



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA  
INGENIERÍA EN DISEÑO

Diseño de sistemas de empaque y embalaje para productos  
cerámicos.

Caso de estudio: La Chicharra Cerámica.

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERA EN DISEÑO

Presenta:

KARLA INDIRA RODRÍGUEZ LÓPEZ

Directora:

M.T.A.M. DULCE MARÍA CLEMENTE GUERRERO

Co-director:

M.T.A.M. ARMANDO ROSAS GONZÁLEZ

Huajuapán de León, Oaxaca, Julio 2021



*A mis padres, María Isabel y Marcelino, por ser mi guía.*

*A mis hermanas, Edna y Luci, por nunca soltarme.*



# Agradecimientos

Agradezco inmensamente el apoyo de aquellas personas involucradas en el proyecto, especialmente a mi directora y co-director, la M.T.A.M. Dulce María Clemente Guerrero y el M.T.A.M. Armando Rosas Gonzáles, por confiar en el proyecto y en mi, su enorme paciencia, disponibilidad y siempre alentarme a grandes cosas.

A mis revisores, la M.A. María del Rubí Olivos, el I.D. Eruvid Cortés Camacho y la Dra. Alejandra Velarde Galván, por su tiempo, paciencia y aportes a este trabajo de tesis, gracias. A los profesores del Instituto de Diseño y a la Universidad Tecnológica de la Mixteca, por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad para mi desarrollo educativo y personal.

A mis amigas, con quienes me he acompañado durante 8 años, Mechis, Frida, Albita y Luci, gracias por alentarme constantemente en los momentos de duda y brindarme su amor, apoyo, consuelo y compañía. Las quiero mucho.

A Armando, por su motivación y cariño durante el proyecto de tesis y proyectos personales.

Agradezco infinitamente a mi papá y a mi mamá, por no abandonar este proyecto y no dejar de confiar en mi. A las mejores hermanas, Edna y Luci, por compartir y crecer conmigo.

Muchas gracias.



# Índice

<b>Índice de figuras</b>	<b>XI</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>XVII</b>
<b>Resumen</b>	<b>XXI</b>
<b>Introducción</b>	<b>XXIII</b>
<b>Capítulo 1: Aspectos Preliminares</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Antecedentes</b> . . . . .	1
<b>1.2 Planteamiento del Problema</b> . . . . .	5
<b>1.3 Justificación</b> . . . . .	9
<b>1.4 Objetivos</b> . . . . .	11
1.4.1 Objetivo General . . . . .	11
1.4.2 Objetivos Específicos y Metas . . . . .	11
<b>1.5 Metodología</b> . . . . .	12
<b>Capítulo 2: Marco Teórico</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Conceptos básicos</b> . . . . .	15
2.1.1 Envase, empaque y embalaje . . . . .	16
2.1.2 Sistema de empaque y embalaje . . . . .	16
<b>2.2 Función</b> . . . . .	16
<b>2.3 Dispositivos de un empaque y embalaje</b> . . . . .	17
<b>2.4 Usuario</b> . . . . .	18
<b>2.5 Metodología TRIZ</b> . . . . .	19
2.5.1 Fundamentos del TRIZ . . . . .	19
2.5.2 Herramientas del TRIZ . . . . .	21
<b>2.6 Ciclo de Vida de un producto</b> . . . . .	25
<b>2.7 Normativa</b> . . . . .	30
2.7.1 Normativa Nacional . . . . .	30
2.7.2 Normativa Internacional . . . . .	45

<b>Capítulo 3: Desarrollo de la metodología</b>	<b>55</b>
<b>3.1 Descripción de la empresa</b> . . . . .	55
<b>3.2 Perfil de usuario</b> . . . . .	59
<b>3.3 Selección de 2 productos</b> . . . . .	60
<b>3.4 Informe del proceso de empaçado y embalado actual</b> . . . . .	61
3.4.1 Plato Extendido . . . . .	61
3.4.2 Colección Flor de Sal . . . . .	66
3.4.3 Necesidades identificadas a partir del informe del PEE del sistema actual	70
<b>3.5 Aplicación de la metodología TRIZ</b> . . . . .	71
3.5.1 Diagrama de 9 Ventanas . . . . .	71
3.5.2 Radar de evolución de los sistemas actuales . . . . .	74
3.5.3 Lista de necesidades identificadas a partir del Diagrama de 9 Ventanas y Radar de Evolución . . . . .	78
<b>3.6 Conceptualización</b> . . . . .	79
3.6.1 Necesidades del sistema . . . . .	79
3.6.2 Requerimientos de diseño . . . . .	80
3.6.3 Matriz de Contradicción . . . . .	82
<b>3.7 Desarrollo de propuestas de diseño</b> . . . . .	87
3.7.1 Conceptos . . . . .	89
3.7.2 Selección del concepto . . . . .	99
<b>3.8 Especificaciones de diseño</b> . . . . .	102
3.8.1 Set 4 platos extendidos . . . . .	107
3.8.2 Colección Flor de sal . . . . .	123
3.8.3 Diseño final . . . . .	137
3.8.4 Protitipos de Sistema de Empaque y Embalaje . . . . .	143
<b>Capítulo 4: Evaluación</b>	<b>149</b>
<b>4.1 Comparación dimensional</b> . . . . .	149
<b>4.2 Compresión</b> . . . . .	152
4.2.1 Arreglo óptimo en la estiba . . . . .	152
4.2.2 Cálculo de la estiba máxima . . . . .	155
<b>4.3 Absorción de humedad</b> . . . . .	161
<b>4.4 Rigidez</b> . . . . .	162
<b>4.5 Doblez</b> . . . . .	163
<b>4.6 Método de empaçado y embalado</b> . . . . .	164

<b>4.7 Radar de evolución</b> .....	164
<b>Capítulo 5: Conclusiones</b>	<b>169</b>
<b>5.1 Trabajo a futuro</b> .....	171
<b>Referencias</b>	<b>173</b>
<b>Anexos</b>	<b>177</b>



# Índice de figuras

Figura 1	<i>Empaque Bevel Cup</i> . . . . .	1
Figura 2	<i>Empaque Asemi Co</i> . . . . .	2
Figura 3	<i>Etiqueta Asociación Gallecs</i> . . . . .	3
Figura 4	<i>Productos de la empresa</i> . . . . .	5
Figura 5	<i>Embalaje de la empresa.</i> . . . . .	6
Figura 6	<i>Diagrama de la metodología para el proyecto</i> . . . . .	12
Figura 7	<i>Radar de evolución</i> . . . . .	24
Figura 8	<i>Ciclo de vida de un producto</i> . . . . .	26
Figura 9	<i>Estrategias de ecodiseño integradas a la herramienta radar de evolución</i> . . . . .	28
Figura 10	<i>Triángulo de Moebius: Indica que el material es reciclable</i> . . . . .	42
Figura 11	<i>Triángulo Moebius: Indica que el material está compuesto con un porcentaje (x %) de material reciclado</i> . . . . .	42
Figura 12	<i>Eco-etiqueta Mariposa Monarca</i> . . . . .	43
Figura 13	<i>Ícono que identifica a los contenedores para la separación de residuos de papel y cartón en México</i> . . . . .	44
Figura 14	<i>Sub-múltiplos de módulos</i> . . . . .	46
Figura 15	<i>Etiqueta Recicla para envases y empaques que identifican el color del contenedor donde deben separarse materiales de papel y cartón.</i> . . . . .	48
Figura 16	<i>Símbolo de cartón corrugado reciclable en inglés</i> . . . . .	49
Figura 17	<i>Símbolo de cartón corrugado reciclable en idioma español</i> . . . . .	49
Figura 18	<i>Eco-etiquetas de certificaciones para papel, madera y productos de madera. a) Ícono de certificación Forest Stewardship Council (FSC); b)Ícono de certificación Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes (PEFC).</i> . . . . .	51
Figura 19	<i>Productos de la empresa.</i> . . . . .	56

Figura 20	<i>De arriba hacia abajo: tazón sopero, platos extendidos de diámetro de 20, 25 y 31 cm.</i>	58
Figura 21	<i>Productos demandados: Bowl; Tazón; Mezcaleros</i>	58
Figura 22	<i>Colección Flor de sal.</i>	58
Figura 23	<i>Set Flor de Sal.</i>	59
Figura 24	<i>Plato extendido.</i>	62
Figura 25	<i>Métodos de empaque y embalaje para los platos extendidos.</i>	64
Figura 26	<i>Apilamiento de cajas primarias en cajas secundarias</i>	65
Figura 27	<i>Colección Flor de Sal</i>	66
Figura 28	<i>Elementos que integran el empaque actual de la colección Flor de Sal</i>	68
Figura 29	<i>Medidas de la colección Flor de sal</i>	69
Figura 30	<i>Radar de evolución de los sistemas actuales de empaque y embalaje.</i>	75
Figura 31	<i>Matriz de Contradicción</i>	85
Figura 32	<i>Concepto A</i>	90
Figura 33	<i>Elementos del concepto A</i>	91
Figura 34	<i>Segundo uso</i>	91
Figura 35	<i>Concepto B</i>	93
Figura 36	<i>Elementos del concepto B</i>	93
Figura 37	<i>Segundo uso</i>	94
Figura 38	<i>Concepto C</i>	95
Figura 39	<i>Elementos del concepto C</i>	96
Figura 40	<i>Concepto D</i>	98
Figura 41	<i>Elementos del concepto D</i>	98
Figura 42	<i>Anchura palma mano</i>	104
Figura 43	<i>Medidas de asas para sujeción de empaque</i>	104
Figura 44	<i>Alcance brazo frontal</i>	106
Figura 45	<i>Dimensiones del set de 4 platos extendidos</i>	107
Figura 46	<i>Estructura para el set de 4 platos extendidos</i>	107
Figura 47	<i>Separación interna</i>	108
Figura 48	<i>Medidas externas e internas de la estructura para set de 4 platos.</i>	109
Figura 49	<i>Distribución de las medidas de apilamiento para el set de 4 platos extendidos</i>	109
Figura 50	<i>Canal para cintilla</i>	110
Figura 51	<i>Forma base de cintilla</i>	110

Figura 52	<i>Segundo modelo de cintilla: falla por desgarre</i> . . . . .	111
Figura 53	<i>Tercera propuesta con fallas</i> . . . . .	111
Figura 54	<i>Cuarta propuesta de cintilla: pestaña</i> . . . . .	112
Figura 55	<i>Sistema de cierre para set de 4 platos</i> . . . . .	112
Figura 56	<i>Canal para cintilla</i> . . . . .	113
Figura 57	<i>Dimensiones de pestaña</i> . . . . .	114
Figura 58	<i>Pasos de uso para la pestaña y la ranura</i> . . . . .	114
Figura 59	<i>Registros en moldes</i> . . . . .	114
Figura 60	<i>Mirilla</i> . . . . .	115
Figura 61	<i>Medida de las asas para el set de 4 platos extendidos</i> . . . . .	115
Figura 62	<i>Sistema macho-hembra</i> . . . . .	116
Figura 63	<i>Medidas en el área de apilamiento</i> . . . . .	116
Figura 64	<i>Símbolo para indicar que los materiales de empaque y embalaje son reciclables</i> . . . . .	118
Figura 65	<i>Porcentaje de material reciclado incluido en la cintilla y tipo de contenedor para depositar papeles y cartones en países de Europa</i> . . . . .	118
Figura 66	<i>De izquierda a derecha: certificación Mariposa Monarca; certificación del Consejo de Administración Forestal (FSC); certificación del Programa de Reconocimiento de Sistemas de Certificación Forestal (PEFC)</i> . . . . .	119
Figura 67	<i>Etiqueta que propone al usuario un segundo uso para los amortiguadores</i> . . . . .	119
Figura 68	<i>Símbolos para la correcta colocación</i> . . . . .	120
Figura 69	<i>Segundo uso de componentes del set de platos</i> . . . . .	120
Figura 70	<i>Distribución de información para la cara frontal y la cara posterior</i> . . . . .	121
Figura 71	<i>Información para la cara frontal del embalaje</i> . . . . .	122
Figura 72	<i>4 empaques del set de 4 platos extendidos</i> . . . . .	123
Figura 73	<i>Embalaje para el set de 4 platos extendidos</i> . . . . .	123
Figura 74	<i>Medidas del set apilado de la colección Flor de sal</i> . . . . .	124
Figura 75	<i>Estructura del empaque para la colección Flor de sal</i> . . . . .	124
Figura 76	<i>Modelo del concepto D</i> . . . . .	125
Figura 77	<i>Modelo final del empaque de la colección Flor de sal</i> . . . . .	125
Figura 78	<i>Estructura del concepto D</i> . . . . .	126
Figura 79	<i>Cambio de forma de la pestaña y ranura para ensamble de planos seriados y axiales</i> . . . . .	127

Figura 80	<i>Pestaña</i>	.127
Figura 81	<i>Ventana proporcionada por la separación de planos seriados</i>	.127
Figura 82	<i>Asa integrada a planos seriados</i>	.128
Figura 83	<i>Canal colocar las asas durante el apilamiento</i>	.128
Figura 84	<i>Triángulo de Moebius: Indica que el material es reciclable</i>	.130
Figura 85	<i>Composición del material del empaque</i>	.130
Figura 86	<i>Símbolo para cartones corrugados en idioma español e inglés</i>	.131
Figura 87	<i>De izquierda a derecha: certificación Mariposa Monarca; certificación del Consejo de Administración Forestal (FSC); certificación del Programa de Reconocimiento de Sistemas de Certificación Forestal (PEFC)</i>	.131
Figura 88	<i>Etiqueta que indica el contenedor en el que deben ser depositados materiales como cartones y papeles dentro de la Unión Europea</i>	.132
Figura 89	<i>Ícono y leyenda que propone un uso secundario para los amortiguadores</i>	.132
Figura 90	<i>Símbolos para el adecuado manejo del sistema de empaque y embalaje de la colección Flor de sal</i>	.133
Figura 91	<i>Instrucciones de despiece</i>	.133
Figura 92	<i>Segundo uso: base para computadora</i>	.134
Figura 93	<i>Diagrama indicando la configuración del segundo uso</i>	.134
Figura 94	<i>Distribución de información en las caras frontal y posterior</i>	.135
Figura 95	<i>Información incluida en el embalaje</i>	.135
Figura 96	<i>4 empaques para la colección Flor de Sal</i>	.136
Figura 97	<i>Embalaje para 4 empaques de la colección Flor de sal</i>	.136
Figura 98	<i>Sistema de empaque para el set de 4 platos extendidos.</i>	.137
Figura 99	<i>Partes de sistema de empaque para el set de 4 platos extendidos.</i>	.138
Figura 100	<i>Posiciones del asa para el transporte y manejo del empaque por el cliente/operario.</i>	.138
Figura 101	<i>Empaques apilados.</i>	.139
Figura 102	<i>Sistema de empaque y embalaje para el set de 4 platos extendidos.</i>	.139
Figura 103	<i>Empaque para la colección Flor de sal.</i>	.140
Figura 104	<i>Componentes del empaque para la colección Flor de sal.</i>	.141
Figura 105	<i>Posiciones del asa para el transporte y manejo del empaque por el cliente/operario para la colección Flor de sal.</i>	.141
Figura 106	<i>Apilación de empaques de la colección Flor de sal.</i>	.142

Figura 107 *Configuración de acomodo del sistema de empaque y embalaje* . . . .142

Figura 108 *Sistema de empaque y embalaje para la colección Flor de sal* . . . . .143

Figura 109 *Empaque para set de 4 platos* . . . . .143

Figura 110 *Empaque para set de 4 platos* . . . . .144

Figura 111 *Empaque para set de 4 platos* . . . . .144

Figura 112 *Empaque para colección Flor de sal* . . . . .145

Figura 113 *Empaque para colección Flor de sal* . . . . .145

Figura 114 *Empaque para colección Flor de sal* . . . . .146

Figura 115 *Empaque para colección Flor de sal* . . . . .146

Figura 116 *Empaque para colección Flor de sal* . . . . .147

Figura 117 *Empaque para colección Flor de sal* . . . . .147

Figura 118 *Comparación de dimensiones de los empaques para el set de 4 platos*150

Figura 119 *Comparación de dimensiones de los empaques para la colección Flor de sal* . . . . .151

Figura 120 *Comparación de dimensiones entre embalajes para el set de 4 platos*151

Figura 121 *Comparación de dimensiones entre embalajes para la colección Flor de sal* . . . . .151

Figura 122 *Diagrama de acomodo en tarima para el sistema de empaque y embalaje del set de 4 platos extendidos* . . . . .153

Figura 123 *Diagrama de acomodo en tarima para el sistema de empaque y embalaje de la colección Flor de sal* . . . . .154

Figura 124 *Arreglo y apilamiento del sistema de empaque y embalaje del set de 4 platos extendidos en tarima* . . . . .154

Figura 125 *Arreglo y apilamiento del sistema de empaque y embalaje de la colección Flor de sal en tarima* . . . . .155

Figura 126 *Arreglo de tarimas dentro de camioneta para transporte para los sistemas de empaque y embalaje generados a partir de esta tesis* . . . . .160

Figura 127 *Arreglo de tarimas dentro de camioneta para transporte para los sistemas de empaque y embalaje que actualmente utiliza la empresa* . . . . .161

Figura 128 *Radar de evolución para los sistemas de empaque y embalaje obtenidos en la tesis.* . . . . .165

Figura 129 *Matriz de Contradicción* . . . . .191

Figura 130 *Vista isométrica, lateral y superior del modelo del concepto A* . . . . .193

Figura 131 Vista superior, frontal e isométrica del modelo del concepto B . . . . .	193
Figura 132 Vista lateral, superior e isométrica del modelo del concepto C . . . . .	194
Figura 133 Vista frontal, isométrica y superior del modelo del concepto A . . . . .	194
Figura 134 Ficha técnica de estiba para el sistema de empaque y embalaje del set de 4 platos . . . . .	211
Figura 135 Ficha técnica de estiba para el sistema de empaque y embalaje de la colección Flor de sal . . . . .	212
Figura 136 Operaciones y tiempo promedio de empacado para el set de 4 platos extendidos utilizando los métodos actuales . . . . .	213
Figura 137 Operaciones y tiempo promedio de empacado para el set de 4 platos extendidos utilizando el método propuesto en la tesis . . . . .	214
Figura 138 Materiales utilizados en el empaque actual para el set de 4 platos extendidos . . . . .	214
Figura 139 Método de empacado actual para el set de 4 platos extendidos, utilizando papel de estraza . . . . .	215
Figura 140 Método de empacado actual para el set de 4 platos extendidos, utilizando hule burbuja . . . . .	215
Figura 141 Materiales utilizados en el método de empacado propuesto para el set de 4 platos extendidos . . . . .	215
Figura 142 Método de empacado propuesto para el set de 4 platos extendidos . . . . .	216
Figura 143 Cierre del empaque del set de 4 platos extendidos . . . . .	216
Figura 144 Operaciones y tiempo promedio de empacado para la colección Flor de sal empleando el método actualmente utilizado . . . . .	217
Figura 145 Materiales utilizados en el empacado actual de la colección Flor de sal; la charola grande es envuelta en hule burbuja . . . . .	218
Figura 146 Las piezas pequeñas de la colección Flor de sal (charola chica y ramekins) también se envuelven en hule burbuja . . . . .	218
Figura 147 Se usa papel de estraza como relleno y cinta adhesiva para asegurar las piezas de la colección Flor de sal . . . . .	218
Figura 148 Material utilizado en el empaque propuesto para la colección Flor de sal . . . . .	219
Figura 149 Acomodo de las piezas de la colección Flor de sal con amortiguadores de estropajo natural . . . . .	219
Figura 150 Colocación del último plano del empaque de la colección Flor de sal para asegurar las piezas cerámicas . . . . .	219

# Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Ventajas y desventajas del sistema de empaque y embalaje actual</i> . . .	7
Tabla 2	<i>Metodología</i> . . . . .	13
Tabla 3	<i>Listado de los 39 parámetros de TRIZ</i> . . . . .	22
Tabla 4	<i>Listado de los 40 principios inventivos</i> . . . . .	23
Tabla 5	<i>Diagrama de nueve ventanas</i> . . . . .	25
Tabla 6	<i>Estrategias de Ecodiseño</i> . . . . .	26
Tabla 7	<i>Estrategias de Ecodiseño</i> . . . . .	27
Tabla 8	<i>Etapas del ciclo de vida</i> . . . . .	29
Tabla 9	<i>Normalización Nacional para empaque y embalaje</i> . . . . .	31
Tabla 10	<i>Altura del dato cuantitativo y de la unidad de medida en función de la superficie principal exhibida</i> . . . . .	32
Tabla 11	<i>Altura del dato cuantitativo y de la unidad de medida en función de la superficie principal exhibida</i> . . . . .	33
Tabla 12	<i>Símbolos gráficos para empaques grandes</i> . . . . .	36
Tabla 13	<i>Símbolos gráficos para empaques medianos/pequeños, (todo tipo de manejo)</i> . . . . .	36
Tabla 14	<i>Símbolos gráficos para empaques medianos/pequeños (manejo manual)</i> . . . . .	37
Tabla 15	<i>Símbolos gráficos para manejo mecánico</i> . . . . .	37
Tabla 16	<i>Símbolos gráficos para transporte y almacenamiento</i> . . . . .	38
Tabla 17	<i>Símbolos gráficos para transporte y almacenamiento</i> . . . . .	39
Tabla 18	<i>Normas técnicas</i> . . . . .	40
Tabla 19	<i>Masa máxima que puede levantar o bajar un trabajador por edad y género</i> . . . . .	41
Tabla 20	<i>Acoplamiento mano-carga (elementos de sujeción)</i> . . . . .	41
Tabla 21	<i>Normalización Internacional</i> . . . . .	45

Tabla 22	<i>Dimensiones para módulos y pallets</i>	46
Tabla 23	<i>Tarimas</i>	47
Tabla 24	<i>Normas integradas al proyecto</i>	51
Tabla 25	<i>Matriz de selección</i>	61
Tabla 26	<i>Características: 4 platos</i>	62
Tabla 27	<i>Características: Colección Flor de Sal</i>	67
Tabla 28	<i>Necesidades identificadas a partir del Informe del PEE de los sistemas actuales de empaque y embalaje</i>	70
Tabla 29	<i>Diagrama de Nueve Ventanas</i>	72
Tabla 30	<i>Puntuación de evaluación de los sistemas de empaque y embalaje actuales a través del Radar de Evolución</i>	76
Tabla 31	<i>Lista de necesidades del proyecto</i>	80
Tabla 32	<i>Lista de necesidades identificadas y los requerimientos de diseño del proyecto</i>	81
Tabla 33	<i>Matriz morfológica</i>	88
Tabla 34	<i>Concepto A</i>	89
Tabla 35	<i>Concepto B</i>	92
Tabla 36	<i>Concepto C</i>	95
Tabla 37	<i>Concepto D</i>	97
Tabla 38	<i>Selección de conceptos</i>	100
Tabla 39	<i>Media antropométrica del alcance de brazo frontal para usuarios del proyecto</i>	104
Tabla 40	<i>Media antropométrica del alcance de brazo frontal para usuarios del proyecto</i>	106
Tabla 41	<i>Peso total de los sistemas de empaque y embalaje (4 empaques para el set de 4 platos extendidos con su respectivo embalaje y 4 empaques de la colección Flor de sal con su correspondiente embalaje)</i>	106
Tabla 42	<i>Características del cartón flauta A</i>	109
Tabla 43	<i>Medidas y tolerancias para la cintilla</i>	113
Tabla 44	<i>Comparación del volumen de los sistemas de empaque y embalaje actuales y de los propuestos</i>	150
Tabla 45	<i>Largo y ancho de los sistemas de empaque y embalaje de los sets de 4 platos extendidos y de la colección Flor de sal</i>	153

Tabla 46	<i>Valores de las variables ocupadas en el cálculo del número de camas permisibles en la estiba</i> . . . . .	.159
Tabla 47	<i>Dimensiones en las cajas de camionetas y camiones tipo torton</i> . . . .	.159
Tabla 48	<i>Comparación de número de cajas contenidas en una camioneta para transporte</i> . . . . .	.161
Tabla 49	<i>Peso y porcentaje de absorción de agua para el material compuesto por fibra plátano y celulosa y para el cartón corrugado</i> . . . . .	.162
Tabla 50	<i>Valor del esfuerzo de flexión para cada material</i> . . . . .	.163
Tabla 51	<i>Puntuación de evaluación de los sistemas de empaque y embalaje actuales a través del Radar de Evolución</i> . . . . .	.166



# Resumen

Los envases, empaques y embalajes se utilizan en casi todas las industrias y se han convertido en una necesidad básica para la presentación y protección de los productos. En esta tesis se desarrollaron alternativas de diseño en donde se priorizó la implementación de estrategias ecológicas, para atender las necesidades funcionales y formales que tiene la empresa oaxaqueña denominada La Chicharra Cerámica.

Se generaron Sistemas de Empaque y Embalaje (SEE) para un par de conjuntos de piezas cerámicas, en los cuales se mejoró su estructura para reducir las pérdidas y para verificar su integridad durante su transporte, implementando materiales con menor impacto ambiental.

Se integraron pautas de la metodología de Bruno Munari, herramientas del TRIZ y estrategias del Ecodiseño, abarcando las siguientes etapas: 1) Planteamiento del problema, donde se definieron los objetivos y metas del proyecto, también se identificaron los productos que comercializa la empresa y se evaluaron los SEE actuales mediante el “Radar de evolución”; 2) Conceptualización, donde se identificaron las necesidades y requerimientos de diseño mediante el “Diagrama de 9 ventanas” y “Matriz de contradicción” del TRIZ, finalizando con la elaboración de propuestas preliminares; 3) Diseño, donde se definieron las especificaciones y se desarrollaron los planos constructivos de los nuevos SEE; 4) Construcción, donde se elaboraron los prototipos físicos y virtuales de los nuevos SEE; 5) Evaluación, donde se realizaron análisis de compresión, rigidez y cálculo de estiba; pruebas de absorción de humedad y dobléz. Como resultado se obtuvo un incremento del 60 % en el número de cajas a transportar para el set de 4 platos extendidos y del 66 % para la colección Flor de sal. Además, se compararon los aspectos ambientales de los SEE actuales con los obtenidos en esta tesis, considerando las estrategias aplicables en cada etapa del Ciclo de Vida, haciendo evidente las mejoras obtenidas.



# Introducción

El consumo de productos y servicios es una actividad presente en la vida diaria de todas las personas y frecuentemente, la tendencia de consumo de los productos está orientada al diseño, conjuntamente a la utilidad del producto y hábitos de consumo (Blasco, 1993). Los envases, empaques y embalajes de los productos se utilizan en casi todas las industrias y se han convertido en una necesidad básica para la presentación y protección del producto y del consumidor. Así mismo, muchos materiales destinados a cumplir con estas funciones pueden reciclarse, sin embargo, de acuerdo con el análisis presentado por Greenpeace México y elaborado por Ludo, Ramos, Cid, y Quevedo (2019), menciona que la generación de residuos se incrementó del 2001 al 2012 en un 232.4 % para plásticos, además de 31.4 % para papeles y cartones. Por esta razón, es importante considerar la fuente de los materiales, el uso de éstos y las propuestas por su recuperación al diseñar los envases, empaques y embalajes.

Debido al palpable y creciente problema de contaminación ambiental del que forman parte los materiales que conforman los sistemas de empaques y embalajes de productos, en este proyecto de tesis se desarrollaron empaques y embalajes en donde se priorizó la implementación de estrategias ecológicas, para atender las necesidades funcionales y formales que tiene la empresa oaxaqueña denominada *La Chicharra Cerámica*, organización que desde hace años se dedica al diseño y producción de diferentes productos cerámicos, los cuales son vendidos y enviados principalmente a ciudades de México y Estados Unidos. En este proyecto se generaron sistemas de empaque y embalaje para un par de conjuntos de piezas cerámicas, en los cuales se propuso ocupar materiales que tienen un menor impacto ambiental, también se mejoró su estructura de modo que se podrán reducir las pérdidas suscitadas durante su transporte y se facilitará la inspección de los productos para verificar su integridad durante la distribución.

La estructura de esta tesis se conforma de 4 capítulos, en los cuales se presenta a detalle el proceso de diseño de los sistemas de empaque y embalaje para un set de 4 platos extendidos y para la colección Flor de sal. En el Capítulo 1 denominado Aspectos Preliminares, se incluyen los Antecedentes, el Planteamiento del problema y la Justificación que funda-

mentan el desarrollo de este proyecto. También en este capítulo se abarca la definición de los Objetivos y Metas que se cumplieron en esta investigación.

En el Capítulo 2 se ahonda en la descripción teórica de conceptos como el empaque, envase y embalaje; para presentar sus características funcionales y formales de éstos elementos. Asimismo, en esta sección se describen las herramientas del TRIZ que fueron aplicadas en la metodología y las normativas que se tomaron como referencia para el diseño de los sistemas de empaque y embalaje.

En el Capítulo 3 se presenta a detalle la ejecución de cada una de las etapas de la metodología aplicada, abarcando las fases de conceptualización, de diseño y de construcción de los prototipos de los nuevos sistemas de empaque y embalaje. En la fase de conceptualización se presenta a la empresa y al perfil de usuario del caso de estudio, además de los productos cerámicos para los cuales se diseñaron los empaques y embalajes. En esta misma fase se muestra el desarrollo de las herramientas del TRIZ y de las estrategias de Ecodiseño que llevaron a identificar y establecer las necesidades y requerimientos del proyecto. En la fase de diseño se presenta la evolución que se tuvo en el planteamiento de las propuestas iniciales para las nuevas configuraciones de los sistemas de empaque y embalaje para los conjuntos de piezas cerámicas, hasta llegar a seleccionar aquellas que representaron las mejores opciones, de las cuales, en la fase de construcción, se determinaron sus especificaciones y se elaboraron sus prototipos para identificar oportunidades de mejora en su diseño hasta alcanzar la configuración final de los nuevos sistemas de empaque y embalaje.

Por último, en el Capítulo 4 se presentan el conjunto de pruebas físicas referentes a la compresión, absorción de humedad, rigidez, doblez; que sirvieron para comprobar la utilidad de los materiales propuestos para la conformación de los nuevos sistemas de empaque y embalaje. Así mismo, se desarrollaron evaluaciones comparativas mediante el Radar de evaluación y un análisis dimensional para resaltar las mejoras funcionales, formales y ambientales alcanzadas en los nuevos diseños de empaques y embalajes derivados de esta tesis.

# 1 | Aspectos Preliminares

## 1.1. Antecedentes

El actual nivel de concientización que la sociedad tiene sobre la ecología exige que la gestión de los residuos también proteja el medio ambiente (Careaga, 1993).

Empresas a nivel mundial han comenzado con la búsqueda de nuevas soluciones que reduzcan y optimicen el uso de los desperdicios de envases, empaques y embalajes. Algunas de estas empresas se mencionan a continuación.

**Figura 1**  
*Empaque Bevel Cup*



Nota: Tomado de NANOIN, 2013.

### **NANOIN**

NANOIN es un estudio de diseño chino, especializado en el diseño industrial. En 2012 lanzó al público *The Bevel Cup* (Taza Bevel) la cual cuenta con un mango angular permitiendo la colocación de la taza boca abajo y descansando sobre el mismo mango. En 2013, la empresa dio a conocer el empaque de dicha taza.

En la Figura 1 se muestra el diseño que realizado a través de la fundición de pulpa, que es de bajo costo y conveniente para el reciclaje y la degradación, además de ser bueno para la protección del medio ambiente. Su modelado interno y externo se realiza mediante un conjunto de moldes, respectivamente, y luego ambos modelos se unen como un todo. El modelado externo tiene como objetivo proporcionar funciones de modelado de Bevel Cup, y el modelado interno está estrechamente integrado en el cuerpo de la copa, lo que puede reducir efectivamente daños a la taza de cerámica en el proceso de transporte. El contraste entre modelado interno y externo también es un lenguaje visual, que el diseño persigue (NANOIN, 2013).

**Figura 2**  
*Empaque Asemi Co*



Nota: Tomado de Ishiguro y Amhoff, s.f..

### **ASEMI CO**

Asemi Co es una empresa japonesa dedicada a la elaboración artesanal de productos cerámicos promoviendo el uso de materiales reciclados. Sus cajas de empaque están hechas de una sola hoja de cartón grueso reciclado, envuelto alrededor de la taza, dejando mucho menos desperdicio de cartón que una caja normal. El empaque cuenta con una calcomanía que sirve como medio informativo y también mantiene la caja cerrada.

La forma en que el cartón está envuelto alrededor de la taza hace que el empaque sea muy estable, evite muchos envoltorios de plástico para el envío y al mismo tiempo permite al cliente ver fácilmente el contenido sin tener que abrir la caja. Cada uno contiene hojas de información sobre el estilo artesanal y de alfarería, impresas en papel fino estilo washi. Cada caja tiene un logotipo impreso en la parte superior y está envuelto individualmente (Ishiguro y Amhoff, s.f.), como se muestra en la Figura 2.

### Figura 3

Etiqueta Asociación Gallecs



Nota: Tomado de Vila, 2012.

### NURIA VILA

La diseñadora Núria Vila fue la encargada en diseñar la etiqueta que representa la esencia de los productos de agricultura ecológica para la Asociación Gallecs. El objetivo del envase y de la etiqueta es que estén libres de pegamentos y aditivos para facilitar la separación de residuos. Los papeles son en su mayoría reciclados, siguiendo criterios ambientales, utilizando una tinta (Vila, 2012). Una muestra de su trabajo se puede observar en la Figura 3.

Los trabajos anteriormente mencionados hacen referencia a la eficiencia del empaque para productos cerámicos. Para complementar este apartado, se hace mención de investigaciones que resaltan el uso del Ciclo de Vida de productos.

Bovea, Serrano, Bruscas, y Gallardo (2006) en su trabajo: *Application of Life Cycle Assessment to Improve the Environmental Performance of a Ceramic Tile Packaging System* describen la evaluación del desempeño ambiental del proceso utilizado actualmente

para empaquetar y paletizar pavimentos y revestimientos cerámicos, proponiendo mejoras desde el punto de vista ambiental. Dentro de la investigación, se calculan los efectos ambientales de los envases y se evalúa el impacto de las opciones de minimización del empaque mediante el análisis del ciclo de vida. Estos estudios tienen como objetivo la inclusión máxima del ciclo de vida del empaque, incluyendo los tratamientos de desechos e incluso la nueva utilización después del reciclado.

Concluyendo en que la implementación simultánea de todas las mejoras propuestas en el sistema de embalaje puede reducir el impacto dentro del rango el 18-45 %.

Otra investigación es la realizada por Bovea, Díaz-Albo, Gallardo, Colomer, y Serrano (2010), titulado: *Environmental performance of ceramic tiles: Improvement proposals*. Este estudio se centra en el cálculo de indicadores capaces de medir el comportamiento ambiental de las baldosas cerámicas, ya que la cerámica es uno de los materiales más utilizados en la construcción. Debido a la mayor demanda de construcción responsable con el medio ambiente y los requisitos ambientales cada vez más restrictivos derivados de la legislación, surge la necesidad de una herramienta que permita evaluar el comportamiento ambiental de dicho material. Mediante la aplicación de la metodología de evaluación del Ciclo de Vida se puede elaborar este tipo de estudio.

Tomando la producción de 1  $m^2$  de cerámica como unidad funcional, el objetivo fue realizar un inventario de ciclo de vida que cubra todas las etapas desde la minería de la arcilla roja y su atomización hasta la fabricación del esmalte y la producción de las baldosas cerámicas y su entrega a los clientes. Se identificaron las etapas/materiales/procesos que tienen el mayor impacto, y se propusieron una serie de mejoras con el objetivo de mejorar la eficiencia energética del proceso de cocción y minimizar las emisiones a la atmósfera, mientras que al mismo tiempo se reduce la contaminación acústica resultante del proceso de prensado. La viabilidad ambiental y económica de tales mejoras también se analizó en la investigación.

## 1.2. Planteamiento del Problema

Actualmente, en el mundo el consumo es parte de nuestra vida diaria y donde el nivel de concientización sobre el uso y el cuidado de los recursos con los que se cuenta es bajo, generando residuos de todo tipo.

Unos de los desechos con más impacto dentro de los residuos sólidos municipales son los generados por los contenedores que ayudan a un producto a estar protegido y ser transportado. El empaque y el embalaje son necesarios dentro de una empresa para que el producto pueda transportarse desde la fábrica hasta el punto de venta, y del punto de venta hasta el cliente, por lo cual se han convertido en una parte fundamental e integral de la sociedad moderna y es por esta razón que no solo necesita satisfacer requerimientos técnicos, económicos y sociales, sino que también debe tener un impacto mínimo en el medio ambiente. Por lo tanto, los requisitos ambientales deben incorporarse en el desarrollo de un empaque y embalaje, lo que significa que el método y materiales existentes de empaque deben ser racionalizados (Bovea et al., 2006).

Como caso de estudio se retoma el proceso utilizado para empaquetar y embalar de *La Chicharra Cerámica*, empresa oaxaqueña que se dedica a la elaboración de productos cerámicos utilitarios, combinando los rasgos característicos de las técnicas artesanales oaxaqueñas aplicándolas a un proceso industrializado, permitiendo un mayor rango de producción en comparación con la forma artesanal. En la Figura 4 se pueden observar algunos de los productos que se elaboran en la empresa.

### Figura 4

*Productos de la empresa*



Nota: Tomado de *Catálogo La Chicharra Cerámica*, 2019.

Al ser productos cerámicos, se concentraron en la elaboración de productos utilitarios de mesa, como platos, charolas, tazas, tazones, teteras, bowls, entre otros. La empresa ha crecido y es reconocida a nivel nacional e internacional. Ante esta situación, la empresa se ve con la necesidad de hacer envíos a lugares fuera del estado de Oaxaca.

*La Chicharra Cerámica* a través de los años ha adaptado distintos materiales que se encuentran en el mercado para esta acción, por ejemplo hule para emplaye, hule burbuja, papel de estraza, papel corrugado y papel reciclado. Éste último para amortiguar y para cuidar así sus piezas durante la transportación. De esta forma se evitan roturas, grietas y despostillamientos, que pueden generar pérdidas de producto. Sin embargo, la adaptación de estos materiales no son 100 % fiables.

Actualmente la empresa ha acondicionado su empaque a distintos materiales, lo cual genera un fuerte impacto ambiental en el desecho del material. El proceso de embalaje de la empresa consiste de dos métodos.

En la Figura 5a se muestran el primer método que consiste en envolver los productos en papel de estraza, apilarlos, introducirlos en una caja primaria y con ayuda de amortiguadores rellenar los espacios faltantes de forma que no queden espacios que permitan el movimiento del producto al momento de ser trasladado. Posteriormente se introducen entre 4 a 5 cajas primarias (dependiendo del tamaño y del tipo de producto) dentro de una caja secundaria. El segundo método se basa en el primer método pero implementando el uso de dos capas de hule burbuja para proteger a los productos, como se ilustra en la Figura 5b. En la Tabla 1 se muestran las ventajas y desventajas del uso del embalaje actual de la empresa.

### **Figura 5**

*Embalaje de la empresa.*



**(a)** 1er. método

**(b)** 2o. método

**Tabla 1***Ventajas y desventajas del sistema de empaque y embalaje actual*

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Protege al producto</li> <li>● Ayuda a la transportación y almacenamiento</li> <li>● Mayor aprovechamiento del espacio</li> <li>● Permite mejor manipulación de los productos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Mayor desperdicio de material</li> <li>● El método no garantiza la seguridad de los productos</li> <li>● Para mayor seguridad es necesario mayor uso de material</li> <li>● Embalaje no reutilizable</li> <li>● Utilización de plástico</li> <li>● Tiempo para cortar y armar las piezas necesarias para el embalaje</li> </ul>

Además de lo anteriormente mencionado, no se cuenta con un empaque o etiqueta que brinde identidad a la empresa frente a otros productos del mismo ramo.

Uno de los problemas detectados es la variedad de diseños con los que cuentan, viéndose en la necesidad de generar distintos empaques y embalajes, por lo que se propone dar una solución genérica que brinde la posibilidad de adaptarse a propiedades de varios de sus diseños.

El propósito de este proyecto de tesis es contemplar las fases del ciclo de vida (materias primas, uso y fin de vida) con ayuda de algunas herramientas de la metodología TRIZ para implementar el diseño del sistema de empaque y embalaje de la empresa de forma que sea eficiente en cuanto a la utilización de materiales, que genere la menor cantidad de desperdicios y desechos y, además, que permita la eliminación o el menor uso posible del plástico. Al mismo tiempo, se busca diseñar un sistema adecuado que proteja piezas cerámicas, cumpliendo los requerimientos necesarios para lograr que el producto llegue de forma adecuada a su destino, debido a que es un material frágil.

El diseño se propone con la selección de 2 objetos con más relevancia y posteriormente generar ideas que den solución a las necesidades de los productos. A partir de la creación de ideas se propone realizar 2 prototipos enfocados a distintas piezas y presentar un método diferente para empaquetar y embalar con la ventaja de contemplar las fases del ciclo de vida del embalaje.

Por otra parte, también se contemplará el diseño de los accesorios que complementen el buen funcionamiento de un embalaje.

En el diseño del empaque y embalaje se tomará en cuenta el equilibrio entre:

- Factibilidad de producción (costo, tiempo de producción y rentabilidad)
- Estudio óptimo de la mercancía, distribución hasta el uso del producto.
- Que el consumidor tenga la facilidad de uso.

Debido a que el proceso ya existe y se realiza con las herramientas de uso accesible, se considera proponer el método adecuado y viable que brinde una mejor solución en el transporte y venta de los productos cerámicos de la empresa.

### 1.3. Justificación

Conforme aumenta la conciencia de que el consumo de los productos y servicios causan una grave degradación ambiental contaminante, la atención ha cambiado hacia la búsqueda de soluciones desde la conceptualización de productos hasta el final del proceso de producción que previenen dicha degradación o reducen dichos problemas (Svanes, Mie Vold, Pettersen, Larsen, y Hanssen, 2010).

La mayoría de todos los productos consumidos día a día hacen uso de empaques, los cuales cumplen con al menos una de las siguientes funciones (Waite, 1995).

- Proveer protección de daño físico, contaminación y deterioración;
- dar un atractivo de ventas;
- garantizar que la identidad del producto sea fácilmente reconocible;
- dar información acerca del producto;
- optimizar los costos de distribución y almacenamiento;
- proporcionar conveniencia y seguridad al consumidor.

Sin embargo, uno de los problemas con más impacto dentro del mundo son los desechos obtenidos de los empaques. En México, los desperdicios de empaques forman una parte significativa de los desperdicios sólidos municipales y han causado un gran incremento en la preocupación ambiental, siendo la cantidad de residuos generados por desechos de envase, embalaje, empaque y materiales que los conforman de al menos un 13.8 % (SEMARNAT, 2012).

Además, el desperdicio de dichos materiales se considera como una pérdida de material y se traduce como mala inversión y pérdida utilitaria. Por otra parte, una vez hecho uso de los materiales, estos se desechan yendo directamente a la basura del hogar, así, contribuyendo a la generación de desperdicios.

La necesidad del diseño de un empaque y un embalaje por parte de una empresa surge por la demanda de transportación de su mercancía, implicando también el cumplimiento de normas y políticas de envío, pues en algunos países es necesario el uso de este tipo de materiales ambientalmente sostenibles para poder importar mercancía a dichos países, como el caso de los países de la Unión Europea. Además de esto, al cumplir con las normas se crea una mejor y competitiva imagen de la empresa disminuyendo y controlando pérdidas durante la transportación.

La importancia de un empaque y embalaje reside en la reducción de pérdidas del producto, protegerlo; disminuir costos de distribución e incrementar la eficiencia en el manejo, transporte y almacenamiento; ofrecer un atractivo gráfico y de color para la venta al menudeo; entre otros (Careaga, 1993).

Por consiguiente, es por cuestiones de seguridad que las empresas han desarrollado sistemas de embalaje que aseguren el resguardo de sus productos y que estos lleguen de manera adecuada a su destino. Por lo anterior, el uso de materiales que ayuden al medio ambiente, la estandarización de un método de empaque y embalaje en las empresas generará cambios benéficos como lo son la reducción de desperdicios, costos accesibles, etc.

## 1.4. Objetivos

### 1.4.1. Objetivo General

Diseñar dos prototipos de sistemas de empaques y embalajes para productos cerámicos para la empresa *La Chicharra Cerámica* tomando en cuenta las fases del ciclo de vida de un producto.

### 1.4.2. Objetivos Específicos y Metas

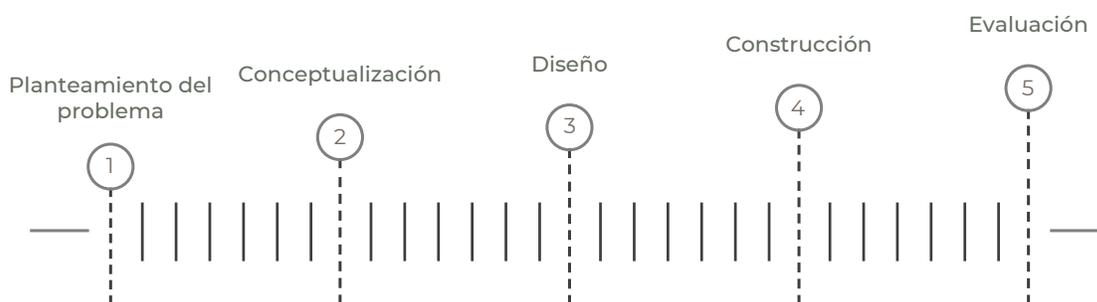
1. Conocer la empresa y sus productos.
  - Selección de 2 productos a embalar y empaquetar a través de una matriz de selección.
2. Analizar el empaque y embalaje actual
  - Informe del proceso actual del embalaje.
  - Evaluación del embalaje actual por medio de un radar de evolución.
  - Aplicación de diagrama de 9 ventanas en el embalaje actual.
3. Conceptualizar las ideas.
  - Definición de las necesidades.
  - Análisis de las fases del ciclo de vida del embalaje (materia prima, uso y fin de vida).
  - Tabla de necesidades transformadas a requerimientos.
  - Informe de normativas nacionales e internacionales.
  - Matriz de contradicción.
4. Diseñar propuestas de empaque y embalaje.
  - Generación de propuestas a través de bocetos.
  - Selección de las mejores alternativas.
  - Planos constructivos y a detalle.
  - Renders.
5. Construir prototipos.
  - Elaboración de dos prototipos de cada propuesta
6. Evaluar los prototipos.
  - Evaluación del empaque y embalaje final por medio de un radar de evolución.
  - Dimensión
  - Compresión
  - Rigidez
  - Absorción de humedad
  - Doblez

## 1.5. Metodología

La metodología a seguir en el proyecto integra una adaptación de la metodología proyectual propuesta por Bruno Munari, con las herramientas de la metodología TRIZ así como las etapas del ciclo de vida. Dicha metodología se compone por 5 fases generales mostradas en el diagrama de la Figura 6 y en la Tabla 2 se especifican las actividades que contempla cada fase de la metodología.

