. J. (2013). Las artesanías en México. Situación actual y retos. México: Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública.
- Salguero, S. I. y Gutiérrez, A. (2003). Guía Práctica: sistema de empaque, envase, embalaje y etiquetas. Colombia: Cámara de Comercio de Bogotá.
- Santamaría, A. F. (2015). Los materiales convencionales en la elaboración de packaging y su incidencia en la contaminación ambiental del Cantón Baños. Ambato: Tesis.
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. (1980). NMX-EE-74-1980, Envase y embalaje. Papel y cartón. Terminología. México: Dirección General de Normas.

- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. (1980). NMX-EE-089-1980, Envase y embalaje – Materiales amortiguantes – Determinación de la respuesta a la vibración. México: Dirección General de Normas.
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. (1982). NMX-EE-148-1982, Envase y Embalaje – Terminología básica. México: Dirección General de Normas.
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. (2004). NOM-050-SCFI-2004, Información comercial – Etiquetado general de productos. México: Dirección General de Normas.
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. (2006). NOM-030-SCFI-2006, Información comercial – Declaración de cantidad en la etiqueta – Especificaciones. México: Dirección General de Normas.
- Secretaría de Economía. (2017). NMX-EE-059-NORMEX-2017, Envase y Embalaje – Símbolos para el manejo. Transporte y Almacenamiento. México: Dirección General de Normas.
- Secretaría de Economía. (2018). NMX-SAA-14021-IMNC-2018, Etiquetas y declaraciones ambientales – Afirmaciones ambientales autodeclaradas (Etiquetado ambiental tipo II). México: Dirección General de Normas.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2018). NOM-036-1-STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo – Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas. México: Dirección General de Normas.
- Soiraya, B., Phuenpipob, C., Duangkamol, T., Siripun, A. y Theeramongkol, P. (2012). The Development of green packaging from banana fiber for instant food products. Bangkok: Tesis.
- Vidales, M. D. (2003). El mundo del envase. Manual para el diseño y producción de envases y embalajes. México: Editorial Gustavo Gili, SA.
- Yoga, M. D., Samarawickrama, D. S., Perera, P. S. D., Wilson, R. S. y Hewajulige, I. G. N. (2020). Eco friendly packaging material from banana pseudo stem for transportation of fruits and vegetables. IV International Conference on Postharvest and Quality Management of Horticultural Products of Interest for Tropical Regions, 59-63.