### Figura 6

*Diagrama de la metodología para el proyecto*



Las herramientas de la metodología TRIZ y las etapas del ciclo de vida se implementaron en distintas fases del proyecto. En la fase del planteamiento del problema se utilizaron las herramientas de TRIZ: radar de evolución y diagrama de 9 ventanas, las cuales ayudaron a identificar las necesidades y deficiencias ambientales del producto. De igual manera, una matriz de contradicción permitió identificar y superar las posibles contradicciones dentro del diseño y crear soluciones pertinentes para la fase de conceptualización.

Por otra parte, para integrar las etapas del ciclo de vida a la metodología se analizaron las estrategias de ecodiseño que forman cada etapa. Dichas estrategias funcionan como guías para la integración de medidas ambientales al diseño de producto. De este modo, se seleccionaron aquellas que influyen en el diseño y se integraron a la herramienta radar de evolución con la finalidad de examinar la posición ambiental del sistema de empaque y embalaje.

**Tabla 2**  
Metodología

Etapa	Actividades
Planteamiento del problema	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer los productos que comercializa la empresa.</li> <li>• Seleccionar los productos con más pérdidas, mayor demanda, más costosos o frágiles de acuerdo con los requerimientos de la empresa.</li> <li>• Conocer el material que se utiliza actualmente para envasar y embalar.</li> <li>• Identificar la cantidad de material utilizado para los productos seleccionados.</li> <li>• Realizar una evaluación del embalaje actual por medio de un radar de evolución.</li> <li>• Utilizar la herramienta de 9 ventanas en el embalaje y envase de la empresa.</li> </ul>
Conceptualización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las necesidades de los productos seleccionados.</li> <li>• Conocer normativas.</li> <li>• Definir requerimientos del envase y embalaje.</li> <li>• Determinar las mejores soluciones a los requerimientos mediante la matriz de contradicción.</li> </ul>
Diseño	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer las dimensiones de los productos.</li> <li>• Bocetar y realizar modelos digitales de 2 propuestas de cada uno de los productos seleccionados.</li> <li>• Generar planos constructivos de las propuestas.</li> </ul>
Construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar dos prototipos de cada envase y embalaje diseñado.</li> </ul>
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar pruebas de dimensión, compresión, rigidez, absorción de humedad y dobléz a los prototipos.</li> <li>• Seleccionar un envase y embalaje en base a las pruebas.</li> </ul>



## 2 | Marco Teórico

En este capítulo se describen varios de los conceptos teóricos que apoyaron y fundamentaron el desarrollo del proyecto.

En el inicio de este capítulo se brindan las definiciones y características de los conceptos de empaque, embalaje y envase, asimismo se describen los elementos que los componen. Por otra parte, también se presentan y exponen las herramientas que se utilizaron en el desarrollo de la metodología.

Finalmente, en este capítulo se incluye la descripción de las normativas nacionales e internacionales concernientes al diseño de sistemas de empaques y embalajes que fueron consideradas para la generación de las propuestas de diseño.

### 2.1. Conceptos básicos

Para la realización de este proyecto fue preciso revisar los conceptos básicos de empaque y embalaje. Existen diversas definiciones para ambos conceptos, sin embargo, de acuerdo con la información brindada por el Instituto Mexicano de Profesionales en Envase y Embalaje; por Ma. Dolores Vidales Giovenetti (El mundo del envase) y por José Antonio Rodríguez Tarango (Manual de ingeniería y diseño de envase y embalaje), se detectó que el término envase se ocupa para designar un concepto global para la contención, venta, almacenaje y transporte de productos. Por otra parte, se encontró que existen tres categorías principales de envases: *envase primario*, *envase secundario* y *envase terciario*. El envase primario individualiza al producto y es el que tiene primer contacto con él; el envase secundario se encarga de agrupar varios productos en sus envases primarios, el envase terciario agrupa a un conjunto de productos colocados en sus envases secundarios con la finalidad protegerlos en operaciones de transportación, almacenaje y distribución.

A continuación, se presentan las definiciones de los conceptos de envase, empaque y embalaje.

### **2.1.1. Envase, empaque y embalaje**

#### ***Envase***

Es el recipiente que contiene, protege y presenta una mercancía para su comercialización al menudeo y que mantiene un contacto directo con el producto, es diseñado de modo que cubra los requerimientos para la protección del producto y del medio ambiente (Tarango, 2005a).

#### ***Empaque***

Es aquel que tiene como función principal agrupar los productos; los protege, preserva, transporta e informa acerca de ellos (Giovannetti, 2003; Tarango, 2011). De igual manera, es el nombre genérico utilizado para un envase o un embalaje, material de amortiguamiento o sistema de sello en la unión de dos productos (Tarango, 2005a).

#### ***Embalaje***

El embalaje tiene como una de sus funciones principales la de unificar el producto para su distribución a lo largo de la cadena logística: manejo, carga, estiba, transporte y almacenamiento (Tarango, 2011)

### **2.1.2. Sistema de empaque y embalaje**

Es importante tener claros los procedimientos y criterios que rigen el funcionamiento de un empaque y embalaje, esto garantizará que sean compatibles tanto con el producto como entre ellos, reduciendo la pérdida de los productos y trayendo consigo la practicidad y comodidad para los usuarios.

Ambos (empaque y embalaje) deben proteger la carga y permitir que puedan apilarse, moverse y asegurarse; además de proporcionar información sobre la carga y su manejo.

## **2.2. Función**

El objetivo principal de un sistema de empaque y embalaje es mantener en su estado original el producto contenido, pero las funciones de estos dependen de la manera en que satisfacen las necesidades para las que fueron creados.

A continuación, se mencionan las funciones primordiales que deben cumplir los sistemas de empaque y embalaje de acuerdo con Giovannetti (2003) y Tarango (2011).

- **Contención:** Para el diseño de un empaque o embalaje se tiene que considerar la naturaleza del producto y lo que se requiere para contenerlo, buscando limitar el movimiento o impulso del producto, reducirlo a un espacio determinado, delimitar y separar el producto del medio ambiente.
- **Protección:** Esta tarea busca resguardar el contenido de factores (químicos y ambientales) que pudieran alterar el estado del producto. El empaque y embalaje se dirigen a la protección física colectiva, mientras que el envase se centra en la protección química individual.
- **Transportar:** A través de esta función se suman los riesgos físicos de distribución a los que se pueden enfrentar los productos, haciendo necesario el diseño para aislar y cubrir al producto de fuerzas externas (compresión, desgarre, golpes).
- **Comunicación:** Busca manifestar información al cliente y/o comprador. Para el empaque y embalaje ciertos mensajes son requeridos por ley como el nombre del producto, la cantidad contenida, etc., mientras que la variabilidad del diseño permite integrar formas y colores que indiquen aplicación, uso, selección de materiales, entre otros; ofreciendo certeza y confianza al consumidor.

### **2.3. Dispositivos de un empaque y embalaje**

Un sistema de empaque y embalaje integra distintos elementos para su funcionamiento. Tarango (2005b) distingue los siguientes cuatro tipos de dispositivos para empaques y embalajes:

- **Dispositivos para el agrupamiento de productos**  
Se incluyen cajas hechas con diferentes materiales (cartón, plegadiza, plástico (polietileno de alta densidad), unicel (espuma poliestireno expandido), madera, etc.).
- **Dispositivos para el bloqueo interno del producto**  
Se incluyen diferentes tipos de separadores plásticos y de cartón, cacahuatillo, moldes de unicel, poliform, aire sellado, espumas, entre otros.
- **Dispositivos para el cierre y aseguramiento**  
Se incluyen cintas y flejes (cinta canela, cinta de papel reforzada con fibra de vidrio, flejes de plásticos, rafia, etc.).
- **Dispositivos para protección hacia el contenedor**  
Son diferentes tipos de protección hechas con plástico, cartón y papel (plástico termoencogible, poliestrech, largueros de cartón corrugado, esquineros de cartón corrugado, bolsas inflables, honeycomb, entre otros).

## 2.4. Usuario

Para desarrollar el diseño de un sistema de empaque y embalaje se deben considerar medidas antropométricas a partir de las cuales se facilite su uso y se brinde comodidad durante su manejo. Debido a ello, fue necesario diferenciar las categorías de usuarios que se verían involucrados en la interacción con los sistemas de empaque y embalaje del caso de estudio.

En cualquier proyecto de diseño, el diseñador deberá que definir el problema a resolver, los usuarios involucrados, las actividades y tareas de los usuarios que son importantes, las situaciones y ubicaciones que son relevantes (Beyer y Holtzblatt, 1997).

Hay muchas interpretaciones del término *usuario*, pero se hará referencia a éste mediante la persona o personas que utilizan el producto o servicio (Fischer y Espejo, 2011). Sin embargo, para Holtzblatt y Jones (1993), un usuario es aquel que cumple con los siguientes roles:

- Es la persona que usa el sistema (producto o servicio) directamente,
- Son las personas que gestionan los usuarios,
- Son las personas que reciben productos del sistema (destinatarios),
- Son las personas que prueban el sistema y proporcionan recomendaciones de compra a la gerencia,
- Son las personas que toman decisiones de compra y
- Son las personas que usan productos competitivos.

En proyectos de diseño muchas veces se desarrollan productos con una visión relativamente poco clara de la población de usuarios objetivo, considerando únicamente los que serán usuarios de tiempo completo del producto sin contemplar a personas como gerentes que manejarán el producto, a algunos operadores ó a los clientes. Es por esta razón que el generar una lista de los usuarios potenciales resultará útil para recordar que hay personas que pueden no ser el foco principal de la atención del diseño, sin embargo, son fundamentales para el éxito del producto y cuyas necesidades deben entenderse e incluirse en las consideraciones de diseño (Eason, 1988).

De acuerdo a la clasificación hecha por Eason (1988), se pueden distinguir los siguientes tres tipos de usuarios:

- Usuario primario: son los usuarios directos y *prácticos* del producto, que pueden ser usuarios a tiempo completo y que pueden necesitar estaciones de trabajo dedicadas a su uso.
- Usuario secundario: son aquellos usuarios ocasionales o personas que tienen que trabajar con las salidas del primer usuario.
- Usuario terciario: se conforma por personas que pueden verse afectadas por el funcionamiento del sistema, pero no son usuarios directos de él. Los clientes y proveedores a menudo se encuentran en esta categoría.

## 2.5. Metodología TRIZ

La Teoría para la Resolución de Problemas de Inventiva (TRIZ, acrónimo derivado del ruso Teorija Rezbenija Izobretatelskib Zadach), es una metodología orientada a la resolución de problemas y a la inventiva, fue desarrollada por Genrich Altshuller (nacido en la antigua URSS) y sus colaboradores a partir del análisis y la extracción de principios comunes identificados en distintas patentes que se observó resolvían problemas de innovación en diferentes campos de la ciencia, el diseño y la tecnología (G. S. Altshuller, 1984).

La metodología se compone de 5 fundamentos base: sistema técnico, niveles de innovación, ley de idealidad, contradicciones y evolución de los sistemas técnicos (Dorantes, 2007). Además, las herramientas más importantes aplicables en el TRIZ son la Matriz de Contradicciones, los 40 Principios de Inventiva, los 39 Parámetros de TRIZ, el Radar de evolución, las 76 Soluciones Estándar, y el Diagrama de Nueve Ventanas (Serban, Man, Ionescu, y Roche, 2004). El número de fundamentos y herramientas por aplicar de la metodología TRIZ en un proyecto de diseño son variables, normalmente están sujetos a las necesidades específicas que se tengan, a continuación se describen los dos fundamentos así como las herramientas del TRIZ que fueron aplicadas en este proyecto.

### 2.5.1. Fundamentos del TRIZ

1. **Sistema Técnico.** Este fundamento indica que todo lo que logre cumplir una función se puede definir y denominar como un sistema técnico, desde una bicicleta, un libro, hasta un cuchillo. A la vez, los sistemas están compuestos de uno o más elementos designados como subsistemas, dispuestos en el espacio (tangibles: dispositivos, máquinas, etc.) o en el tiempo (intangibles: pasos de trabajo, métodos y operaciones). Los

subsistemas son en sí mismos sistemas y cada uno cumple con su propia función. Del mismo modo, un sistema puede considerarse como un elemento dentro de un sistema superior llamado supersistema. La jerarquía de los sistemas se extiende desde el menos complejo, con solo dos elementos, al más completo, con muchos elementos que interactúan entre ellos.

Todos los subsistemas están interconectados unos con los otros dentro de los límites de un sistema mayor. Los cambios en cualquier subsistema producirán cambios en el supersistema. Siempre que se resuelve un problema se debe de considerar la interacción del sistema técnico existente con los sistemas más bajos y más altos (Dorantes, 2007; Savransky, 2000).

Por ejemplo, la producción de una bicicleta es parte del supersistema *industria manufacturera* y la *industrial del deporte*, pero también incluye una serie de subsistemas, como la fabricación de tubos de distintos materiales como fibra de carbono o aluminio; el ensamblaje de los asientos y pedales; entre otros procesos. La producción de bicicletas es parte de los procesos tecnológicos que a su vez, son parte de un supersistema de rango superior (ciclismo), etc. Por otro lado, la bicicleta como sistema técnico puede ser parte de las actividades deportivas y de transporte como supersistema, pero también incluye sus propios subsistemas como el manubrio, los asientos, pedales, las ruedas, etc. Uno de sus sistemas técnicos, las ruedas, tiene sus propios subsistemas que son la cámara, la llanta, los radios, etc.

2. **Contradicciones.** Este fundamento señala que un sistema técnico se conforma de varios elementos dependientes entre sí, manteniendo una interacción recíproca. Éstos elementos tienen varias características o parámetros (peso, tamaño, color, velocidad, rigidez, etc.) que definen el estado físico del sistema técnico. Una contradicción surge cuando se trata de mejorar una propiedad o característica de un elemento pero perjudica a la misma u otra característica o parámetro del sistema (G. Altshuller, 2002; Savransky, 2000).

De acuerdo con Lozano (2009) y Savransky (2000) en el TRIZ se pueden identificar 2 tipos de contradicciones:

- *Contradicción Técnica:* Una acción es simultáneamente útil o perjudicial, causando una función útil o una función dañina. La ampliación de la acción útil o la reducción del efecto dañino lleva al deterioro de algunos subsistemas o del

sistema completo, es decir, cuando se intenta mejorar un parámetro se podría empeorar otro. Una contradicción técnica sucede dentro del sistema técnico, a partir de ello se tendrá una contradicción entre dos subsistemas. Para resolver las contradicciones técnicas durante el desarrollo del TRIZ se utilizan los Principios de Inventiva, un ejemplo de contradicción técnica consistiría en lo siguiente: mientras a una computadora se le dota de más brillo en la pantalla, repercutirá en que tendrá que utilizarse mayor cantidad de energía eléctrica.

- *Contradicción Física:* Cierta sistema o elemento debe tener una propiedad A bajo determinadas condiciones para ejecutar cierta función necesaria, sin embargo, no debe existir bajo otras propiedades. Es decir, una contradicción física aparece cuando dos propiedades opuestas son requeridas por el mismo sistema técnico. Algunos ejemplos de este tipo de contradicciones serían:
  - El plástico debe ser resistente y económico, pero también debe ser biodegradable.
  - Una olla debe mantener la comida caliente en el interior, pero debe de mantener una temperatura adecuada para el exterior y evitar quemaduras.

## 2.5.2. Herramientas del TRIZ

### Los 39 Parámetros y 40 Principios de inventiva

Las contradicciones técnicas que pueden existir en un producto fueron reconocidas por G.S. Altshuller, éstas aún siguen siendo relevantes para la resolución de problemas de inventiva en la actualidad. Altshuller y sus colaboradores seleccionaron y analizaron aproximadamente 40,000 patentes de las cuales extrajeron 39 parámetros y 40 principios de inventiva que pueden utilizarse en el desarrollo de productos. En las Tablas 3 y 4 se enlistan los 39 parámetros y los 40 principios de inventiva del TRIZ, la descripción de cada uno de ellos se presenta en el Anexo 5.1.

### Matriz de Contradicción

La matriz de contradicción es una herramienta que se ocupa en la aplicación de la metodología TRIZ, al desarrollarla se parte de la identificación de la oposición existente entre dos características del sistema, una que se busca mejorar y otra que puede verse afectada. En la elaboración de la matriz de contradicción se ocupan los listados de los 39 parámetros y 40 principios de inventiva presentados en las Tablas 3 y 4.

**Tabla 3**

*Listado de los 39 parámetros de TRIZ*

39 Parámetros	
1. Peso de un objeto móvil	21. Potencia
2. Peso de un objeto estacionario	22. Desperdicio de energía
3. Longitud de un objeto móvil	23. Desperdicio de sustancia
4. Longitud de un objeto estacionario	24. Pérdida de información
5. Área de objeto móvil	25. Desperdicio de tiempo
6. Área de un objeto estacionario	26. Cantidad de sustancia
7. Volumen de un objeto móvil	27. Confiabilidad
8. Volumen de un objeto estacionario	28. Precisión de mediciones
9. Velocidad	29. Precisión de manufactura
10. Fuerza	30. Factores perjudiciales actuando en el objeto
11. Tensión o presión	31. Efectos secundarios dañinos
12. Forma	32. Manufacturabilidad
13. Estabilidad del objeto	33. Conveniencia de uso
14. Resistencia	34. Reparabilidad
15. Durabilidad de un objeto móvil	35. Adaptabilidad
16. Durabilidad de un objeto estacionario	36. Complejidad
17. Temperatura	37. Complejidad de control
18. Brillo	38. Nivel de automatización
19. Energía gastada por un objeto móvil	39. Productividad
20. Energía gastada por un objeto estacionario	

Nota: Adaptado de G. Altshuller, 2002

La estructura de la matriz de contradicción se compone por los 39 parámetros de mejora (en las filas) y los parámetros que pueden verse afectados y/o degradados como resultado de la mejora (en las columnas). Las celdas, de acuerdo a las intersecciones en donde se encuentren, conducirán a números guía correspondientes a los 40 principios de inventiva, éstos proporcionarán ayuda para resolver la contradicción técnica. El formato que comúnmente se utiliza para desarrollar la matriz de contradicción en la metodología TRIZ se muestra en el Anexo 5.1.

**Tabla 4***Listado de los 40 principios inventivos*

40 Principios Inventivos	
1. Segmentación	21. Acción precipitada
2. Eliminación/Extracción	22. Conversión de perjuicio a beneficio
3. Calidad local	23. Retroalimentación
4. Asimetría	24. Intermediario
5. Unión/Combinación	25. Autoservicio
6. Universalidad	26. Copiar
7. Anidación	27. Reemplazo de objetos baratos de corta duración
8. Contrapeso	28. Reemplazo del sistema mecánico
9. Acción contraria previa	29. Construcción neumática o hidráulica
10. Acción preliminar	30. Membranas delgadas y flexibles
11. Amortiguamiento anticipado	31. Material poroso
12. Equipotencialidad	32. Cambio de color
13. Invertir	33. Homogeneidad
14. Curvatura	34. Restauración y regeneración de partes
15. Dinámico	35. Cambio de parámetros y propiedades
16. Acción parcial o excesiva	36. Transición de fase
17. Otra dimensión	37. Expansión térmica
18. Vibración mecánica	38. Oxidación acelerada
19. Acción periódica	39. Ambiente inerte
20. Continuidad de una acción útil	40. Materiales compuestos

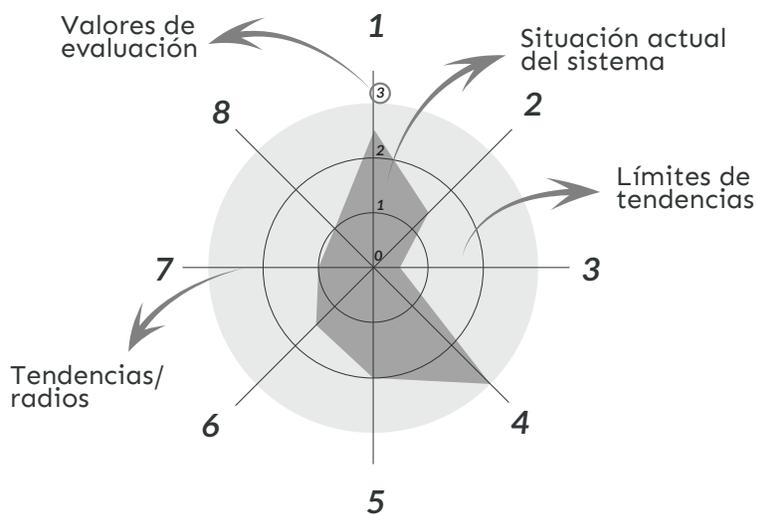
Nota: Adaptado de G. Altshuller, 2002

**Radar de Evolución**

El radar de evolución es otra herramienta que se emplea en la metodología TRIZ, permite conocer la situación del funcionamiento actual del sistema e identificar las áreas dónde existan *potenciales evolutivos*. Según Mann y Dewulf (2002), el concepto *Potencial Evolutivo* define la diferencia entre la madurez o idealidad relativa del sistema actual y los límites de cada tendencia o radio. En la Figura 7 se describe gráficamente cada parte que compone al Radar de Evolución.

**Figura 7**

*Radar de evolución*



Nota: Adaptado de Mann y Dewulf, 2002.

Cada tendencia define aspectos posibles donde el sistema tiende a evolucionar. En el TRIZ existen tendencias de evolución predefinidas, sin embargo, un aspecto de evolución sin explorar representan un *potencial de evolución*, por ende, puede ser considerado tendencia de evolución.

### **Diagrama de Nueve Ventanas**

El Diagrama de Nueve Ventanas es otra herramienta del TRIZ que fue desarrollada por Altshuller con la finalidad de conocer la evolución del sistema, guiando al usuario a pensar en términos de tiempo (*pasado, presente y futuro*) y espacio (*subsistema, sistema y super-sistema*) para conocer la relación del sistema con el exterior (Savransky, 2000; Souchkov, 2006).

De acuerdo con Bertoni, Carulli, y Rovida (2009), el diagrama de nueve ventanas puede ayudar al equipo de diseño a expresar y estructurar jerárquicamente todos los recursos contenidos en el sistema y evaluar la posibilidad de proporcionar funciones adicionales. En la Tabla 5 se muestra un ejemplo del desarrollo de este diagrama.

Desde la perspectiva de tiempo, la dimensión *presente* hace referencia a la situación clásica de uso. La dimensión *pasado* se enfoca en la etapa de pre-uso, incluyendo producción, venta, almacenamiento y entrega. La dimensión *futuro* se centra en las actividades post-uso, así como la eliminación del producto y de los efectos posibles en el medio ambiente.

Desde el enfoque de espacio, el nivel *sub-sistema* abarca los recursos utilizados para crear y usar el producto/servicio. En el nivel *sistema* se considera el elemento principal realizando su función principal. El *super-sistema* se conforma por producto/servicio en su ambiente, contemplando al usuario.

**Tabla 5**  
*Diagrama de nueve ventanas*

Diagrama de nueve ventanas de una bicicleta			
	Pasado	Presente	Futuro
Super-sistema	<p><b>5</b></p> <p><i>Mercado compra/venta; equipo de protección, complementos; saber manejar bicicleta</i></p>	<p><b>2</b></p> <p><i>Vehículo de transporte; industria del deporte; actividad física</i></p>	<p><b>7</b></p> <p><i>Inclusión al ciclista en ciudades; competencias nacionales e internacionales; comunidad ciclista; ecológica</i></p>
Sistema	<p><b>4</b></p> <p><i>Bicicleta de montaña, ruta, turismo, entre otras; ensamble de piezas, ensamble de bicicleta, preparación de equipo</i></p>	<p><b>1</b></p> <p><i>Bicicleta siendo usada</i></p>	<p><b>9</b></p> <p><i>Condición física, riesgos por accidente, cansancio; exposición a inclemencias del tiempo; vida útil de al menos 7 años</i></p>
Sub-sistema	<p><b>6</b></p> <p><i>Fibra de carbono, caucho, aluminio; manufactura de componentes</i></p>	<p><b>3</b></p> <p><i>Manubrio, cuadro, pedales, piñones, discos, asiento, cadena, llantas</i></p>	<p><b>8</b></p> <p><i>Componentes intercambiables; variabilidad de utilidad entre componentes; re-uso de componentes</i></p>

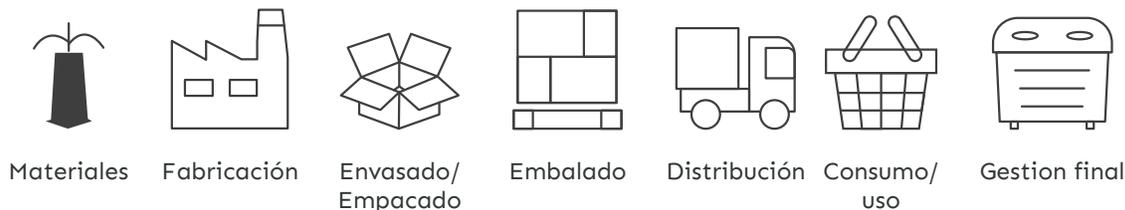
Nota: Adaptado de MTB (2018) y Clout-Bike (2015).

## 2.6. Ciclo de Vida de un producto

Según Ramirez (2014), el Ciclo de Vida de un producto es el conjunto de etapas que recorre un producto individual destinado a satisfacer una necesidad desde que éste es creado hasta su fin de vida. En la Figura 8 se presentan las fases del Ciclo de Vida para un empaque/embalaje.

**Figura 8**

*Ciclo de vida de un producto*



Nota: Tomado de IHOBE, 2017

Analizando el ciclo de vida del empaque y embalaje observándolo como un producto y no únicamente como un elemento que es parte de la cadena suministro durante la distribución, se tiene que definir el diseño y propósito del empaque y embalaje para cumplir con su función principal que consiste en proteger al producto que habrá que contener (Muthu, 2016).

Para integrar aspectos ambientales al diseño de cualquier producto se puede recurrir a la aplicación del Ecodiseño, a través del cual se consideran y analizan la totalidad de las etapas del Ciclo de Vida y se establecen estrategias que permitirán cerrar el ciclo mediante la reutilización, reciclaje o biodegradación de los elementos del producto.

Junto con el desarrollo del Ciclo de Vida se han implementado estrategias de diseño que tienen como propósito mejorar el desempeño ambiental de los productos, cada estrategia se incluye en la etapa del Ciclo de Vida que afecte. En la Tabla 6 se muestran las medidas que contempla cada estrategia de diseño y que son aplicables a empaques y embalajes.

**Tabla 6**

*Estrategias de Ecodiseño*

Estrategia	Medidas Asociadas
Uso de materias primas de bajo impacto ambiental	Uso de materias primas renovables Uso de materias primas exentas de metales pesados u otras sustancias nocivas para el medio ambiente Uso de materias primas recicladas
Optimizar la relación continente/contenido	Minimizar aquellos componentes o partes de empaque superfluos Reducción del peso de materias primas Reducción del volumen del empaque

*Continúa en siguiente página*

**Tabla 7**  
*Estrategias de Ecodiseño*

Estrategia	Medidas Asociadas
Optimizar los procesos de fabricación del empaque/embalaje	Uso de energía procedente de fuentes renovables en la fabricación del empaque Instalación de dispositivos de control en los procesos de fabricación del empaque Uso de técnicas de producción alternativas que optimicen el uso de agua de proceso Uso de técnicas de producción alternativas que optimicen el uso de materias primas Uso de técnicas de producción alternativas que optimicen el consumo energético Tratamiento de emisiones y vertidos en el proceso de fabricación del empaque
Introducir mejoras ambientales en el transporte y distribución del empaque/embalaje	Optimización de la unidad de carga Uso de medios de transporte energéticamente eficientes Uso de combustibles limpios Optimización de las rutas de transporte Aumentar la seguridad en las operaciones de transporte para conseguir un punto óptimo de pérdidas/inversión Uso de materias con una buena relación resistencia/peso Dimensionar los empaques y embalajes para su adaptación a sistemas modulares Uso de seguimiento individual de los empaques Uso de empaques fácilmente desmontables o plegables
Reducir el impacto ambiental en la fase de llenado y embalado	Optimización de los procesos de empaqueo/embalado para la minimización del uso de empaques y embalajes Optimización de los procesos de empaqueo/embalado para la minimización del consumo energético
Aumentar la vida útil del empaque	Uso de empaques reutilizables Mejorar la calidad del empaque/embalaje para aumentar su durabilidad y número de reutilizaciones Facilitar el mantenimiento o reparación del empaque/embalaje Uso de sistemas de cierres que eviten roturas en el empaque o embalaje

*Continúa en siguiente página*

Para el desarrollo del Radar de evolución se seleccionaron aquellas estrategias del Eco-diseño que podrían influir en el diseño y desempeño del sistema del empaque/embalaje, con la finalidad de identificar la posición ambiental que poseía el sistema de empaque y

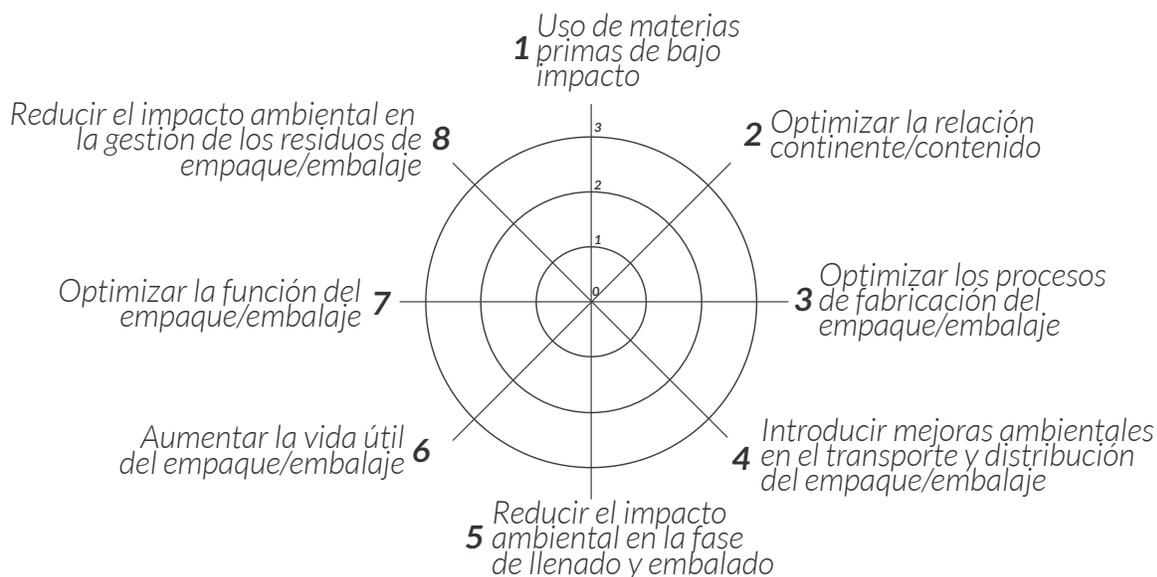
Continuación de página anterior

Estrategia	Medidas Asociadas
Optimizar la función del empaque/embalaje	Uso compartido del empaque/embalaje para maximizar su utilización Adaptación del diseño del empaque/embalaje a las necesidades de los usuarios: seguridad, ergonomía, etc.
Reducir el impacto ambiental en la gestión de los residuos de empaque	Uso de imágenes e íconos medioambientales apropiados Uso de empaques fácilmente valorizables Optimización de los procesos de valorización Facilitar la separación de los residuos de empaque/embalaje por tipo de material Uso de materiales de empaque como materia prima en otros procesos productivos

Nota: Información tomada de IHOBE, 2017.

**Figura 9**

*Estrategias de ecodiseño integradas a la herramienta radar de evolución*



embalaje actual y que tendrá el sistema propuesto. En la Tabla 8 se muestran las etapas del Ciclo de Vida, las estrategias y medidas a través de las cuales se buscó establecer mejoras en el diseño de los nuevos sistemas de empaques y embalajes, además, en la Figura 9 se presenta el radar de evolución que contiene las estrategias añadidas.

**Tabla 8***Etapas del ciclo de vida*

Etapa de ciclo de vida	Estrategia	Medidas Asociadas
Materia prima	Uso de materias primas de bajo impacto ambiental	Uso de materias primas renovables y exentas de sustancias nocivas para el medio ambiente.
Producción	Optimizar la relación contenido/productos	Minimizar componentes o partes superfluas; reducir el peso/volumen de materias primas/empaque.
	Optimizar los procesos de fabricación del empaque/embalaje	Técnicas de producción que optimicen el uso de materias primas.
Distribución	Introducir mejoras ambientales en el transporte y distribución del empaque/embalaje	Optimización de la unidad de carga; aumentar la seguridad en operaciones de transporte; uso de empaques fácilmente desmontables.
Uso	Reducir el impacto ambiental en la fase de llenado y embalado	Optimización de los procesos de empaquetado/embalado para la minimización del uso de empaques y embalajes.
	Aumentar la vida útil del empaque	Uso de empaques reutilizables; uso de sistemas de cierre que eviten roturas en el empaque.
	Optimizar la función del empaque/embalaje	Maximizar la utilización; adaptación del diseño del empaque/embalaje a las necesidades de los usuarios: seguridad, ergonomía, etc.
Fin de vida	Reducir el impacto ambiental en la gestión de los residuos de empaque	Uso de imágenes e íconos medioambientales apropiados; facilitar la separación de residuos.

## **2.7. Normativa**

Los empaques y embalajes son utilizados principalmente para conservar los productos en buenas condiciones durante el transporte y distribución, del mismo modo, es uno de los medios más empleados para la comunicación de información y características ambientales.

El analizar y aplicar normas o políticas que regulen las características de un producto facilita su comercialización en los mercados nacionales e internacionales, además permite establecer la calidad que debe poseer y sirve como guía para su diseño, fabricación, uso y disposición final.

Los empaques y embalajes cuentan con regulaciones para su fabricación, también existen normas que establecen las características de la forma de comercialización y etiquetado de los productos que contienen. Por esta razón, se necesitan conocer los estándares que deben considerarse a nivel nacional e internacional para la configuración de los sistemas de empaque y embalaje.

### **2.7.1. Normativa Nacional**

La normatividad mexicana se establece a través de los Organismos Nacionales de Normalización, de la Secretaría de Economía y de las dependencias del Gobierno Federal que tienen injerencia directa en la comercialización de los productos de acuerdo a su naturaleza. Estas organizaciones regulan las actividades relacionadas con el medio ambiente, seguridad del usuario, información comercial, así como la terminología, clasificación o especificaciones de los productos. Las normas mexicanas se clasifican en dos tipos:

1. Normas Oficiales Mexicanas (NOM), las cuales son de cumplimiento obligatorio en el territorio mexicano.
2. Normas Mexicanas (NMX), éstas pueden aplicarlas las personas u organizaciones de forma voluntaria.

Conforme a Espinoza (2012), Tarango (2011) y Gómez (2008) actualmente se cuentan con 10 Normas Oficiales Mexicanas y 45 Normas Mexicanas aplicables y vigentes para el diseño y fabricación de empaques y embalajes, en la Tabla 9 se presentan las normas que fueron relevantes para el desarrollo de este proyecto.

**Tabla 9***Normalización Nacional para empaque y embalaje*

Norma Oficial Mexicana	
NOM-050-SCFI-2004	Información comercial.- Etiquetado general de productos.
NOM-030-SCFI-2006	Información comercial.- Declaración de cantidad en la etiqueta.- Especificaciones.
Norma Mexicana	
NMX-EE-59-NORMEX-2017	Símbolos para el manejo, transporte y almacenamiento.

La NOM-050-SCFI-2004 establece la información comercial que deben contener los productos de fabricación nacional:

- a) Nombre o denominación genérica del producto siempre y cuando, el producto no sea identificable a simple vista por el consumidor (un producto es identificable a simple vista si éste está contenido en un empaque que permite ver su contenido; o bien, si el empaque presenta el gráfico del producto, siempre y cuando en este gráfico no aparezcan otros productos no incluidos en el empaque).
- b) Indicar la cantidad contenida siempre y cuando el número de piezas no pueda identificarse a simple vista.
- c) Nombre, denominación o razón social, incluyendo código postal, ciudad o estado del fabricante.
- d) La leyenda que identifique el país de origen del producto, por ejemplo: *Producto de...*, *Hecho en...*, u otros análogos.
- e) Cuando el uso, manejo o conservación del producto requiera de instrucciones, debe presentarse esa información.

Así mismo, de acuerdo con la NOM-030-SCFI-2006, sección 4, las especificaciones que debe contener un producto empacado (sin aplicar a aquellos productos que se venden a granel, que contengan una sola unidad, o que presenten un gráfico del producto) son las siguientes:

1. Ubicación y declaración de la información de cantidad.

- a) El dato cuantitativo y la unidad correspondiente deben ubicarse en la superficie principal de exhibición.
- b) El dato cuantitativo y la unidad de medida deben tener como mínimo el tamaño que se establece en función a:
  - i) superficie principal de exhibición. En el caso de los productos que expresen su cantidad por cuenta numérica o longitud, deben indicarla en el tamaño que le corresponda de acuerdo con la Tabla 10.

**Tabla 10**

*Altura del dato cuantitativo y de la unidad de medida en función de la superficie principal exhibida*

Superficie principal de exhibición (cm <sup>2</sup> )	Altura mínima de números y letras (mm)
Hasta 32	1.5
Mayor de 32 hasta 161	3.0
Mayor de 161 hasta 645	4.5
Mayor de 645 hasta 2580	6.0
Mayor de 2580	12

Nota: Información tomada de *Diario Oficial de la Federación*, 2019.

- ii) con base a la magnitud del contenido neto. En el caso de los productos que expresen su cantidad en magnitudes metrológicas de masa o volumen, pueden indicarla en el tamaño que corresponda de acuerdo con la Tabla 11

Los envasadores de productos del inciso ii) pueden optar por utilizar lo indicado en i), aún tratándose de productos que expresen su magnitud en masa o volumen, siempre y cuando, cumplan con lo establecido para este rubro y lo utilicen de manera permanente.

En envases que, por sus características, más de una de sus caras caigan en la definición de superficie principal de exhibición, puede ostentarse el contenido y contenido neto, en dos o más de ellas.

**Tabla 11**

*Altura del dato cuantitativo y de la unidad de medida en función de la superficie principal exhibida*

Contenido neto	Altura mínima de números y letras (mm)
Hasta 50 gr o mL	1.5
Mayor de 50 gr o mL hasta 200 gr o mL	2.0
Mayor de 200 gr o mL hasta 750 gr o mL	3.0
Mayor de 750 gr o mL hasta 1 kg o L	4.5
Mayor de 1 kg o L o hasta 5 kg o L	5
Mayor de 5 kg o L	6

Nota: Información tomada de *Diario Oficial de la Federación*, 2019.

- c) A las leyendas CONTENIDO, CONTENIDO NETO o sus abreviaturas CONT., CONT. NET. y CONT. NETO no se les aplican las especificaciones de las Tablas 10 y 11 y pueden ser escritas con letras mayúsculas y/o minúsculas.
2. Cálculo de la superficie principal de exhibición. La superficie principal de exhibición se debe expresar en  $\text{cm}^2$  y calcularse como se indica en los siguientes incisos:
- Para áreas rectangulares: multiplica altura por el ancho.
  - Para áreas triangulares: multiplicar altura por ancho dividido entre dos.
  - Para superficies de envases cilíndricos y botellas, se considera el 40% del resultado de multiplicar la altura del envase, excluyendo bordes, cuellos y hombros, por el perímetro de la mayor circunferencia.
  - Para superficies circulares: se debe multiplicar 3,1416 por el cuadrado del radio.
  - Para superficies poligonales: se debe considerar el cálculo de la superficie de la figura geométrica.

Por otra parte, la norma NMX-EE-59-NORMEX-2017, basada en la ISO 780:2015, establece los símbolos y generalidades que representan instrucciones de manejo, transporte y almacenamiento; aplicables en los envases y embalajes que contengan productos en general.

## 1. Símbolos gráficos

### a) Generalidades

- 1) Para asegurar la protección de los productos, el eficiente y adecuado manejo de distribución de los empaques, la visibilidad, color, tamaño número y posición de los símbolos gráficos deben ser considerados.

### b) Visibilidad

- 1) Para paquetes grandes, los símbolos gráficos deben ser estampados directamente en el empaque o sobre una etiqueta.
- 2) No es necesario que estén enmarcados por líneas de contorno.
- 3) El diseño gráfico de cada símbolo debe tener un solo significado.

### c) Color

- 1) El color para los símbolos debe ser negro.
- 2) Si el color del empaque no permite que el símbolo sea claro en color negro, se debe usar fondo blanco.
- 3) Se debe cuidar de evitar el uso de colores como rojo, anaranjado o amarillo, ya que podría confundirse con etiquetado de sustancias peligrosas.

### d) Tamaño

- 1) Para fines formales, la altura de los símbolos gráficos debe ser de 10 mm, 15 mm o 20 mm. siempre y cuando el empaque o embalaje lo permita.
- 2) El tamaño del símbolo gráfico puede ser más grande o pequeño siempre que se mantenga la visibilidad del símbolo gráfico.
- 3) Puede ser utilizado de manera horizontal/vertical para mejorar la visibilidad del símbolo gráfico siempre y cuando mantenga el significado original.

### e) Número de símbolos gráficos

- 1) Para los símbolos gráficos no. 1, 2, 3, 8 y 13, la cantidad de símbolos que se deben aplicar se especifican en el punto 2.
- 2) El empaque o embalaje debe contener el número mínimo de tipos de símbolos gráficos según sea necesario.

### f) Posición

- 1) En el punto 2 se especifica en qué posición deben ser colocados los símbolos no. 1, 2, 3, 5, 7, 8, 10 y 13.

**2. Significado y requerimientos de los símbolos gráficos.**

## a) General

- 1) El significado y requerimientos para cada símbolo debe ser indicado en la distribución de empaques usando el símbolo gráfico correspondiente, mostrados en las Tablas 12, 13, 14, 15, 16, 17.
- 2) Para los símbolos no. 4, 5, 6, 7, 9, 15, 16 y 17, debe escribirse el símbolo de distribución.

## b) Símbolos gráficos utilizados para paquetes grandes.

- 1) Ver Tabla 12.

## c) Símbolos gráficos usados para paquetes medianos y pequeños.

- 1) Para todos tipos de manejo, ver Tabla 13.
- 2) Para manejo manual, ver Tabla 14.
- 3) Para manejo mecánico, ver Tabla 15.

## d) Símbolos gráficos usados para transporte y almacenamiento.

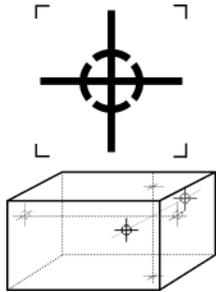
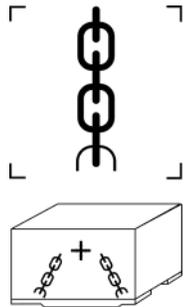
- 1) Ver Tabla 16.

## e) Símbolos gráficos para almacenamiento.

- 1) Ver Tabla 17.

**Tabla 12**

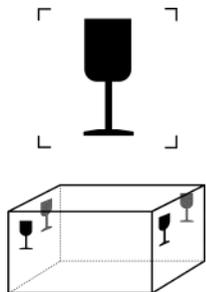
*Símbolos gráficos para empaques grandes*

Símbolo	Número y título del símbolo
	<p><b>No.1 Centro de gravedad</b>  Referencia: ISO 7000, No. 0627.  <b>Significado:</b> Éste es el centro de gravedad de los paquetes de distribución que se manejarán como una sola unidad.</p>
	<p><b>No.2 Use cadena aquí</b>  Referencia: ISO 7000, No. 0625.  <b>Significado:</b> Las cadenas se colocarán donde se indique para levantar los paquetes de distribución.</p>

Nota: Tomado de ISO, 2015.

**Tabla 13**

*Símbolos gráficos para empaques medianos/pequeños, (todo tipo de manejo)*

Símbolo	Número y título del símbolo
	<p><b>No.3 Frágil, manejar con cuidado</b>  Referencia: ISO 7000, No. 0621.  <b>Significado:</b> El contenido del paquete es frágil por lo cual debe ser manejado con cuidado.</p>

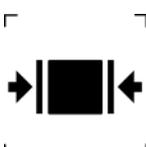
Nota: Tomado de ISO, 2015.

**Tabla 14***Símbolos gráficos para empaques medianos/pequeños (manejo manual)*

Símbolo	Número y título del símbolo
	<b>No.4 No use ganchos</b> Referencia: ISO 7000, No. 0622. <b>Significado:</b> Los ganchos son prohibidos para el manejo de paquetes.
	<b>No.5 No usar carretilla de mano aquí</b> Referencia: ISO 7000, No. 0629. <b>Significado:</b> La carretilla de mano no debe ser colocada en este lado cuando se hace manejo del paquete.

Nota: Tomado de ISO, 2015.

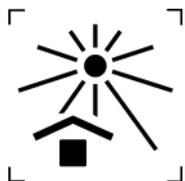
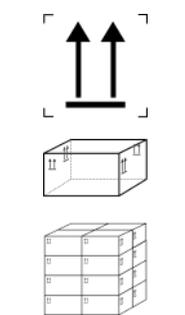
**Tabla 15***Símbolos gráficos para manejo mecánico*

Símbolo	Número y título del símbolo
	<b>No.6 No use ganchos</b> Referencia: ISO 7000, No. 2406. <b>Significado:</b> Los paquetes de distribución no deben ser manipulados o movidos por dispositivos de elevación tipo horquilla.
	<b>No.7 No use abrazaderas aquí</b> Referencia: ISO 7000, No. 2404. <b>Significado:</b> Los paquetes de distribución no deben manejarse con las abrazaderas en los lados que se indica cuando se manipula con dispositivos de elevación con abrazaderas.
	<b>No.8 Use abrazaderas aquí</b> Referencia: ISO 7000, No. 0631. <b>Significado:</b> Las abrazaderas deben colocarse en los lados indicados para la manipulación de los paquetes de distribución usando dispositivos de elevación con abrazaderas.

Nota: Tomado de ISO, 2015.

**Tabla 16**

*Símbolos gráficos para transporte y almacenamiento*

Símbolo	Número y título del símbolo
	<p><b>No.9 No rodar</b>  Referencia: ISO 7000, No. 2405.  <b>Significado:</b> No rodar o voltear el paquete de distribución.</p>
	<p><b>No.10 Manténgase seco</b>  Referencia: ISO 7000, No. 0626.  <b>Significado:</b> Los paquetes de distribución deben mantenerse alejados de la lluvia y en condiciones secas.</p>
	<p><b>No.11 Manténgase alejado de los rayos solares</b>  Referencia: ISO 7000, No. 0624.  <b>Significado:</b> Los paquetes de distribución no deben exponerse a los rayos del sol.</p>
	<p><b>No.12 Manténgase alejado de fuentes radioactivas</b>  Referencia: ISO 7000, No. 2401.  <b>Significado:</b> El contenido de los paquetes de distribución puede deteriorarse o volverse totalmente inutilizable al penetrar la radiación ionizante.</p>
	<p><b>No.13 Este lado hacia arriba</b>  Referencia: ISO 7000, No. 0623.  <b>Significado:</b> Esta es la posición correcta vertical de los paquetes de distribución para el transporte y almacenamiento.</p>

*Continúa en la siguiente página.*

Continuación de página anterior.

Símbolo	Número y título del símbolo
	<p><b>No.14 Límites de temperatura</b>  Referencia: ISO 7000, No. 0632.  <b>Significado:</b> Los paquetes de distribución deben almacenarse, transportarse y manejarse dentro de los límites de temperatura indicados.</p>

Nota: Tomado de ISO, 2015.

**Tabla 17**  
*Símbolos gráficos para transporte y almacenamiento*

Símbolo	Número y título del símbolo
	<p><b>No.15 Carga máxima soportable</b>  Referencia: ISO 7000, No. 0630.  <b>Significado:</b> Máxima carga con la que debe apilarse los paquetes de distribución.</p>
	<p><b>No.16 Límite de apilamiento por número</b>  Referencia: ISO 7000, No. 2403.  <b>Significado:</b> Número máximo de elementos / paquetes de transporte idénticos que pueden apilarse en el paquete inferior, donde <i>n</i> es el número límite.</p>
	<p><b>No.17 No apilar</b>  Referencia: ISO 7000, No. 2402.  <b>Significado:</b> No apilar y no colocar ninguna carga sobre los paquetes de distribución.</p>

Nota: Tomado de ISO, 2015.

Además de las normas antes descritas, en la Tabla 18 se presentan otras normas técnicas y ambientales que se emplearon para brindar información relevante en los sistemas de empaque y embalaje obtenidos en este proyecto. A continuación, se describe de manera general los aspectos que abarcan cada una de ellas.

**Tabla 18**  
*Normas técnicas*

Norma Mexicana	
NOM-036-1-STPS-2018	Factores de riesgo ergonómico en el trabajo: Manejo manual de cargas.
NMX-SAA-14021-IMNC-2018	Etiquetas y declaraciones ambientales.- Afirmaciones ambientales autodeclaradas (Etiquetado ambiental tipo II).
NMX-N-107-SCFI-2010	Contenido mínimo de fibra reciclada de papel para la fabricación de papel periódico, papel para bolsas y envolturas, papel para sacos, cartoncillo, cajas corrugadas y cajas de fibra sólida- Especificaciones, evaluación de la conformidad y eco-etiquetado.

Como parte de las acciones para la prevención de lesiones en la espalda por riesgos derivados del manejo manual de cargas, el 23 de noviembre de 2018 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018, en la cual se establecen los valores de las cargas máximas recomendados de acuerdo a la edad y género de los trabajadores (Tabla 19). También, en esta norma se identifican los diferentes tipos de agarre y manipulación manual de objetos en actividades de levantamiento y descanso de cargas (Tabla 20).

Por otra parte, la norma NMX-SAA-14021-IMNC-2018 establece una regulación voluntaria en el ámbito ambiental, donde se especifican los requisitos para realizar las afirmaciones ambientales autodeclaradas (Etiquetado tipo II) y proporciona los requisitos específicos para las declaraciones ambientales, entre las que se encuentran las denominaciones degradable, compostable, reciclable, reducción de desechos, entre otras. Esta norma mexicana es idéntica a la Norma Internacional ISO 14021:2016, por lo cual tiene un alcance geográfico internacional.

**Tabla 19***Masa máxima que puede levantar o bajar un trabajador por edad y género*

Masa máxima (kg)	Género	Edad (en años)
7	Femenino Masculino	Menores de 18
15	Femenino	Mayores de 45
20	Masculino	
20	Femenino	Entre 18 y 45
25	Masculino	

Nota: Información tomada de NOM-036-1-STPS-2018, 2018.

**Tabla 20***Acoplamiento mano-carga (elementos de sujeción)*

Buen agarre	Agarre regular	Mal agarre
Contenedores con elementos de sujeción como asas o manijas aptas para este propósito.	Contenedores con asas o manijas. El material permite hacer un agarre con la mano en pinza.	Contenedores de diseño deficiente. Partes holgadas, objetos irregulares, difíciles de manejar.
Partes holgadas que permiten un agarre cómodo	Los dedos deben estar sujetos a 90° bajo el contenedor o la carga	Sacos no rígidos (como bultos de arena o cemento), cargas impredecibles.

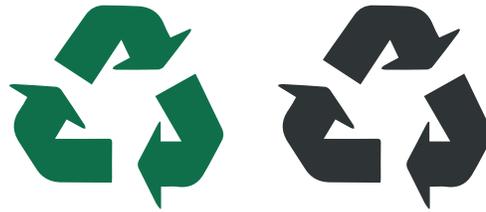
Nota: Información tomada de NOM-036-1-STPS-2018, 2018.

Además, se retomaron aspectos de la norma NMX-SAA-14021-IMNC-2018, que señala la forma de uso para la insignia de autodeclaración *Triángulo de Moebius* mostrada en las Figuras 10 y 11, la cual está compuesta por tres flechas cíclicas que representan las tres fases del reciclaje de residuos (recolección), el procesado de éstos y el retorno de los materiales al proceso de producción (IHOBE, 2018).

De igual manera, la norma NMX-N-107-SCFI-2010 indica los lineamientos para hacer uso de la eco-etiqueta *Mariposa Monarca*, mostrada en la Figura 12 así como el contenido mínimo de fibra reciclada de papel para la fabricación de papel periódico, papel para bolsas y envolturas, papel para sacos, cartoncillo, cajas corrugadas y cajas de fibra sólida. Dicha norma cubre un área geográfica nacional.

**Figura 10**

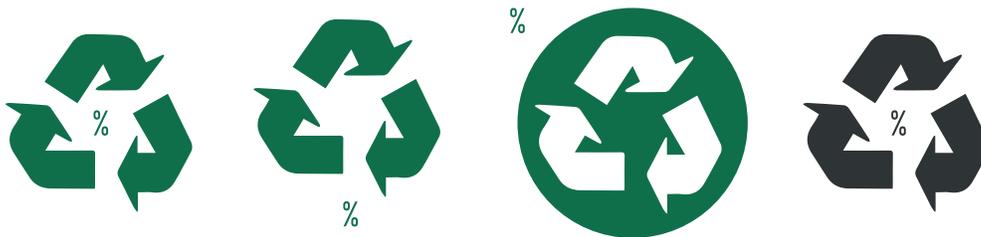
*Triángulo de Moebius: Indica que el material es reciclable*



Nota: Tomado de IHOBE, 2018.

**Figura 11**

*Triángulo Moebius: Indica que el material está compuesto con un porcentaje (x %) de material reciclado*



Nota: Tomado de IHOBE, 2018.

Nota: Tomado de NMX-N-107-SCFI-2010, 2010.

**Figura 12***Eco-etiqueta Mariposa Monarca*

Ésta norma establece en sus especificaciones que el contenido mínimo de fibra reciclada para cajas corrugadas y laminadas debe ser del 50 %, tomando en cuenta que para calcular el porcentaje de fibra reciclada se considera la suma de las contribuciones de cada uno de los dos o más componentes usados en la fabricación de las cajas corrugadas o laminadas y del total de la producción de la unidad operativa (NMX-N-107-SCFI-2010, 2010).

Una vez que se ha corroborado el cumplimiento con los lineamientos establecidos por esta norma, el producto puede ostentar la etiqueta en forma destacada y legible en idioma español, incluyendo la leyenda: **Papel reciclado. Por un mundo mejor**; la clave de la norma mexicana; el nombre y los datos de la entidad verificadora, así como el código de certificación (NMX-N-107-SCFI-2010, 2010).

Por su parte, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en su Manual de Sistemas de Manejo Ambiental publicado en 2005, incorpora criterios de seguridad para la conservación y aprovechamiento de los recursos naturales y lograr una corresponsabilidad ambiental en acciones diarias. Con respecto al manejo de los residuos urbanos y a la recuperación de materiales para envase, empaque y embalaje; propone como primer paso identificar las características y naturaleza de los distintos residuos generados para su posterior recolección, almacenamiento y transporte; para finalmente guiarlos a su reciclaje ó disposición final (SEMARNAT, 2005). Como se observa en la Figura 13, el ícono que se usa para identificar a los contenedores destinados para residuos de papel y cartón se coloca en color amarillo, el manual también señala las condiciones en las que deben encontrarse los papeles para reciclarse, así como los atributos de aquellos materiales que son aptos para reciclarse.

### Figura 13

Ícono que identifica a los contenedores para la separación de residuos de papel y cartón en México



Nota: Tomado de SEMARNAT, s.f..

Con la integración de aspectos pertenecientes a estas normas, se buscó prever y tomar en cuenta los requerimientos para el correcto desarrollo de un producto ó la exportación del mismo.

Dentro de los aspectos regulatorios que abarcan las normas mexicanas consultadas se encuentran:

- Aspectos técnicos-sanitarios y seguridad;
- Requisitos de información;
- Normas específicas para materiales en contacto con alimentos;
- Aspectos relacionados con la gestión de residuos.

Las normas nacionales concernientes al diseño y fabricación de envases se centran en la industria farmacéutica, de alimentos y en la industria de cosméticos y perfumería, mientras que para la protección de bienes no se cuenta con una norma que establezca los límites para su diseño o para los materiales para la contención exclusiva de piezas cerámicas. Sin embargo, las normas NOM-050-SCFI-2004 y NOM-030-SCFI-2006 brindan requisitos obligatorios para la información que se incluirá, así como las pautas para su colocación y dimensionamiento. Aunado a estas normas, la NOM-036-STPS-2018 señala el valor de la carga máxima que puede manipular un trabajador(a) de acuerdo con su edad y género. Además, las normas NMX-SAA-14021-IMNC-2018 y NMX-N-107-SCFI-2010 de cumplimiento voluntario, permiten identificar aquellos proveedores de materiales (papel y cartón) que cumplen con los lineamientos ambientales y proporcionan una insignia que permite conocer la composición del material utilizado.

### 2.7.2. Normativa Internacional

El desarrollo de las técnicas de producción y de nuevos productos causó la proliferación de todo tipo de empaques y embalajes, complicando la unificación y agrupación de la carga, estiba, almacenamiento, manejo, etc. Para lograr un resultado eficiente de estas actividades, se fundaron instituciones oficiales (nacionales e internacionales) para normalizar las características de los empaques y embalajes (Tarango, 2003).

Para la exportación de productos, es importante contemplar los aspectos normativos del país de destino para evitar problemas logísticos. Entre algunas de las regulaciones que fueron consultadas para la ejecución de este proyecto se encuentran las normas ISO, desarrolladas por la *Organización Internacional de Normalización*; las normas europeas UNE-EN (Normas de España) y las directivas CE (del Comité Europeo). En la Tabla 21 se presentan las normas que brindan los requisitos básicos y ambientales para la exportación de productos, en el ámbito del empaque, embalaje y etiquetado.

**Tabla 21**  
*Normalización Internacional*

Normas Técnicas	
ISO 3394	Dimensiones de paquetes rectangulares rígidos.
ISO 3676	Dimensión de cajas unitarias.
ISO 780	Distribución de empaques.- Símbolos gráficos para el manejo y almacenamiento de empaques.
ISO 7000	Símbolos gráficos para usar en equipos.
Normas Ambientales	
Directiva 2018/850	Relativa a los envases y residuos de envase.

Las normas ISO 780 Y 7000 guardan una relación estrecha con la norma NMX-EE-59-NORMEX-2017 (ya descrita anteriormente). Por otra parte, las normas ISO 3394 y 3676 proponen un concepto estándar de tipo modular para la distribución de mercancías, los tamaños de los módulos y de los pallets se presentan en la Tabla 22.

En el diagrama de la Figura 14 se presentan las configuraciones de los sub-múltiplos para pallets de 1200 mm x 800 mm, calculados a partir de módulos de 600 x 400 mm.

**Tabla 22**

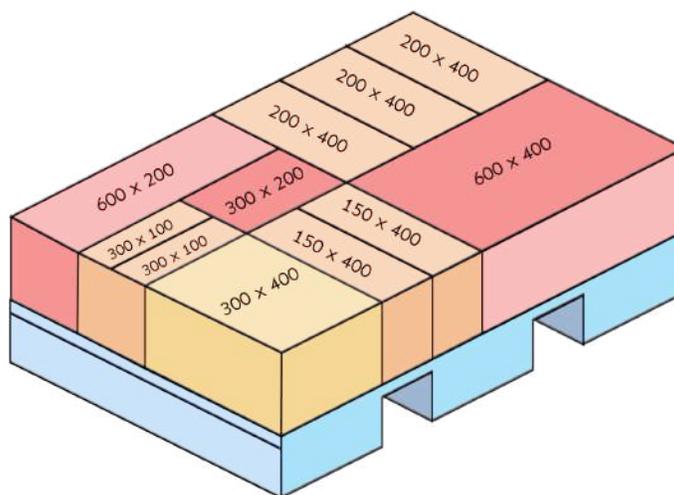
*Dimensiones para módulos y pallets*

Módulos (mm)		
600 x 400	600 x 500	550 x 366
Tamaños de pallets recomendados para cada módulo (mm)		
1200 x 800	1219 x 1016	1100 x 1100
1219 x 1016	1200 x 1000	
1200 x 1000	1100 x 1100	

Nota: Información tomada de ISO, 2012a, 2012b.

**Figura 14**

*Sub-múltiplos de módulos*



Nota: Adaptado de RAL, 2012.

De acuerdo con Giovannetti (2003), los tipos de tarimas más utilizados son los tres presentados en la Tabla 23.

**Tabla 23**  
*Tarimas*

Tipo	Dimensiones
Tipo I	1200 x 800 x 140 mm (48 x 32 in)
Tipo II	1200 x 1000 x 140 mm (40 x 48 in)
Tipo III	1200 x 1200 x 140 mm (48 x 48 in)

Nota: Información tomada de Giovannetti, 2003.

### Unión Europea

Como parte de la regulación ambiental y de los requisitos establecidos por la Unión Europea, se tiene a la Directiva 2018/850, mediante la cual se busca implementar medidas para garantizar la utilización de empaques más sostenibles en el futuro cercano.

Con el objetivo de aumentar y mejorar las medidas de reciclado, además de que se vean reflejados avances hacia el desarrollo de una economía circular, esta directiva establece los siguientes objetivos que se buscan aplicar a más tardar para el año 2025:

1. Se reciclará un mínimo del 65 % en peso de todos los residuos de envase;
2. Se alcanzarán los siguientes objetivos mínimos en peso de reciclado de los materiales específicos que se indican seguidamente contenidos en los residuos de envases:
  - a) 50 % de plástico;
  - b) 25 % de madera;
  - c) 70 % de metales ferrosos;
  - d) 50 % de aluminio;
  - e) 70 % de vidrio;
  - f) 75 % de papel y cartón;

Además, la organización ambiental europea Ecoembes, ha propuesto el uso voluntario del símbolo *Recicla* mostrado en la Figura 15, éste fungirá como una etiqueta informativa para envases y empaques que podrá orientar a los ciudadanos para realizar de forma correcta su separación para reciclarlos. Se propuso la inclusión de esta etiqueta considerando potenciales exportaciones a países de la Unión Europea.

**Figura 15**

*Etiqueta Recicla para envases y empaques que identifican el color del contenedor donde deben separarse materiales de papel y cartón.*



Nota: Tomado de IHOBE, 2018.

**Estados Unidos**

Las normas para la exportación de productos hacia los Estados Unidos abarcan aspectos para la presentación de la información básica en idioma inglés, como el contenido; país de origen; marcado de origen (*Hecho en...*), entre otros (*Empaques y embalajes: Estados Unidos, 2020*).

Los Estados Unidos regulan a través del Departamento de Agricultura la calidad de los materiales ocupados en sistemas de empaque y embalaje, utilizando normas fitosanitarias expresadas en la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) y a través de la Organización de Protección Fitosanitaria de América del Norte (NAPPO), para prevenir la introducción y propagación de plagas en su territorio (USDA, 2020b). Estas normas son aplicables para materiales como cartones, productos hechos con materiales naturales, maderas, etc. (USDA, 2020a).

Por otra parte, la Asociación Internacional de Cajas de Cartón Corrugado (International Corrugated Case Association) ha propuesto el uso del símbolo mostrado en la Figura 16 para promover el reciclado de cartones corrugados, el cual puede utilizarse sin costo alguno, siempre y cuando el producto cumpla con los requisitos para entrar a las cadenas de producción en dicho país (IACC, 1994).

**Figura 16**

*Símbolo de cartón corrugado reciclable en inglés*



Nota: Tomado de IACC, 1994.

Como se muestra en la Figura 17, el símbolo y el texto que lo acompaña puede traducirse y utilizarse en diferentes idiomas, incluyendo el español.

**Figura 17**

*Símbolo de cartón corrugado reciclable en idioma español*



Nota: Tomado de IACC, 1994.

**Canadá**

Las regulaciones emitidas por Canadá no varían con respecto a las establecidas en los Estados Unidos. Sin embargo, el idioma para etiquetado debe figurar en los dos idiomas oficiales de ese país (inglés y francés) (*Empaques y embalajes: Canadá, 2020*).

Las normas fitosanitarias establecidas por el gobierno de Canadá están enfocadas principalmente para productos alimenticios de tipo agrícolas, pesqueros y productos procesados (*Acuerdos comerciales y Regulaciones de importaciones., s.f.*). De igual manera, cuentan con la directiva D-98-08 que establece los requerimientos para embalajes de madera, la cual se apoya en la ISPM no. 15, que es una guía que determina la regulación de materiales para envasado de alimentos en el ámbito internacional (Canada.ca, 2017).

Es importante aclarar que en esta sección sólo se analizaron algunas normativas que tienen aplicación en la Unión Europea, los Estados Unidos y Canadá; referentes el diseño,

fabricación y uso de sistemas de empaque y embalaje; debido a que la empresa del caso de estudio ya ha realizado algunos envíos de productos a esos países y se tiene contemplado por la organización aumentar su volumen de exportación a esos sitios en un futuro cercano. Por lo tanto, quedan al margen de este análisis aquellas regulaciones establecidas en países latinoamericanos como Argentina, Perú, Colombia, entre otros; así como en países asiáticos; debido a que no se contemplaron tomando en consideración la estrategia comercial que perseguirá la empresa.

En el ámbito europeo, la normativa principal que se consideró fue la Directiva 2018/850, sobre envases y residuos; en la cual resalta la prevención en la generación de residuos y se busca el reciclaje/valorización de los materiales de empaque que entran al continente. De esta forma se busca que el empaque/embalaje forme parte de una economía circular; que proteja y conserve los productos manteniendo la eficiencia en el uso de los recursos en toda la cadena de valor (IHOBE, 2017).

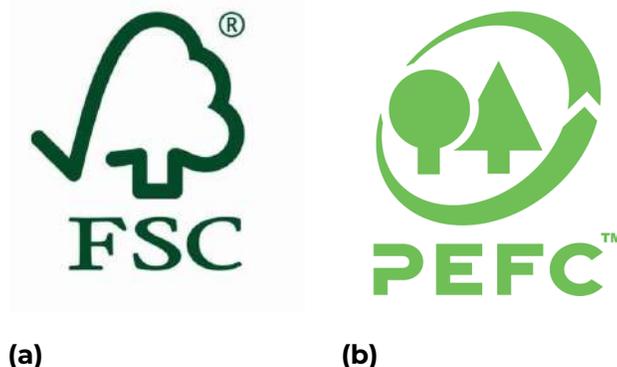
Las normativas aplicables en los Estados Unidos y Canadá respecto a los materiales para empaque/embalaje, establecen que pueden ingresar al país tanto maderas como cartones siempre y cuando hayan sido tratados (fumigados) previamente y los proveedores cuenten con certificaciones fitosanitarias que aseguren la limpieza del material, evitando portar plagas o generar enfermedades.

Además de las normas que se tomaron en cuenta para el desarrollo del proyecto, es preciso señalar que fueron consideradas certificaciones y eco-etiquetas que permitirán identificar aquellos materiales y proveedores que garanticen la procedencia sustentable y responsable de los materiales que conformarán los sistemas de empaque y embalaje.

En la Figura 18 se muestran los íconos empleados para identificar aquellos materiales que cuentan con certificaciones. La Figura 18a pertenece a la insignia usada para la eco-etiqueta *Forest Stewardship Council (FSC)* con la que se identifican los materiales que provienen de bosques que cuentan con un manejo forestal, así como de productos hechos con materiales reciclados. Esta certificación fue desarrollada en Alemania por el Consejo de Administración Forestal (*Forest Stewardship Council*) y tiene un alcance geográfico de aplicación internacional. Por otra parte, en la Figura 18b se presenta el ícono de la certificación *Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes (PEFC)*, proviene de Suiza y su alcance es internacional, con ella se identifica a los productos que contienen por lo menos un 70 % de material reciclado (del Pacífico; SEMARNAT, 2017).

**Figura 18**

Eco-etiquetas de certificaciones para papel, madera y productos de madera. a) Ícono de certificación Forest Stewardship Council (FSC); b) Ícono de certificación Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes (PEFC).



Nota: Tomado de del Pacífico; SEMARNAT, 2017.

En la Tabla 24 se enlistan las regulaciones nacionales e internacionales que se aplicaron en el proyecto. En la primera columna se señala el nombre de la norma, certificación o asociación que establece la regulación correspondiente; en la columna 2 se presenta el contenido de la norma o el símbolo que habrá de utilizarse y en la columna 3 se indica el ámbito de aplicación para cada regulación. Las normas y certificaciones indicadas en las filas 5, 6, 7, 8, 9 y 10 se podrán integrar al etiquetado del producto siempre y cuando se cumpla con las condiciones establecidas para su uso.

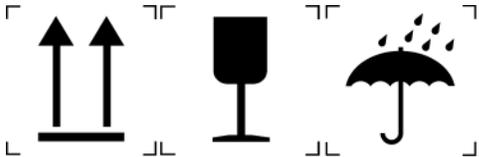
**Tabla 24**

*Normas integradas al proyecto*

Regulación	Contenido	Ámbito
1. NOM-036-1-STPS-2018	Factores de riesgo ergonómico en el trabajo: Manejo manual de cargas.	Nacional
2. NOM-050-SCFI-2004	Información comercial que deben contener los productos de fabricación nacional.	Nacional
3. NOM-030-SCFI-2006	Especificaciones de ubicación y declaración de la información de cantidad.	Nacional

*Continúa en la siguiente página.*

Continuación de página anterior.

Regulación	Contenido	Ámbito
4. NMX-EE-59-NORMEX-2017 / ISO 780	 <p>Símbolos para indicar el manejo, transporte y almacenamiento de paquetes.</p>	Internacional
5. NMX-SAA-14021-IMNC-2018 / Directiva 2018/850	 <p>Símbolo para indicar el desecho de los materiales, así como el porcentaje de material reciclado.</p>	Internacional
6. Etiqueta para contenedor	 <p>Etiqueta para guiar al usuario hacia la correcta separación de desechos.</p>	Internacional
7. NMX-N-107-SCFI-2010	 <p>Etiqueta para cartones corrugados con contenido mínimo de 50% de material reciclado.</p>	Nacional

Continúa en la siguiente página.

*Continuación de página anterior.*

Regulación	Contenido	Ámbito
8. Certificación FSC	 <p>Certificación de materiales con manejo forestal responsable.</p>	Internacional
9. Certificación PEFC	 <p>Certificación para identificar a los productos que contienen un 70 % de material reciclado.</p>	Internacional
10. Asociación Internacional de Cajas de Cartón Corrugadas	 <p>Símbolo para indicar que los materiales son aptos para reciclaje</p>	Internacional



## 3 | Desarrollo de la metodología

En este capítulo se presentan cada una de las etapas que conllevó al desarrollo de este proyecto de tesis. Para comenzar se realizó una entrevista a los propietarios de la empresa para conocer la situación actual sobre el proceso de empaque y embalaje, también para identificar los materiales que se utilizan y los productos que destacan de acuerdo con su demanda, precio, volumen de producción o pérdidas durante el transporte y distribución. Posteriormente, se aplicaron tres herramientas del TRIZ (el radar de evolución, el diagrama de nueve ventanas y la matriz de contradicción) en conjunto con estrategias del Ecodiseño para determinar las necesidades y requerimientos de los sistemas de empaque y embalaje del set de 4 platos extendidos y de la colección Flor de sal. Después, se generaron diversos conceptos y sus correspondientes modelos físicos y virtuales, hasta finalmente obtener los prototipos de las propuestas que tuvieron las mejores características.

### 3.1. Descripción de la empresa

*La Chicharra Cerámica* es una empresa oaxaqueña dedicada a la elaboración de productos cerámicos utilitarios, ocupando rasgos característicos de las técnicas artesanales oaxaqueñas en un proceso de producción industrializado, esto ha permitido alcanzar un mayor rango de producción en comparación con el proceso de producción artesanal.

La empresa ha laborado durante 7 años fortaleciendo el uso de la cerámica como soporte para propuestas gastronómicas tradicionales y contemporáneas, tanto para el estado de Oaxaca como para otros sitios. Actualmente, la organización cuenta en su planta productiva con 10 empleados en temporada baja y en periodo vacacional este número llega a incrementarse a 13 colaboradores. Cuentan con una sucursal en la ciudad de Oaxaca, sin embargo, sus productos son puestos en venta en tiendas colectivas localizadas en distintas zonas de la ciudad. También realizan ventas en línea, con disponibilidad de envíos hacia distintas partes de América.

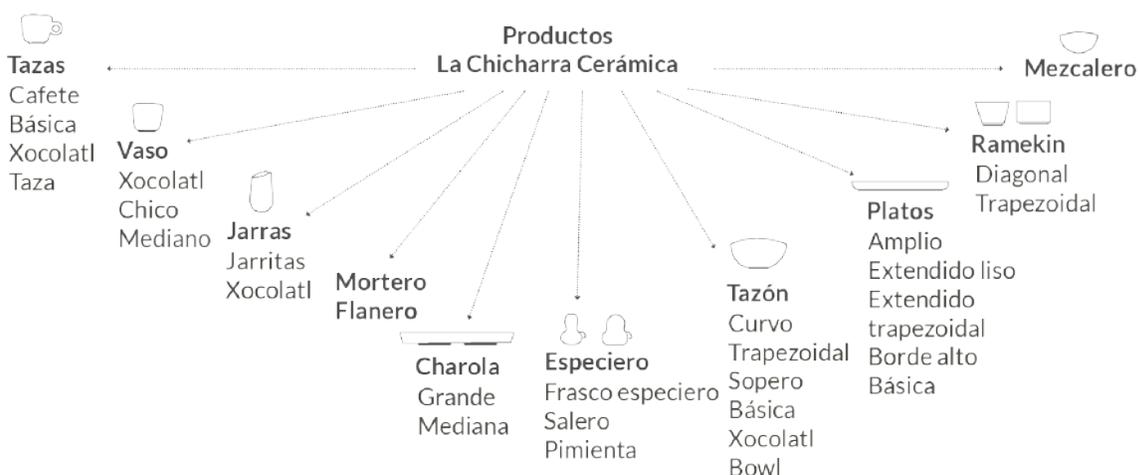
Con base en la información obtenida a través de la entrevista (Anexo 1) realizada a la administradora de la empresa, se pudo conocer diferentes aspectos sobre el funcionamiento de la fábrica y de las características de los productos que elaboran, los requerimientos y

las condiciones actuales del sistema de empaque y embalaje para la distribución de los productos.

Cuentan con una variedad de 50 productos, los cuales se clasifican en tazas, vasos, platos, jarras, bowls, mezcaleros, especieros, entre otros (Figura 19). Los productos son distintos en tamaño, forma y uso. En la Figura 19 se muestra un diagrama de la clasificación de los productos con los modelos que pertenecen a cada categoría.

**Figura 19**

*Productos de la empresa.*



Nota: Información tomada de *Catálogo La Chicharra Cerámica*, 2019

El proceso productivo está distribuido en estaciones de trabajo dentro de la planta donde se llevan a cabo los procesos de preparación de la arcilla, amasado, extrusión y vaciado. Posteriormente se realiza el acabado, pulido y esmaltado de las piezas cerámicas, hasta que son quemadas y embaladas. La empresa cuenta con un almacén de material para embalaje, herramientas de corte, cintas adhesivas, entre otros elementos y productos. El responsable de embalar las piezas cerámicas se encarga de efectuar las siguientes operaciones:

- Almacenamiento y clasificación de piezas terminadas.
- Acomodo de piezas según órdenes de compras.
- Preparación de material para el embalaje de las piezas.
- Embalaje de las piezas.
- Etiquetado.
- Emplaye.
- Estibación.

Una vez que se realizan estas operaciones dentro de la fábrica, el producto pasa a manos de las distribuidoras contratadas por la empresa. Los canales de distribución que utiliza la organización son los siguientes: transporte de la fábrica a la tienda local y de la fábrica al cliente. La distribución se lleva a cabo a nivel nacional e internacional.

El sistema de empaque y embalaje utilizado por la empresa consta de 2 métodos (cartón corrugado o hule burbuja), en los cuales se utilizan materiales como hule para emplaye, papel de estraza y papel reciclado. Aproximadamente un operario tarda 3 días en embalar 100 piezas.

El método de embalaje consta de la apilación de las piezas, posteriormente se envuelven ocupando un material plástico o papel, después se introducen en cajas que son finalmente estibadas. Por otra parte, cabe señalar que las piezas cerámicas son revisadas de forma continua durante su distribución para garantizar que lleguen en óptimas condiciones a los clientes; esto denota una importante necesidad por contar con un sistema de empaque y embalaje eficaz, que sea fácil de armar y desarmar para inspeccionar el estado de las piezas. No obstante, las deficiencias que llega a presentar el sistema de empaque y embalaje puede ocasionar que los productos tengan que ser embalados nuevamente y aumenta la probabilidad de que las piezas lleguen en malas condiciones a su destino final.

También es importante mencionar que la empresa actualmente acude con una organización externa que cuenta con una sierra de banco y una sierra circular, equipos con los cuales se realiza el corte de varios de los materiales usados en el sistema de empaque y embalaje. La carencia de estas máquinas en muchas ocasiones retrasa el embalaje y distribución de las piezas cerámicas.

En las Figuras 20 y 21 se muestran dos de los productos que son más demandados por los clientes; en primera instancia se tiene el plato extendido, que tiene un diámetro de 20 cm y una venta anual de 1052 unidades; en segundo lugar se tienen los mezcaleros/jicaritas, los cuales tienen una venta anual de 2724 piezas.

Por otro lado, es importante mencionar que la empresa produce la colección *Flor de sal*, la cual se presenta en la Figura 22, este conjunto de piezas cerámicas aún no cuenta con un sistema de empaque y embalaje que garantice su óptima distribución, está conformada por una charola grande, una charola media y dos ramekines con forma distinta.

**Figura 20**

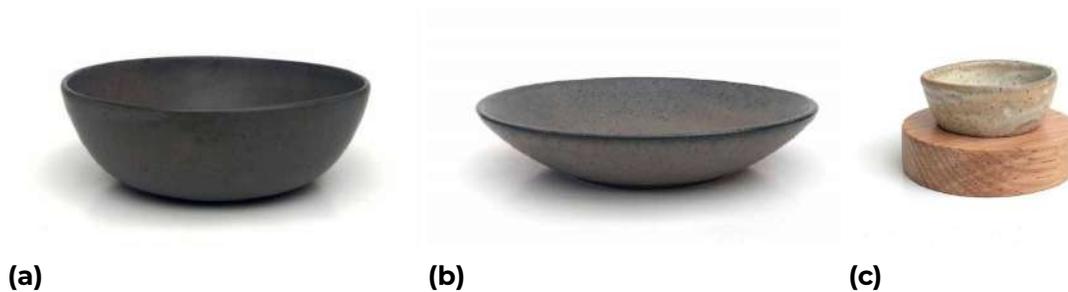
De arriba hacia abajo: tazón sopero, platos extendidos de diámetro de 20, 25 y 31 cm.



Nota: Tomado de Catálogo La Chicharra Cerámica, 2019

**Figura 21**

Productos demandados: Bowl; Tazón; Mezcaleros



Nota: Tomado de Catálogo La Chicharra Cerámica, 2019

**Figura 22**

Colección Flor de sal.



Nota: Tomado de Catálogo La Chicharra Cerámica, 2019

El sistema de empaque y embalaje actual utilizado para la colección *Flor de sal* ha sido acondicionado a partir de elementos que se ocupan para embalar otros productos; sin embargo, dado que las características de las piezas cerámicas son distintas, se necesitan realizar varias modificaciones, generando una cantidad adicional considerable de desechos e

incertidumbre durante su transporte, ya que no se sabe si los productos serán entregados al cliente en las mejores condiciones. Como se observa en la Figura 23, las piezas de la colección *Flor de sal* cuentan con geometrías que permiten un acomodo sencillo, de manera que su almacenamiento y embalaje se adapte conforme a las formas de las piezas.

### Figura 23

Set *Flor de Sal*.



Nota: Tomado de *Catálogo La Chicharra Cerámica*, 2019

En busca de optimizar el uso de materiales para embalaje, equipos, máquinas y herramientas; la empresa ha implementado como estrategia la identificación de piezas cerámicas que tienen dimensiones similares para reducir los espacios destinados para la preparación de su transporte, así como determinar tamaños estándares de cajas y cantidades de materiales plásticos y papel para agilizar el proceso de embalaje.

Por lo tanto, se identificaron a los siguientes 5 productos cerámicos que tienen mayores ventas, precios y pérdidas:

- Plato extendido
- Bowl Coco
- Tazón amplio
- Mezcalero/Jicarítas
- Colección Flor de sal

## 3.2. Perfil de usuario

El perfil de usuario que fue considerado en el desarrollo del proyecto se definió de acuerdo con la clasificación de Eason (1988), quien cataloga tres tipos de usuarios que estarán interactuando con el sistema.

### 1. **Usuario primario**

El usuario primario corresponde a aquella persona que opera la estación de empaque y embalaje dentro de la empresa, cumpliendo funciones como la clasificación de productos, preparación de materiales, configuración de pedidos (tienda física como tienda en línea), embalaje y estiba de productos. De acuerdo con la información proporcionada por la empresa, normalmente este perfil lo ocupan mujeres en un rango de 18 a 40 años.

### 2. **Usuario secundario**

El usuario secundario está representado por los operarios de empresas de paquetería contratadas por la organización. Las operaciones involucradas con dichos usuarios son la revisión, manejo y transporte de los paquetes que contiene las piezas cerámicas.

### 3. **Usuario terciario**

Por último, el usuario terciario del sistema corresponde al cliente que realiza la compra y utiliza el producto, además, este se encarga del desecho de los elementos que conforman el sistema de empaque y embalaje.

## **3.3. Selección de 2 productos**

A partir de las piezas cerámicas enlistadas en la Sección 3.1, se eligieron los productos para las cuales se desarrollaron los sistemas de empaque y embalaje tomando en cuenta los siguientes cinco criterios de evaluación y priorización: 1. pérdidas (roturas o despostillamientos) de piezas al ser transportadas/manejadas, 2. venta mensual, 3. volumen de producción, 4. precio y 5. el hecho de que cuente o carezca de un empaque/embalaje.

Como se observa en la Tabla 25, se eligieron a través de una matriz de selección los 2 productos (plato extendido y colección Flor de sal) que presentan mayores pérdidas, tienen una alta producción y venta mensual, además se tomó en cuenta el hecho de si la pieza cuenta o no con un sistema de empaque y embalaje; ya que de esta forma el proyecto desarrollado podría tener un mayor impacto potencial en la mejora del sistema productivo de la empresa.

**Tabla 25**  
*Matriz de selección*

Piezas cerámicas	Venta mensual	Embalaje/ Empaque	Precio (MXN)	Pérdidas	Volúmen de producción
Plato extendido	263 pzas.	Sí	\$350.00	1 de c/4	Alta
Bowl Coco	85 pzas.	Sí	\$640.00	No	Baja
Tazón amplio	115 pzas.	Sí	\$420.00	No	Media
Mezcalero/ Jicaritas	227 pzas.	Sí	\$150.00	No	Alta
Colección Flor de Sal	234 pzas.	No	\$1365.00	3 de c/5	Alta

### 3.4. Informe del proceso de empacado y embalado actual

Se realizó un análisis del Proceso de Empacado y Embalado (PEE) actual de las piezas seleccionadas en el apartado 3.3, con la finalidad de identificar aquellos aspectos por mejorar en el diseño del sistema de empaque y embalaje. La información incluida en esta sección fue obtenida a través de datos proporcionados por los propietarios de la empresa y mediante la observación hecha en el sitio, lo cual incluyó el conocimiento del espacio, materiales y operaciones para empacar y embalar las piezas, además de interacciones que se tuvieron con los operarios.

El PEE actual consta de 4 etapas: preparación de material, piezas cerámicas, armado y manejo del sistema y estiba.

El sistema de empaque y embalaje actual se implementa usando los siguientes materiales: hule burbuja, papel de estraza, cartón, hule para emplaye, cajas y cinta adhesiva. En la Figura 5 que se encuentra en la Sección 1.2 se presentan los dos métodos actuales utilizados por la empresa.

Para observar el PEE se visitó la fábrica y tienda local de la empresa, en ambos lugares se realizan las operaciones que se describen a continuación para cada una de las piezas.

#### 3.4.1. Plato Extendido

El plato extendido promedia una venta de 263 piezas mensualmente y se reporta como uno de los productos que tiene mayor demanda y altas pérdidas (roturas o despostillamientos) durante su manejo, transporte y distribución. Esta pieza se caracteriza por ser

elaborada con cerámica de alta temperatura, tiene un diámetro de 20 cm, una altura de 3 cm y un peso de 620 g. En la Figura 24 se muestra el plato en uso.

**Figura 24**

*Plato extendido.*



Nota: Tomado de *Catálogo La Chicharra Cerámica*, 2019

Según lo expresado por los propietarios de la empresa, el plato extendido se pone en venta de forma individual (ventas en tienda local) o en sets de 4 platos (ventas en tienda local o pedidos a través en línea); como se muestra en la Tabla 25, cada set de 4 platos pesa en promedio 2700 g y son apilados sin ningún elemento extra para empaque o embalaje.

**Tabla 26**

*Características: 4 platos*

Pieza	Dimensiones	Peso
4 platos extendidos	Altura: 9cm Diámetro: 20 cm	2700 g

**Preparación de material**

La preparación del material abarca el corte del papel de estraza y del cartón corrugado. Se constató que el cartón corrugado se maneja en dos presentaciones: en placa y en rollo. Con base en la información brindada por los propietarios de la empresa, su conocimiento que no se toman en consideración las características técnicas del cartón corrugado para la elaboración del empaque y embalaje.

El corte de las placas de cartón se realiza de forma manual, utilizando herramientas básicas (regla, escuadra, marcador, cúter y tabla de corte). Por otro lado, se utiliza cartón en rollo para agilizar la preparación del material para el empaque y embalaje, sin

embargo, debe acudir a carpinterías cercanas para hacer los cortes rápidamente con equipos que no se tienen en la empresa (cortadoras de banco), de esta forma se reducen el número de cortes y las operaciones realizadas. En la preparación del material se presentan costos y tiempos adicionales debido a que se tiene que transportar el cartón a sitios externos en donde cuentan con los equipos necesarios para realizar los cortes, no obstante, esto no evita que el operario deba de efectuar algunos cortes extras manualmente.

Por su parte, los pliegos de papel de estraza se cortan por mitades, utilizando cúter, regla o tijeras.

También, se necesitan cortar tiras de hule burbuja, además de segmentos de cartón corrugado y de papel de estraza con diferentes dimensiones que posteriormente se ocupan como relleno de las cajas para amortiguar las piezas cerámicas durante su transporte.

Es importante señalar que todas las operaciones del PEE se realizan de forma manual por el operario encargado del área.

### **Armado del sistema**

Una vez que se verifica la calidad y la integridad de las piezas cerámicas, se comienza con el armado del empaque. El operario descarga las cajas corrugado y las sella con cinta adhesiva en la cara inferior.

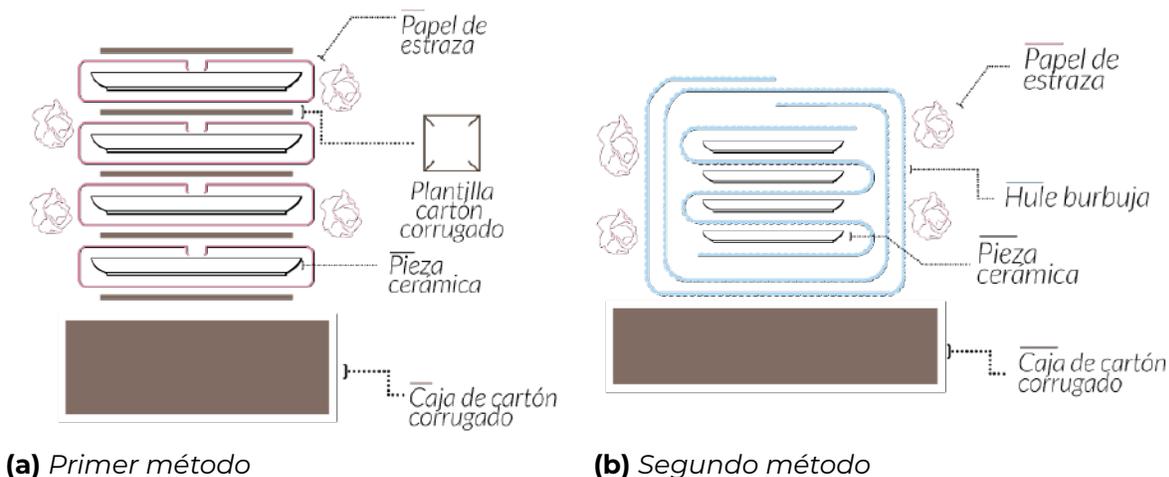
En la Figura 25 se muestra el acomodo que tienen los materiales en los dos métodos de empaque y embalaje que ocupa la empresa actualmente para el transporte de los platos extendidos.

En la Figura 25a se muestra el primer método de empaque y embalaje para los platos extendidos, sus características son:

- En cada caja primaria se almacenan 4 piezas.
- Cada plato se envuelve en medio pliego de papel de estraza, utilizando un total de 2 pliegos para los 4 platos (en ocasiones, se aseguran con cinta adhesiva).
- Entre cada plato, al fondo y en la superficie se utilizan plantillas de cartón corrugado.
- En los huecos que existen entre los platos apilados y en los espacios libres entre las paredes de la caja primaria se utiliza material de relleno, ocupando papel de

**Figura 25**

Métodos de empaque y embalaje para los platos extendidos.



**(a)** Primer método

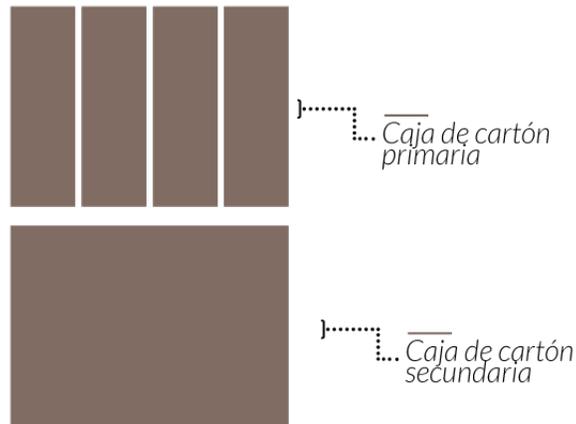
**(b)** Segundo método

estruza, virutas de papel periódico o papel reciclado.

- Finalmente, se van apilando 4 cajas primarias dentro de una caja secundaria (Figura 26), en donde también se utilizan trozos de cartón corrugado para rellenar los espacios que quedan entre las cajas primarias y las paredes de la caja secundaria.

En la Figura 25b se presenta el segundo método de empaque y embalaje para los platos extendidos, sus propiedades son:

- Se utiliza una tira de hule burbuja de manera que cubra a los platos, pasando por en medio de ellos, asegurándolos con cinta adhesiva.
- Se envuelve la pila de platos con otra tira de hule burbuja (2 vueltas), se cortan los sobrantes y se sella con cinta adhesiva.
- Se utiliza papel de estraza para rellenar los espacios vacíos y para evitar el movimiento de las piezas durante su transporte; finalmente, se apilan 4 cajas primarias dentro de una caja secundaria, como se observa en la Figura 26.

**Figura 26***Apilamiento de cajas primarias en cajas secundarias*

Se pudo observar que en la tienda local de la empresa existe una variación del método de empaque y embalaje, esto depende del tipo de transporte, la distancia por recorrer, la cantidad de piezas cerámicas por enviar, las condiciones durante el transporte y la disponibilidad de materiales para empaquetar o embalar. En la tienda local el operario entrega directamente el paquete al cliente, se observó que en este sitio los trabajadores toman decisiones siguiendo su intuición para determinar el método de empaque y embalaje por utilizar (véase Figura 25).

Para cortar los segmentos de hule burbuja se realiza una estimación de la cantidad de material por ocupar, ya sea empleando un flexómetro o de forma empírica utilizando la medida de la mano del operario, sin embargo, estos métodos llegan a provocar situaciones en donde puede faltar o sobrar material para proteger las piezas cerámicas. En tales casos, se ocupan tijeras para cortar el sobrante o cinta adhesiva para añadir el material faltante.

**Manejo del sistema**

El operario sacude las cajas primarias para comprobar que las piezas que contienen no tengan movimiento; en caso contrario, las cajas primarias se rellenan con pedazos de cartón o papeles. Luego, las cajas primarias que se encuentran listas se colocan en un sitio libre sobre la mesa.

Al tener listas cuatro cajas primarias, el operario las almacena dentro de una caja secundaria y posteriormente las coloca directamente sobre el piso de la estación de trabajo o sobre una tarima para estiba.

Finalmente, se pudo observar que el operario requiere de la ayuda de otra persona para poder colocar las cajas secundarias que ya han sido selladas sobre la tarima donde se estiban; además, se pudo notar que el agarre manual que se realiza es poco seguro, ya que las personas colocan una mano en la cara superior y la otra en la cara inferior de la caja secundaria, esto representa un potencial riesgo, ya que el personal puede sufrir lesiones al caer la caja y se tiene una alta probabilidad de que las piezas se fracturen.

### **Estibación del sistema**

Por último, las cajas secundarias se envuelven en 4 vueltas de hule de emplaye de forma individual ó cuando se encuentran estibadas, se les adhiere su correspondiente orden de pedido con cinta adhesiva y se les colocan calcomanías que indican la fragilidad de las piezas cerámicas.

Debido a que todas las operaciones se realizan manualmente, en esta investigación se identificó la necesidad de generar un sistema de empaque y embalaje cuyo armado y manejo fueran intuitivos para agilizar la distribución de los productos. Además, también se dedujo que se necesitaría brindar un mejor agarre de los elementos que contienen las piezas cerámicas para asegurar su integridad y la seguridad del operario.

### **3.4.2. Colección Flor de Sal**

La colección está compuesta por dos charolas y dos ramekins, es la colección que ha reportado una mayor cantidad de roturas durante su transporte y manejo debido a que no cuenta con un sistema de empaque y embalaje estandarizado. En la Figura 27 se muestra el set de piezas cerámicas en uso y en la Tabla 27 se describen sus características.

#### **Figura 27**

*Colección Flor de Sal*



Nota: Tomado de *Catálogo La Chicharra Cerámica*, 2019

**Tabla 27***Características: Colección Flor de Sal*

Pieza	Dimensiones	Peso
Charola grande grande	20.5 cm x 39 cm x 3 cm	1420 gr
Charola chica	17 cm x 23 cm x 2.5 cm	550 gr
Ramekin diagonal	8.5 cm x 10 cm x 5 cm	155 gr
Ramekin trapezoidal	8.5 cm x 10 cm x 5 cm	205 gr
Total:	20.5 cm x 39 cm 7 cm	2330 gr

La venta de esta colección se restringe a vender el set completo de piezas cerámicas, a diferencia del plato extendido cuya venta se hace de forma individual o en sets de 4 piezas.

A continuación, se describe el PEE realizado para la Colección Flor de Sal.

### **Preparación de material**

La preparación de los materiales para empacar y embalar la Colección Flor de Sal se hace de forma similar a la descrita para el plato extendido. Para este conjunto de piezas cerámicas se dividen los pliegos de papel de estraza a la mitad para envolverlas y se cortan segmentos del mismo papel y de hule burbuja para rellenar los espacios vacíos dentro de las cajas. También se preparan tanto las cajas primarias como secundarias a utilizar, sellándolas por la parte inferior con cinta adhesiva. Las operaciones son realizadas de forma manual.

### **Armado del sistema**

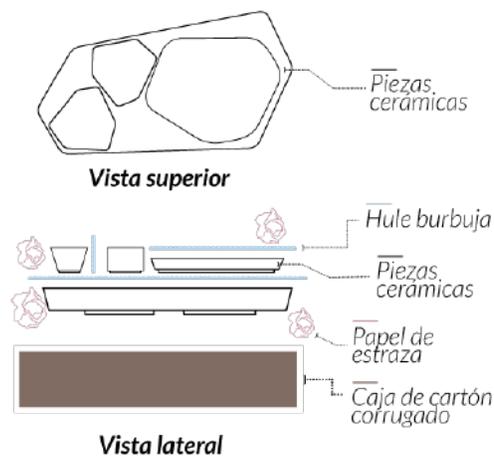
En las Figuras 28 y 29 se describe gráficamente el método de empaque utilizado para la colección Flor de Sal.

Como se observa en la Figura 28, el empaque tiene las siguientes características:

- Cada pieza se envuelve en papel de estraza.
- Se coloca un segmento de papel de estraza en el fondo de la caja, sobre él se pone 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, tal como se muestra en la Figura 28.

**Figura 28**

*Elementos que integran el empaque actual de la colección Flor de Sal*

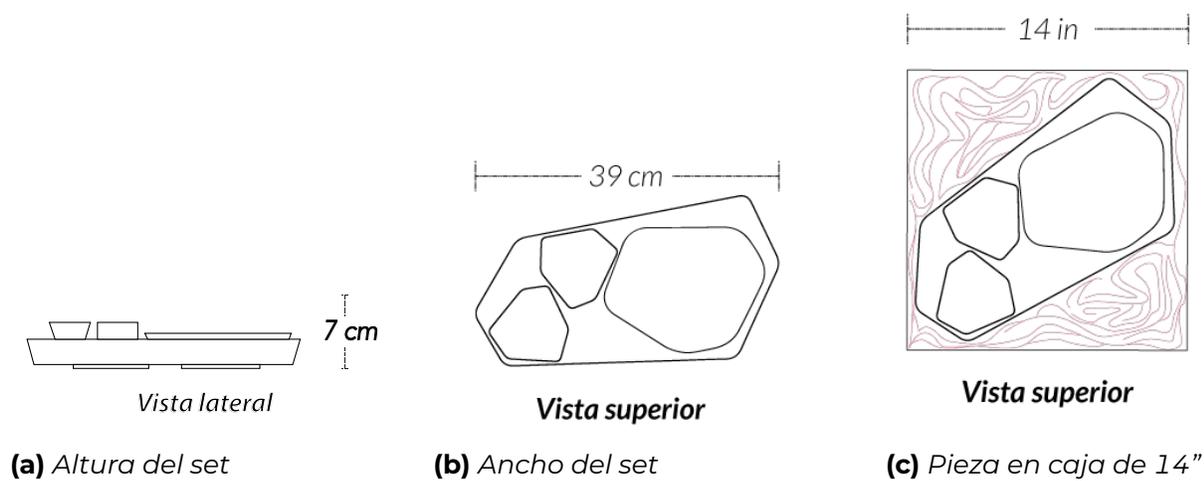


- Se asegura el conjunto de piezas cerámicas embaladas con hule burbuja usando cinta adhesiva.
- El set completo se envuelve de nuevo con dos vueltas adicionales de hule burbuja.
- Se rellenan los espacios vacíos de la caja con papel de estraza o viruta de papel.

La colección Flor de Sal consta de 4 piezas, al apilarlas se alcanza una altura de 7 cm (Figura 29a) y un largo de 39 cm (Figura 29b). En la Figura 29c se observa que el set se acomoda en una caja de 14 pulgadas, a ésta generalmente se le recorta parte de su altura para evitar que quede un gran espacio vacío, esto genera un desperdicio de material y tiempo extra de trabajo para que el operario realice dichos ajustes. Además, puede observarse que existen espacios sobrantes entre las paredes de la caja y las piezas, por lo cual tiene que ocuparse material de relleno.

Dependiendo de la disponibilidad del material en tienda, se hacen variaciones para la colección. Las dos charolas y cada uno de los ramekines se envuelven en 3 capas de hule burbuja, y se entregan en bolsa.

De igual manera para el Plato Extendido, todas las operaciones son realizadas de forma manual y en base a medidas empíricas.

**Figura 29***Medidas de la colección Flor de sal***(a)** *Altura del set***(b)** *Ancho del set***(c)** *Pieza en caja de 14"***Manipulación y estibación del sistema**

La manipulación y estibación del sistema de empaque y embalaje de la colección Flor de Sal se realiza de forma similar a la del Plato Extendido.

Se observó que para ambos conjuntos de piezas cerámicas (sets de Platos extendidos y de la colección Flor de Sal), el operario verifica la calidad de las piezas cerámicas y de los materiales del sistema de empaque y embalaje, el almacenamiento de los sets se hace en cajas primarias, las cuales a su vez se colocan posteriormente en cajas secundarias. También, se observó que el papel de estraza cumple con dos funciones, como envoltorio de cada pieza cerámica y como material de relleno en los espacios vacíos; asimismo, en cada empaque se emplean por lo menos dos capas de hule burbuja, cinta adhesiva y cartón corrugado como elementos de amortiguación y de relleno. Sin embargo, a pesar de que se toman este tipo de previsiones, se siguen presentando pérdidas debido a las roturas o destillamientos de las piezas cerámicas durante su transporte, debido a ello, se hizo más patente la necesidad de diseñar un sistema de empaque y embalaje que fuese confiable y que asegurara los productos durante su transporte, almacenamiento y manejo; ocupando la menor cantidad de materiales posibles.

Es importante mencionar que todo el PEE normalmente es realizado por una operaria, tanto en la fábrica como en la tienda local, esto conlleva que para algunas actividades se necesite la ayuda de algún trabajador adicional que auxilie en tareas que exigen un mayor esfuerzo físico como cargar o descargar los materiales, entre otras. Por lo tanto, en el

desarrollo de este proyecto se consideró diseñar un sistema de empaque y embalaje que no superara la carga máxima que puede manejar una mujer adulta.

En las etapas posteriores a la realización del PEE se pudo identificar que los productos se distribuyen hacia el usuario final por medio de empresas de paqueterías que son contratadas por el fabricante de las piezas cerámicas o en los casos que lo permitan, mediante el vehículo de la empresa (tienda local). Durante el proceso de entrega, la empresa se asegura que los productos arriben de forma íntegra al usuario final, por lo tanto, se revisan en varias ocasiones los paquetes que son enviados. Debido a lo anterior, se identificó que para el desarrollo del proyecto sería importante dotar al sistema de empaque y embalaje de elementos que permitieran su fácil armado y que dejaran revisar el estado de las piezas cerámicas.

### 3.4.3. Necesidades identificadas a partir del informe del PEE del sistema actual

A partir de la información del PEE descrita en el apartado 3.4, se identificaron las 11 necesidades presentadas en la Tabla 28 y que sirvieron para el desarrollo de este proyecto.

**Tabla 28**

*Necesidades identificadas a partir del Informe del PEE de los sistemas actuales de empaque y embalaje*

Información/Observación	Necesidad identificada
Las piezas cerámicas son frágiles, propensas a fracturas	1. Asegurar las piezas para evitar roturas y despostillamientos durante el transporte
La caja de la colección flor de sal es modificada según el tamaño del set	2. Adaptar el sistema y sus elementos a las dimensiones de las piezas cerámicas
El PEE, así como el manejo del sistema, es manual	3. Permitir que el armado y su manejo sea intuitivo
	4. Mejorar el agarre del sistema de empaque y embalaje
La empresa utiliza maquinaria externa para la preparación de los materiales	5. Eliminar la preparación de materiales

*Continúa en la siguiente página.*

*Continuación de página anterior*

Información/Observación	Necesidad identificada
Las dimensiones y cantidades de los elementos del sistema son variables	6. Estandarizar los elementos del sistema
El empaque/embalaje de la colección Flor de Sal necesita relleno extra para evitar movimientos y vibraciones	7. Eliminar material de relleno
La cantidad de material utilizado no asegura la integridad de las piezas	8. Optimizar la cantidad de material asegurando las piezas
Es indispensable que los productos sean inspeccionados	9. Permitir que las piezas sean inspeccionadas
El peso del sistema rebasa la capacidad de carga de la operaria femenina	10. Adecuar el peso del sistema para poder ser cargado por los operarios

### 3.5. Aplicación de la metodología TRIZ

En esta sección se presenta el desarrollo de la aplicación de dos herramientas que forman parte de la metodología TRIZ (diagrama de 9 ventanas y radar de evolución), las cuales permitieron identificar un conjunto de necesidades adicionales a través de los siguientes dos enfoques: en el diagrama de 9 ventanas la cual exploró la situación del PEE en tres diferentes escenarios (pasado, presente y futuro), de esta forma se pudo identificar principalmente las deficiencias que resultarían útiles por mejorar en los elementos que conforman el sistema de empaque y embalaje de los productos. Por otro lado, mediante el radar de evolución se pudieron determinar las oportunidades de mejora concernientes al desempeño ambiental del sistema de empaque y embalaje de las piezas cerámicas seleccionadas. Finalmente, en la Sección 3.5.3 se presenta la lista de necesidades identificadas.

#### 3.5.1. Diagrama de 9 Ventanas

En la Tabla 29 se muestra el desarrollo realizado para el diagrama de 9 ventanas, este análisis se hizo considerando las siguientes tres figuras que establece la metodología TRIZ:

el sistema quedó definido por el sistema de empaque y embalaje que se utiliza actualmente para ambos productos seleccionados, el subsistema quedó determinado por el conjunto de materiales que se utilizan para la conformación del sistema de empaque y embalaje actual de los productos elegidos, finalmente, el supersistema definido por las operaciones de ventas, distribución y deposición del sistema de empaque y embalaje actual. Puede observarse que en cada una de las celdas del esquema, se identificaron aspectos específicos en los cuáles se tienen deficiencias actualmente y sobre los cuáles resultaría importante realizar mejoras para el diseño de un nuevo sistema de empaque y embalaje.

**Tabla 29**

*Diagrama de Nueve Ventanas*

	Pasado	Presente	Futuro
Supersistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de cálculo de estiba</li> </ul>	<p><b>Distribución y deposición del sistema</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sistema de distribución (aérea y terrestre)</li> <li>Inspección por parte de distribuidoras</li> <li>El sistema deja de cumplir alguna función (proteger, amortiguar, cubrir, optimizar el manejo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desecho</li> <li>Emisiones (transporte/distribución)</li> <li>Degradación ambiental (vertedero de basura o incineración)</li> </ul>
Sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compra de materiales (distintos proveedores)</li> <li>Uso de herramientas externas</li> <li>Capacitación del operario para empacar y embalar</li> </ul>	<p><b>Proceso de empaclado y embalado</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mínima optimización de materiales</li> <li>Falta de planeación del proceso de empaclado y embalado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistema de almacenamiento y protección</li> <li>Empaque y embalaje poco fiable</li> <li>Desechos</li> <li>Desperdicio de espacios</li> <li>Rotura de piezas</li> </ul>
Subsistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energía eléctrica para manufacturar</li> <li>Maquinaria</li> </ul>	<p><b>Extracción de materia prima y producción de materiales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Materia prima: polímeros y pulpa de papel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Materiales: Hule burbuja, cartón, emplaye, papel, cinta adhesiva</li> <li>Emisiones: Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Tetracloruro de Carbono (CCl<sub>4</sub>)</li> <li>Generación de residuos</li> </ul>

Como puede observarse, se analizaron 9 escenarios que partieron de la definición de los siguientes tres niveles/posiciones: el subsistema (conjunto de materiales que se utilizan para la conformación del sistema de empaque y embalaje actual) en el cual se abarca des-

de la extracción y producción de materias primas y materiales utilizados en el sistema de empaque y embalaje actual; el sistema, que está compuesto por el proceso de empaquetado y embalado actual; y finalmente el supersistema, que incluye las operaciones de ventas, distribución y deposición del sistema de empaque y embalaje actual. Cada nivel (supersistema, sistema y subsistema) se divide en tres perspectivas de tiempo (pasado, presente y futuro), en las cuales fueron analizadas las actividades o recursos que son utilizados y obtenidos en cada nivel del ciclo de vida del sistema de empaque y embalaje.

### **Subsistema**

Se comenzó por analizar las operaciones de extracción materias primas y producción de los materiales para el sistemas de empaque y embalaje actual, se identificó que para lograr dicho propósito se requiere utilizar energía eléctrica y maquinaria para la extracción de materias primas y la manufactura de los materiales. Las materias primas se integran de polímeros derivados del petróleo (polipropileno y polietileno) que se utilizan en la producción de materiales como cinta adhesiva, hule burbuja, hule de empaque y pulpa para la elaboración de papel y cartones; dejando como resultado de estas operaciones la obtención de los materiales que se utilizan para el armado del sistema de empaque y embalaje actual, así como la generación de emisiones (monóxido de carbono y dióxido de carbono) y residuos que contaminan el medio ambiente.

### **Sistema**

Posteriormente, se analizó el proceso de empaquetado y embalado actual, éste se desarrolla a partir de la compra-venta de los materiales antes mencionados, para ello se involucran distintos proveedores que abastecen a la empresa. También, se consideraron al conjunto de herramientas y equipos que se emplean en la preparación de algunos materiales, además del proceso de capacitación que se realiza con el operario del área de empaque y embalaje. Actualmente, la empresa carece de una adecuada planeación del proceso de empaquetado y embalado de los productos, además, no se tiene en consideración el uso racional de los materiales. Como resultado del análisis, se identificó que se tiene un sistema de empaque y embalaje que brinda un deficiente almacenamiento y protección, además, debido a la falta de planeación en el proceso de empaque y embalaje, el sistema es poco fiable y es común que se generen roturas en las piezas cerámicas durante su manejo y transporte.

### **Supersistema**

Para este nivel se analizaron las operaciones de ventas, distribución y deposición del sistema de empaque y embalaje actual. Se identificó que las rutas de transporte de la empresa quedan definidas entre la fábrica y el cliente final (mediante empresas de paquetería) y de la fábrica a la tienda local, ocupando el vehículo de la empresa. Para desarrollar estas actividades se observó que sería necesario realizar un cálculo de la estiba, la cuál actualmente no es la adecuada. Además, se identificó que el sistema deja de cumplir su función primaria en el momento que los paquetes son entregados al usuario final, lo cual conlleva al desecho de los materiales, generando adicionalmente emisiones al medio ambiente y la degradación de los materiales en la naturaleza.

### **3.5.2. Radar de evolución de los sistemas actuales**

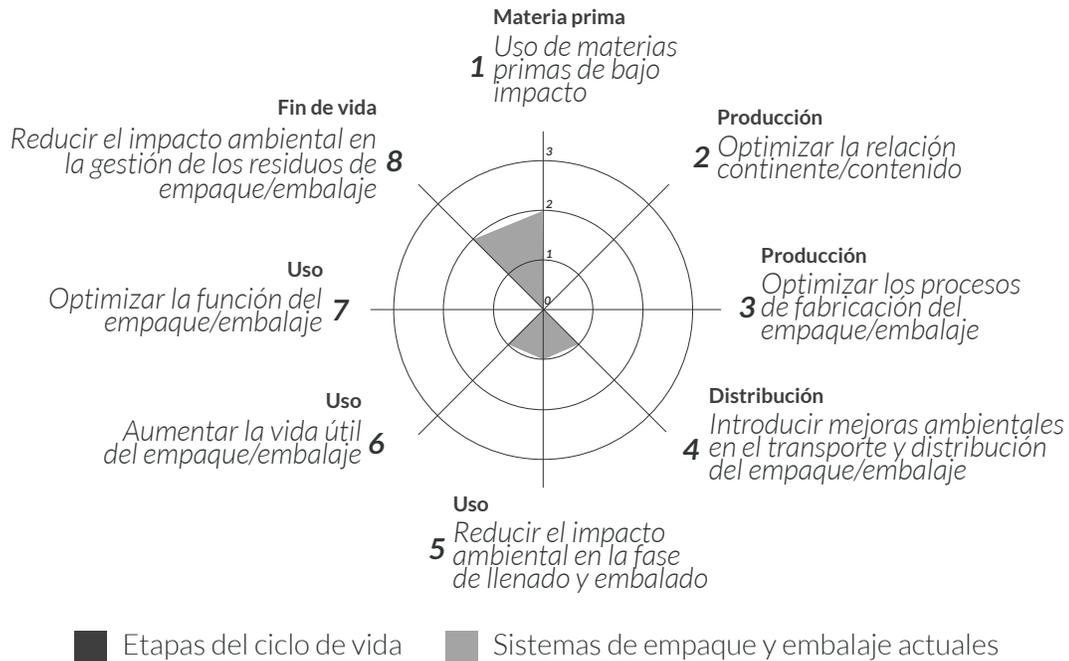
Conforme a los objetivos y metas que fueron trazadas para este proyecto, se retomaron algunas pautas y herramientas relacionadas con el Eco-diseño, específicamente se utilizó el radar de evolución, el cual es un esquema en el cual se concentra la información comparativa de los límites o niveles ideales ambientales que puede alcanzar un nuevo producto, tomando como referencia las características del sistema que actualmente se ocupa y que se desea mejorar (IHOBE, 2017).

En la Figura 30 se muestra el radar de evolución que fue desarrollado para analizar el estado de los sistemas de empaque y embalaje que actualmente se usan en la empresa para los dos productos seleccionados, puede observarse que son 8 las estrategias que fueron evaluadas y la escala de calificación para cada uno de ellas osciló entre un puntaje de 0 a 3, esto dependió del grado de cumplimiento que poseen actualmente los empaques y embalajes para cada una de ellas, conforme a las medidas de Eco-diseño presentadas en la Tabla 8, de la Sección 2.5. De esta forma, se asignó una calificación de 0 si el sistema no cumplió con ninguna estrategia, un 1 si se cumplieron algunas estrategias; un 2 si la mayoría de las estrategias se cumplieron y un 3 si se cumplieron completamente las estrategias. En la Tabla 30 se muestra la puntuación asignada a cada estrategia examinada en concordancia con los resultados obtenidos en el Radar de evolución.

A continuación, se desglosa la evaluación hecha para los sistemas de empaques y embalajes que actualmente se ocupan para los productos seleccionados y el grado de cumplimiento que tuvieron con las 8 estrategias que son consideradas para el desarrollo del radar de evolución:

**Figura 30**

*Radar de evolución de los sistemas actuales de empaque y embalaje.*



**1. Uso de materia prima de bajo impacto:** Para la elaboración de los sistemas de empaque y embalaje para los productos elegidos se utilizan actualmente materias primas renovables y reciclables (cartón y papel), esto permite que no se genere degradación ambiental al ser desechados, con ello, se cumplen dos de las medidas correspondientes para la estrategia 1. Sin embargo, es importante mencionar que emplean una gran cantidad de materiales plásticos como hule burbuja y hule de emplaye, estos materiales tienen una baja tasa de recuperación y tardan aproximadamente 500 años en degradarse al desecharse en la naturaleza, esto provoca la pérdida de fertilidad y obstrucción del agua en suelos, daños a la fauna terrestre y marina. Asimismo, en caso de que se incineren estos materiales se desprenden emisiones contaminantes al medio ambiente, por lo tanto, se determinó que los sistemas de empaque y embalaje actuales no cumplen completamente con esta estrategia, por lo que se les asignó una puntuación de 2.

**2. Optimizar la relación continente/contenido:** Para la evaluación de esta segunda estrategia se examinó que los sistemas necesitaran de una menor cantidad de materias primas en su estructura, sin que esto afectara la protección brindada a las piezas cerámicas. Se concluyó que en los sistemas de empaque y embalaje que actualmente ocupa la empresa no se busca minimizar el número de componentes, con ello no se logra reducir ni el

**Tabla 30**

*Puntuación de evaluación de los sistemas de empaque y embalaje actuales a través del Radar de Evolución*

Estrategia	Medidas Asociadas	Puntuación
1. Uso de materias primas de bajo impacto ambiental	Uso de materias primas renovables y exentas de sustancias nocivas para el medio ambiente.	2
2. Optimizar la relación contenido/productos	Minimizar componentes o partes superfluas; reducir el peso/volumen de materias primas/empaque.	0
3. Optimizar los procesos de fabricación del empaque/embalaje	Técnicas de producción que optimicen el uso de materias primas.	0
4. Introducir mejoras ambientales en el transporte y distribución del empaque/embalaje	Optimización de la unidad de carga; aumentar la seguridad en operaciones de transporte; uso de empaques fácilmente desmontables.	1
5. Reducir el impacto ambiental en la fase de llenado y embalado	Optimización de los procesos de empacado/embalado para la minimización del uso de empaques y embalajes.	1
6. Aumentar la vida útil del empaque	Uso de empaques reutilizables; uso de sistemas de cierre que eviten roturas en el empaque.	1
7. Optimizar la función del empaque/embalaje	Maximizar la utilización; adaptación del diseño del empaque/embalaje a las necesidades de los usuarios: seguridad, ergonomía, etc.	0
8. Reducir el impacto ambiental en la gestión de los residuos de empaque	Uso de imágenes e íconos medioambientales apropiados; facilitar la separación de residuos.	2

Nota: Grado de cumplimiento: 0 si los sistemas no cumplieron con ninguna estrategia; 1 si cumplieron con algunas estrategias; 2 si cumplieron con la mayoría de estrategias; 3 si cumplieron totalmente con las estrategias.

peso ni el volumen del sistema utilizado, esto también genera que se requiera de una gran cantidad de materiales de relleno y amortiguación, de un mayor número de operaciones y de más tiempo para la conformación del empaque y embalaje. Por lo tanto, se concluyó

que los sistemas actuales de empaque y embalaje no cumplen con esta estrategia y les fue asignada una calificación de 0.

**3. Optimizar los procesos de fabricación del empaque/embalaje:** Se observó que la empresa cuenta actualmente con varios proveedores de materiales, debido a ello no se tiene injerencia directa sobre el control en los procesos de producción de los componentes que se adquieren, como por ejemplo, en aspectos relacionados al uso del agua, consumo energético ó emisiones contaminantes. También, se encontró que se generan cantidades adicionales significativas de materiales de desecho durante la preparación manual de los elementos que conforman los sistemas de empaque y embalaje actuales, esto a causa de no contar con un diseño funcional, estandarizado y optimizado. Por lo tanto, se concluyó que no se cumplen con las medidas relacionadas a esta estrategia, por lo que se asignó a los sistemas actuales de empaque y embalaje una calificación de 0.

**4. Introducir mejoras ambientales en el transporte y distribución del empaque y embalaje:** Se encontró que los empaques y embalajes actuales no protegen de manera adecuada a los productos durante su transporte, prueba de ello es el alto índice de rupturas y despostillamientos que se tienen al hacer los envíos. La distribución de los productos se realiza en empaques y embalajes que no están estandarizados, en la búsqueda de incrementar la protección de las piezas cerámicas se ha incrementado la cantidad de materiales sin obtener mejoras significativas. Debido a lo anterior, se concluyó que los sistemas actuales de empaque y embalaje cumplen poco con esta estrategia, por lo que se les asignó una calificación de 1.

**6. Aumentar la vida útil del empaque/embalaje:** Se observó que actualmente la empresa no ha implementado estrategias para la gestión de los componentes de los sistemas de empaque y embalaje una vez que cumplen con su vida útil, prueba de ello es que ninguno de estos elementos se recuperan y tampoco se reutilizan. Debido a esto, en esta estrategia se asignó un puntaje de 1.

**7. Optimización de la función del empaque/embalaje:** Se observó que la integración de los elementos que conforman los sistemas de empaque y embalaje actuales se ha realizado de forma improvisada a través del tiempo, la configuración geométrica y dimensional de los componentes de amortiguación, cierre e inspección carece de una planeación, prueba de ello es que se utilizan segmentos de papel de estraza, hule burbuja y cartón para dar soporte a las piezas cerámicas; las cajas no cuentan con elementos que aseguren el producto que contienen; generalmente se debe de verificar el estado de las piezas cerámi-

cas teniendo que desmontar la totalidad de los empaques y embalajes y comúnmente los mismos elementos de cierre terminan por dañar la estructura. Asimismo, los empaques y embalajes carecen de los elementos gráficos que brinden información para su adecuado manejo y diferencien a los productos; también no cuentan con los componentes que hagan fácil y seguro su manejo de parte de los operarios; las dimensiones de los empaques y embalajes están sujetos a piezas estándares prefabricadas que hacen que se requiera de materiales de relleno y se necesite espacio adicional para su distribución. Finalmente, es patente que los componentes que integran los empaques y embalajes tratan de cumplir una única función durante la distribución de los productos, la cual es deficiente debido a que existe un alto índice de rupturas y despostillamientos. Por lo tanto, se concluyó que los sistemas de empaque y embalaje actuales no cumplen con las medidas relacionadas con esta estrategia y se les asignó un puntaje de 0.

**8. Reducir el impacto ambiental en la gestión de los residuos de empaque/embalaje:** Se observó que los materiales ocupados actualmente en los sistemas de empaque y embalaje son fáciles de identificar y clasificar para su reciclaje, reutilización ó desecho; sin embargo, hasta el momento la organización no ha implementado estrategias para su adecuada deposición ó recuperación. Por otro lado, en muchas ocasiones actualmente se ocupan los materiales sobrantes y de desecho como elementos de relleno para los empaques y embalajes. Por otra parte, los sistemas de empaque y embalaje actuales no cuentan con los elementos gráficos que ayuden a la identificación de los productos y que incluyan la información ambiental pertinente para el manejo de los residuos. Por esto, se les asignó una calificación de 2 en esta evaluación.

Como resultado de la aplicación del diagrama de 9 ventanas y del radar de evolución se encontraron varias deficiencias en el diseño, fabricación y uso de los sistemas actuales de empaque y embalaje de los productos seleccionados, a través de los análisis hechos se pudo visualizar que sería necesario realizar mejoras considerables en la cantidad, tipo, estructura y configuración de los materiales que conformarían las nuevas propuestas de empaques y embalajes que se desarrollaron en esta tesis.

### **3.5.3. Lista de necesidades identificadas a partir del Diagrama de 9 Ventanas y Radar de Evolución**

Mediante el desarrollo del diagrama de 9 ventanas y del radar de evolución, se pudo examinar y discernir a través de la información brindada por los propietarios de la empresa,

por los operarios encargados de empaquetar y embalar las piezas cerámicas, así como de la observación y análisis; la siguiente lista de necesidades para el desarrollo de nuevas propuestas de sistemas de empaque y embalaje:

1. Facilitar el armado, estibación, transporte y situaciones de inspección
2. Optimizar el espacio al momento de transportar las piezas
3. Mejorar la seguridad del producto durante el transporte para evitar roturas
4. Extender la vida útil del sistema
5. Facilitar la separación de materiales para la gestión de residuos
6. Estandarizar el proceso de empaquetado y embalado
7. Brindar información del sistema en cuanto al desecho, composición e impactos ambientales
8. Eliminar la cantidad de residuos durante el proceso de empaquetado y embalado
9. Sustituir los materiales actuales por materiales biodegradables o compostables
10. Eliminar el uso de plásticos sintéticos

### **3.6. Conceptualización**

La conceptualización de las propuestas de diseño para los nuevos sistemas de empaque y embalaje partió de la definición de los requerimientos de diseño, los cuales se obtuvieron a partir de las necesidades que fueron identificadas mediante el informe del PEE, del diagrama de 9 ventanas y del radar de evolución. Posteriormente, se utilizó una herramienta del TRIZ llamada matriz de contradicciones, con la cual se ocuparon los requerimientos de diseño establecidos para determinar tres estrategias que sirvieron como ejes para realizar la mejora en el diseño de los empaques y embalajes.

#### **3.6.1. Necesidades del sistema**

Mediante el desarrollo del informe del PEE de los sistemas actuales (véase sección 3.4), del diagrama de 9 ventanas y del radar de evolución, se conformó la Tabla 31 que engloba todas las necesidades que fueron definidas para el diseño de las nuevas propuestas de empaque y embalaje para la distribución de los pedidos del plato extendido y de la colección Flor de sal. En dicho esquema se especifica a partir de cuál de las tres herramientas se identificó cada una de las necesidades, puede observarse que a través de las herramientas

del TRIZ se determinaron las primeras 8 necesidades, mediante el informe del PEE se establecieron las siguientes 6 necesidades y que las necesidades 9, 10 y 11 se encontraron a través del diagrama de 9 ventanas y del informe del PEE.

**Tabla 31**

*Lista de necesidades del proyecto*

Necesidad	Fuente de la necesidad		
	RE	9V	PEE
1. Sustituir los materiales actuales por materiales biodegradables	•		
2. Eliminar la cantidad de residuos durante el proceso de empaçado y embalado	•		
3. Brindar información del sistema en cuanto al desecho, composición e impactos ambientales	•		
4. Eliminar el uso de materiales plásticos sintéticos	•		
5. Estandarizar el proceso de empaçado y embalado	•	•	
6. Optimizar el espacio durante el transporte	•	•	
7. Facilitar la separación de materiales para la gestión de residuos	•		
8. Extender la vida útil del sistema	•	•	
9. Mejorar la seguridad del producto durante el transporte para evitar roturas		•	•
10. Facilitar el armado del sistema		•	•
11. Facilitar situaciones de inspección		•	•
12. Estandarizar los elementos del sistema			•
13. Mejorar el agarre del sistema de empaque y embalaje			•
14. Adecuar el peso del sistema para ser cargado por operarios			•
15. Eliminar material de relleno			•
16. Adaptar el sistema y sus elementos a las dimensiones de las piezas cerámicas			•
17. Eliminar la preparación de materiales			•

RE: Radar de Evolución, 9V: Diagrama de 9 Ventanas, PEE: Proceso de Empacado y Embalado

### 3.6.2. Requerimientos de diseño

En la Tabla 32 se muestran los requerimientos de diseño que fueron definidos a partir de las necesidades que se identificaron, puede observarse que existe una clara correspondencia entre los requerimientos de diseño y las necesidades que alcanzan a cubrir para el desarrollo de los nuevos sistemas de empaque y embalaje .

**Tabla 32***Lista de necesidades identificadas y los requerimientos de diseño del proyecto*

Necesidad	Requerimientos de diseño
1. Sustituir los materiales actuales por materiales biodegradables	Utilizar 100 % de materiales biodegradables (por ejemplo: papel, cartón, materiales compuestos, bioplásticos)
2. Eliminar residuos durante el proceso de empaqueo y embalado	Uso de 100 % de elementos prefabricados
3. Brindar información del sistema en cuanto al desecho, composición e impactos ambientales	Utilizar: Elementos gráficos para indicar la forma de desecho Frase indicando la composición del empaque y embalaje Frase informativa referente al impacto ambiental de los materiales del sistema de empaque y embalaje
4. Eliminar el uso de materiales plásticos sintéticos	Uso del 0 % de materiales plásticos sintéticos
5. Estandarizar el proceso de empaqueo y embalado	Determinar: Tiempo de cada operación Número de operaciones Tipo y número de herramientas y materiales
6. Optimizar el espacio durante el transporte	Incrementar el número de cajas en por lo menos un 30 %
7. Facilitar la separación de materiales para la gestión de residuos	Inclusión de elementos desmontables en el sistema de empaque y embalaje Uso de adhesivos de baja adherencia y ensambles Uso de materiales valorizables
8. Extender la vida útil del sistema	Dar un segundo uso para el sistema o los elementos que lo conforman Uso de elementos reemplazables
9. Mejorar la seguridad del producto durante el transporte para evitar roturas	Incorporar amortiguadores, insertos o separadores Cálculo de estiba y resistencia a la compresión Incorporar símbolos que aseguren su correcta colocación

*Continúa en la siguiente página*

*Continuación de página anterior*

Necesidad	Requerimientos de diseño
10. Facilitar el armado del sistema	Uso de elementos desmontables Uso de ensamblajes
11. Facilitar situaciones de inspección	Uso de mecanismos de cierre Incluir elementos desprendibles, mirillas, dobleces, etc.
12. Estandarizar los elementos del sistema	Determinar el número de elementos prefabricados, formas, dimensiones y materiales.
13. Mejorar el agarre del sistema de empaque y embalaje	Uso de elementos de agarre (asas, huecos, cintas, agarra-deras, bandas)
14. Adecuar el peso del sistema para ser cargado por operarios	Carga máxima de 20 kg (peso adecuado para operarias femeninas de entre 18 y 45 años)
15. Eliminar material de relleno	Uso de separadores, insertos, amortiguadores Uso del 0 % de papel estroza o virutas.
16. Adaptar el sistema y sus elementos a las dimensiones de las piezas cerámicas	Uso de separadores, insertos, amortiguadores Empacar todas las piezas en un solo paquete
17. Eliminar la preparación de materiales	Uso de elementos prefabricados

### 3.6.3. Matriz de Contradicción

Después de haber establecido las necesidades y requerimientos de los sistemas de empaque y embalaje, se desarrolló la matriz de contradicción (herramienta del TRIZ) mediante la cual se identificaron algunas estrategias para la mejora de los empaques y embalajes de los productos que fueron seleccionados.

Para el desarrollo de la matriz de contradicciones, primero se analizaron las funciones que deben cumplir los sistemas de empaque y embalaje, para cada una de estas funciones se identificaron las posibles fallas, deficiencias o problemas que podrían surgir al im-

plementar ciertas mejoras en su diseño (contradicciones). A partir del análisis realizado, se plantearon las siguientes mejoras en el diseño de los nuevos sistemas de empaque y embalaje y se encontraron las contradicciones descritas a continuación:

1. Se buscó cumplir con distintas funciones para el desarrollo de los nuevos sistemas de empaque y embalaje, entre las que se encuentran amortiguar, separar y contener los productos; además integrar un elemento de agarre; también contemplar materiales separables para su valorización. Las características anteriores incidirían negativamente en cumplir con el requerimiento de disminuir el volumen de los empaques y embalajes y con la necesidad de adecuar el peso con la capacidad física de los operarios;
2. Una forma alternativa de interpretar la contradicción anterior consiste en observar que al tratar de cubrir la variedad de funciones mencionadas se generaría un aumento de los elementos necesarios para el armado de los empaques y embalajes, esto afectaría la necesidad de facilitar el armado de los sistemas. En otras palabras, el buscar disminuir la cantidad de materiales puede conllevar a omitir el cumplimiento de ciertas funciones;
3. Se buscó disminuir la cantidad de material para los amortiguadores, se podría generar la pérdida de durabilidad de los elementos de amortiguación, debido al peso de las piezas cerámicas y a las condiciones existentes en su manejo.
4. También se buscó evitar el uso de maquinaria externa a la empresa para la preparación de los elementos de los sistemas de empaque y embalaje, así como disminuir la cantidad de residuos obtenidos, esto afectaría el tiempo que toma realizar las operaciones involucradas en este proceso, pues el trabajo se tendría que realizar de forma manual.

Posteriormente, los potenciales problemas identificados (contradicciones) que podrían generarse al implementarse las mejoras en el diseño de los sistemas de empaque y embalaje se tradujeron a cuatro parámetros de contradicción establecidos en el Anexo 5.1 (productividad, cantidad de material, desperdicio de sustancia y conveniencia de uso). Luego, pudieron identificarse cuatro características que se verían afectadas en los sistemas de empaque y embalaje al mejorar su desempeño, con base en el Anexo 5.1 (volumen del objeto móvil, productividad, durabilidad del objeto estático y desperdicio de tiempo). Las relaciones entre los potenciales problemas identificados (contradicciones) al efectuar las mejoras en los empaques y embalajes con las propiedades deseables se describen a continuación:

1. Productividad ▷ Volumen del objeto móvil. La productividad hace referencia al número de funciones u operaciones realizadas por el subsistema o sistema, por unidad de tiempo; sería de especial importancia mantener el número de funciones de los sistemas de empaque y embalaje. Por su parte, el volumen del objeto móvil consiste en la medida cúbica del espacio ocupado por el objeto, el cual no se deseó aumentar;
2. Cantidad de material ▷ Productividad. La cantidad de material indica el número de materiales o elementos de un sistema o subsistema, el cual se buscó disminuir; al mismo tiempo que la productividad debería pasar inalterada, es decir, los sistemas de empaque y embalaje deberían de cumplir con las funciones predispuestas;
3. Cantidad de material ▷ Durabilidad del objeto estático. Disminuir la cantidad de material destinado para los amortiguadores podría provocar la disminución en su durabilidad, es decir, el tiempo durante el cual podrían realizar su función.
4. Desperdicio de sustancia / Conveniencia de uso ▷ Desperdicio de tiempo. Disminuir la cantidad de material desperdiciado ó residuos podría traer consigo opciones para adaptar el material sobrante a los elementos utilizados en los sistemas de empaque y embalaje, esto podría provocar un aumento del tiempo para ejecutar las operaciones (dobles, cortes extras, etc.) para preparar los materiales. Además, al prescindir del uso de maquinaria externa a la empresa (sierras ó cortadoras) se podría incrementar el tiempo para preparar los componentes.

Después conforme a la secuencia de operaciones requeridas en el desarrollo del TRIZ, para las tres características que fueron identificadas como contradicciones (volumen del objeto móvil, productividad, durabilidad del objeto estático y desperdicio de tiempo) en los nuevos sistemas de empaque y embalaje, se estableció un conjunto correspondiente de principios que podrían brindar soluciones para el desarrollo de nuevos conceptos de empaques y embalajes. En la Figura 31 se muestra la relación entre las características que se optimizan con las que se afectan al establecer dichas mejoras, puede observarse que del mismo TRIZ se obtuvo un conjunto de atributos que ayudó a eliminar las contradicciones existentes para las características deseadas en los nuevos empaques y embalajes.

**Figura 31**  
Matriz de Contradicción

	7. Volúmen de objeto móvil	16. Durabilidad de un objeto estático	23. Desperdicio de sustancia	25. Desperdicio de tiempo	26. Cantidad de material	33. Conveniencia de uso	36. Complejidad	39. Productividad
7. Volúmen de objeto móvil	-	36 39 34 10	2 6 34 10	29 30 7	15 13 30 12	26 1	10 6 2 34	
16. Durabilidad de un objeto estático	-	-	27 16 18 38	28 20 10 16	3 35 31	1	-	20 10 16 38
23. Desperdicio de sustancia	1 29 30 36	27 16 18 38	-	15 18 35 10	6 3 10 24	32 28 2 24	35 10 28 24	28 35 10 23
25. Desperdicio de tiempo	25 34 10	28 20 10 16	35 18 10 39	-	35 38 18 16	4 28 10 34	6 29	-
26. Cantidad de material	15 20 29	3 35 31	6 3 10 24	35 38 18 16	-	35 29 25 10	13 3 27 10	13 29 27 3
33. Conveniencia de uso	1 16 35 15	1 16 35	28 32 2 24	4 28 10 34	12 35	-	32 26 12 17	15 26 28
36. Complejidad	34 26 6	-	35 10 28 29	6 29	13 3 27 10	27 9 26 24	-	12 17 28
39. Productividad	2 6 34 10	20 10 16 38	28 10 35 23	-	35 38	1 28 7 19	12 17 28 24	-

Nota: Información tomada de la Figura 129

1. 39 ▷ 7: 2: extracción; 6: universalidad; 34: restauración y recuperación de partes; 10: acción preliminar;
2. 26 ▷ 39: 13: invertir; 29: Neumática o hidráulica; 3: calidad local; 27: objeto barato de vida corta;
3. 26 ▷ 16: 3: calidad local; 35: cambio de parámetro; 31: materiales porosos;
4. 23 ▷ 25: 15: dinámico; 18: vibración mecánica; 35: cambio de parámetros y propiedades; 10: acción preliminar;  
33 ▷ 25: 4: asimetría; 28: remplazo del sistema mecánico; 10: acción preliminar; 34: restauración y recuperación de partes.

Como se observa en la figura anterior, para cada característica deseable en los nuevos sistemas de empaque y embalaje (volumen del objeto móvil, productividad, durabilidad del objeto estático y desperdicio de tiempo) el TRIZ propone mediante la Figura 31, al

menos tres potenciales atributos que darían solución a la contradicción. Para el primer parámetro (volumen del objeto móvil) se tuvieron tres posibles atributos que resolverían la contradicción y brindarían la solución para alcanzarlo: la extracción, concepto que sugiere extraer o separar la parte o propiedad perjudicial de un objeto (extraer únicamente la parte innecesaria); la universalidad, propiedad que implica hacer que un objeto o parte cumpla múltiples funciones, eliminando la necesidad de otras partes; la restauración y recuperación de partes, a partir de las cuales se recomienda rechazar o modificar el elemento de un objeto, después de que complete su función, o restaurar completamente cualquier parte usada de un objeto; y por último, el principio de acción preliminar, el cual hace referencia a ejecutar el cambio requerido de un objeto antes de ser necesario, es decir, pre-ordenar los objetos de tal manera que puedan entrar en acción en el momento más conveniente. Derivado del análisis anterior, se eligió a la **universalidad** como la característica que evitaría aumentar el volumen y suprimir funciones necesarias en los nuevos sistemas de empaque y embalaje.

Para la segunda característica (productividad) se identificaron las siguientes atributos que podrían ayudar a solucionar la contradicción y a cumplir con ella en el diseño de los sistemas de empaque y embalaje: el invertir, el cual sugiere convertir partes móviles a partes fijas ó viceversa; la neumática e hidráulica, en donde se propone ocupar este tipo de componentes para reemplazar partes sólidas por elementos gaseosos ó líquidos; la calidad local, la cual indica que cada parte de un objeto debe cumplir con una función diferente y útil; y el objeto barato de vida corta, con el cual se sugiere reemplazar partes costosas por piezas poco costosas. Debido a que uno de los objetivos del proyecto consistió en reducir la cantidad de materiales evitando generar un sistema complejo o disminuir la productividad de los empaques y embalajes, se eligió a la característica de **invertir** como el concepto por aplicar, incorporando elementos que pueden cambiar su estado de móvil a fijo y viceversa.

En la tercera característica (durabilidad de un objeto estático) se identificaron los siguientes atributos para alcanzarla y poder solucionar la contradicción: la calidad local, este concepto establece que cada parte debe cumplir una función diferente y útil en el sistema; el principio de cambio de parámetro, el cual señala la transformación que puede tener un elemento en su estado físico (gas, líquido, sólido) ó en su grado de flexibilidad, mientras que el principio 31 sugiere el uso de materiales porosos. Tomando como referencia el manejo y peso de las piezas cerámicas, disminuir la cantidad de material para amortiguarlas conllevaría a posibles fallos y daños en el sistema, por lo cual, se eligió el atributo de **mate-**

**riales porosos** para mejorar el amortiguamiento de las piezas cerámicas sin incrementar la cantidad de materiales.

Finalmente, para la cuarta característica (desperdicio de sustancia y conveniencia de uso) se tuvieron cuatro posibles atributos en cada combinación para solucionar la contradicción: el principio de asimetría, que sugiere cambiar la forma del objeto de simétrico a asimétrico; el principio dinámico, que sugiere hacer intercambiables sus partes y dividir al objeto en partes; la vibración mecánica, que indica hacer que un objeto oscile o vibre; la sustitución mecánica, principio que sugiere remplazar un sistema mecánico por un óptico, acústico y odorífero; la restauración y regeneración de partes, que plantea modificar un objeto después de haber completado su función útil; el principio de cambio de parámetros y propiedades, el cual señala cambiar en su estado físico a un objeto por un gas, líquido o sólido ó cambiar el grado de flexibilidad; y la acción preliminar, que propone realizar una acción antes de ser necesaria y arreglar de manera previa los objetos para que puedan entrar en acción en el momento adecuado. Como se puede observar, el principio acción preliminar es común en ambas combinaciones (desperdicio de sustancia y conveniencia de uso). Debido a que se busca omitir el uso de herramientas o maquinaria externa, así como apegarse al proceso de empaqueo y embalado y evitar hacer modificaciones para el mejor aprovechamiento del material, se eligió a la característica **acción preliminar**, con esta propiedad se cumpliría con el requerimiento de *Uso de 100 % de elementos prefabricados*.

Por lo tanto, las características de **universalidad**, **invertir** y **materiales porosos** obtenidos a partir del desarrollo de la matriz de contradicciones, fueron ocupados en el planteamiento de las propuestas de diseño para los nuevos sistemas de empaque y embalaje.

### 3.7. Desarrollo de propuestas de diseño

Para el desarrollo de las propuestas de diseño, primero se definió la configuración del empaque para cada set de piezas cerámicas (para 4 platos extendidos y para la colección Flor de sal), a partir de una evaluación en donde se seleccionó la mejor alternativa. Posteriormente, se generó un embalaje para cada propuestas de empaques que fueron generadas.

Para desarrollar las propuestas de diseño de los empaques se definió la arquitectura del sistema, para ello se identificaron los subsistemas que lo conformarían y que resultaron ser indispensables para su adecuado funcionamiento.

En la Tabla 33 puede observarse que se identificaron 8 subsistemas (estructura, amortiguadores, separadores, elementos de cierre, elementos de inspección, sujeción, apilamiento y área de información) para el empaque, en la parte inferior de cada uno de ellos se hace la indicación del grado de importancia que tienen en la arquitectura del sistema, siendo los componentes con la jerarquía más alta los que tienen 5 estrellas y los que cuentan con la categoría más baja los que poseen 1 estrella. Además, en esta tabla se añadieron tres columnas adicionales para formar una matriz morfológica, en donde se propusieron tres potenciales atributos que podrían tener cada uno de los 8 subsistemas.

**Tabla 33**  
*Matriz morfológica*

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

Posteriormente, a partir de la matriz morfológica se generaron cuatro combinaciones con diferentes características para cada uno de los subsistemas de los empaques, con los cual se obtuvieron los conceptos de diseño que se describen a continuación (2 combinaciones para el set de platos extendidos y 2 para la colección Flor de sal):

Es importante mencionar que para cada uno de los conceptos de diseño del empaque se contempló un segundo uso, esto con la finalidad de cumplir con el requerimiento de "Dar un segundo uso para el sistema o los elementos que lo conforman".

### 3.7.1. Conceptos

En este apartado se describen las 4 propuestas de conceptos de diseño para los empaques con base en la matriz presentada en la Tabla 33, las primeras dos propuestas fueron desarrolladas para el set de 4 platos extendidos y las dos restantes para la colección Flor de Sal. Es preciso resaltar que en los 4 conceptos se implementaron al menos 2 de las características identificadas a través de la matriz de contradicción del TRIZ para optimizar su diseño: universalidad, concepto que alude a que un elemento o parte del sistema cumple con distintas funciones; invertir: parámetro que hace referencia a fijar elementos movibles al sistema o viceversa; y aplicar materiales porosos, lo cual fue principalmente retomado para los elementos de amortiguación y consistió en ocupar el fruto de la planta *Luffa aegyptiaca*, conocido comúnmente como estropajo.

#### 3.7.1.1 Plato Extendido

##### a) Concepto A

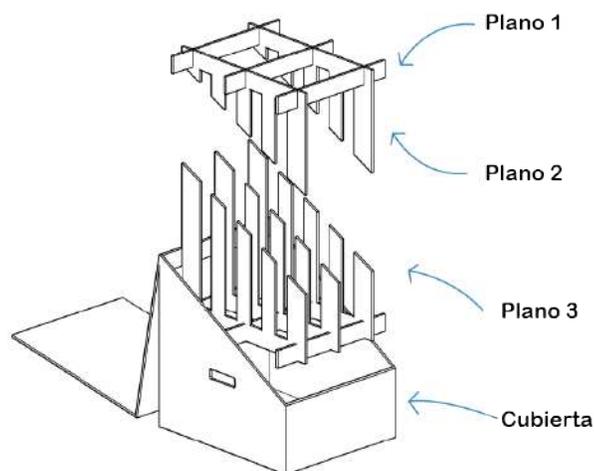
En la Tabla 34 se muestran las características de los subsistemas que fueron elegidas para el desarrollo de la primera propuesta de empaque del set de 4 platos extendidos (celdas marcadas en color crema).

**Tabla 34**  
Concepto A

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

Para la primera propuesta se propuso una estructura a base de planos seriados, los cuales funcionarían como amortiguadores y separadores, de esta forma se evitaría el movimiento y choque de las piezas cerámicas durante su transporte y se absorberían las vibraciones de los movimientos provocados por el transporte y manejo del sistema. La propuesta se elaboraría con cartón corrugado de flauta A, debido a que sus características mecánicas, físicas y su composición permitirían generar los perfiles para la estructura; además, ayudaría a sustituir materiales plásticos sintéticos, elementos desmontables y ensambles. Esta propuesta se compone por 3 planos base y una cubierta, como se muestra en la Figura 32.

**Figura 32**  
*Concepto A*

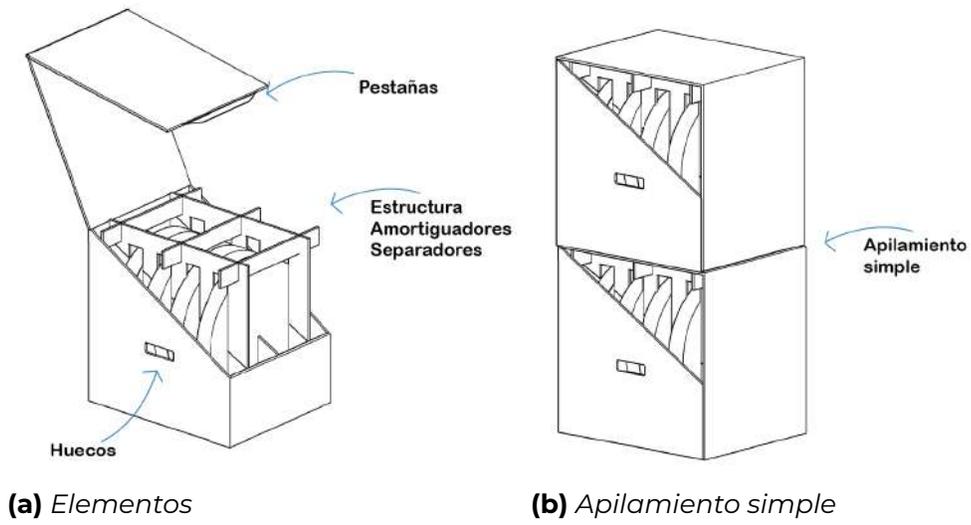


Como se observa en las Figuras 33a, 33b y 34, los platos son acomodados verticalmente en la estructura que estaría dentro de la cubierta, la cual cuenta con huecos que servirían como elementos de sujeción para un adecuado manejo, también se incluiría una ventana que permitiría la inspección visual rápida de las piezas sin tener que abrir la cubierta y una pestaña que se utilizaría como elemento de cierre, permitiendo hacer la inspección de forma sencilla.

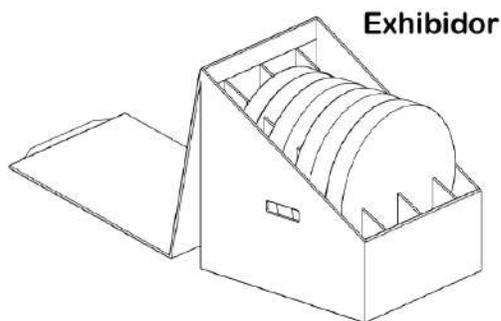
En este concepto de empaque puede observarse que los planos seriados brindan una estructura sólida, además sirven como amortiguadores y separadores de los 4 platos extendidos, delimitando el espacio que ocupan y limitando el movimiento que podría ocasionar rupturas o despostillamientos, también protegen al producto de las condiciones

externas. Por su parte, la cubierta acopla y mantiene fijos a los elementos de sujeción y de cierre por medio de una pestaña. De esta forma, en este concepto quedaron implementados los principios de universalidad e inversión derivados de la matriz de contradicción del TRIZ.

**Figura 33**  
*Elementos del concepto A*



**Figura 34**  
*Segundo uso*



**b) Concepto B**

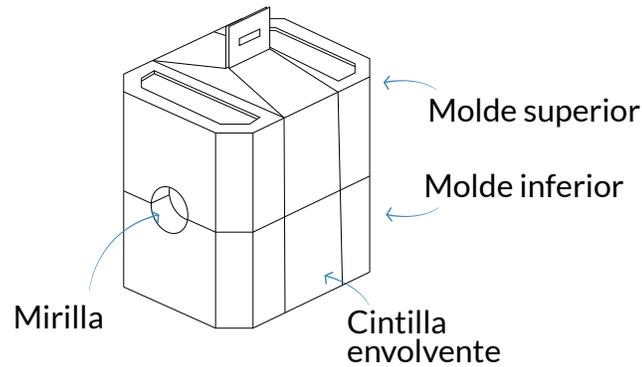
En la Tabla 35 se presentan las características de los subsistemas que dieron origen a este concepto de empaque, puede observarse que se formaría por moldes (Figura 35) que se ajustarían al tamaño de las piezas cerámicas. Los moldes se elaborarían con un material compuesto por fibra de plátano y celulosa de papel reciclado, derivado de la línea de investigación "Diseño y elaboración de productos con fibras naturales del estado de Oaxaca", en virtud que su composición, características mecánicas y dimensionales (espesor de 2 cm) permitirían producir los componentes, sobre los cuales se podrían generar ensambles y uniones. Con ello se dejarían de ocupar materiales plásticos sintéticos y se sustituirían con un material biodegradable.

En la propuesta se utilizaría una cintilla envolvente de cartón corrugado de flauta A, para asegurar los moldes, esta también serviría como elemento de cierre y para colocar información que describiría la composición de los elementos del sistema. Asimismo, como se muestra en la Figura 35 se incluiría una mirilla que permitiría inspeccionar visualmente las piezas cerámicas sin tener que abrir el empaque.

**Tabla 35**  
Concepto B

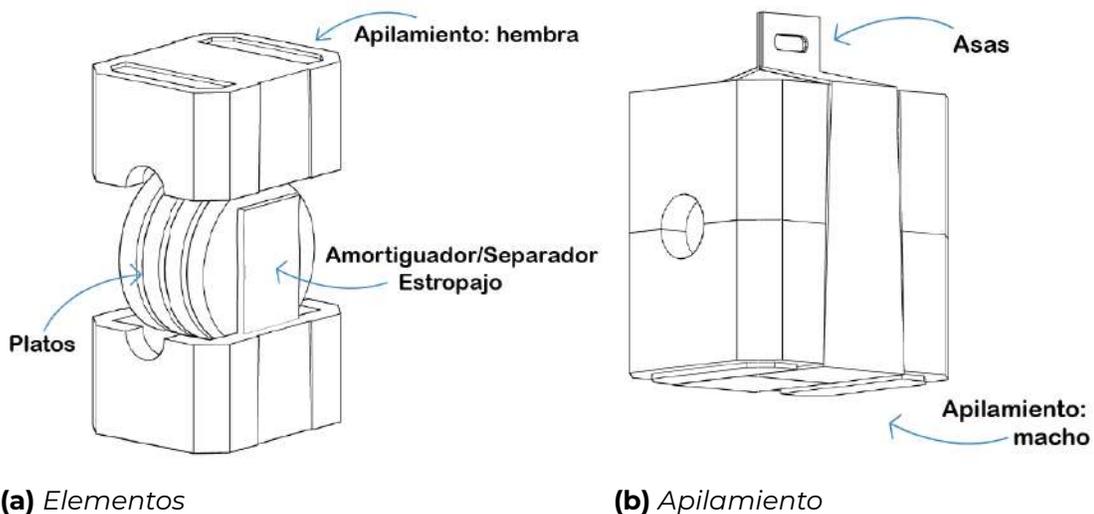
Subsistema	Atributos		
Estructura ★★★★★	Planos seriados	Molde	Cuna
Amortiguadores ★★★★★	Planos seriados	Molde (estropajo*)	Conducto
Separadores ★★★	Molde	Hojas	Ejes axiales
Elementos de cierre ★★★	Tapadera	Cintilla envolvente	Pestaña
Elementos de inspección ★★	Ventana	Mirilla	-
Sujeción ★★★	Huecos	Asas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

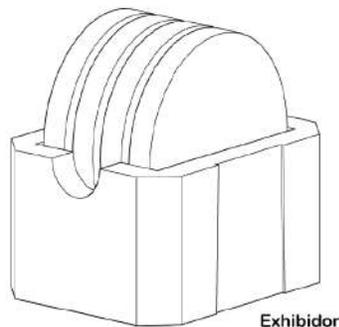
**Figura 35**  
Concepto B



Por otra parte, como se presenta en la Figura 36a, en este concepto de empaque se utilizarían segmentos de estropajo, el cual es un material poroso natural, estos se colocarían entre cada plato y funcionarían como elementos que absorban vibraciones y colisiones generadas por el manejo y transporte de las piezas cerámicas. Además, como se muestra en las Figuras 36a y 36b, los moldes fueron configurados geoméricamente para generar un ensamble macho/hembra que permitiría apilar los sistemas, manteniéndolos asegurados durante su transporte. También, como se observa en la Figura 36b, las asas se formarían a partir de la unión de las puntas de la cintilla envolvente, con esto se generaría un elemento de sujeción que permitiría un manejo adecuado.

**Figura 36**  
Elementos del concepto B



**Figura 37***Segundo uso*

En este concepto se integraron los principios obtenidos de la matriz de contradicción, en primer lugar se ocupó el estropajo natural para denotar el uso de un material poroso y puede observarse que se dotó de funciones adicionales tanto a la cintilla (elemento de seguridad, de sujeción e informativo) como al estropajo natural (separador, amortiguador) y los moldes (contenedor del producto, elemento de apilamiento), de esta forma se atendió el principio de universalidad.

**3.7.1.2 Colección Flor de Sal**

A continuación se describen los conceptos de empaques desarrollados para la Colección Flor de sal. En ambas alternativas se propuso como características en común el colocar guías de recorte y dobleces, para a partir de ellas generar soportes para celulares o computadoras.

**a) Concepto C**

En la Tabla 36 se presentan las características de los subsistemas que fueron consideradas para el planteamiento del primer concepto de diseño de empaque para la colección Flor de sal.

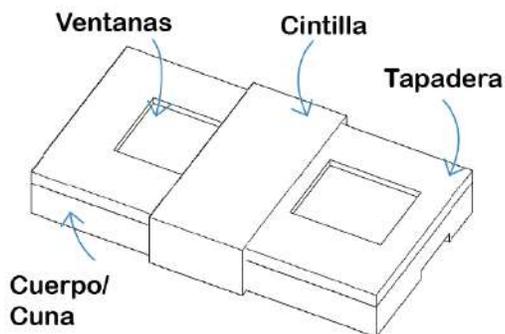
Como se muestra en la Figura 38, esta propuesta de empaque está conformada por 4 elementos principales: una tapadera, una cintilla y 2 cunas como estructura. Las cunas se ajustan a las dimensiones de las piezas cerámicas, asegurando su posición e integridad durante su transporte. Mediante el uso de las cunas se podría aprovechar el espacio sobrante anidando las piezas (colocando una pieza dentro de otra). Además, se incluyeron ventanas que facilitarían la inspección de las piezas cerámicas.

**Tabla 36**  
Concepto C

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

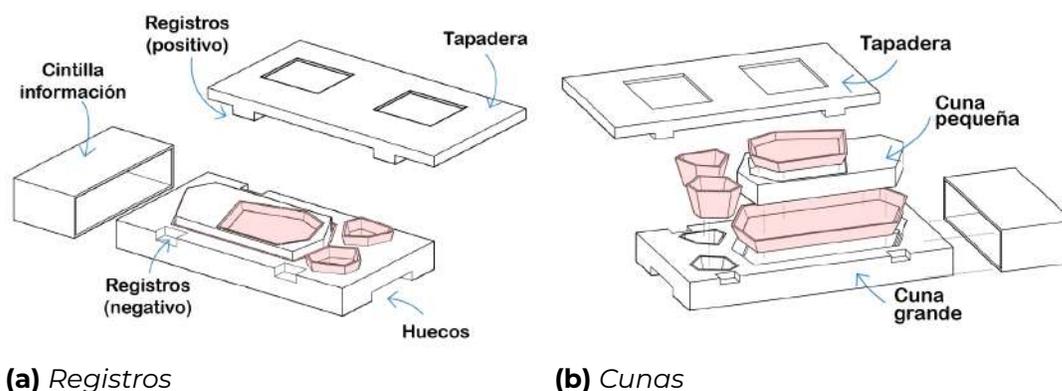
El elemento de cierre (tapadera) y la estructura (cuna grande) de la propuesta se elaborarían con un material compuesto por fibra de plátano y celulosa de papel reciclado, lo que permitiría crear las formas requeridas y brindar un espesor mínimo de 2 cm en ambos componentes para la protección de los productos. Los elementos de amortiguamiento, separadores (moldes) y el área en donde se colocará la información (cintilla) se fabricarían con cartón corrugado de flauta A. Con estos materiales se sustituirían materiales plásticos sintéticos por materiales biodegradables, además, se podrían incluir elementos desmontables en el diseño.

**Figura 38**  
Concepto C



Como se observa en la Figura 39, esta propuesta está compuesta por dos cunas (cuna grande y cuna pequeña); una cintilla que funciona como faja corredera y permitiría visualizar información del empaque; y por una tapadera. En la Figura 39a se muestra que la tapadera contaría con registros positivos, en donde se ensamblarían los registros negativos de la cuna grande, esto evitaría el movimiento lateral de la tapadera durante el transporte. En la Figura 39b se observan que la cuna grande tendría una forma rectangular y funcionaría como base, contendría la charola grande y los dos ramequines que conforman la colección Flor de sal. La cuna pequeña tendría una geometría que permitiría colocarla dentro de la charola grande, de esta forma se podrían anidar todas las piezas del set. Asimismo, como se muestra en la Figura 39a la estructura del empaque contaría con algunas cavidades que servirían como elementos de sujeción.

**Figura 39**  
*Elementos del concepto C*



En este concepto de empaque puede observarse que fueron integrados los siguientes principios obtenidos a través de la matriz de contradicción: en primer lugar, el principio de universalidad permitió que el concepto incorporara a la estructura del empaque dos funciones extras (amortiguar y separar las piezas cerámicas). En segundo lugar, para el diseño de la tapadera se incorporaron ventanas para evitar el desensamble completo del empaque y facilitar la inspección de las piezas durante su transporte y distribución. Además, siguiendo el principio de inversión, el elemento de cierre se hizo removible, lo cual facilita la extracción de las piezas del empaque.

**b) Concepto D**

En la Tabla 37 se muestran las características de los subsistemas que se consideraron para esta propuesta de empaque.

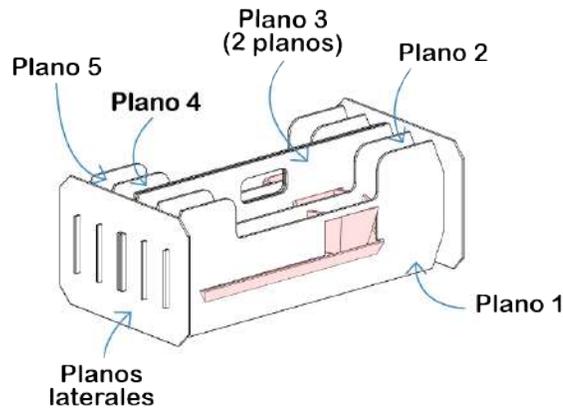
**Tabla 37**  
*Concepto D*

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

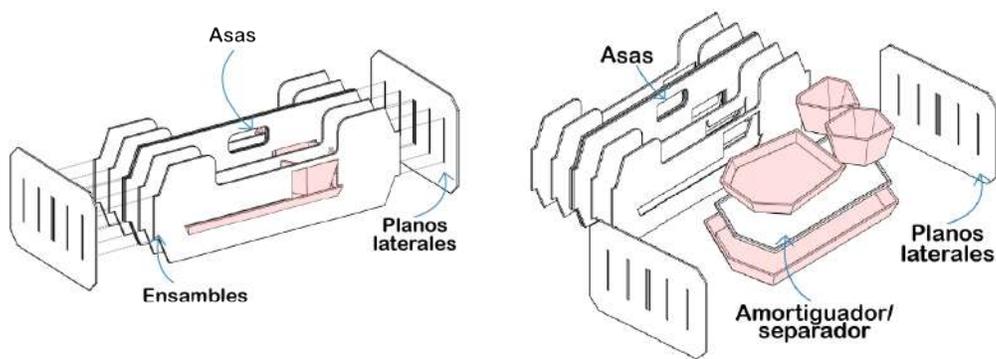
Como se muestra en la Figura 40, en este concepto de empaque se propuso una estructura a base de planos seriados y ejes axiales, con esto se protegerían las piezas cerámicas de golpes, choques y roces generados durante su manejo y transporte. El empaque se compondría de 5 planos principales y 2 planos laterales, los cuales al ensamblarse formarían un sistema que permitiría inspeccionar visualmente las piezas desde distintos puntos. Acorde con las características de las piezas cerámicas, la propuesta se elaboraría con cartón corrugado de flauta A, esto permitiría generar los planos seriados que conformarían la estructura, también se ocuparían elementos desmontables y se dejarían de utilizar plásticos sintéticos.

En la Figura 41 se presentan a detalle los elementos que componen el cuerpo principal del concepto D, los planos principales y laterales cuentan con ensambles que limitan su movimiento y desprendimiento durante el transporte. Por otro lado, dos piezas del tipo *plano 3* formarían asas para manejar al sistema de una manera sencilla. Aunado a esto, los planos principales cuentan con *topes* que embonan dentro de las piezas cerámicas para asegurarlas y evitar que salgan de la estructura. También, como se observa en la Figura 41b, se colocaría un amortiguador de estropajo natural (material poroso) entre las piezas cerámicas.

**Figura 40**  
Concepto D



**Figura 41**  
Elementos del concepto D



**(a)** Asas y ensambles

**(b)** Amortiguador/Separador

En este concepto de empaque se observa que fue aplicado el principio de universalidad, ya que su estructura funciona como soporte del empaque y brinda amortiguación a las piezas cerámicas. Además, se empleó adicionalmente estropajo (principio de material poroso) para aminorar las vibraciones y separar los productos durante su transporte y almacenamiento.

### 3.7.2. Selección del concepto

La elección de los conceptos de empaques para el set de 4 platos extendidos y de la colección Flor de sal que habrían de detallarse se realizó mediante la matriz de selección mostrada en la Tabla 38, para ello, se realizaron modelos en cartón corrugado, presentados en el Anexo 5.1, los cuales permitieron evaluar las características de los subsistemas que integran a cada concepto. Puede observarse que en la primera columna se enlistan cada uno de los subsistemas con su correspondiente grado de importancia que ocupan en la conformación del empaque (el grado de importancia fue determinado en un rango del 1 al 5, en donde 1 tuvo el grado de importancia más bajo y 5 el más alto). El cálculo de la calificación en cada celda de la tabla se realizó de la siguiente manera: se analizó la forma en que cumple cada una de las propuestas de diseño con el subsistema evaluado para asignar un puntaje entre 0 y 5, en donde 0=malo, 3=regular, 5=bueno; después este puntaje se multiplicó por el grado de importancia que tiene el subsistema en la conformación del empaque. De esta manera, por ejemplo, se encontró que al Concepto A se le asignó un puntaje de 5 por cumplir adecuadamente con los atributos esperados para el subsistema de Estructura, este puntaje posteriormente fue multiplicado por el grado de importancia que tiene este subsistema en el empaque (5), por lo tanto se obtuvo una calificación de  $5 \times 5 = 25$  en esa celda en particular. Para obtener la calificación final de cada concepto, se sumaron los valores obtenidos en cada columna. A continuación, se describe a detalle la forma en que fueron asignados los puntajes al evaluar el grado de cumplimiento de cada concepto de diseño con los subsistemas considerados para el diseño del empaque.

Para los conceptos de diseño desarrollados para el empaque del set de 4 platos extendidos se tuvo lo siguiente: la estructura del concepto A tendría 12 piezas para su armado, mientras que el concepto B estaría formado por 8 piezas, en base a ello se visualizó que se requeriría menor tiempo y menor número de operaciones para el armado del concepto B en comparación con el primer concepto; por lo tanto, el concepto A recibió un puntaje de 3 y el concepto B le fue asignado un puntaje de 5. Asimismo, la estructura del concepto A cumpliría con funciones como amortiguador y separador, mientras que en el concepto B se añadirían elementos de estropajo para amortiguar, separar y evitar los choques entre las piezas cerámicas, por lo tanto, al incorporar estos elementos se reforzaría la amortiguación de las piezas cerámicas. Por consiguiente, se encontró que ambos conceptos cumplirían de forma adecuada con los subsistemas de Amortiguadores y Separadores, por lo que a los dos se les asignó un puntaje de 5 en ambos subsistemas.

**Tabla 38**

*Selección de conceptos*

Subsistema	Plato extendido		Colección flor de sal	
	Concepto A	Concepto B	Concepto C	Concepto D
Estructura *****	15 (5 * 3)	25 (5 * 5)	25 (5 * 5)	15 (5 * 3)
Amortiguadores *****	25 (5 * 5)	25 (5 * 5)	25 (5 * 5)	25 (5 * 5)
Separadores *****	20 (4 * 5)	20 (4 * 5)	20 (4 * 5)	20 (4 * 5)
Elementos de cierre *****	15 (3 * 5)	9 (3 * 3)	9 (3 * 3)	15 (3 * 5)
Elementos de inspección **	10 (2 * 5)	6 (2 * 3)	6 (2 * 3)	10 (2 * 5)
Sujeción ***	12 (4 * 3)	20 (4 * 5)	12 (4 * 3)	20 (4 * 5)
Apilamiento *	3 (1 * 3)	5 (1 * 5)	5 (1 * 5)	5 (1 * 5)
Área de información **	10 (2 * 5)	10 (2 * 5)	10 (2 * 5)	10 (2 * 5)
<b>TOTAL</b>	<b>110</b>	<b>120</b>	<b>112</b>	<b>120</b>

Rango de puntuación: 0=malo; 3=regular; 5=bueno

Por otro lado, se analizó que el elemento de cierre del concepto A sería menos propenso a desprenderse o abrirse que el del concepto B, además, la cintilla incluida en el concepto B correría con el riesgo de desensamblarse durante el movimiento del empaque. No obstante, en la cubierta externa del concepto A se utilizaría mayor cantidad de material y un mayor número de operaciones para su armado, en cambio, el concepto B requeriría de una menor cantidad de material y un menor número de operaciones para su armado. Por lo tanto, dado que el concepto A asegurará de mejor forma el cierre y agrupamiento de los elementos en el empaque, se asignó a éste un puntaje de 5 y al concepto B un puntaje de 3.

Con los elementos de inspección se buscó poder visualizar las piezas de una manera sencilla, evitando el desarmado del empaque. Se encontró que el concepto A contaría con una mayor área de visualización, en comparación con el concepto B, por lo tanto, se asignó un puntaje de 5 al concepto A y al concepto B un puntaje de 3. Asimismo, para el subsistema de Sujeción, se encontró que para el concepto A se caracterizaría por ser débil debido a que se podría rasgar en las esquinas, entretanto, la cintilla que se integraría en el concepto B formaría un par de asas, las cuales estarían reforzadas y permitirían realizar su transporte y manejo de mejor forma, también las haría más prácticas durante su uso y dejaría que

una persona pudiese trasladar dos paquetes a la vez, mientras que en el primer concepto sólo se podría transportar un empaque. Por lo tanto, se asignó al concepto A un puntaje de 3 y al concepto B un puntaje de 5.

Asimismo, se encontró que el apilamiento estipulado para el concepto B aseguraría a los empaques que se colocarían unos sobre otros, evitando el movimiento de estos, en cambio, el concepto A tendría un apilamiento simple y regular, de esta forma, se asignó un puntaje de 3 al concepto A y de 5 al concepto B. Finalmente, al evaluar el subsistema Área de información se observó que en ambos conceptos se permitiría acceder directo a ella y se tendría el espacio adecuado, por lo que a los conceptos A y B se les asignó un puntaje de 5.

Para los conceptos de diseño desarrollados para el empaque de la colección Flor de sal se tuvo lo siguiente: la Estructura de los conceptos C y D estarían conformados por 4 y 9 piezas, respectivamente; por ello se encontró que el armado del concepto C llevaría menor tiempo y requeriría de un menor número de operaciones, en comparación con el proceso de armado para el concepto D. Por esta razón, se asignó al concepto C un puntaje de 5 y al concepto D un puntaje de 3. Por su parte, al evaluar los subsistemas Amortiguadores y Separadores se encontró que en el concepto C los amortiguadores se ajustarían a las dimensiones y formas de las piezas cerámicas, al igual que los separadores, esto evitaría que las piezas tengan desplazamientos dentro de la estructura durante su transporte y manipulación. Por otro lado, los planos seriados y ejes axiales del concepto D ayudarían a amortiguar y separar las piezas cerámica, sin embargo, se necesitarían integrar elementos adicionales de estropajo entre las charolas. Por lo tanto, se determinó que ambos conceptos cumpliría adecuadamente con estos subsistemas, por lo que se les asignó un puntaje de 5.

En la evaluación del subsistema Elementos de cierre se encontró que para el concepto C se tendría una menor cantidad de operaciones para el armado, también se contaría con un registro que haría intuitivo el uso de la tapadera, esto aseguraría el cierre del empaque con una cintilla. Por otro lado, el concepto D integraría ensambles en su estructura, los cuales permitirían agrupar todos los elementos que conforman al concepto. De esta forma, se visualizó que la estructura del concepto D cumpliría con una función adicional, por lo tanto, se asignó al concepto C un puntaje de 3 y el concepto D recibió un puntaje de 5.

Por su parte, en la evaluación del subsistema Elementos de inspección, se encontró que en ambos conceptos se podrían visualizar de forma limitada a las piezas cerámicas, sin

embargo, el concepto D contaría con más espacios en donde se observarían algunas partes de las piezas cerámicas sin tener que desarmar el empaque. De esta forma, el concepto C recibió un puntaje de 3 y el concepto D un puntaje de 5. Al evaluar el subsistema Sujeción, se encontró que el concepto D permitiría que una persona transporte dos empaques a la vez, mientras que el concepto C solo permitiría trasladar un empaque, por lo tanto, el concepto C recibió un puntaje de 3 y el concepto D un puntaje de 5.

Al evaluar el subsistema Apilamiento se encontró que en el concepto C se realizaría de forma simple, de igual manera para el concepto D. Por su parte, en el análisis del subsistema Área de información se encontró que en ambos conceptos se encontraría visible y ocuparía el espacio suficiente. Por lo tanto, para ambos conceptos se asignó un puntaje de 5 tanto en el subsistema de Apilamiento como en el de Área de información.

Así pues, se encontró que para los conceptos A y B desarrollados para el set de 4 platos extendidos se obtuvieron calificaciones finales de 110 y 120 puntos respectivamente. Por su parte, para los conceptos C y D desarrollados para la colección Flor de Sal se tuvieron puntajes de 112 y 120 respectivamente. Por lo tanto, los conceptos B y D serían los empaques que se detallarían en la siguiente etapa del proceso de diseño, debido a que fueron los que contaron con las mejores características al evaluar los subsistemas que los componen.

### **3.8. Especificaciones de diseño**

Una vez que fueron seleccionados los conceptos de los empaques para el set de 4 platos extendidos y de la colección Flor de sal, se procedió a determinar las especificaciones de varios de los elementos que los conforman para asegurar el cumplimiento de los requerimientos de diseño, entre algunos de los aspectos que se definieron se encuentran las dimensiones, materiales, tolerancias y uniones de los subsistemas.

Más adelante se presenta la descripción a detalle de los empaques del set de 4 platos y de la colección Flor de sal, se especifican los elementos que las conforman a cada propuesta en el siguiente orden: estructura, amortiguadores, separadores, elementos de cierre, elementos de inspección, sujeción, apilamiento, área de información y, por último, se incluye la propuesta de embalaje.

La estructura del empaque para el set de 4 platos se conformará de dos piezas (inferior y superior), que serán llamadas *moldes*, éstas se acoplarán y tendrán cavidades en donde

se colocarán los elementos cerámicos, también contendrán a los amortiguadores y separadores. Los moldes se elaborarán con placas de 2 cm de espesor hechas con el material compuesto por fibra de plátano y celulosa de papel reciclado. Para esta propuesta, se propone como alternativa utilizar cartón corrugado de flauta A para la generación de los moldes, mediante la implementación de un conjunto de dobleces para obtener la geometría propuesta. Por su parte, la estructura del empaque de la colección Flor de sal estará compuesta por planos seriados y axiales.

Para la conformación de los amortiguadores y separadores de las piezas cerámicas, tanto para el empaque del set de 4 platos como para el de la colección Flor de sal, se utilizará el estropajo debido a que es un material natural que posee una estructura porosa, además es de fácil adquisición, también se le podría dar un segundo uso después de cumplir su función en el empaque como fibra de lavado. El estropajo se podrá conseguir en su forma natural (cilíndrica) y en lámina, además, con la ayuda de herramientas como tijeras o cortadores se podrán obtener rodajas y láminas con los espesores adecuados para ser colocados en el interior de los empaques, también se tendrá un mayor control en las cantidades de este material por ocupar.

Asimismo, en los elementos de cierre de ambos empaques se ocuparán pestañas que serán colocadas en una cintilla envolvente y en los planos seriados, con el objetivo de unir los componentes y también para abrir y cerrar los empaques. Por otra parte, los elementos de inspección en ambos empaques permitirán observar con facilidad las piezas cerámicas sin desmontar los componentes, esto se logrará integrando una mirilla y espacios semejantes a ventanas.

La sujeción del empaque del set de 4 platos extendidos se logrará por medio de asas que estarán integradas a la cintilla envolvente, mientras que para el empaque de la colección Flor de sal, las asas se generarán a partir de dos planos seriados. Se realizó un análisis de los valores de la media antropométrica del ancho palma de la mano, de acuerdo con los datos proporcionados por Chaurand, León, y Muñoz (2007), los cuales se presentan en la Tabla 39 y muestran las dimensiones del ancho palma de la mano para usuarios potenciales de los empaques. En la primera columna se indica el parámetro antropométrico analizado, el cual se ilustra en la Figura 42, en las columnas 2, 3 y 4 se muestran los valores de la media del ancho de la palma de la mano para jóvenes estudiantes de 18 a 24 años (femenino y masculino), trabajadores industriales (femenino y masculino) y operadores de autotransporte de 18 a 68 años, respectivamente.

**Figura 42**

*Anchura palma mano*



Nota: Tomado de Chaurand et al., 2007

**Tabla 39**

*Media antropométrica del alcance de brazo frontal para usuarios del proyecto*

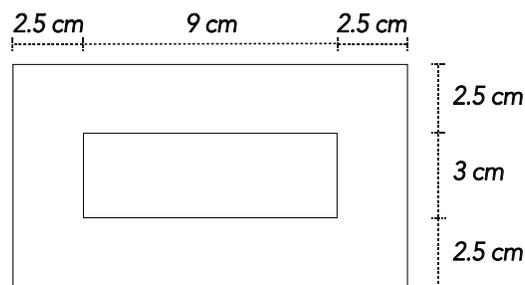
	I		II		III
<b>b</b>	F	M	F	M	M
	74 mm	85 mm	76 mm	76 mm	83 mm

Nota: I: Jóvenes estudiantes de 18 a 24 años; II: Trabajadores industriales de 18 a 65 años; III: Operadores de autotransporte de 18 a 68 años; Información tomada de Chaurand et al., 2007

Para determinar las dimensiones del ancho y la altura de las asas de los empaques, se consideró la media más alta del ancho palma de la mano (8.5 cm), como se muestra en la Figura 43, se dejó una holgura de 0.25 cm a cada lado de la mano para evitar roces con las partes laterales. Por su parte, la dimensión del hueco en donde se insertará la mano se estableció en 3 cm, además se dejó un espacio de 2.5 cm hacia arriba y abajo, el cual establece el área de refuerzo del asa.

**Figura 43**

*Medidas de asas para sujeción de empaque*



El apilamiento en el empaque para el set de 4 platos estará guiado mediante empates

con relieve, mientras que en el empaque para la colección Flor de sal se ocupará un empate simple. Por otra parte, las caras principales de cada empaque estarán destinadas a fungir como Área de información, en donde se tendrán los símbolos que indiquen la forma de manejar el empaque, también se tendrán datos acerca del contenido, de la alternativa de segundo uso y de la forma en cómo pueden desecharse los materiales de empaque.

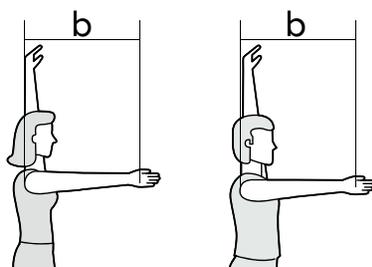
Es importante mencionar que previamente a determinar las especificaciones del diseño de cada empaque, se elaboraron algunos modelos físicos cuyo diseño estuvieron apegados a las características de los conceptos seleccionados y sirvieron para verificar las dimensiones y el desempeño de cada uno de los componentes.

Por otra parte, se propuso que el embalaje para el empaque del set de 4 platos extendidos consistiría en una cinta de cartón corrugado, la cual funcionará como un fleje; este elemento une y facilita el manejo de 4 empaques de forma simultánea. Asimismo, se determinó que el embalaje para el empaque de la colección Flor de sal estará constituido por una hoja de cartón corrugado, la cual tiene un conjunto de dobleces que se utilizarán para cubrir las partes laterales de 4 empaques de manera simultánea, esto sin bloquear la visión directa que se tendrá hacia las piezas. Para la determinación de las especificaciones de ambos empaques (distribución y dimensiones), resultó importante elaborar y analizar el comportamiento de los modelos físicos utilizados para observar su estabilidad en conjunto, así como verificar se hayan determinado las adecuadas dimensiones antropométricas para su manejo (dimensiones de las asas, dimensión del sistema de empaque y embalaje para garantizar un óptimo manejo con los brazos extendidos, peso correcto del sistema de empaque y embalaje conforme a las características del usuario).

En la Tabla 40 y en la Figura 44 se presentan las dimensiones de referencia del brazo extendido que fueron ocupadas para la definición de las especificaciones de los sistemas de empaque y embalaje.

**Figura 44**

*Alcance brazo frontal*



Nota: Tomado de Chaurand et al., 2007

**Tabla 40**

*Media antropométrica del alcance de brazo frontal para usuarios del proyecto*

	I		II		III
	F	M	F	M	M
<b>b</b>	600 mm	665 mm	686 mm	748 mm	788 mm

Nota: I: Jovenes estudiantes de 18 a 24 años; II: Trabajadores industriales de 18 a 65 años; III: Operadores de autotransporte de 18 a 68 años; Informaación tomada de Chaurand et al., 2007

Asimismo, en la Tabla 41 se presenta el peso total que fue calculado para el transporte de cada uno de los sistemas de empaque y embalaje, cada uno contendrá 4 empaques para el set de 4 platos extendidos con su respectivo embalaje y 4 empaques de la colección Flor de sal con su correspondiente embalaje.

**Tabla 41**

*Peso total de los sistemas de empaque y embalaje (4 empaques para el set de 4 platos extendidos con su respectivo embalaje y 4 empaques de la colección Flor de sal con su correspondiente embalaje)*

	Set 4 platos	Colección Flor de sal
<b>Peso total (Kg)</b>	14	11.2

Como se observa, el peso tanto del sistema de empaque y embalaje del set de 4 platos extendidos y de la colección Flor de sal no superará el peso límite establecido por la Norma NOM-036-1-STPS-2018, la cual determina que el peso máximo de carga para operarios mujeres entre 18 y 45 años debe ser de 20 kg.

A continuación, se describen a detalle las características de cada uno de los elementos que compondrán los sistemas de empaque y embalaje del set de 4 platos extendidos y de la colección Flor de sal.

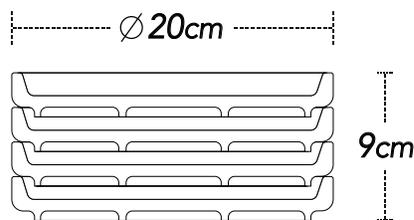
### 3.8.1. Set 4 platos extendidos

#### I. Estructura, amortiguadores y separadores

Los platos cerámicos extendidos tienen una altura individual de 2.7 cm, mientras que el set de 4 platos ocupan las dimensiones mostradas en la Figura 45. Se estimó que existirá una variación en las dimensiones de la altura y diámetro de los platos extendidos, por lo que se consideró una tolerancia de  $\pm 2$  mm en cada uno de dichos parámetros.

#### Figura 45

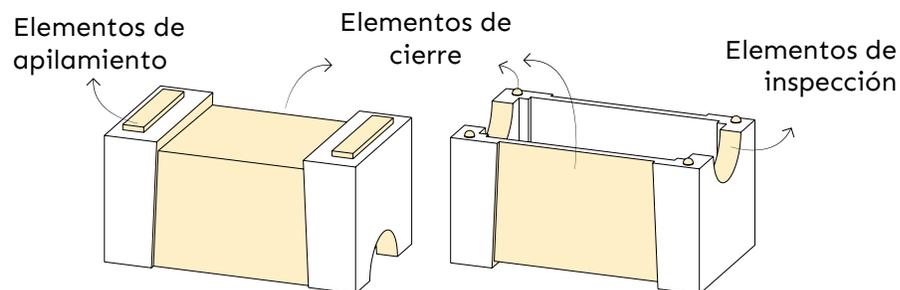
*Dimensiones del set de 4 platos extendidos*



La estructura de la propuesta del empaque para el set de 4 platos integra una pieza superior y una inferior que se les denominará "moldes", los cuales se ensamblan entre sí, éstos tienen elementos en forma de empates rectangulares que facilitan el apilamiento; también incluyen elementos que agilizan la inspección en formas de mirilla; poseen elementos que facilitan el cierre del sistema (en forma de un bajo relieve que sirve para colocar una cin-tilla envolvente y de registros de aseguramiento para evitar el desplazamiento horizontal de los moldes) y tienen algunas cavidades en donde se alojarán los platos cerámicos. En la Figura 46 se presentan los elementos que componen esta estructura, fue diseñada para alojar 4 platos extendidos que tienen un diámetro de  $20 \pm 0.2$  cm.

#### Figura 46

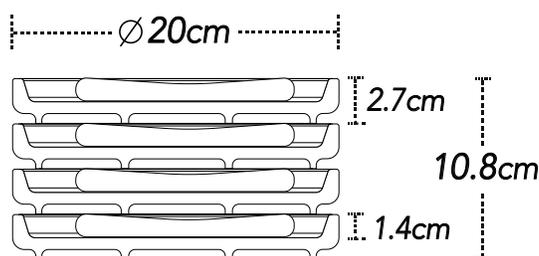
*Estructura para el set de 4 platos extendidos*



Para el refinamiento del diseño de la estructura del set de 4 platos extendidos se elaboraron algunos modelos virtuales y físicos que ayudaron identificar elementos que debieron mejorarse. Para la distribución de los platos extendidos alojados en los moldes se consideró una separación de 1 cm entre cada plato, de esta forma se podrán colocar amortiguadores de 1 cm entre cada una de las piezas cerámicas, por lo que se tendrá que los platos apilados con los amortiguadores ocuparán un ancho de 15.8 cm. Por otra parte, se observó que se tenía disponible un espacio de 1.4 cm al fondo de los platos, por lo cual se decidió adaptar la configuración de los moldes a esa dimensión, esto permitió reducir el ancho de los platos apilados y amortiguadores hasta 10.8 cm, como se observa en la Figura 47.

**Figura 47**

*Separación interna*



Por lo tanto, como se muestra en la Figura 48a, las dimensiones internas que tendrán cada uno de los moldes serán de 20x10.2x10 cm. Para la definición de las medidas externas de la estructura se contemplaron las dimensiones del grosor de las placas del material biodegradable hecho a base de celulosa y fibra de plátano, estas placas tendrán un espesor de 2 cm con una variación de  $\pm 2$  mm. Por lo anterior, como se observa en la Figura 48b, las medidas externas de cada molde serán de 24x14.2x12 cm.

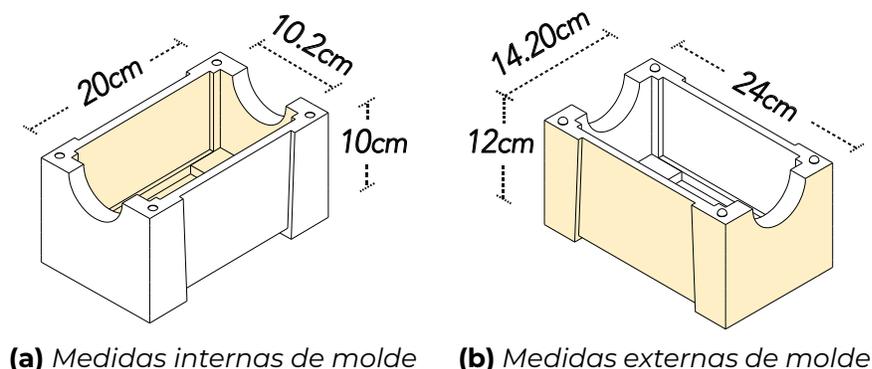
La colocación interna de las piezas cerámicas en los moldes se presenta en la Figura 49.

## II. Elementos de cierre

Para mantener unidos todos los elementos que conforman al empaque se propuso ocupar una cintilla envolvente, se determinó que de acuerdo a las características que se presentan al transportar los productos y conforme a las recomendaciones brindadas por Tarango (2011), este elemento se elaborará con cartón de flauta A, cuyas propiedades se muestran en la Tabla 42.

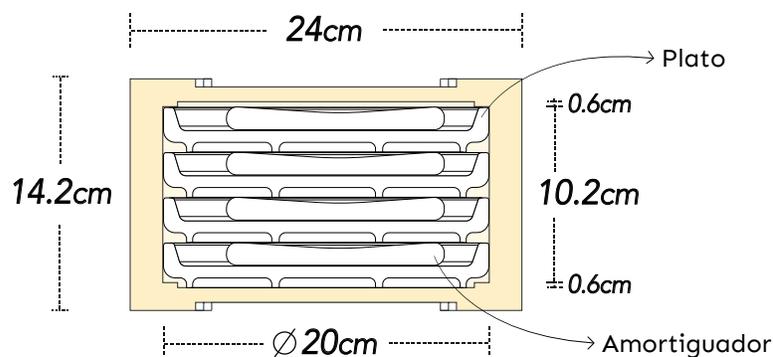
**Figura 48**

Medidas externas e internas de la estructura para set de 4 platos.



**Figura 49**

Distribución de las medidas de apilamiento para el set de 4 platos extendidos



**Tabla 42**

Características del cartón flauta A

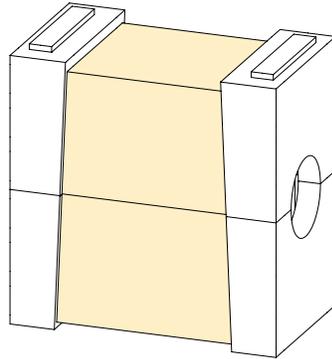
Flauta	Grosor (mm)	Grosor (pulg)	Flautas por metro
A	4.76	3/16	118

Nota: Información tomada de Giovannetti, 2003; NOM-EE-74-1980, 1980.

El diseño de la cintilla integrará asas para la sujeción del empaque y se ocupa un método de cierre que evita la separación de los elementos, la estructura tendrá una forma trapezoidal en sus caras principales, como se observa en la Figura 50, a ésta se integró un canal de 5 mm de profundidad que servirá para insertar la cintilla de cartón corrugado en dicho espacio (el espesor del cartón corrugado es de 4.76 mm) y para guiar al usuario en la colocación de la misma.

**Figura 50**

*Canal para cintilla*



Las medidas de la cintilla se determinaron considerando las dimensiones del canal donde ésta será colocada, sin embargo, también fue necesario elaborar algunos modelos físicos para refinar su diseño y hacer modificaciones que mejoraran su desempeño.

Como se muestra en la Figura 51, se estableció una forma base de la cintilla (silueta trapezoidal) que incorpora asas y que no presenta fallas por rotura, en el primer modelo se observó que no se tenía un sistema de cierre que garantizaría la integridad de todos los elementos al ser transportados.

**Figura 51**

*Forma base de cintilla*



Como se observa en la Figura 52, se generó un segundo modelo que incorpora ranuras en donde se ensamblarán las dos caras que conforman a la cintilla. Se puede observar que conserva la silueta trapezoidal y se integran asas para su manejo, sin embargo, se observó que se tenían desgarres en la cintilla al utilizar las asas y transportar el empaque, por lo

que tuvo que mejorarse el diseño.

**Figura 52**

*Segundo modelo de cintilla: falla por desgarre*



Como se presenta en la Figura 53, se elaboró un tercer modelo de cintilla, se realizaron cambios en cuanto a su forma base, uno de los lados conservó la forma trapezoidal mientras que la forma del lado contrario cambio a un perfil rectangular. Además, a un lado de la cara rectangular se integró una ranura en donde se introducirá el lado trapezoidal, sin embargo, como se observa en la Figura 53, se obtuvieron fallas por rotura al momento de levantar la carga.

**Figura 53**

*Tercera propuesta con fallas*



Como se muestra en la Figura 54, se realizaron mejoras adicionales en el diseño de la cintilla, en un cuarto modelo se optó por conservar la forma trapezoidal original, se agregó una pestaña y una ranura para garantizar el cierre del sistema. Este diseño permitió cargar

sin esfuerzo el set de 4 platos extendidos dentro de la estructura y mantener los elementos ensamblados del empaque al momento de usar la pestaña. En la Figura 55 se presenta la cintilla en uso, tanto como elemento de sujeción y de cierre.

**Figura 54**

*Cuarta propuesta de cintilla: pestaña*



**Figura 55**

*Sistema de cierre para set de 4 platos*



**(a)** *Cintilla con carga*

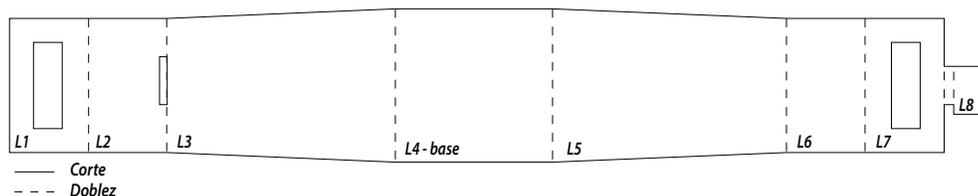


**(b)** *Cintilla cerrada*

En la Figura 55b se observa que al asegurar el sistema de empaque y embalaje con la pestaña, el usuario puede ocupar las mirillas como asas, las cuales estarán integradas en la estructura del empaque para trasladarlo de un punto a otro.

En la Figura 56 y en la Tabla 43 presentan el desarrollo que se ocupará para elaborar la cintilla y sus especificaciones dimensionales que incluyen las medidas y tolerancias finales.

**Figura 56**  
*Canal para cintilla*



**Tabla 43**  
*Medidas y tolerancias para la cintilla*

Lado	Medidas (mm)	Tolerancia (mm)	Medida final (mm)
L1,L7	80	-	80
L2,L6	63	-	63
L3	226	9	235
L4	132	9	141
L5	231	9	240
L8	-	-	50
Largo total			

Como se observa en la Figura 56, el ancho de la cintilla varía desde la base (L4) hacia los lados externos (L1 y L7), estas medidas fueron determinadas a partir del dimensionamiento de las asas y del empate del empaque, además, en la Figura 56 se observa la localización de la pestaña y la ranura en la cintilla. Por otra parte, en las Figuras 57 y 58 se presentan a detalle las formas, medidas y los pasos requeridos para el uso de la pestaña y la ranura.

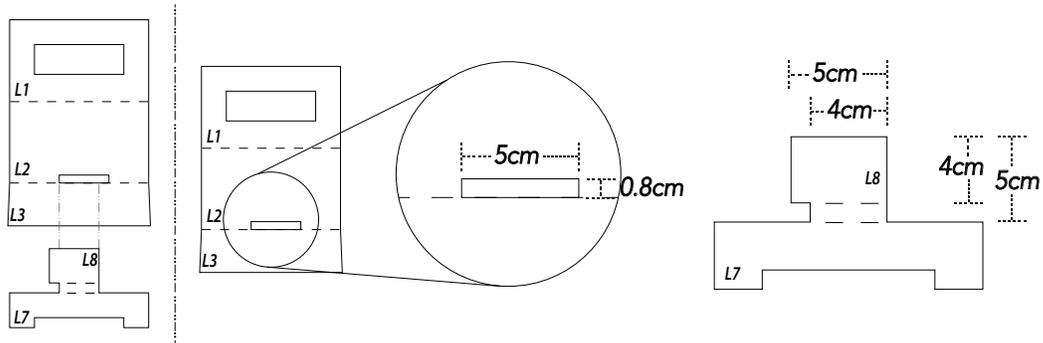
Como se observa en la Figura 59, se integraron registros en las caras donde se unen ambos moldes para evitar movimientos horizontales en estos elementos.

### III. Elementos de inspección

Como se muestra en la Figura 60, para facilitar la identificación y verificación del estado de los productos se incorporaron mirillas marcadas en color amarillo en los extremos laterales, éstas tienen un diámetro de 7 cm, se dejaron espacios de 5 cm a los lados izquierdo y derecho y de 8.6 cm en los extremos superior e inferior de los moldes.

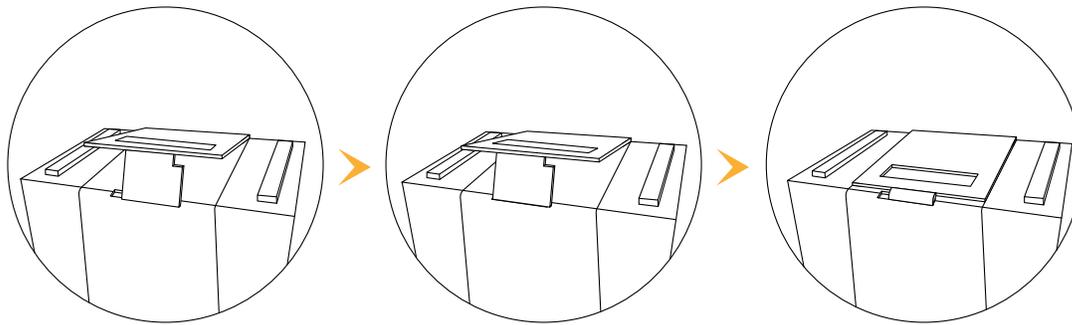
**Figura 57**

*Dimensiones de pestaña*



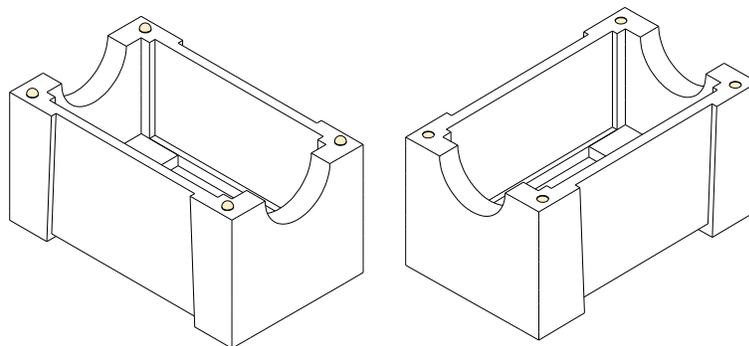
**Figura 58**

*Pasos de uso para la pestaña y la ranura*

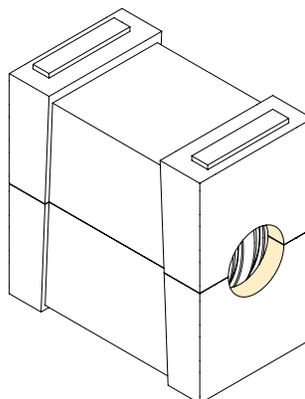


**Figura 59**

*Registros en moldes*



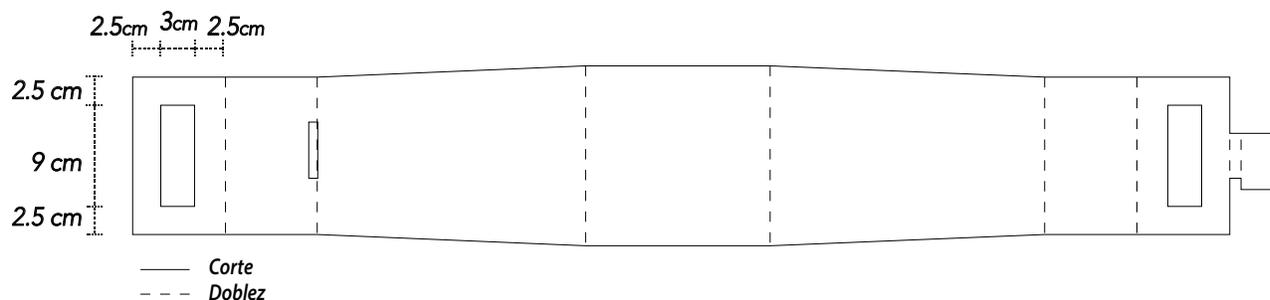
**Figura 60**  
*Mirilla*



#### IV. Elementos de sujeción

Como elementos de sujeción se integraron asas a la cintilla para facilitar el manejo del empaque, se comprobó que el asa tuvo un adecuado desempeño estructural y ergonómico mediante el desarrollo de su correspondiente modelo físico. En la Figura 55a se observa que la cintilla soportó la carga aplicada sin presentar fallas por fractura, en la Figura 61 se especifican las dimensiones de las asas conforme a los resultados obtenidos en la Tabla 39.

**Figura 61**  
*Medida de las asas para el set de 4 platos extendidos*



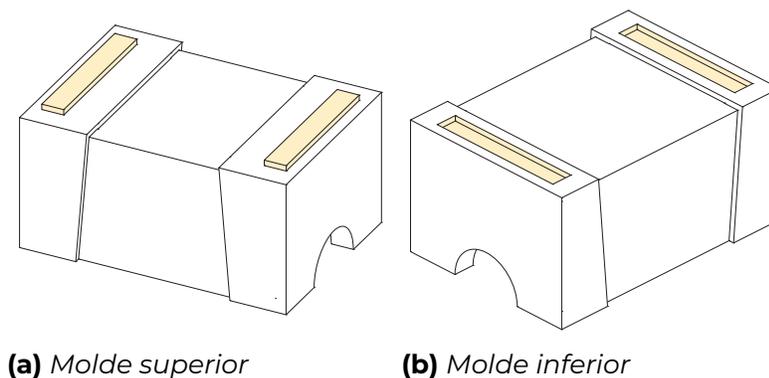
#### V. Apilamiento

Como se observa en la Figura 62, para facilitar y guiar la correcta colocación de los sistemas de empaque y embalaje del set de 4 platos extendidos durante su estiba, se integró un sistema macho-hembra que incorpora dos elementos rectangulares en alto relieve de 5 mm de espesor en el molde superior y de dos canales de 5 mm en bajo relieve en el mol-

de inferior que permitirán apilar un sistema sobre otro, evitando que se muevan de forma horizontal durante su transporte.

**Figura 62**

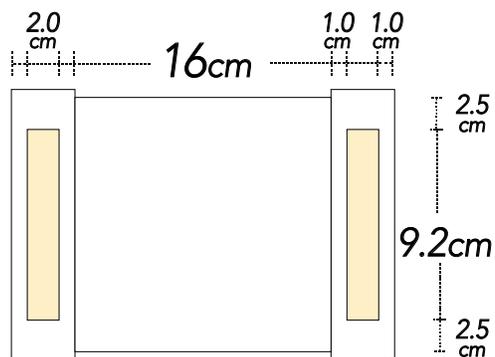
*Sistema macho-hembra*



Como se observa en la Figura 63, cada elemento rectangular tiene un ancho de 2 cm y 9.2 cm de largo, se dejaron espacios de 1 cm y de 2.5 cm a su alrededor, estos parámetros permitieron establecer el ancho base de la cintilla (16 cm).

**Figura 63**

*Medidas en el área de apilamiento*



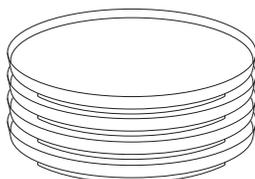
## VI. Área de información

### *Normas*

Los datos que serán incluidos en el Área de información se determinaron a través de normativas que fueron consultadas. Acorde a la NOM-030-SCFI-2006, se determinó que la altura mínima que tendrán los textos (conjunto de letras, números y signos) serán de 4.5 mm.

Por otro lado, se tomó como referencia la NOM-050-SCFI-2004 para determinar las características de los elementos del Área de información que se describen a continuación.

1. Nombre genérico del producto



**Set 4  
Platos Extendidos**

2. Indicación del número de piezas

**CONTENIDO: 4 PLATOS EXTENDIDOS CON BORDE DE 20 CM DE DIÁMETRO  
CADA UNO**

3. Nombre de la empresa: En este espacio, se incluirá el logotipo de la empresa
4. Leyenda que identifique el país de origen

**HECHO EN MÉXICO**

#### *Desecho y composición*

Es importante recordar que una de las características importantes de esta propuesta consiste en el uso de elementos que estarían hechos con materiales biodegradables, por ello se requirió indicar a los usuarios del sistema de empaque y embalaje las condiciones en las cuales tendrían que manejar estos componentes al desecharlos. Por lo tanto, se incluirán leyendas textuales que invitarán al usuario a no depositar los materiales en la basura que se va almacenando diariamente y realizar su deposición al aire libre junto con los desechos recolectados en el jardín para su degradación.

***Recuerda no depositar este empaque de celulosa junto con tu basura diaria***

***Coloca este empaque de celulosa junto a tu basura de jardín al aire libre***

Además, para indicar que los materiales utilizados en el empaque y embalaje, tales como la fibra compuesta así como el cartón corrugado, son aptos para reincorporarse a un proceso de producción, se colocará el triángulo de moebius mostrado en la Figura 64.

#### **Figura 64**

*Símbolo para indicar que los materiales de empaque y embalaje son reciclables*



Nota: Tomado de IHOBE, 2018.

Por otra parte, para poder efectuar la exportación a países de Europa y conforme con la composición del material de la cintilla (cartón corrugado), se incluirán las etiquetas de la Figura 65 para indicar el porcentaje de material reciclado presente en el cartón corrugado de acuerdo con la norma NMX-SAA-14021-IMNC-2018 y la Directiva 2018/850 del Parlamento Europeo y Consejo, las cuales indican que el cartón corrugado debe tener un porcentaje mínimo del 75 % de material reciclado y el tipo de contenedor en el que deben depositarse los productos a base de papel y cartón, respectivamente.

#### **Figura 65**

*Porcentaje de material reciclado incluido en la cintilla y tipo de contenedor para depositar papeles y cartones en países de Europa*



Nota: Tomado de IHOBE, 2018.

Asimismo, será imperativo adquirir un cartón corrugado de flauta A con un proveedor que cumpla con alguna de las certificaciones ambientales mostradas en la Figura 66, la insignia correspondiente se incluirá en el sistema de empaque y embalaje.

**Figura 66**

De izquierda a derecha: certificación Mariposa Monarca; certificación del Consejo de Administración Forestal (FSC); certificación del Programa de Reconocimiento de Sistemas de Certificación Forestal (PEFC)

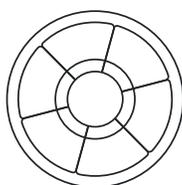


Nota: Tomado de IHOBE, 2018.

También, se integrará al Área de información la etiqueta de la Figura 67, la cual invitará al usuario final a utilizar los amortiguadores (hechos con estropajo natural) como fibras de limpieza para sus piezas cerámicas.

**Figura 67**

Etiqueta que propone al usuario un segundo uso para los amortiguadores



Te invitamos a utilizar los estropajos incluidos en este empaque para lavar tus utensilios de cocina.

*Impacto ambiental*

Los moldes que dan estructura al empaque se fabricarán con un material conformado por celulosa y fibra de plátano, lo cual permite su fácil y no contaminante degradación en el ambiente, este atributo será indicado en el Área de información de la siguiente manera:

**BIODEGRADABLE.**

Asimismo, es importante recordar que la fibra del estropajo propuesta para la elaboración de los amortiguadores es un material natural que se degrada en el ambiente sin contaminar.

*Correcto uso*

Para el adecuado manejo y colocación de los sistemas de empaque y embalaje del set de 4 platos extendidos, se incorporaron los símbolos mostrados en la Figura 68, a través de los cuales se indicará que se estará transportando productos frágiles (piezas cerámicas), que se debe evitar el contacto con el agua y que se debe estibar los sistemas siguiendo un sentido vertical (uno sobre otro).

**Figura 68**

*Símbolos para la correcta colocación*



Nota: Tomado de ISO, 2015.

*Segundo uso*

Para brindar una función adicional al sistema de empaque y embalaje del set de 4 platos extendidos y así prolongar su vida útil, como se muestra en la Figura 69a, se determinó que el empaque funcionará como un exhibidor al ser colocado en los estantes de la tienda. Además, como se observa en la Figura 69b, se estableció que los moldes se ocupen como macetas temporales una vez que culminen su función como empaque.

**Figura 69**

*Segundo uso de componentes del set de platos.*



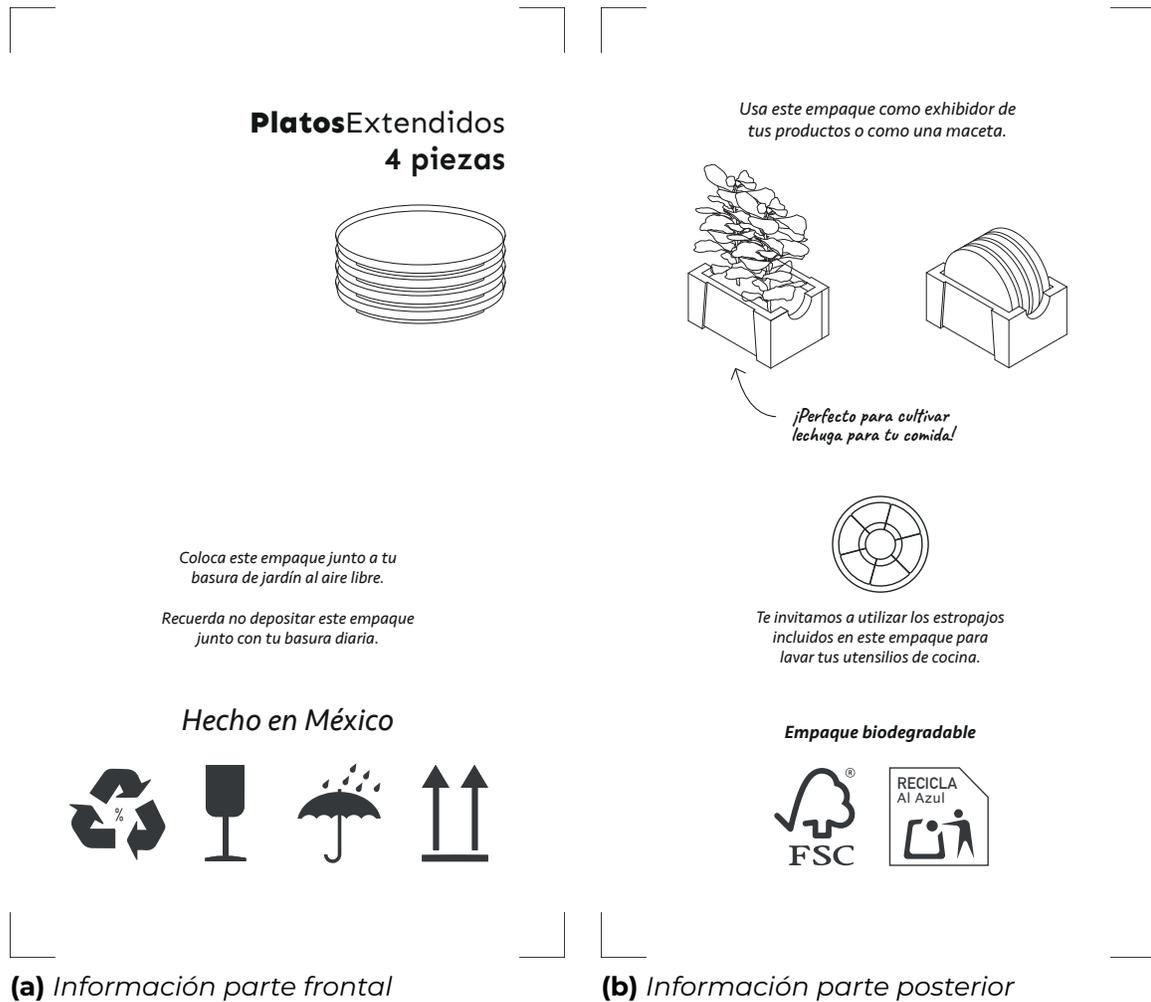
**(a)** *Como exhibidor*

**(b)** *Como maceta*

Finalmente, en las Figuras 70 y 71 se presenta la distribución de la información en las partes delantera y trasera de la cintilla para el empaque del set de 4 platos y la información incluida en la cara frontal del embalaje.

**Figura 70**

*Distribución de información para la cara frontal y la cara posterior*



**Figura 71**

*Información para la cara frontal del embalaje*

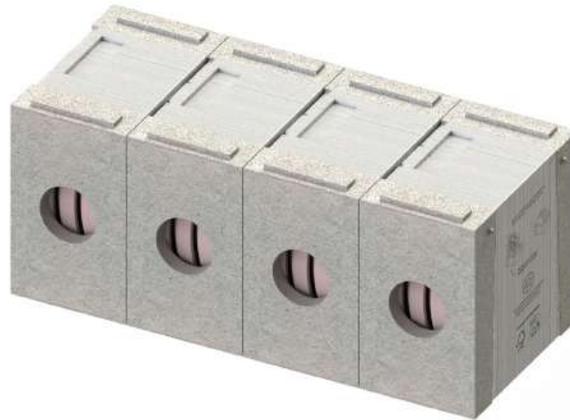


**VII. Embalaje**

Para la conformación del embalaje del set de 4 platos extendidos se buscó agrupar 4 empaques para su adecuado manejo y transporte. En la Figura 72 se muestra el arreglo del conjunto de empaques a partir del cual se determinó el tamaño de la cinta/fleje. Se seleccionó al cartón corrugado con flauta A para elaborar el embalaje debido a la facilidad que se tiene para doblarlo y por la resistencia que muestra al contener productos para su transporte. En la Figura 73 se puede observar el conjunto de empaques y el embalaje.

**Figura 72**

4 empaques del set de 4 platos extendidos



**Figura 73**

Embalaje para el set de 4 platos extendidos



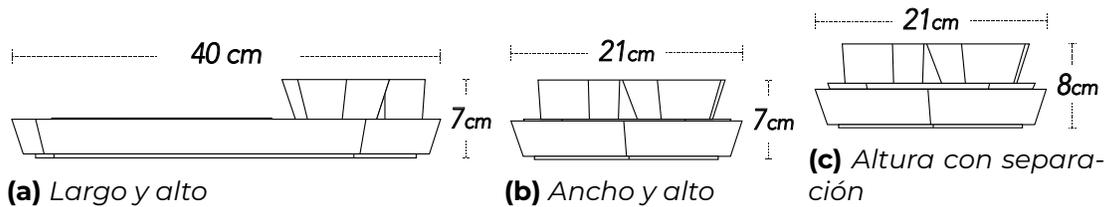
### 3.8.2. Colección Flor de sal

#### I. Estructura, amortiguadores y separadores

Como se observa en la Figura 74, las dimensiones generales que ocupan las piezas cerámicas de la colección *Flor de sal* son de 40 cm de largo, 21 cm de ancho y 7 cm de altura. El acomodo del set en la propuesta del empaque tendrá una separación de 1 cm entre la superficie interna de la charola grande con la superficie inferior de la charola pequeña y las piezas pequeñas, en este sitio se colocará estropajo como amortiguador de 1 cm de espesor, lo que ocasionará que la altura total de las piezas apiladas sea de 8 cm.

**Figura 74**

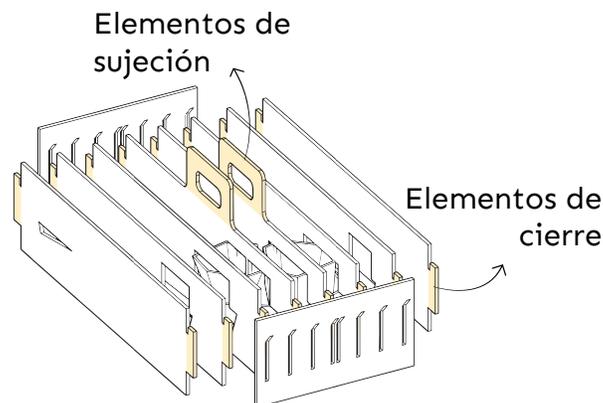
*Medidas del set apilado de la colección Flor de sal*



Como se presenta en la Figura 75, la estructura del empaque de la colección Flor de sal constará de 2 planos axiales con pestañas que se ubicarán en los laterales y que servirán para ensamblar 8 planos seriados intermedios adicionales que estarán separados 3 cm entre cada uno, la estructura tendrá integradas asas para la sujetar al empaque.

**Figura 75**

*Estructura del empaque para la colección Flor de sal*



Para la elaboración de la estructura del empaque de la colección Flor de sal, se eligió al cartón corrugado de flauta A por sus características que permitirán generar la forma del diseño, los ensamblados, además cuenta con un espesor de 4.76 mm y una alta resistencia. Para alcanzar el diseño definitivo de este empaque fue necesario elaborar varios modelos físicos para analizar su comportamiento e identificar aquellos puntos en dónde se podrían generar fallas. Como se muestra en la Figura 76, se partió de un modelo base presentado en la sección 3.7.1 que sirvió para realizar las mejoras, inicialmente este componente integraba 6 planos seriados y 2 planos axiales.

**Figura 76***Modelo del concepto D*

A través del primer modelo del empaque se identificaron los siguientes problemas que debieron resolverse: la charola grande quedó expuesta 2 cm tanto en la parte frontal como en la posterior, debido a que los planos cubrían la superficie total de su base pero hubo partes de su cuerpo que sobresalían; también en las zonas que se ubicaban alrededor de las asas se tenía material que no era necesario; además se tuvieron secciones innecesarias en los 6 planos transversales que se añadieron para empatar la altura de la estructura.

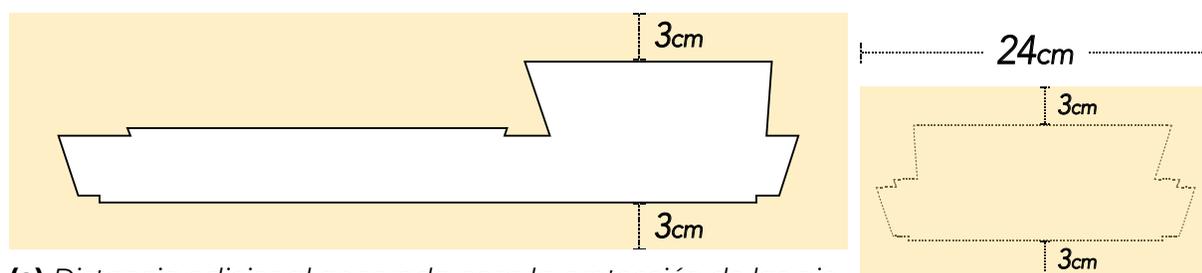
Para dar solución a las deficiencias iniciales del primer modelo se tomaron las siguientes decisiones: se agregaron dos planos que servirán para cubrir la totalidad del cuerpo de la charola grande, también de esta forma se evitará que colisionen los conjuntos de piezas que serán colocados en el embalaje durante su manejo y transporte; además se redujo la cantidad de material ocupado en la estructura al definir una zona específica para las asas, por otra parte, se redujeron las dimensiones de los planos al ajustar su altura a la de las piezas cerámicas y se definieron tolerancias para amortiguarlas. En la Figura 77 se muestra el modelo final de la estructura del empaque de la colección Flor de sal.

**Figura 77***Modelo final del empaque de la colección Flor de sal*

Las medidas de los planos seriados se establecieron a partir del largo y la altura del set de piezas cerámicas, como se muestra en la Figura 78a, de acuerdo con el análisis bibliográfico realizado, se identificó que se debería dejar una distancia de 3 cm al fondo y a los lados del empaque para amortiguarlas (Almex, 2019). A su vez, como se observa en la Figura 78b, para brindar mayor estabilidad a la estructura del empaque se agregaron dos planos axiales; para determinar sus dimensiones se consideró el ancho del set de piezas cerámicas y las medidas de los pallets, de esta forma se calculó que tendrán 24 cm de largo, esto permitirá aprovechar el espacio al estibar los empaques.

**Figura 78**

*Estructura del concepto D*



**(a)** Distancia adicional generada para la protección de las piezas cerámicas

**(b)** Planos axiales

## II. Elementos de cierre

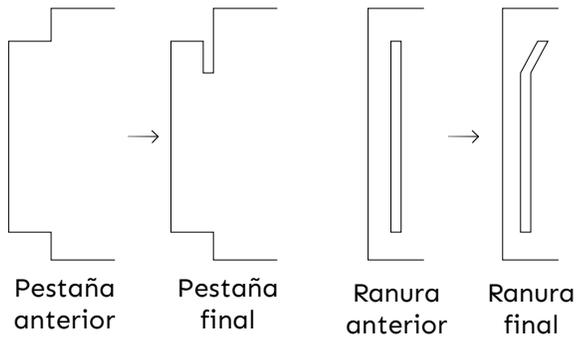
En el modelo inicial desarrollado para el empaque de la colección Flor de sal, se utilizaron pestañas colocadas en los planos seriados y ranuras localizadas en los planos axiales para generar ensambles simples, sin embargo, esto no aseguró que la estructura se mantuviera unida durante el manejo y transporte del empaque. Debido a esto, como se observa en las Figuras 79 y 80, se decidió cambiar la forma de la ranura, además a las pestañas integradas en los planos seriados se agregaron ranuras adicionales para realizar dobleces y obtener un ensamble seguro. Por lo tanto, las pestañas tendrán 2 cm de ancho y 9 cm de altura, mientras que las ranuras tendrán un ancho de 0.50 cm y 9 cm de altura.

## III. Elementos de inspección

Como se presenta en la Figura 81, para el diseño de la estructura del empaque se propuso el uso de planos seriados para poder visualizar directamente la condición de cada una de las piezas cerámicas, esto evitará que se deba deshacer el empaque o desprender alguno de sus componentes.

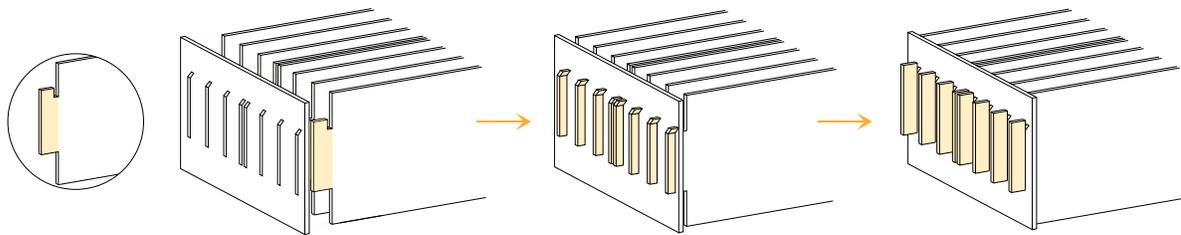
**Figura 79**

*Cambio de forma de la pestaña y ranura para ensamble de planos seriados y axiales*



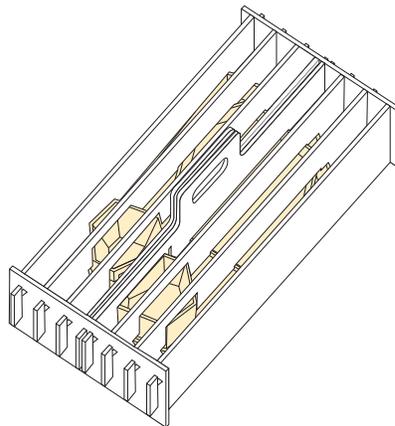
**Figura 80**

*Pestaña*



**Figura 81**

*Ventana proporcionada por la separación de planos seriados*



#### IV. Sujeción

Como se muestra en la Figura 43, las dimensiones de las asas se definieron con base en la revisión de la bibliografía consultada, quedando con 14 cm ancho, 8 cm de alto, con un espacio interno de 9 cm de ancho y 3 cm de alto para efectuar el agarre. En la Figura 82 se presenta una fotografía de las asas en uso.

#### Figura 82

*Asa integrada a planos seriados*

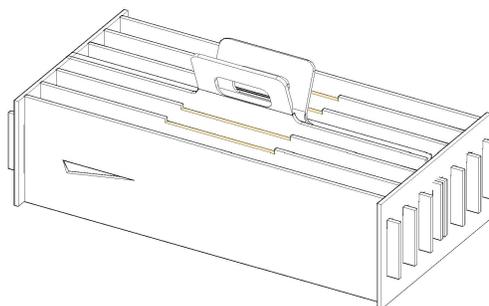


#### V. Apilamiento

El diseño del empaque de la Colección Flor de sal conservó la geometría rectangular de la base de la propuesta inicial, esto permitirá realizar un empate sencillo al hacer la estiba. Debido a esto se necesitó proteger y ocultar a las asas, como se observa en la Figura 83, se tendrán dobleces en cada una de ellas para poder desplazarlas a los laterales y se generaron algunos canales en la parte superior de los planos seriados intermedios para facilitar el apilamiento de más productos y evitar dañarlas durante el transporte.

#### Figura 83

*Canal colocar las asas durante el apilamiento*



## VI. Área de información

### *Norma*

Para determinar la altura mínima del texto que se incluirá en el Área de información, se revisó la NOM-030-SCFI-2006, a partir de la cual se estableció que la altura mínima de las letras y números será de 4.5 mm.

Por otra parte, se consultó la NOM-050-SCFI-2004 para determinar las características de los elementos que se describen a continuación:

1. Nombre genérico del producto



2. Indicar el número de piezas

**CONTENIDO: 1 CHAROLA GRANDE; 1 CHAROLA PEQUEÑA; 2 RAMEKINES**

3. Nombre de la empresa: En este espacio, se incluyó el logotipo de la empresa
4. Leyenda que identifique el país de origen

**HECHO EN MÉXICO**

### *Desecho y Composición*

Para el desecho de los materiales que constituyen al empaque y embalaje para la Colección Flor de sal (cartón corrugado y estropajo) se consideró integrar el triángulo de Moebius con el objetivo de indicar que los materiales son reciclables de acuerdo con la norma NMX-SAA-14021-IMNC-2018, como se muestra en la Figura 84.

**Figura 84**

*Triángulo de Moebius: Indica que el material es reciclable*



Nota: Tomado de citeNPECOETIQUETA.

Por otro lado, dado que en la conformación del sistema de empaque y embalaje de la colección Flor de sal se tiene al cartón con flauta A, se incluirá la iconografía presentada en la Figura 85, la cual es necesaria colocarla de acuerdo con la norma NMX-SAA-14021-IMNC-2018 y la Directiva 2018/850 del Parlamento Europeo y del Consejo, para fines de exportación a países de Europa en aquellos cartones que contienen un mínimo del 75 % de material reciclado.

**Figura 85**

*Composición del material del empaque*



Nota: Información tomada de IHOBE (2018), la norma NMX-SAA-14021-IMNC-2018 y la Directiva 2018/850 del Parlamento Europeo y del Consejo

Asimismo, la Asociación Internacional de Cajas de Cartón Corrugadas, propone que para indicar que los materiales son aptos para reciclaje se debe integrar la información del símbolo para cartones corrugados, mostrado en la Figura 86.

**Figura 86**

*Símbolo para cartones corrugados en idioma español e inglés*



Nota: Tomado de IACC, 1994.

Además, se requerirá adquirir el cartón de flauta A con un proveedor que cuente con alguna de las certificaciones ambientales mostradas en la Figura 87, la iconografía correspondiente se incluirá en el sistema de empaque y embalaje.

También, se incluirá la etiqueta de la Figura 88 que es la insignia propuesta por Ecoembes para guiar al usuario a la correcta separación de residuos e identificar fácilmente en qué contenedor deben ser depositados los materiales a base de papel y fibra en los países de la Unión Europea.

Finalmente, se colocará el ícono y la leyenda de la Figura 89 con la finalidad de que el usuario final brinde un segundo uso a los amortiguadores compuestos por estropajo natural.

**Figura 87**

*De izquierda a derecha: certificación Mariposa Monarca; certificación del Consejo de Administración Forestal (FSC); certificación del Programa de Reconocimiento de Sistemas de Certificación Forestal (PEFC)*



Nota: Tomado de IHOBE, 2018.

**Figura 88**

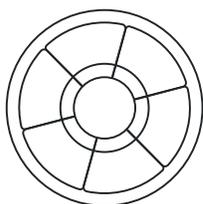
*Etiqueta que indica el contenedor en el que deben ser depositados materiales como cartones y papeles dentro de la Unión Europea*



Nota: Tomado de IHOBE, 2018.

**Figura 89**

*Ícono y leyenda que propone un uso secundario para los amortiguadores*



Te invitamos a utilizar los estropajos incluidos en este empaque para lavar tus utensilios de cocina.

*Impacto ambiental*

En el Área de información se incluirá una frase que destaque los beneficios que se tendrían si se reutilizan y reciclan los materiales que componen el sistema de empaque y embalaje de la colección Flor de sal.

**Con el acopio se evita la emisión de alrededor de 3 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>**

*Correcto uso*

Como se observa en la Figura 90, se incluirán los íconos que indiquen que se transporta un material frágil, que el sistema de empaque y embalaje debe mantenerse en lugares secos y que la estibación se debe hacer en sentido vertical.

**Figura 90**

*Símbolos para el adecuado manejo del sistema de empaque y embalaje de la colección Flor de sal*



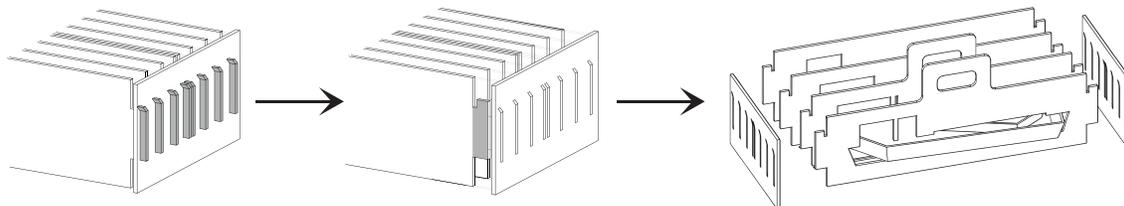
Nota: Tomado de ISO, 2015.

Por otra parte, como se presenta en la Figura 91, se incluirán indicaciones referentes a la forma de desensamblar los elementos del empaque.

***Para desempacar tus piezas dobla las pestañas y retira los planos laterales sosteniéndolas.***

**Figura 91**

*Instrucciones de despiece*



*Segundo uso*

Como se muestra en la Figura 92, como parte de la propuesta hecha en el proyecto se propondrá extender la vida útil de los elementos del empaque al crear con ellos una base para una computadora.

**Figura 92**

*Segundo uso: base para computadora*



Por ello, también se agregarán las siguientes indicaciones textuales y la Figura 93:

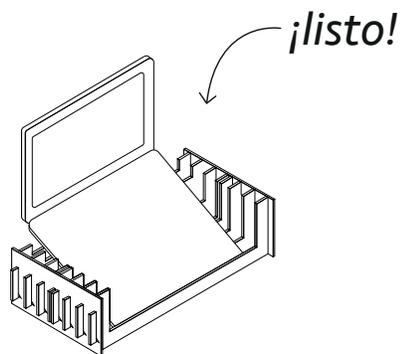
***Salva este empaque creando tu propia base para computadora***

***Sigue los recortes indicados por las líneas punteadas***

***y ¡listo!***

**Figura 93**

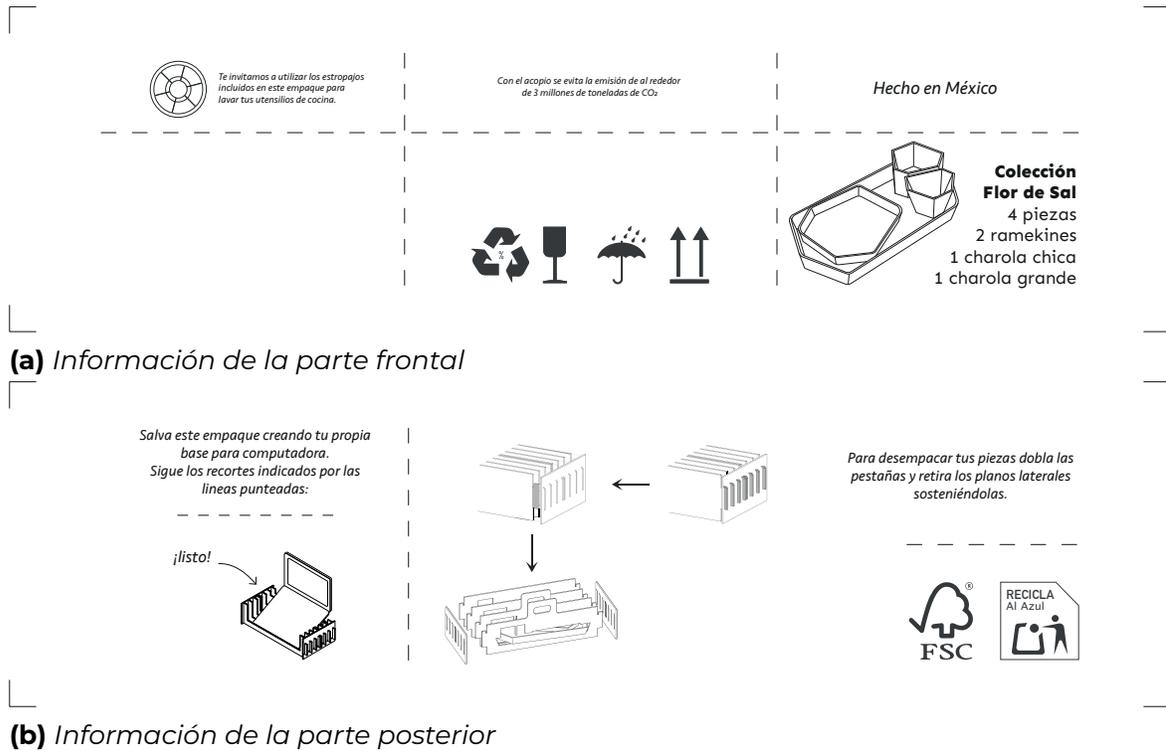
*Diagrama indicando la configuración del segundo uso*



Finalmente, en las Figuras 94 y 95 se presenta la distribución de la información que se colocará en las partes delantera y trasera del empaque y la información que se incluirá en la parte delantera del embalaje de la colección Flor de sal.

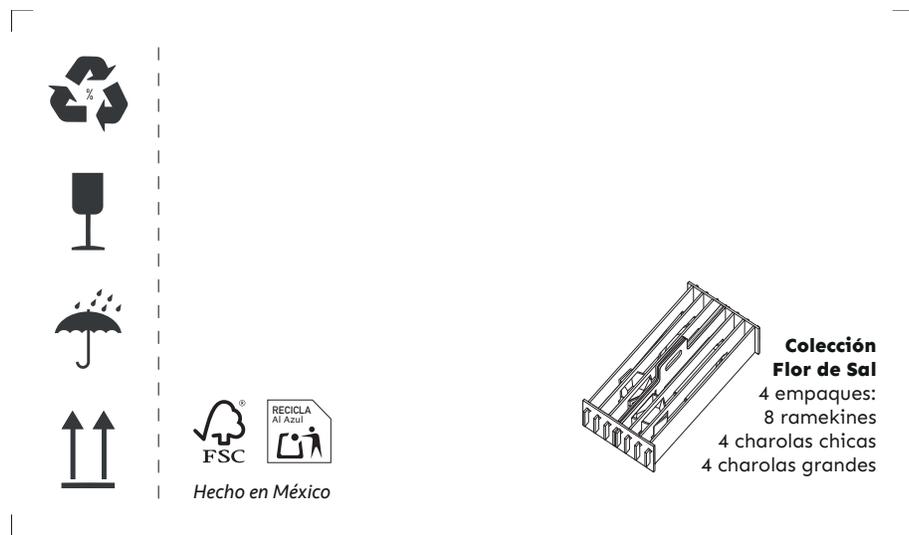
**Figura 94**

*Distribución de información en las caras frontal y posterior*



**Figura 95**

*Información incluida en el embalaje*

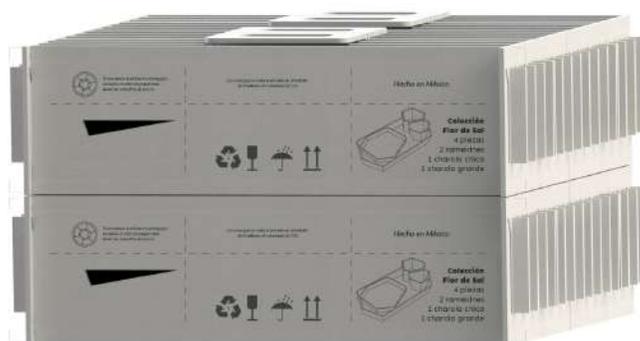


## VII. Embalaje

Como se observa en las Figuras 96 y 97, el embalaje de la colección Flor de sal contendrá 4 empaques y consistirá en un contenedor hecho con cartón corrugado de flauta A.

### Figura 96

4 empaques para la colección Flor de Sal



### Figura 97

Embalaje para 4 empaques de la colección Flor de sal



### 3.8.3. Diseño final

Una vez que fueron determinados los elementos que compondrán los sistemas de empaque y embalaje para el set de 4 platos extendidos y de la colección Flor de sal, se definieron sus especificaciones y se elaboraron sus modelos virtuales utilizando un software CAD. A continuación, se presenta la descripción de las configuraciones finales de los elementos que integrarán tanto al sistema de empaque y embalaje del set de 4 platos extendidos como al de la colección Flor de sal.

#### I. Sistema de empaque y embalaje para el set de 4 platos extendidos

En la Figura 98 se muestra una vista en explosivo del empaque para el set de 4 platos extendidos, en ella se observan los elementos que lo componen, los cuales se señalan más a detalle en la Figura 99.

#### Figura 98

*Sistema de empaque para el set de 4 platos extendidos.*



**Figura 99**

*Partes de sistema de empaque para el set de 4 platos extendidos.*



En la Figura 100 se observan las formas en cómo se integra la cintilla envolvente al empaque y sus distintas configuraciones. En las Figuras 100b y 101 se muestra la forma en cómo se guardan las asas para apilar fácilmente a los empaques, mientras que en la Figura 100c se presenta la configuración de las asas para sujetar al empaque durante su traslado hecho por un operario o el cliente.

**Figura 100**

*Posiciones del asa para el transporte y manejo del empaque por el cliente/operario.*



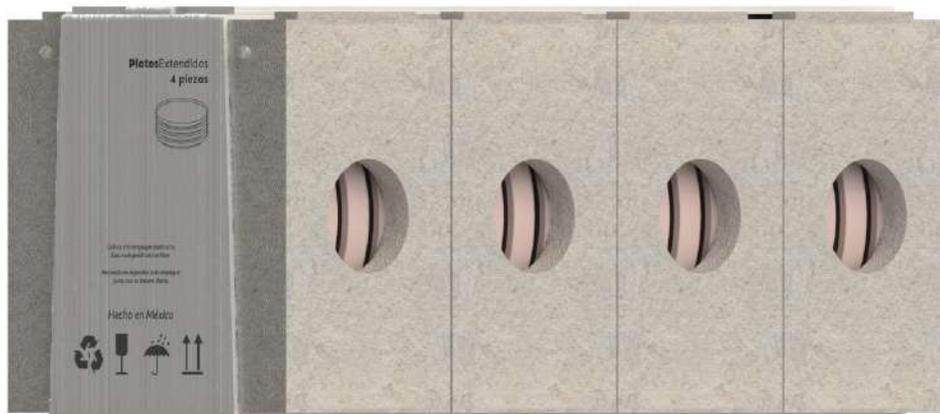
**(a) Integración del asa. (b) Asa comprimida. (c) Asa para manejo.**

**Figura 101**  
*Empaques apilados.*



Finalmente, en la Figura 102 se muestra la configuración del sistema de empaque y embalaje para el set de 4 platos extendidos.

**Figura 102**  
*Sistema de empaque y embalaje para el set de 4 platos extendidos.*



## II. Sistema de empaque y embalaje para la colección *Flor de sal*

En la Figura 103 muestra los elementos que componen el empaque de la colección Flor de sal, en la Figura 104 se señalan a detalle cada uno de los elementos que lo conforman.

### Figura 103

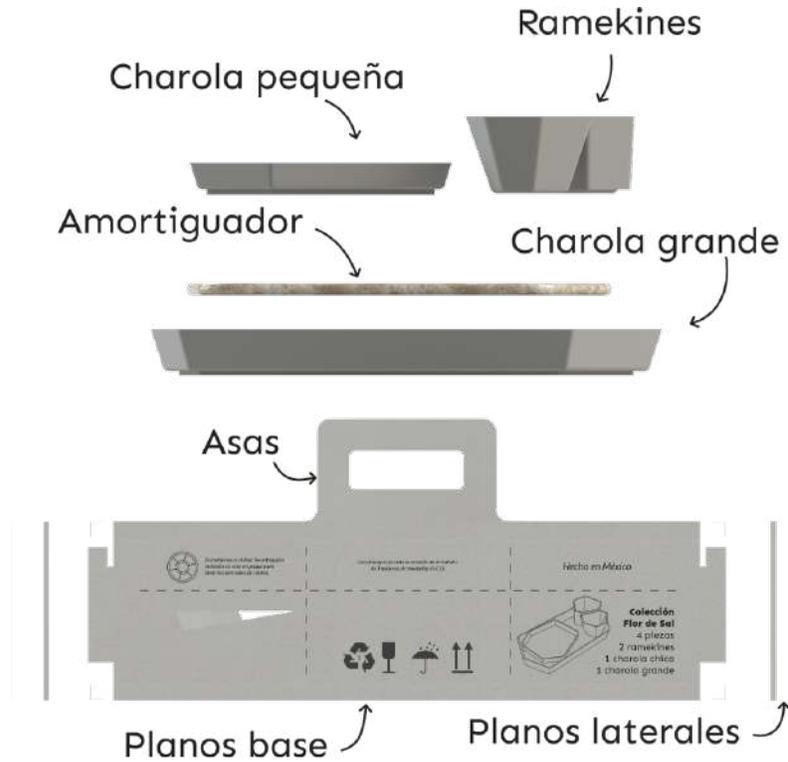
*Empaque para la colección Flor de sal.*



En la Figura 105 se presentan las distintas posiciones de uso para el asa, en la primera se despliega para facilitar su uso cuando el operador o cliente final debe transportarlo, en la segunda configuración se guarda el asa para poder apilar otros empaques, como se observa en la Figura 106.

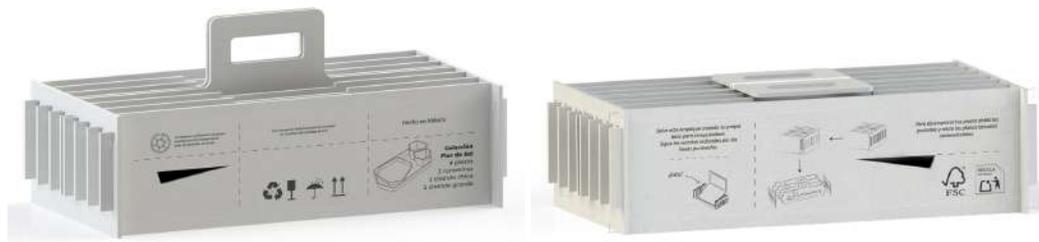
**Figura 104**

*Componentes del empaque para la colección Flor de sal.*



**Figura 105**

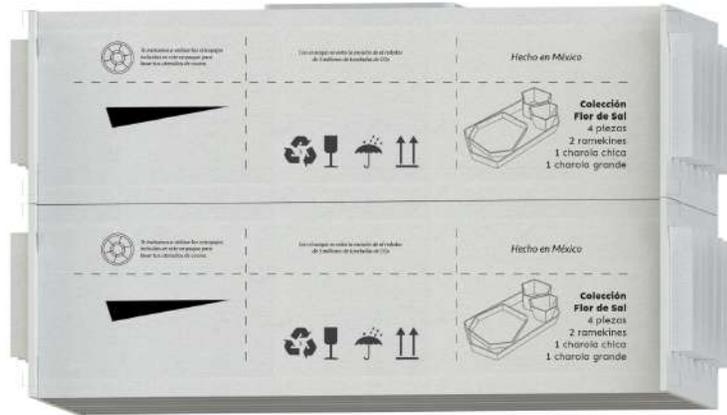
*Posiciones del asa para el transporte y manejo del empaque por el cliente/operario para la colección Flor de sal.*



**(a)** Posición principal del empaque.

**(b)** Asa comprimida.

**Figura 106**  
*Apilación de empaques de la colección Flor de sal.*



En la Figura 107 se muestra la configuración de los componentes del sistema de empaque y embalaje para la colección Flor de sal, mientras que en la Figura 108 se observa el sistema de empaque y embalaje final.

**Figura 107**  
*Configuración de acomodo del sistema de empaque y embalaje*



**Figura 108**

*Sistema de empaque y embalaje para la colección Flor de sal*



### 3.8.4. Prototipos de Sistema de Empaque y Embalaje

A continuación, se presentan los prototipos de sistemas de empaque y embalaje realizados para el set de 4 platos extendidos y para la colección Flor de sal.

#### I. Sistema de empaque y embalaje para el set de 4 platos extendidos

**Figura 109**

*Empaque para set de 4 platos*



**Figura 110**

*Empaque para set de 4 platos*



**Figura 111**

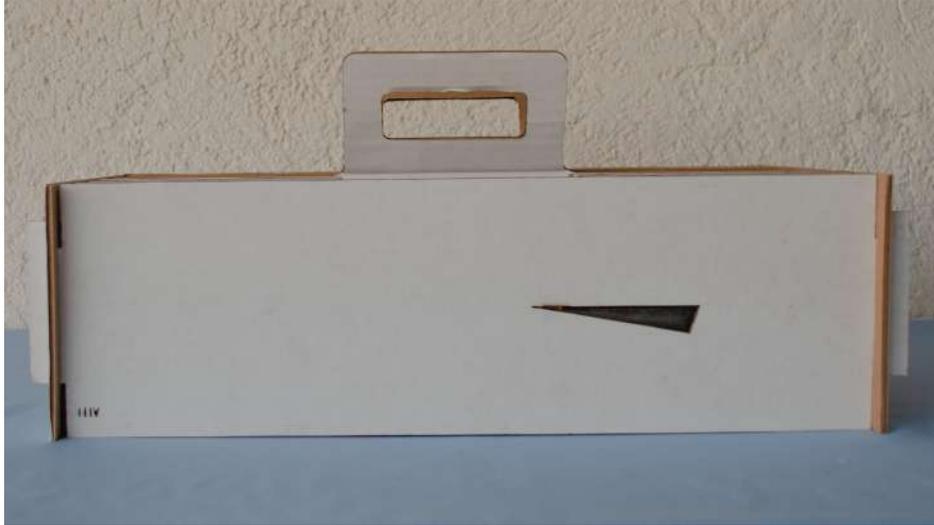
*Empaque para set de 4 platos*



II. Sistema de empaque y embalaje para colección Flor de sal

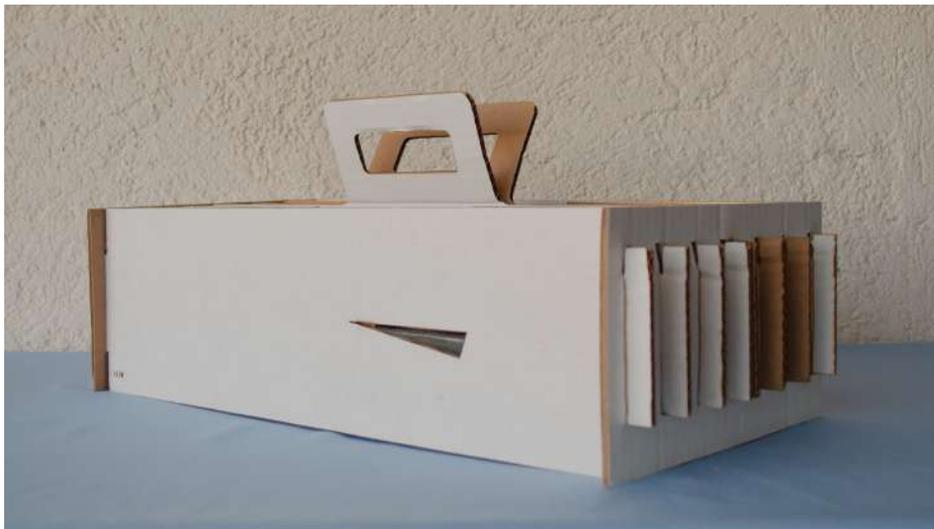
**Figura 112**

*Empaque para colección Flor de sal*



**Figura 113**

*Empaque para colección Flor de sal*



**Figura 114**

*Empaque para colección Flor de sal*



**Figura 115**

*Empaque para colección Flor de sal*



**Figura 116**

*Empaque para colección Flor de sal*



**Figura 117**

*Empaque para colección Flor de sal*





## 4 | Evaluación

En este capítulo se presentan los resultados de evaluaciones hechas tanto a los sistemas de empaque y embalaje de cada uno de los productos como a algunos de los materiales que los conforman. En primer lugar se describen y comparan las dimensiones resultantes de los diseños generados en este trabajo con los sistemas de empaque y embalaje que actualmente se utilizan. Posteriormente se presenta el arreglo en tarima de los sistemas de empaque y embalaje para cada uno de los productos, así como el cálculo de la estiba. Por otro lado, se llevaron a cabo pruebas y cálculos para conocer los valores de la rigidez, absorción de humedad y dobléz para el cartón corrugado y el aglomerado hecho con fibra de plátano y celulosa.

Finalmente, se desarrolló un análisis ocupando el diagrama de radar de evolución para verificar el cumplimiento de las estrategias de Eco-diseño en el diseño de los sistemas de empaque y embalaje generados en esta tesis.

### 4.1. Comparación dimensional

Se realizó un análisis comparativo de las dimensiones de los sistemas actuales de empaque y embalaje para cada uno de los productos con los diseños generados, para ellos, se utilizaron instrumentos de medición como el flexómetro y la regla.

En la Tabla 44 se presenta la comparación de los volúmenes que ocupan de forma separada tanto de los empaques como de los embalajes que se usan actualmente para trasladar el set de 4 platos extendidos y la colección Flor de sal, esta magnitud se calculó a través de la fórmula 1.

$$V = b * a * h \quad (1)$$

donde V: volumen; b: base; a:ancho y h:altura.

La Tabla 44 se compone de 4 columnas y 7 filas, en la primera columna se muestran los nombres de los conjuntos de piezas cerámicas para los cuales se generaron los sistemas de empaque y embalaje, en la segunda columna se presentan los valores de los volúmenes que ocupan tanto el empaque como el embalaje actualmente utilizados para el transporte de los productos, en la tercera columna se observan los valores de los volúmenes que ocuparán tanto el empaque como el embalaje generados en esta tesis, en la última columna se tiene el porcentaje de reducción del volumen que se calculó restando los valores de los volúmenes actuales de los sistemas de empaque y embalaje con los valores de las propuestas generadas.

Asimismo, en las Figuras 118, 119, 120 y 121 se muestran a detalles las dimensiones y los cálculos para obtener el volumen tanto de los empaques y embalajes para el set de 4 platos extendidos y de la colección Flor de sal.

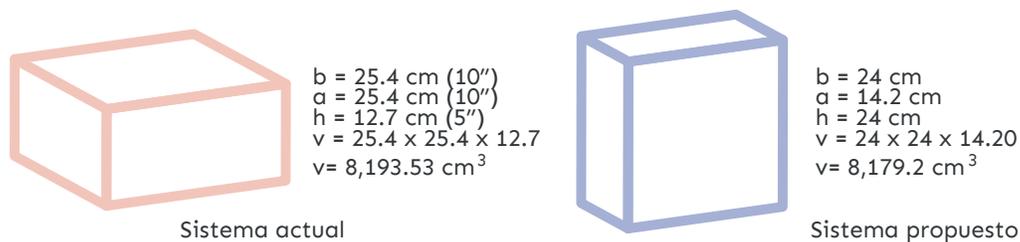
**Tabla 44**

*Comparación del volumen de los sistemas de empaque y embalaje actuales y de los propuestos*

	Volumen actual (cm <sup>3</sup> )	Volumen propuesto (cm <sup>3</sup> )	Porcentaje de reducción
Volumen empaque			
Set 4 platos	8,193.53	8,179.2	-0.17 %
Colección FS	22,483.05	16,800	-25.27 %
Volumen embalaje			
Set 4 platos	32,774.128	32,716.8	-0.17 %
Colección FS	89,932.2072	67,200	-25.27 %

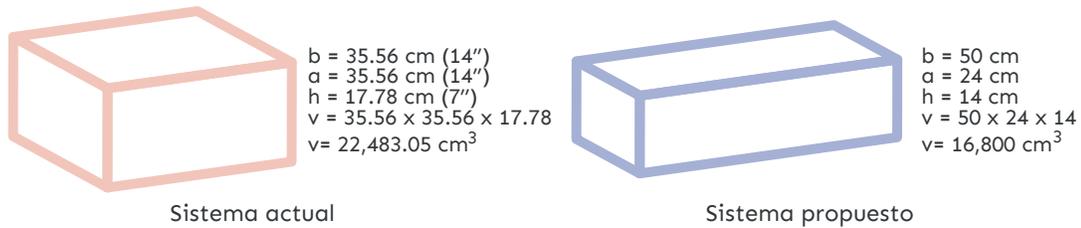
**Figura 118**

*Comparación de dimensiones de los empaques para el set de 4 platos*

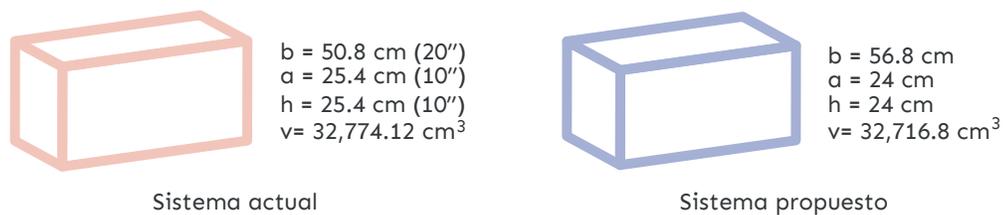


**Figura 119**

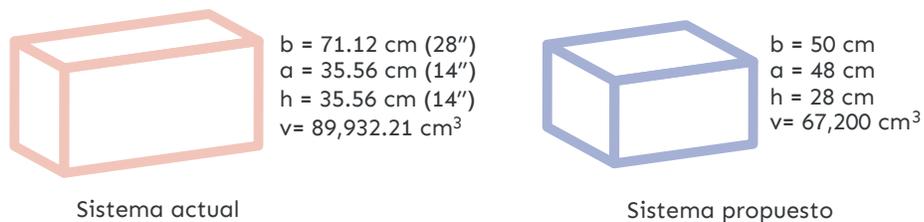
*Comparación de dimensiones de los empaques para la colección Flor de sal*

**Figura 120**

*Comparación de dimensiones entre embalajes para el set de 4 platos*

**Figura 121**

*Comparación de dimensiones entre embalajes para la colección Flor de sal*



A partir de la Tabla 44 puede observarse que el porcentaje de reducción conseguido tanto para el empaque como para el embalaje de la colección Flor de sal fue de 25 %, fue el sistema en el cual se obtuvo una mayor disminución en las dimensiones. Por su parte, para el empaque y embalaje del set de 4 platos extendidos, las dimensiones y volumen del sistema actual no cambiaron significativamente con respecto al de la propuesta generada en esta tesis, esto se debió a que se siguió dando prioridad al requerimiento de seguridad de las piezas cerámicas durante su manejo y transporte, por lo que las dimensiones propuestas para los amortiguadores no variaron demasiado con respecto a las que se utilizan

actualmente, sin embargo, se logró mejorar el acomodo tanto de los elementos del sistema de empaque y embalaje como de las piezas cerámicas, esto incidió en la optimización del espacio para la estiba, lo cual se describe más adelante.

### **4.2. Compresión**

De acuerdo con Tarango (2011), la resistencia a la compresión de un sistema de empaque y embalaje está ligada a la altura de la estiba. Entre los factores que ven involucrados para establecer la relación entre la resistencia a la compresión con la estiba se encuentran:

- Periodo de tiempo durante el cual es aplicada una carga
- Cantidad de impresión
- Cómo es aplicada la carga
- La naturaleza del contenido
- La forma de almacenamiento y calidad de las estibas

En esta sección se determinó el número de camas permisibles en función de la resistencia de los materiales, por ello, se estableció el arreglo óptimo de la estiba de acuerdo con las dimensiones del embalaje (ancho y largo) en una tarima de 100 x 120 cm, de esta forma se obtuvo la ficha técnica de estiba (véase Anexo 5.1), en donde se contempla la información referente a las dimensiones de las cajas, de la tarima, cómo será el acomodo de las cajas en la tarima, el número de cajas por cama, por estibas, entre otros aspectos. Además, se realizó una comparación entre el espacio que ocupan actualmente los sistemas de empaque y embalaje para el set de 4 platos extendidos y de la colección Flor de sal con los que se utilizarían ocupando las propuestas desarrolladas en este trabajo.

#### **4.2.1. Arreglo óptimo en la estiba**

De acuerdo con Tarango (2011), el acomodo de los productos sobre la tarima al estibarlos es de suma importancia, ya que de esto dependerá que el producto pueda llegar en buenas condiciones al cliente o que sufra daños. Por lo tanto, se debe tratar de aprovechar el 100 % del espacio disponible en la tarima a través del óptimo dimensionamiento de los sistemas de empaque y embalaje, esto sin exceder las dimensiones de la superficie de la tarima, ya que esto reduciría la resistencia en el conjunto de la estiba.

En la Tabla 45 se presentan las dimensiones de los sistemas de empaque y embalaje para el set de 4 platos extendidos y de la colección Flor de sal.

**Tabla 45**

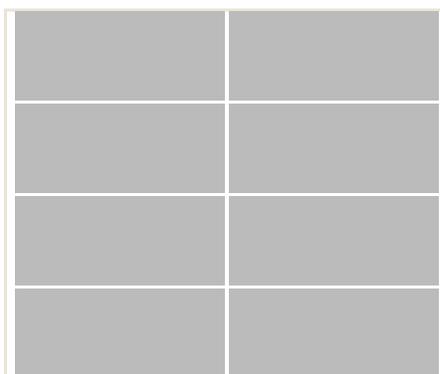
*Largo y ancho de los sistemas de empaque y embalaje de los sets de 4 platos extendidos y de la colección Flor de sal*

	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
Set 4 platos	56.8	24	24
Colección FS	50	48	28

Así pues, como se observa en las Figuras 122 y 123, se obtuvo la distribución de los sistemas de empaque y embalaje para cada uno de los conjuntos de piezas cerámicas por cada cama, para una tarima de 100 x 120 cm.

**Figura 122**

*Diagrama de acomodo en tarima para el sistema de empaque y embalaje del set de 4 platos extendidos*

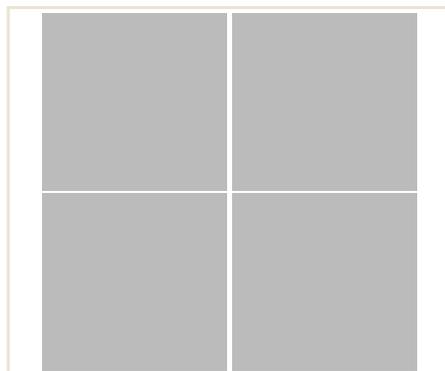


Tarima 100 x 120 cm

En relación al tipo de arreglos que se conocen para paletizar, se seleccionó el arreglo tipo columna, el cual se caracteriza por apilar en forma continua las camas una sobre otra. Los diagramas de las Figuras 124 y 125 presentan los arreglos para cada sistema de empaque y embalaje.

**Figura 123**

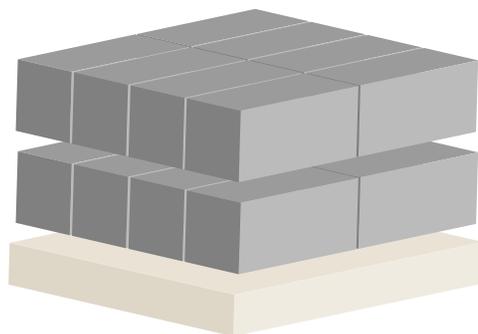
*Diagrama de acomodo en tarima para el sistema de empaque y embalaje de la colección Flor de sal*



Tarima 100 x 120 cm

**Figura 124**

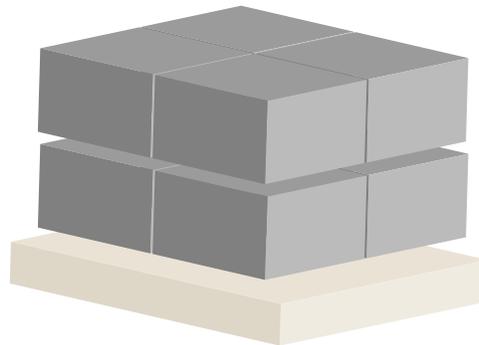
*Arreglo y apilamiento del sistema de empaque y embalaje del set de 4 platos extendidos en tarima*



Tarima 100 x 120 cm  
Acomodo en columna

**Figura 125**

*Arreglo y apilamiento del sistema de empaque y embalaje de la colección Flor de sal en tarima*



Tarima 100 x 120 cm  
Acomodo en columna

**4.2.2. Cálculo de la estiba máxima**

Para determinar la estiba máxima permisible de acuerdo a la resistencia del material se utilizó la siguiente fórmula desarrollada por Tarango (2011):

$$E = (CFc/PFs) + 1 \quad (2)$$

Donde:

E = estiba recomendable en No. de camas;

C = compresión del empaque/embalaje vacío;

P = peso bruto del cartón corrugado más el contenido;

Fc = factor de carga:

Fc = 1. Para productos que no aportan nada a la resistencia a la compresión.

Fc = 2. Para productos que aportan a la resistencia a la compresión.

Fc = 3. Para productos rígidos.

Fs = Factores de seguridad: Condiciones de estiba y manejo de estibas, tiempo de almacenamiento. Se pueden asignar valores del 1 al 5, donde:

Fs = 1. Condiciones normales de humedad, manejo, tiempo, etc.

Fs = 5. Condiciones críticas de humedad, manejo rudo, prolongado de tiempo de estiba y transporte.

Se calculó la compresión de los empaques a partir de fórmulas determinadas por Tarango (2011) considerando para dicho análisis la naturaleza de cada material. Con la fórmula 3 se obtuvo el valor de la compresión para el empaque del set de 4 platos extendidos, mientras que para obtener la compresión del sistema de la colección Flor de sal se utilizó la fórmula 4, esto debido a que el empaque de contiene al set de 4 platos extendidos se realizará ocupando un material hecho a partir de fibras naturales, mientras que el empaque de la colección Flor de sal será conformado a partir de cartón corrugado de flauta A.

$$C = 5,874Pm\sqrt{HZ} \quad (3)$$

Donde:

- C = Compresión del empaque/embalaje (kg);
- Pm = Compresión de una columna;
- H = Grosor del material;
- Z = Perímetro en la base del empaque/embalaje

$$C = 3,576(L + A) + NX(X) + NY(Y) + 2,45(H) - 9,01 \quad (4)$$

Donde:

- C = Compresión de la caja corrugada con divisores (kg);
- L = Largo de la base de la caja (cm);
- A = Ancho de la base de la caja (cm);
- NX = Número de separadores largos en la caja;
- X = Largo del separador largo (cm);
- NY = Número de separadores anchos en la caja;
- Y = Largo del separador ancho (cm);
- H = Altura externa de la caja

Para calcular la compresión del empaque para el set de 4 platos extendidos se estipuló que el grosor del material (H) será de 2 cm; el perímetro en la base (Z) será de 76.4 cm y se solamente se hizo necesario calcular el calor de Pm a través de la fórmula 5.

$$P_m = F/H \quad (5)$$

Donde:

$P_m$  = Compresión de una columna del material (Kg/cm);

$F$  = Fuerza (Kgf);

$H$  = Sección del material; grosor del material (cm)

Para estimar el valor de  $P_m$ , primero se tuvo que calcular el valor de  $F$ , el cual se obtuvo a través de la estimación del valor del esfuerzo de compresión para el material hecho con fibras naturales. Para ello, se tomaron como referencia los datos brindados por Montero (2021), en donde se determinó que el valor de  $F_c = 1.348 \text{ Kg/cm}^2$ , el cual fue calculado para una probeta del material hecho con fibras naturales con un área de  $10 \times 10 \text{ cm}$ .

$$F_c = F/a \quad (6)$$

Donde:

$F_c$  = Esfuerzo de compresión ( $\text{Kg/cm}^2$ )

$F$  = Fuerza aplicada (Kgf);

$a$  = Área ( $\text{cm}^2$ )

Por lo tanto, como se muestra en la fórmula 6, se calculó el valor de la variable  $F = 134.8 \text{ Kgf}$  al realizar un despeje:

$$F = F_c * a \quad (7)$$

Posteriormente, se sustituyeron los valores de  $F$  y de la sección del grosor del material  $H = 2 \text{ cm}$  en la formula 5 para calcular  $P_m$ :

$$P_m = 134,8\text{Kg}/2\text{cm} = 67,4\text{Kg/cm} \quad (8)$$

Después, se calculó el valor de  $C$  al sustituir en la formula 2 los valores de  $P_m$ ,  $H$  y  $Z$ :

$$C = 5,874(67,4\text{Kg/cm})\sqrt{(2\text{cm})(76,4\text{cm})} = 4893,42\text{Kg} \quad (9)$$

El valor de  $C = 4893.42 \text{ Kg}$  corresponde a la compresión de resistirá un empaque para el set de 4 platos extendidos, sin embargo, se debe recordar que cada embalaje para este producto agrupará 4 empaques, por lo cual se estimó que el valor de la compresión que resistirá el embalaje será de  $4 \times 4893.42 \text{ Kg} = 19573.67 \text{ Kg}$ .

Posteriormente, se utilizó la formula 4 para calcular la compresión del sistema de empaque y embalaje para la colección Flor de sal, para ello, se observó que el peso de las camas será soportado por los divisores colocados en los empaques. Por lo tanto, se incluyeron en los cálculos las dimensiones del empaque y el número de planos seriados internos (6) que fungen como elementos separadores largos y que incrementan la resistencia del empaque. Así pues, se calculó el valor de  $C$  a partir de los siguientes valores:

- $L = 50 \text{ cm};$
- $A = 24 \text{ cm};$
- $NX = 6;$
- $X = 50 \text{ cm};$
- $H = 14 \text{ cm}$

Al sustituirlos en la Formula 10 se obtuvo:

$$C = 3,576(50cm + 24cm) + 6(50cm) + 2,45(14cm) - 9,01 = 598,824Kg \quad (10)$$

También es importante recordar que para la colección Flor de sal se tendrá en el fondo del embalaje el perímetro de dos empaques, por lo tanto, el valor de la resistencia a la compresión del empaque ( $598.824 \text{ Kg}$ ) se multiplicó por dos, obteniendo un valor de  $1179.64 \text{ Kg}$ .

Como se observa en la Tabla 46, para calcular la estiba recomendable  $E$  mediante la fórmula 2, se recopilaron los valores de cada una de las variables del sistema de empaque y embalaje del set de 4 platos extendidos y de la colección Flor de sal. En la sexta columna se presentan los resultados del número de camas permisibles para cada uno de los productos.

Cabe señalar que los resultados obtenidos indican el número máximo de camas permisibles para la estiba de cada conjunto de piezas cerámicas que evitarían el aplastamiento de los productos ( $929$  para el set de 4 platos extendidos y  $70$  para la colección Flor de sal). Por otro lado, como parte del aporte hecho mediante esta tesis, se realizó el cálculo de la distribución y del número de camas permisibles que se podrán transportar en un vehículo. Para ello, se tomó como referencia la información brindada por Tarango (2011) en la Tabla 47, la cual especifica las dimensiones externas de las cajas de camionetas y camiones tipo

**Tabla 46**

Valores de las variables ocupadas en el cálculo del número de camas permisibles en la estiba

	C (Kg)	P (kg)	Fc	Fs	No. de camas
Set 4 Platos	19573.67	14	2	3	933
Colección FS	1179.643	11.2	2	3	70

torton, vehículos que podrían utilizarse para transportar las piezas cerámicas.

**Tabla 47**

Dimensiones en las cajas de camionetas y camiones tipo torton

Transporte	Largo (m)	Ancho (m)	Altura Ext.(m)
Camionetas	3	2.35	1.80
Camión tipo torton	6.5	2.35	2.50

De acuerdo con la información recopilada en el desarrollo del proyecto, se sabe que el transporte de los productos vendidos se hace mediante una camioneta particular de la empresa ó a través de camionetas de los servicios de paquetería que son contratados. Debido a esto, para el análisis se determinó que el sistema de transporte a considerar para el traslado de las piezas cerámicas sería la camioneta, cuyas medidas internas de la caja son: 1.50 m de altura, 2 m de ancho y 2.70 m de largo. Se utilizaron estos valores y la fórmula 11 para calcular el número de camas permisibles para la estiba en el interior de la caja de las camionetas.

$$E = H/h \quad (11)$$

Donde:

E = Estiba en No. de camas;

H = Altura máxima en el interior de las camionetas (cm);

h = Altura del embalaje (cm)

Sustituyendo:

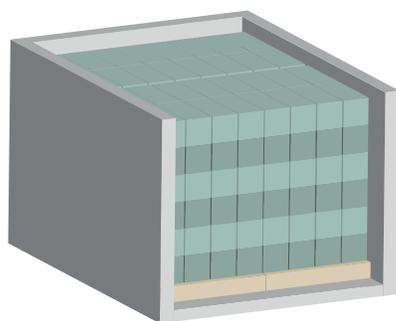
$$E_{platos} = 150/24 = 6,25 \quad (12)$$

$$E_{coleccion} = 150/28 = 5,35 \quad (13)$$

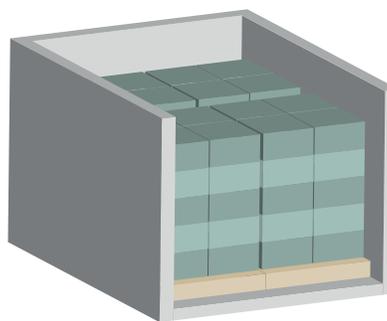
De esta forma, se calculó que el número de camas máximo que podrán estibarse en el interior de la caja de una camioneta de 1.50 m de altura interior será de 6 camas para el sistema de empaque y embalaje del set de 4 platos extendidos y de 5 camas para el de la colección Flor de sal. En las Figuras 126 y 127 se presentan las distribuciones de las camas de los sistemas de empaque y embalaje del set de 4 platos extendidos y de la colección Flor de sal que se obtuvieron a partir de esta tesis y las que se configuran a partir de los sistemas de empaque y embalaje que actualmente utiliza la empresa, respectivamente.

**Figura 126**

*Arreglo de tarimas dentro de camioneta para transporte para los sistemas de empaque y embalaje generados a partir de esta tesis*



Acomodo en camioneta  
192 cajas por camioneta  
Set de 4 platos

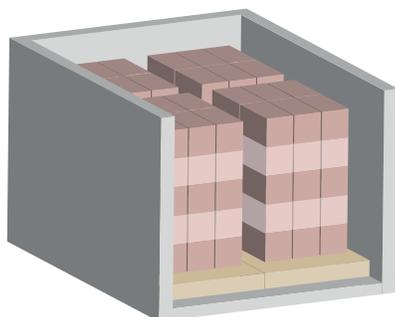


Acomodo en camioneta  
80 cajas por camioneta  
Colección flor de sal

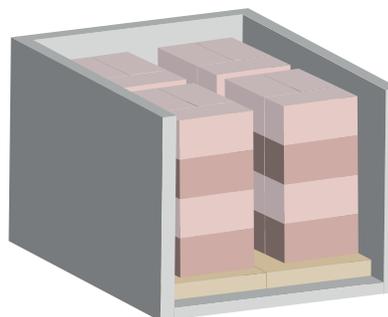
En la Tabla 48 se presenta un análisis comparativo entre la capacidad de almacenamiento para el número de cajas que se tendría a partir de los sistemas de empaque y embalaje generados en esta tesis y los que se ocupan actualmente. Puede observarse que para ambos productos (set de 4 platos extendidos y colección Flor se sal) se tendrá una mejora significativa que permitirá transportar un mayor número de productos, se tendrá un aumento del 60% para el set de 4 platos extendidos y del 66% paa la colección Flor de sal.

**Figura 127**

*Arreglo de tarimas dentro de camioneta para transporte para los sistemas de empaque y embalaje que actualmente utiliza la empresa*



Acomodo en camioneta  
120 cajas por camioneta  
Set de 4 platos



Acomodo en camioneta  
48 cajas por camioneta  
Colección flor de sal

**Tabla 48**

*Comparación de número de cajas contenidas en una camioneta para transporte*

	Núm. cajas de embalaje Set de 4 platos extendidos	Núm. cajas de embalaje Colección Flor de sal
Actual	120	48
Propuesto	192	80
Porcentaje	+ 60%	+ 66%

### 4.3. Absorción de humedad

Se llevaron a cabo un conjunto de pruebas regidas por la norma de la Asociación Americana de Ensayo de Materiales (ASMT) D 1037 (1992) para conocer el porcentaje de agua que absorben tanto probetas del material hecho con fibras naturales como probetas de cartón corrugado de flauta A. El test consistió en elaborar especímenes con dimensiones de 4.5 cm x 4 cm x 0.5 cm producidos con cada material, estos se sumergieron en agua a temperatura ambiente durante periodos de 2 y 24 horas, en la Tabla 49 se presentan los valores registrados en las pruebas así como el porcentaje de absorción que se tuvieron para ambos materiales, puede observarse que el peso de las probetas se incrementó en más del 300%, siendo el cartón corrugado de flauta A el que aumentó en mayor medida.

**Tabla 49**

*Peso y porcentaje de absorción de agua para el material compuesto por fibra plátano y celulosa y para el cartón corrugado*

Material	Peso inicial (g)	Peso 2h (g)	Peso 24h (g)	Porcentaje de humedad 24h
Material compuesto por fibra plátano y celulosa <sup>1</sup>	7.33	30	30.66	318.28 %
Cartón corrugado (flauta A)	0.8	3.5	3.8	375 %

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por Montero (2021)<sup>1</sup>.

#### 4.4. Rigidez

De acuerdo con la información proporcionada por Gualotuña y Pupiales (2011) y Pytel y Singer (2012), para conocer la rigidez de los materiales debe calcularse el esfuerzo de flexión aplicando la siguiente fórmula 14

$$\sigma = \left( \frac{3PL}{2bd^2} \right) \quad (14)$$

Donde:

- $\sigma$  = Esfuerzo de flexión (Pa);
- P = Carga aplicada a la probeta (N);
- L = Claro entre dos puntos de apoyo (m) ;
- b = Ancho de la probeta (m);
- d = Espesor de la probeta (m);

A partir del estudio hecho por Montero (2021), se sabe que el valor máximo de la fuerza de flexión fue de 3.817 Kgf para el material hecho con fibra de plátano y celulosa; además, las probetas ocupadas en los ensayos tuvieron dimensiones de 30 cm x 5 cm x 1 cm, el valor del claro configurado entre los puntos de apoyo fue de 15 cm, el ancho de las probetas fue de 5 cm y su espesor de 1 cm, con este conjunto de datos se pudo calcular el esfuerzo de flexión para este material de la siguiente forma:

$$\sigma = \left( \frac{3(37,432N)(0,15m)}{2(0,05m)(0,01m)^2} \right) = 1,68MPa \quad (15)$$

Por otra parte, el valor del esfuerzo de flexión correspondiente al cartón corrugado de flauta A se obtuvo a partir de los datos proporcionados por Wang y Sun (2018), en la Tabla 50 se muestran los valores considerados para ambos materiales, puede observarse que el cartón corrugado de flauta A presentará una mayor resistencia al esfuerzo de flexión, esto se debe a que en su fabricación se ocupan aglomerantes sintéticos, también su sección transversal tiene un patrón de ondulaciones y las fibras de celulosa se presentan más enteras, estos factores incrementan su resistencia. Por su parte, el material hecho a partir de fibras naturales contiene un aglomerante natural que si bien ofrece una menor resistencia al utilizado en la fabricación del cartón corrugado, ofrece un menor impacto ambiental debido a la naturaleza de las sustancias con las que se elabora. Además, este material posee una sección transversal totalmente sólida que resistió óptimamente las pruebas hechas con los prototipos y nunca se llegó a fracturar.

**Tabla 50**  
*Valor del esfuerzo de flexión para cada material*

Material	Esfuerzo de flexión
Material compuesto por fibra plátano y celulosa <sup>1</sup>	1.68 MPa
Cartón corrugado de flauta A <sup>2</sup>	4.50 MPa

Fuente: Elaboración propia con información extraída de Montero (2021)<sup>1</sup> y Wang y Sun (2018)<sup>2</sup>.

## 4.5. Dobleces

De acuerdo con Jimeno López (2007), la prueba de doblado indica el número de dobleces que tolerará un material antes de que sufra una ruptura, este parámetro ayudará a describir también su desempeño a través del tiempo. Conforme a la ISO 5626 (1993), la prueba de dobleces se realiza elaborando una probeta libre de dobleces y arrugas de 1.5 x 13 cm del material a evaluar la cual deberá ser doblada de un lado al otro con respecto a su eje longitudinal intermedio, el resultado de la prueba consistirá en contabilizar el número total de dobleces que se pudieron hacer con el material hasta que se haya fracturado y roto.

El material compuesto por fibra de plátano y celulosa de papel tiene un espesor de 2 cm, debido a esto se pudo constatar que al realizar la prueba se requirió aplicar una fuerza excesiva para doblarlo, además sólo se pudo realizar un único doblez debido a la alta rigidez del material, lo cual ocasionó que se fracturara y rompiera al efectuar el primer doblez.

Por otra parte, para el cartón corrugado de flauta A con espesor de 4.76 mm se alcanzaron a contabilizar 5000 dobleces consecutivos, sin embargo, no se llegó a romper la probeta, pero se observó que en la sección en donde se realizaron los dobleces se perdió rigidez en la estructura del material.

### **4.6. Método de empaçado y embalado**

Para atender el cumplimiento de la necesidad número 5 *Estandarizar el proceso de empaçado y embalado*, se determinaron las operaciones, así como las herramientas por utilizar para los nuevos sistemas de empaque y embalaje para el set de 4 platos extendidos y para la colección Flor de sal. Para comprobar la optimización alcanzada en el proceso de empaçado y embalado, se llevó a cabo un estudio comparativo de los tiempos para empaçar y embalar cada conjunto de piezas cerámicas ocupando el método actual y los generados en este proyecto, en el Anexo 5.1 se describen las operaciones y se detallan los tiempos que se registraron al ejecutar cada proceso. Los resultados obtenidos mostraron que se lograron reducir los tiempos para empaçar y embalar al utilizar los nuevos sistemas de empaque y embalaje, reduciéndose en 2 minutos para el set de 4 platos extendidos y en 3 minutos para la colección Flor de sal.

### **4.7. Radar de evolución**

En la Figura 128 se presenta el radar de evolución que se desarrolló para evaluar a los sistemas de empaque y embalaje generados en esta tesis para el set de 4 platos extendidos y para la colección Flor de sal, considerando como parámetros de referencia a las 8 estrategias de Eco-diseño incluidas en la Tabla 8, de la Sección 2.5. El puntaje asignado osciló entre valores de 0 a 3, dependiendo del grado de cumplimiento que tienen los empaques y embalajes con cada una de las estrategias, se asignó una calificación de 0 si los sistemas no cumplieron con ninguna estrategia; un 1 si cumplieron con algunas estrategias; un 2 si cumplieron con la mayoría de estrategias y un 3 si cumplieron totalmente con las estrategias.

**Figura 128**

*Radar de evolución para los sistemas de empaque y embalaje obtenidos en la tesis.*



Además, en la Tabla 5.1 se muestra la puntuación obtenida por los sistemas de empaque y embalaje propuestos en esta investigación y en seguida se detalla el puntaje que fue asignado de acuerdo con el grado de cumplimiento.

**1. Uso de materia prima de bajo impacto:** Para la conformación de los sistemas de empaque y embalaje para el set de 4 platos extendidos y de la colección Flor de sal, se propuso utilizar materiales como el cartón corrugado y un material compuesto por fibra de plátano y aglutinantes naturales, los cuales están exentos de sustancias nocivas para el medio ambiente. Estos materiales tendrán un bajo impacto ambiental debido a su composición física y química, además podrán reintegrarse a la naturaleza ó ser sometidos a un proceso de recuperación. Por lo tanto, se determinó que los empaque y embalajes cumplen completamente con esta estrategia, por lo que se les asignó una puntuación de 3.

**2. Optimizar la relación continente/contenido:** Las medidas asociadas con la segunda estrategia persiguen el objetivo de reducir el consumo de materias primas poco útiles, así como disminuir el peso/volumen y los residuos. En los sistemas de empaque y embalaje desarrollados en esta investigación se eliminaron materiales que se incluyen en los que actualmente ocupa la empresa, los cuales generan residuos y tienen un impacto ambiental negativo, tal es el caso de los plásticos usados para relleno y como amortiguadores, además, estos materiales no protegen adecuadamente a los productos. También, se prescindió de los separadores de cartón corrugado, ocupando en su lugar separadores hechos

**Tabla 51**

*Puntuación de evaluación de los sistemas de empaque y embalaje actuales a través del Radar de Evolución*

Estrategia	Medidas Asociadas	Puntuación
1. Uso de materias primas de bajo impacto ambiental	Uso de materias primas renovables y exentas de sustancias nocivas para el medio ambiente.	3
2. Optimizar la relación contenido/productos	Minimizar componentes o partes superfluas; reducir el peso/volumen de materias primas/empaque.	3
3. Optimizar los procesos de fabricación del empaque/embalaje	Técnicas de producción que optimicen el uso de materias primas.	2
4. Introducir mejoras ambientales en el transporte y distribución del empaque/embalaje	Optimización de la unidad de carga; aumentar la seguridad en operaciones de transporte; uso de empaques fácilmente desmontables.	3
5. Reducir el impacto ambiental en la fase de llenado y embalado	Optimización de los procesos de empacado/embalado para la minimización del uso de empaques y embalajes.	3
6. Aumentar la vida útil del empaque	Uso de empaques reutilizables; uso de sistemas de cierre que eviten roturas en el empaque.	3
7. Optimizar la función del empaque/embalaje	Maximizar la utilización; adaptación del diseño del empaque/embalaje a las necesidades de los usuarios: seguridad, ergonomía, etc.	3
8. Reducir el impacto ambiental en la gestión de los residuos de empaque	Uso de imágenes e íconos medioambientales apropiados; facilitar la separación de residuos.	3

Nota: Grado de cumplimiento: 0 si los sistemas no cumplieron con ninguna estrategia; 1 si cumplieron con algunas estrategias; 2 si cumplieron con la mayoría de estrategias; 3 si cumplieron totalmente con las estrategias.

con estropajo natural; estos elementos separan, amortiguan y rellenan los espacios vacíos de una mejor forma. Es importante mencionar que se redujeron las dimensiones con los nuevos diseños de empaques y embalajes, obteniendo una protección adecuada durante

su manejo. Se obtuvo una reducción del 25 % y del 0.17 % en el volumen de los sistemas diseñados para el set de 4 platos extendidos y para la colección Flor de sal, respectivamente. Debido a esto, se asignó una calificación de 3, ya que se cumplió totalmente con esta estrategia.

**3. Optimizar los procesos de fabricación del empaque/embalaje:** Como parte de la estrategia para optimizar la fabricación de los sistemas de empaque y embalaje se propuso la generación de piezas prefabricadas, considerando que su producción estará a cargo de organizaciones que cumplan con las certificaciones ambientales y normas de calidad pertinentes, esto facilitará y agilizará la conformación de los empaques y embalajes, esto también incidirá en la disminución de la cantidad de materiales, equipos, herramientas y energía que se requieren para su fabricación. Por lo tanto, se concluyó que los sistemas desarrollados en esta tesis cumplen mayoritariamente con esta estrategia, por lo que se les asignó una calificación de 2.

**4. Introducir mejoras ambientales en el transporte y distribución del empaque y embalaje:** En la Sección 4.1 se presenta una comparación de las dimensiones de los sistemas de empaque y embalaje actuales con las medidas de los diseños generados en esta tesis. Del mismo modo, en la Sección 4.2 se muestra la distribución que se tendrá en los pallets al ocupar ambos sistemas de empaque y embalaje (para el set de 4 platos extendidos y para la colección Flor de sal). De acuerdo con los resultados obtenidos, se sabe que el número de cajas que se podrán transportar se incrementará en un 60 % para el set de 4 platos extendidos y en un 66 % para la colección Flor de sal, ocupando los nuevos diseños generados en este proyecto. De esta manera, se podrá transportar una mayor cantidad de productos en cada viaje que se realice, a su vez, esto ocasionará que se requirieran un menor número de viajes y se utilicen menos veces los vehículos para distribuir los productos; por lo tanto, se reduciría el impacto ambiental derivado del transporte y distribución de los productos. Por otra parte, se crearon diseños y se propusieron materiales que son adecuados para los productos por contener; se integraron protecciones, símbolos e indicaciones que señalan la forma correcta para manipular los paquetes, así podrán disminuirse las incidencias y reducirse las pérdidas de productos durante el transporte. Además, los nuevos diseños poseen ensambles que facilitarán la separación de las piezas que los conforman, por lo que podrán reutilizarse y reciclarse los materiales. Por lo tanto, se concluyó que los sistemas de empaque y embalaje cumplen con las medidas asociadas a este estrategia, por lo que se les asignó una calificación de 3.

**5. Reducir el impacto ambiental en la fase de llenado y embalado:** A través de este proyecto se mejorará el proceso para empacar y embalar las piezas cerámicas, ya que en los nuevos diseños se emplearán elementos prefabricados que facilitarán el armado de los sistemas de empaque y embalaje a los operarios encargados del área. Esto ayudará a disminuir las pérdidas ocasionadas por una deficiente organización en los puestos de trabajo y por el manejo inadecuado de los componentes. Así pues, se concluyó que se asignaría una calificación de 3.

**6. Aumentar la vida útil del empaque/embalaje:** Se estipuló que los elementos y materiales que conforman los sistemas de empaque y embalaje desarrollados en este proyecto serán reutilizables, de esta forma se tendrá un menor consumo de recursos y energía, además que se generarán menos residuos. Por otra parte, los elementos de cierre propuestos en los nuevos diseños no dificultarán el apilamiento de los empaques ni darán lugar a roturas al aperturarlos, estas características permitirán preservarlos adecuadamente. Por lo tanto, se concluyó que los nuevos sistemas de empaque y embalaje cumplirán con esta estrategia, por lo que se les asignó una calificación de 3.

**7. Optimización de la función del empaque/embalaje:** En la conceptualización de los sistemas de empaque y embalaje generados en esta tesis se estipuló que una vez que éstos cumplan con su función principal, los elementos que los conforman podrán ser separados y utilizados individualmente, de esta forma se extenderá su vida útil. Además, en su diseño se contemplaron atributos ergonómicos y de seguridad, como el uso de materiales adecuados para el peso de las piezas, la recomendación del peso máximo de acuerdo con la NOM-036-1-STPS-2018 por tipo de usuario, se establecieron las dimensiones de los empaques y embalajes conforme a las características de las piezas, etc.; que asegurarán su protección. También, los nuevos diseños poseen estructuras y materiales que mejorarán el almacenamiento, la inspección y transporte de las piezas; debido a ello se asignó una calificación de 3 a las propuestas obtenidas en este proyecto.

**8. Reducir el impacto ambiental en la gestión de los residuos de empaque/embalaje:** Se logrará cumplir con esta estrategia debido a que en los nuevos sistemas de empaque y embalaje se integran los íconos y 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 su fácil clasificación para su gestión una vez que hayan cumplido con su Ciclo de Vida. Por lo tanto, se concluyó que los nuevos diseños tienen una calificación de 3.

## 5 | Conclusiones

En esta tesis se diseñaron y elaboraron prototipos de sistemas de empaque y embalaje para productos cerámicos de la empresa La Chicharra Cerámica. Se desarrollaron conceptos de diseño que cumplieron con los objetivos específicos definidos para esta investigación, integrando herramientas del TRIZ y criterios del Ecodiseño. Esto permitió analizar y contemplar las fases del Ciclo de Vida de los sistemas de empaque y embalaje generados, considerando simultáneamente las necesidades y requerimientos que fueron identificados con los usuarios. Se generaron el diseño y los prototipos de los sistemas de empaque y embalaje para un set de platos extendidos y para la colección *Flor de sal*, con los cuales se disminuyó la cantidad de materiales en su estructura, se redujeron los residuos originados en su producción y se superaron las deficiencias de los sistemas que actualmente ocupa la empresa para distribuir las piezas cerámicas.

Con la herramienta *Diagrama de 9 ventanas* se analizó globalmente aspectos que abarcan el proceso de fabricación de los sistemas de empaque y embalaje, las condiciones de los proveedores de materiales, los impactos ambientales de los materiales considerados, las emisiones y desechos generados en la producción de los sistemas de empaque y embalaje. Con el desarrollo de la herramienta *Radar de evolución* se integraron pautas ambientales acordes a cada etapa del Ciclo de Vida de los sistemas de empaque y embalaje para definir sus características formales y funcionales.

Por otra parte, se identificó que las normas mexicanas existentes y vigentes no especifican las características de los sistemas de empaques y embalajes para la exportación de productos cerámicos, únicamente proporcionan los parámetros correspondientes al etiquetado y brindan mínimos criterios ergonómicos para el manejo manual de sus elementos. Pudo observarse que México se encuentra rezagado en materia normativa ambiental referente al diseño y fabricación de empaque y embalajes, por lo cual se hace necesario atender esta área debido a los altos índices de contaminación derivados por estos productos.

Del mismo modo, las regulaciones internacionales no cuentan con elementos que reglamenten el diseño y fabricación de sistemas de empaque y embalaje para productos cerámicos, se identificó que las normativas referentes a empaques y embalajes para exportación varían de un país a otro. En esta tesis específicamente se contemplaron algunas recomendaciones existentes en los Estados Unidos y España, naciones a las cuales la empresa ya ha realizado algunos envíos previamente.

Para la definición de las especificaciones de los sistemas de empaque y embalaje generados en esta tesis, se elaboraron y evaluaron de forma iterativa modelos y prototipos físicos, esto permitió identificar y mejorar las deficiencias que presentaron las propuestas de diseño.

En la evaluación de los sistemas de empaque y embalaje derivados de este proyecto se obtuvieron las siguientes mejoras significativas: Se corroboró que el material compuesto hecho con fibras de plátano tuvo las características adecuadas para conformar algunos de los elementos de los empaques y embalajes; se confirmó que la fibra de estropajo podrá ocuparse como un elemento amortiguador y de relleno en sistemas de empaque y embalaje, asegurando la protección de los productos, eliminando el uso de materiales plásticos contaminantes y podrá desecharse sin tener repercusiones ambientales significativas; se comprobó que se tendrá un aumento en el número de piezas transportadas por estiba a través de los nuevos diseños; se disminuirá el tiempo de conformación en los nuevos sistemas de empaque y embalaje; no se superará la carga máxima permisible en los sistemas de empaque y embalaje para su manejo de parte de los operarios.

Los sistemas de empaque y embalaje obtenidos en este proyecto tendrán los siguientes beneficios potenciales: Su estructura y materiales evitarán la rotura y fractura de las piezas cerámicas durante su transporte; se eliminarían los retrabajos ocasionados por las roturas y fracturas generadas durante el transporte de las piezas cerámicas.

Con el desarrollo de este proyecto también se hace patente el potencial impacto y beneficios que podría acarrear el uso de elementos como los tallos del plátano y la fibra de *Luffa aegyptiaca*, los cuales normalmente son catalogados como desechos agroindustriales; para la generación de nuevos materiales y productos que sean amigables con el medio ambiente.

## 5.1. Trabajo a futuro

Los resultados obtenidos a partir de esta tesis servirán como parteaguas para el desarrollo de los siguientes trabajos a futuro:

- Elaborar un manual de uso para el armado y empaçado de las piezas cerámicas.
- Realizar pruebas de usabilidad con un universo de usuarios más amplio, para evaluar el desempeño de los sistemas de empaque y embalaje en situaciones reales de uso.
- Ampliar la utilización del material compuesto hecho con fibra de plátano para su aplicación en diferentes productos y analizar su desempeño.
- Experimentar con la composición del material hecho con fibra de plátano para incrementar sus propiedades mecánicas.
- Someter a evaluación las características del material compuesto hecho con fibra de plátano para la obtención de una certificación para su uso en la conformación de sistemas de empaque y embalaje para exportación.



## Referencias

- 5626, I. (1993). *Iso 5626:papel - determinación de la resistencia al plegado*. ISO.
- Acuerdos comerciales y regulaciones de importaciones*. (s.f.). Descargado de [https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio\\_exterior/plan\\_exportador/Penx\\_2025/PDM/canada/index.html?id=233](https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/plan_exportador/Penx_2025/PDM/canada/index.html?id=233) (Accedido 01-04-2019)
- Almex. (2019). *Empaque, embalaje y paletización*.
- Altshuller, G. (2002). *40 principios: Triz keys to innovation* (Vol. 1). Technical Innovation Center, Inc.
- Altshuller, G. S. (1984). *Creativity as an exact science: the theory of the solution of inventive problems*. Gordon and Breach.
- Bertoni, M., Carulli, M., y Rovida, E. (2009). About the use of triz for product-service development. En *International conference on engineering design: 24/08/2009-27/08/2009* (pp. 133–144).
- Beyer, H., y Holtzblatt, K. (1997). *Contextual design: defining customer-centered systems*. Elsevier.
- Blasco, C. C. (1993). *Diseño del embalaje para exportación*. México. Instituto Mexicano del Envase y Bancomext.
- Bovea, M. D., Díaz-Albo, E., Gallardo, A., Colomer, F. J., y Serrano, J. (2010). Environmental performance of ceramic tiles: Improvement proposals. *Materials and Design*, 31, 34-41. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2009.07.021>
- Bovea, M. D., Serrano, J., Bruscas, G. M., y Gallardo, A. (2006). Application of life cycle assessment to improve the environmental performance of a ceramic tile packaging system. *Packaging Technology and Science*, 19(2), 83-95. doi: 10.1002/pts.711
- Canada.ca. (2017). *D-98-08: Entry requirements for wood packaging material into canada*. Descargado de <https://www.inspection.gc.ca/plant-health/plant-pests-invasive-species/directives/forest-products/d-98-08/eng/1323963831423/1323964135993#a6> (Accedido 01-04-2019)
- Careaga, J. A. (1993). *Manejo y reciclaje de los residuos de envases y embalajes* (n.º 4). SEDESOL, Instituto Nacional de Ecología.
- Catálogo la chicharra cerámica*. (2019).
- Chaurand, R. Á., León, L. R. P., y Muñoz, E. L. G. (2007). *Dimensiones antropométricas de población latinoamericana*. Universidad de Guadalajara, CUAAD.
- Cloot-Bike. (2015). *Materiales de las bicicletas de montaña*. Descargado de <https://>

- [www.clootbike.com/blog/materiales-de-las-bicicletas-de-montana/](http://www.clootbike.com/blog/materiales-de-las-bicicletas-de-montana/) (Accedido 01-04-2019)
- Creativity, O. (s.f.). *40 inventive principles*. Descargado de <https://www.triz.co.uk/learning-centre-innovation-materials> (Accedido 01-04-2019)
- del Pacífico; SEMARNAT, A. (2017). *Guía de etiquetas para consumo sustentable*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).
- Diario oficial de la federación*. (2019).
- Dorantes, C. L. T. (2007). *Triz: Una herramienta poderosa para las empresas mexicanas en los ámbitos productivo y administrativo* (master thesis). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Eason, K. (1988). *Information technology and organisational change*. Taylor & Francis.
- Empaques y embalajes: Canadá*. (2020).
- Empaques y embalajes: Estados Unidos*. (2020).
- Espinoza, C. K. P. (2012). *Empaques y embalajes*. Red Tercer Milenio.
- Fischer, L., y Espejo, J. (2011). *Mercadotecnia*. México: Mc Graw Hill.
- Giovannetti, M. D. V. (2003). *El mundo del envase: manual para el diseño y producción de envases y embalajes*. Gustavo Gili.
- Gómez, F. R. (2008). *Declaratoria de cancelación de las normas mexicanas*. Descargado de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5063352&fecha=09/10/2008](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5063352&fecha=09/10/2008) (Accedido 01-04-2019)
- Gualotuña, L. H. A., y Pupiales, M. L. G. (2011). *Diseño y simulación de una máquina para realizar el espiralado de tubos de cartón de 4 a 7 pulgadas de diámetro*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Holtzblatt, K., y Jones, S. (1993). Contextual inquiry: A participatory technique for system design. *Participatory design: Principles and practices*, 177–210.
- IACC. (1994). *Corrugated recycles symbol*. International Corrugated Case Association.
- IHOBE. (2017). *Guía de eco-diseño de envases y embalajes*. Ecoembes.
- IHOBE. (2018). *Guía de etiquetado ambiental para envases y embalajes*. Ecoembes.
- Ishiguro, Y., y Amhoff, L. (s.f.). *Our artisan packaging*. Descargado de <https://asemi.co/blogs/journal/insight-into-our-asemi-artisan-packaging>
- ISO. (2012a). *Iso 3394: Dimensiones de paquetes rectangulares rígidos*. Autor.
- ISO. (2012b). *Iso 3676: Dimensión de cajas unitarias*. Autor.
- ISO. (2015). *Iso 780: Símbolos gráficos para el manejo y almacenamiento de empaques*. Autor.

- Jimeno López, A. A. (2007). Análisis dinámico de los rodillos del sistema de una máquina de conversión de papel tissue.
- Lozano, D. J. (2009). Metodología para la eco-innovación en el diseño para desensamblado de productos industriales. *Universitat Jaume I de Castellón, Dep. d'Enginyeria Mecànica i Construcció*.
- Ludo, E. C., Ramos, C. S. C., Cid, A. K. B., y Quevedo, M. V. M. (2019). *Reciclar, la falacia de la industria en la lucha contra la contaminación plástica*. Greenpeace México.
- Mann, D., y Dewulf, S. (2002). Evolutionary-potential in technical and business systems. *The TRIZ Journal*.
- Montero, A. A. R. (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*. Universidad Tecnológica de la Mixteca.
- MTB. (2018). *Partes básicas de una bicicleta*. Descargado de <https://noticiasmtb.com/partes-basicas-de-una-bicicleta/> (Accedido 01-04-2019)
- Muthu, S. S. (2016). *Environmental footprints and eco-design of products and processes*. Springer.
- NANOIN. (2013). *Bevel cup packaging*. Descargado de [http://nanoin.cn/globalcms\\_contentview\\_id\\_425](http://nanoin.cn/globalcms_contentview_id_425)
- NMX-N-107-SCFI-2010. (2010). *Contenido mínimo de fibra reciclada de papel para la fabricación de papel periódico, papel para bolsas y envolturas, papel para sacos, cartoncillo, cajas corrugadas y cajas de fibra sólida- especificaciones, evaluación de la conformidad y eco-etiquetado*. Diario Oficial de la Federación.
- NOM-036-1-STPS-2018. (2018). *Factores de riesgo ergonómico en el trabajo: Manejo manual de cargas*. Diario Oficial de la Federación.
- NOM-EE-74-1980. (1980). *Papel y cartón.- terminología básica*. Diario Oficial de la Federación.
- Pytel, A., y Singer, F. L. (2012). *Resistencia de materiales*.
- RAL. (2012). *Unidades de carga eficientes, recomendaciones aecoc para logística*.
- Ramirez, H. E. M. (2014). *Ingeniería Concurrente : Una metodología integradora*. (June).
- Savransky, S. D. (2000). *Engineering of creativity: introduction to triz methodology of inventive problem solving* (1.ª ed.). CRC Press.
- SEMARNAT. (s.f.).
- SEMARNAT. (2005). *Manual de sistemas de manejo ambiental*.
- SEMARNAT. (2012). *Residuos sólidos urbanos* (Inf. Téc.). Autor.

- Serban, D., Man, E., Ionescu, N., y Roche, T. (2004). A triz approach to design for environment. En *Product engineering* (pp. 89–100). Springer.
- Souchkov, V. (2006). Annotated list of key triz components. *ICG Training & Consulting*.
- Svanes, E., Mie Vold, H. M., Pettersen, M. K., Larsen, H., y Hanssen, O. J. (2010). Sustainable packaging design: a holistic methodology for packaging design. *Packag. Technol. Sci.*, 23, 161-175. doi: 10.1002/pts.887
- Tarango, J. A. R. (2003). Ingeniería y diseño: Envase y embalaje. *Revista de Envase y Embalaje*, 1.
- Tarango, J. A. R. (2005a). *Cuando usar las palabras envase, empaque y embalaje*. Descargado de <http://www.elempaque.com/temas/Cuando-usar-las-palabras-envase,-empaque-y-embalaje+4040278> (Accedido 01-04-2018)
- Tarango, J. A. R. (2005b). *Importancia del embalaje para productos de exportación*. Descargado de <http://www.elempaque.com/temas/Importancia-del-embalaje-para-productos-de-exportacion+4038768> (Accedido 01-04-2019)
- Tarango, J. A. R. (2011). *Manual de ingeniería y diseño en envase y embalaje* (9a ed.). IMPEE.
- TRIZ. (s.f.). *Matriz de contradicción*. Descargado de <https://www.triz.co.uk/learning-centre-innovation-materials> (Accedido 01-04-2019)
- USDA. (2020a). *Industrias artesanales*.
- USDA. (2020b). *Internacional- estándares fitosanitarios*.
- Vila, N. (2012, Noviembre). *Producte de gallecs*. Descargado de <http://www.packagingoftheworld.com/2012/04/producte-de-gallecs.html>
- Waite, R. (1995). Household waste recycling. *Earthscan Publications*, 167-169.
- Wang, Z.-W., y Sun, Y.-C. (2018). Experimental investigation on bending fatigue failure of corrugated paperboard. *Packaging Technology and Science*, 31(9), 601–609.

# Anexo A: Entrevista

Las siguientes preguntas fueron realizadas con la finalidad de conocer más información sobre los productos que elabora la empresa “La Chicharra Cerámica” y saber sobre el método actual utilizado para empaquetar y embalar, así como los problemas al hacer uso de éste. Dichas preguntas sirvieron como base para desarrollar la entrevista con la administradora y directora de la empresa *La Chicharra Cerámica*, María Fernanda Oviedo Mendiola. La información obtenida sirvió para realizar un informe para el desarrollo de la tesis.

1. E: ¿Qué tipo de productos cerámicos manejan?

MF: Los productos elaborados en la empresa son piezas utilitarias hechas para el uso en mesa. Se constituye por una variedad de 10 tipos de piezas como platos, tazas, vasos, charolas, así como bowls, especieros, entre otros. Son elaborados con cerámica de alta temperatura y reforzados con esmalte libre de plomo, lo cual brinda una mayor calidad en cuanto a la eliminación de sustancias tóxicas para los alimentos.

2. E: ¿Con cuántos diseños de productos cuentan?

MF: Se cuenta con aproximadamente 50 diseños de los cuales varían entre platos, tazas, etc.

3. E: ¿En qué consiste su método de empaque y embalaje?

MF: Normalmente se requiere que cada pedido sea por múltiplos de cuatro para poder formar un paquete completo, ya sean charolas, platos, tazones, etc.; pero cuando es una compra en tienda y si no cumplen con algún número múltiplo de cuatro, sólo se envuelve en papel de estraza y se entrega en una bolsa. Para envíos que se hacen en línea se tiene una plantilla y cuando recibimos los pedidos, los armamos en cajas de 4 piezas. Cada caja chiquita se introduce en una caja más grande donde también caben 4 cajas, en total por cada caja grande caben 16 piezas, a excepción de los mezclaleritos, que en una sola caja chica caben 16 piezas. Se manejan dos métodos, uno donde se utiliza hule burbuja, mucha cinta adhesiva, papel de estraza y algunos sobrantes de cartón. Para el otro se utilizan papeles de estraza, cartones corrugados, cajas y cinta adhesiva.

4. E: ¿Cuánto tiempo tardan en empaquetar y embalar sus productos?

MF: En el área de embalado normalmente siempre está una persona y aproximadamente tarda 3 días en embalar 100 piezas.

5. E: ¿Por qué surge la necesidad de generar dos métodos de empaque y embalaje?

MF: Se manejan esos dos métodos porque uno es cuando son pedidos fuera del país y es un requisito por parte de las paqueterías, y el otro es para envíos más cercanos a Oaxaca, como la Ciudad de México.

6. E: Según las estadísticas, ¿cuáles podrían ser los productos con mayor pérdida?

MF: Hay tres piezas, de las cuales 2 son platos. Primero, el plato extendido de 31 cm y el plato extendido de 20 cm de diámetro. Los platos como se envían en cajas de 16 piezas, normalmente en casi todos los envíos a otro estado o país, se rompe al menos un plato. Otro de los productos es un set llamado *Flor de sal* que se conforma de 2 charolas y dos ramekines. Este set ha tenido problemas porque no se tiene con un empaque y embalaje adecuado a las piezas, sólo se han adaptado algunas cajas de los otros productos para enviarlos y es por eso que llegan a romperse algunos.

7. E: ¿Cuáles son los productos más demandados?

MF: Los productos más demandados son cinco, el plato extendido de 20 cm de diámetro, el tazón amplio curvo, el bowl coco, el plato extendido de 31 cm y los mezcleros.

8. E: ¿Cuáles son los problemas más comunes al hacer sus envíos?

MF: Uno de los problemas que frecuentemente se presenta es que al momento de que los operarios de las paqueterías o de la aduana revisan las cajas, a veces no lo vuelven a embalar de la misma forma y es ahí donde aumenta el riesgo de que alguna pieza se rompa.

# Anexo B: Definición de parámetros del TRIZ y principios inventivos

## 39 parámetros del TRIZ

(Savransky, 2000)

Los 39 parámetros del TRIZ consisten en parámetros que es necesario identificar en el objeto por diseñar, a partir de los cuales se buscará mejorar las propiedades del objeto desarrollando la matriz de contradicciones, realizando un análisis en el cual se proponga la inclusión u omisión de ciertos atributos pero evitando que esto aumente las deficiencias en las características del objeto. Es importante mencionar que varios de estos parámetros se establecen con respecto a dos principales categorías, dependiendo si se trata de un sistema u objeto móvil e inmóvil, elementos cuyas propiedades se describen a continuación para poder diferenciarlos:

- Objeto móvil: Fácilmente puede cambiar de posición en el espacio donde se encuentra, ya sea por su cuenta o por agentes externos. Los vehículos y objetos para ser cargados son los principales miembros de esta clase.
- Objeto estacionario: No cambian su posición en el espacio. Para esta clase, hay que considerar las condiciones en las que el objeto es usado.

### 1. Peso de un objeto móvil

Se considera la masa del objeto en un campo gravitacional. Es la fuerza que el cuerpo ejerce en su soporte o suspensión.

### 2. Peso de un objeto estacionario

Se considera la masa del objeto en un campo gravitacional. Es La fuerza que el cuerpo ejerce sobre su soporte ó suspensión ó sobre la superficie sobre la que descansa.

### 3-4. Longitud de un objeto móvil/estacionario

Es la característica geométrica descrita por una línea (recta, curva y no necesariamente la más larga) que se puede medir por cualquier unidad de dimensión lineal como el metro,

la pulgada, etc.

5-6. Área de un objeto móvil/estacionario

Es la característica geométrica descrita por la parte de un plano encerrado por una línea.

Es la parte de una superficie ocupada por el objeto.

7-8. Volumen de un objeto móvil/estacionario

Es la medida cúbica del espacio ocupado por el objeto. Largo x ancho x alto para un objeto rectangular; alto por área por un cilindro, etc.

9. Velocidad

Es la velocidad de un objeto; es la velocidad de un procesos o acción en el tiempo.

10. Fuerza

Es cualquier interacción que puede cambiar las condiciones de un objeto debido a la interacción con otros.

11. Tensión o presión

Es la tensión que existe sobre ó dentro de un objeto, es la fuerza por unidad de área ejercida.

12. Forma

La conforman los contornos externos ó límites que separan los objetos del ambiente ó de otros objetos.

13. Estabilidad del objeto

Es la capacidad de un objeto para mantener su integridad. Es la estabilidad de los elementos de un objeto en el tiempo. El desgaste, la descomposición química, el desmontaje y el crecimiento de la entropía son disminuciones en la estabilidad.

14. Resistencia

Es la capacidad de un objeto para resistir un cambio en respuesta a la fuerza. Es la resistencia a la rotura.

15-16. Durabilidad de un objeto móvil/estacionario

Incluye al tiempo durante el cual un objeto puede realizar funciones útiles y/o neutrales (durabilidad). Se puede estimar como el periodo promedio entre fallas, la vida útil.

17. Temperatura

Es la condición térmica de un objeto.

#### 18. Brillo

Es el flujo de luz por unidad de área.

#### 19-20. Energía gastada por un objeto móvil/estacionario

Es la capacidad de un objeto para realizar un trabajo. Incluye el uso de energía proveniente de un super-sistema (tal como energía eléctrica o calor). Es la energía requerida para realizar un trabajo en particular.

#### 21. Potencia

Consiste en el tiempo promedio en el que un trabajo es realizado. Es la tasa de uso de energía.

#### 22. Desperdicio de energía

Es el uso de energía que no contribuye al trabajo que se está realizando. Se debe reducir la pérdida de energía.

#### 23. Desperdicio de sustancia

Es la pérdida parcial o completa, temporal o permanente de alguno de los materiales o elementos de un objeto o partes.

#### 24. Pérdida de información

Consiste en la pérdida parcial o completa, permanente o temporal de datos o acceso de datos en ó por un objeto. Con frecuencia incluye datos sensoriales como aroma, textura, etc.

#### 25. Desperdicio de tiempo

Tiempo es la duración de una actividad. Mejorar la pérdida de tiempo significa reducir el tiempo que lleva para realizar una actividad.

#### 26. Cantidad de sustancia

Es el número de materiales o elementos de un objeto que pueden modificarse total o parcialmente de forma temporal o permanentemente.

#### 27. Confiabilidad

Consiste en la habilidad de un objeto para llevar a cabo su(s) función(es) prevista(s) en formas y condiciones predecibles.

#### 28. Precisión de mediciones

Es la cercanía del valor medido al valor real del parámetro de un objeto.

29. Precisión de manufactura

Es la cercanía de las características reales de un objeto con las características especificadas o requeridas que se pueden lograr durante la producción de un objeto.

30. Factores perjudiciales actuando en el objeto

Consiste en la susceptibilidad de un objeto a los efectos nocivos generados externamente.

31. Efectos secundarios dañinos

Es el efecto dañino que es generado por un objeto como parte de su funcionamiento dentro de un sistema o supersistema, y que reduce la eficiencia o calidad de funcionamiento.

32. Manufacturabilidad

Es el grado de facilidad, comodidad o poco esfuerzo en manufacturar ó fabricar un objeto.

33. Conveniencia de uso

Simple y fácil de operar. El objeto no es conveniente si requiere muchos pasos para operar o necesita herramienta especializada, habilidades especiales del operador, etc.

34. Reparabilidad

Característica de calidad como conveniente, comodidad, simple y tiempo para reparar las fallas o defectos de un objeto.

35. Adaptabilidad

Es la habilidad de un objeto para responder positivamente a cambios externos y la versatilidad del objeto que puede ser usado en múltiples formas bajo una variedad de circunstancias.

36. Complejidad

Consiste en el número y diversidad de elementos y las interrelaciones de los elementos con un objeto. El usuario puede ser un elemento del objeto que añade complejidad.

37. Complejidad de control

Consiste en aquellos objetos que tienen relaciones confusas entre componentes ó que tienen componentes que interfieren entre sí.

38. Nivel de automatización

Es la habilidad de un objeto para realizar su función sin interferencia humana. Al menor nivel de automatización ese tiene el uso de una herramienta operada manualmente.

Para niveles intermedios, la persona programa la herramienta y observa la operación e interrumpe o reprograma como y cuando sea necesario. Para el nivel más alto, la máquina censa la operación necesitada, se programa a ella misma y monitorea sus propias operaciones.

### 39. Productividad

Es el número de funciones u operaciones realizadas por un objeto por unidad de tiempo. El tiempo por unidad funcional u operación La salidad por unidad de tiempo ó el costo por unidad de salida.

## 40 principios inventivos

(Creativity, s.f.)

Como parte del desarrollo de la metodología TRIZ, una vez que se han identificado los parámetros que es necesario mejorar en el objeto por diseñar, en la mayoría de ocasiones se encontrará que al tratar de incluir u omitir ciertos atributos se repercutirá de forma negativa en otras características, aumentando las deficiencias en las propiedades del objeto. Para ello, se establecieron un conjunto de 40 principios inventivos, que consisten en un conjunto de estrategias que se han agrupado por categorías, las cuales permiten eliminar los problemas antes mencionados (contradicciones) y poder efectuar las mejoras en el producto sin repercutir negativamente en sus atributos. Tanto los 39 parámetros como los 40 principios inventivos son elementos que se ocupan en el desarrollo de la matriz de contradicciones del TRIZ.

### 1. Segmentación

- A. Dividir un objeto en diferentes partes
- B. Hacer un objeto fácil de desarmar
- C. Incrementar el grado de fragmentación de un objeto

### 2. Extracción

- A. Extraer (remover o separar) la propiedad o parte que perturba de un objeto
- B. Extraer solamente la propiedad o elemento necesario del objeto

### 3. Calidad local

- A. Cambiar la estructura del objeto desde una uniforme a una no uniforme

- B. Cambiar una acción o ambiente externo (o influencia externa) de uniforme a no uniforme
- C. Hacer que cada parte del objeto funcione en las mejores condiciones para su funcionamiento
- D. Hacer que cada parte de un objeto cumpla una función diferente y útil

#### 4. Asimetría

- A. Cambiar la forma o propiedades de un objeto de simétrico a asimétrico
- B. Cambiar la forma de un objeto para adaptarlo a las asimetrías externas
- C. Si un objeto es asimétrico, incrementar su grado de asimetría

#### 5. Unión/Combinación

- A. Unir o combinar objetos u operaciones similares o idénticas
- B. Hacer que los objetos u operaciones sean contiguos o paralelos

#### 6. Universalidad

- A. Hacer que un objeto lleve a cabo múltiples funciones eliminando la necesidad de otras partes

#### 7. Anidación

- A. Poner uno o múltiples objetos dentro de otros
- B. Hacer que un objeto pase a través de la cavidad de otro

#### 8. Contrapeso

- A. Compensar el peso de un objeto combinándolo con otro que tenga fuerza de levantamiento.
- B. Compensar el peso de un objeto haciéndolo interactuar con el ambiente (usar aerodinámica, hidrodinámica, flotación entre otras fuerzas)

#### 9. Acción contraria previa

- A. Ordenar los objetos de tal manera que puedan entrar en acción sin pérdidas de tiempo.

## 10. Acción preliminar

- A. Llevar a cabo antes de ser necesario el cambio requerido de un objeto (completo o parcial)
- B. Arreglar previamente los objetos de tal manera que puedan entrar en acción en el lugar más conveniente y sin perder tiempo para su liberación

## 11. Amortiguamiento anticipado

- A. Compensar la relativamente baja confiabilidad de un objeto por medidas tomadas con anterioridad

## 12. Equipotencialidad

- A. Si un objeto tiene que ser elevado o bajado, rediseñar el entorno del objeto para que la necesidad de subir o bajar sea eliminada en el espacio

## 13. Invertir

- A. Invertir las acciones utilizadas para resolver los problemas
- B. Hacer las partes (o el ambiente externo) fijas, y partes fijas movibles
- C. Invertir el objeto o procesos

## 14. Curvatura

- A. Cambiar de partes, superficies o formas rectas a usar curvilíneas; pasar de superficies planas a esféricas
- B. Usar rodillos, espirales, cúpulas
- C. Ir de movimientos lineares a movimientos rotativos
- D. Usar fuerzas centrífugas

## 15. Dinámico

- A. Permitir o diseñar un objeto para un desempeño óptimo en cada estación de operación
- Dividir un objeto en partes que puedan cambiar de posición relativa entre sí
- Incrementar el grado de movilidad

16. Acción parcial o excesiva

- A. Si es difícil obtener el 100 % del efecto deseado, ejecute algo más o algo menos para simplificar el problema

17. Otra dimensión

- A. Mover un objeto en dos ó tres espacios dimensionales
- B. Usar un arreglo multi-dimensional (multi-nivel) de objetos en lugar de un arreglo de uno
- C. Inclinar o re-orientar el objeto
- D. Usar el anverso del área dada

18. Vibración mecánica

- A. Hacer que un objeto oscile ó vibre
- B. Usar la frecuencia de resonancia

19. Acción periódica

- A. Reemplazar una acción continua con una periódica ó impulso
- B. Usar pausas entre impulsos para dar una acción adicional

20. Continuidad de una acción útil

- A. Realizar una acción sin descanso
- Todas las partes de un objeto deben ser operadas constantemente a su capacidad total
- Elimine los tiempos ociosos ó movimientos intermedios

21. Acción precipitada

- A. Ejecutar procesos o ciertas etapas (destructibles, dañinas y operaciones peligrosas) a alta velocidad

22. Conversión de perjuicio a beneficio

- A. Utilizar factores dañinos (particularmente del ambiente o externo) para lograr un efecto positivo

---

### 23. Retroalimentación

- A. Introducir la retroalimentación para mejorar un procesos ó acción

### 24. Intermediario

- A. Usar un objeto intermediario para transferir ó llevar a cabo una acción
- B. Combinar un objeto temporalmente con otro (que fácilmente pueda ser removido)

### 25. Autoservicio

- A. Hacer que el objeto tenga su propio servicio y ejecute operaciones de ayuda
- B. Hacer uso de desperdicios de material y energía

### 26. Copiar

- A. Usar una copia simple y poco costosa en lugar de un objeto complejo, costoso y frágil o inconveniente de operar
- B. Reemplazar un objeto o un sistema de objetos por una copia óptica

### 27. Reemplazo de objetos baratos de corta duración

- A. Reemplazar un objeto costoso con varios objetos económicos, comprometiendo ciertas cualidades, como el servicio de vida

### 28. Reemplazo del sistema mecánico

- A. Reemplazar el sistema mecánico por uno óptico, acústico u odorífero

### 29. Construcción neumática o hidráulica

- A. Reemplazar las partes sólidas de un objeto por gas o líquido

### 30. Membranas delgadas y flexibles

- A. Reemplazar las construcciones habituales con membranas flexibles y películas delgadas
- B. Aíslar un objeto del ambiente externo con películas delgadas ó membranas finas

31. Materiales porosos

- A. Hacer un objeto poroso ó usar elementos porosos adicionales (insertos, cubiertas, etc.)

32. Cambio de color

- A. Cambiar el color de un objeto o sus alrededores
  - B. Cambiar el grado de translucidez de un objeto ó sus alrededores
- Usar aditivos de colores para observar objetos o procesos que son difíciles de ver

33. Homogeneidad

- A. Hacer que los objetos interactúen con un objeto primario hecho del mismo material ó algún material similar

34. Restauración y regeneración de partes

- A. Rechazar o modificar un elemento de un objeto después de que complete su función o sea hace inútil (descartar, disolver, evaporar)
- B. Restaurar complemente cualquier parte usada de un objeto

35. Cambio de parámetros y propiedades

- A. Cambiar el estado físico de un objeto (líquido, gas, sólido)
- B. Cambiar la concentración ó consistencia
- C. Cambiar el grado de flexibilidad
- D. Cambiar la temperatura

36. Transición de fase

- A. Usar fenómenos que ocurren durante las transiciones de fase (cambios de volumen, pérdida o absorción de calor, etc.)

37. Expansión térmica

- A. Usar la expansión ó contracción de un material por calor
- Usar varios materiales con diferentes coeficientes de expansión térmica

38. Oxidación acelerada

- A. Reemplazar aire normal con aire enriquecido con oxígeno
- B. Reemplazar aire enriquecido con oxígeno puro

39. Medio ambiente inerte

- A. Reemplazar el ambiente normal con uno inerte
- Llevar a cabo el proceso en el vacío

40. Materiales compuestos

- A. Reemplazar materiales homogéneos con materiales compuestos





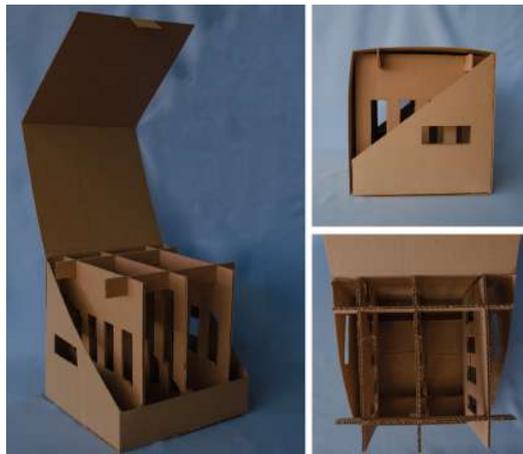


## Anexo D: Modelos de conceptos

Se realizó un modelo de las 4 propuestas descritas en el apartado 3.7.1 para poder observar y evaluar las características dimensionales de los conceptos empleando cartón corrugado. En las Figuras 130, 131, 132 y 133 se presentan las distintas vistas de los conceptos A, B, C y D, respectivamente.

### Figura 130

*Vista isométrica, lateral y superior del modelo del concepto A*



### Figura 131

*Vista superior, frontal e isométrica del modelo del concepto B*



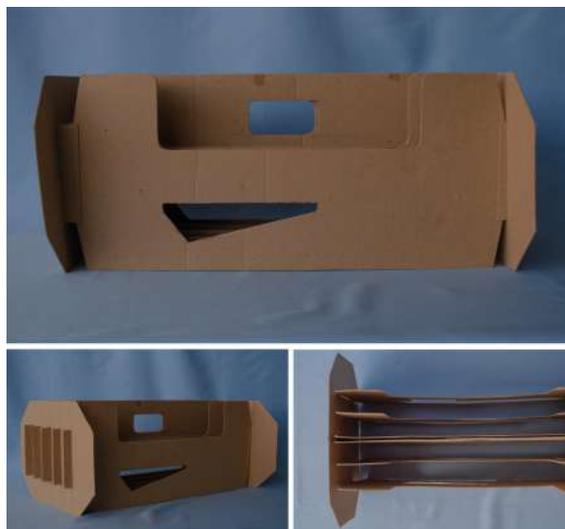
**Figura 132**

*Vista lateral, superior e isométrica del modelo del concepto C*

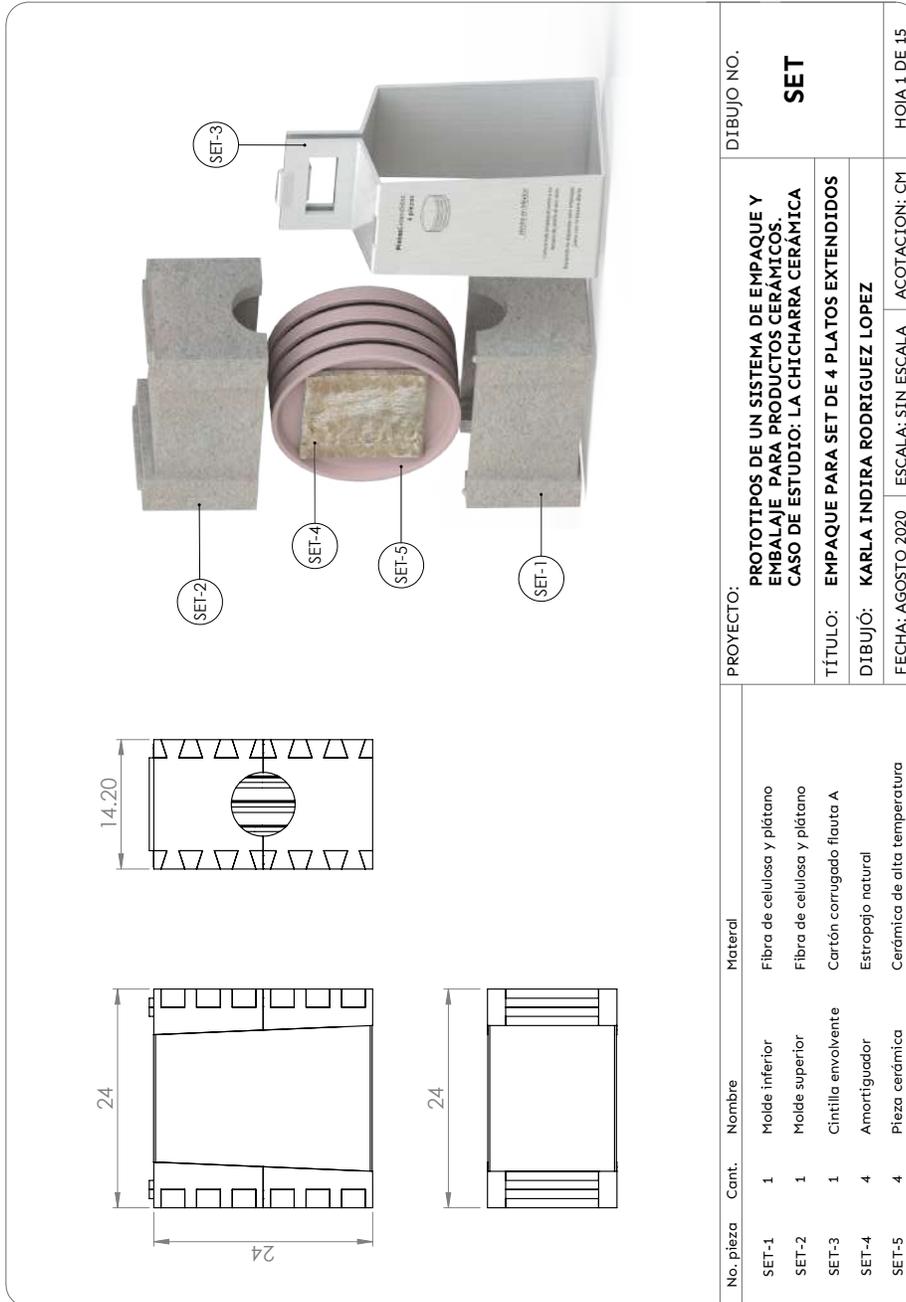


**Figura 133**

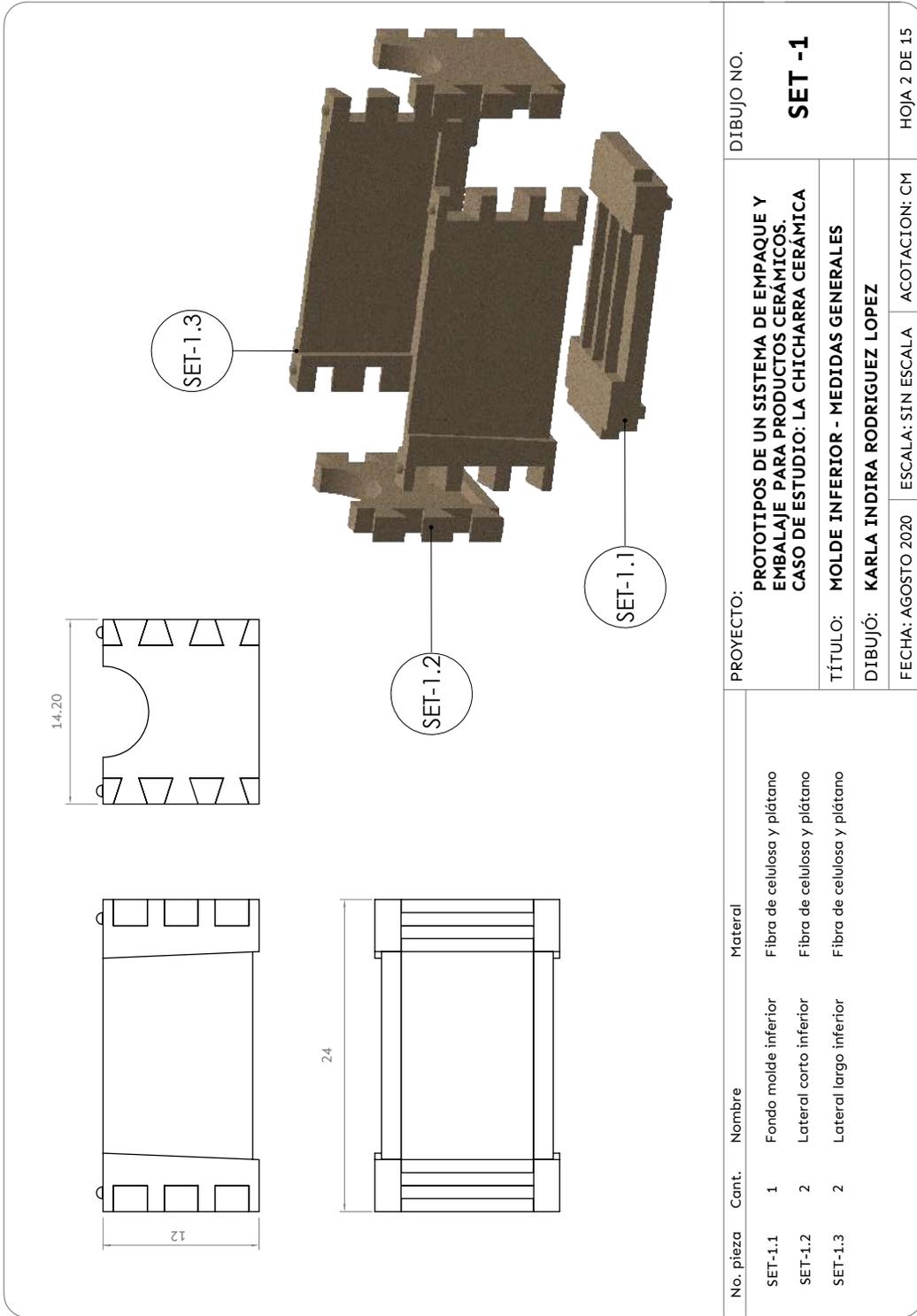
*Vista frontal, isométrica y superior del modelo del concepto A*



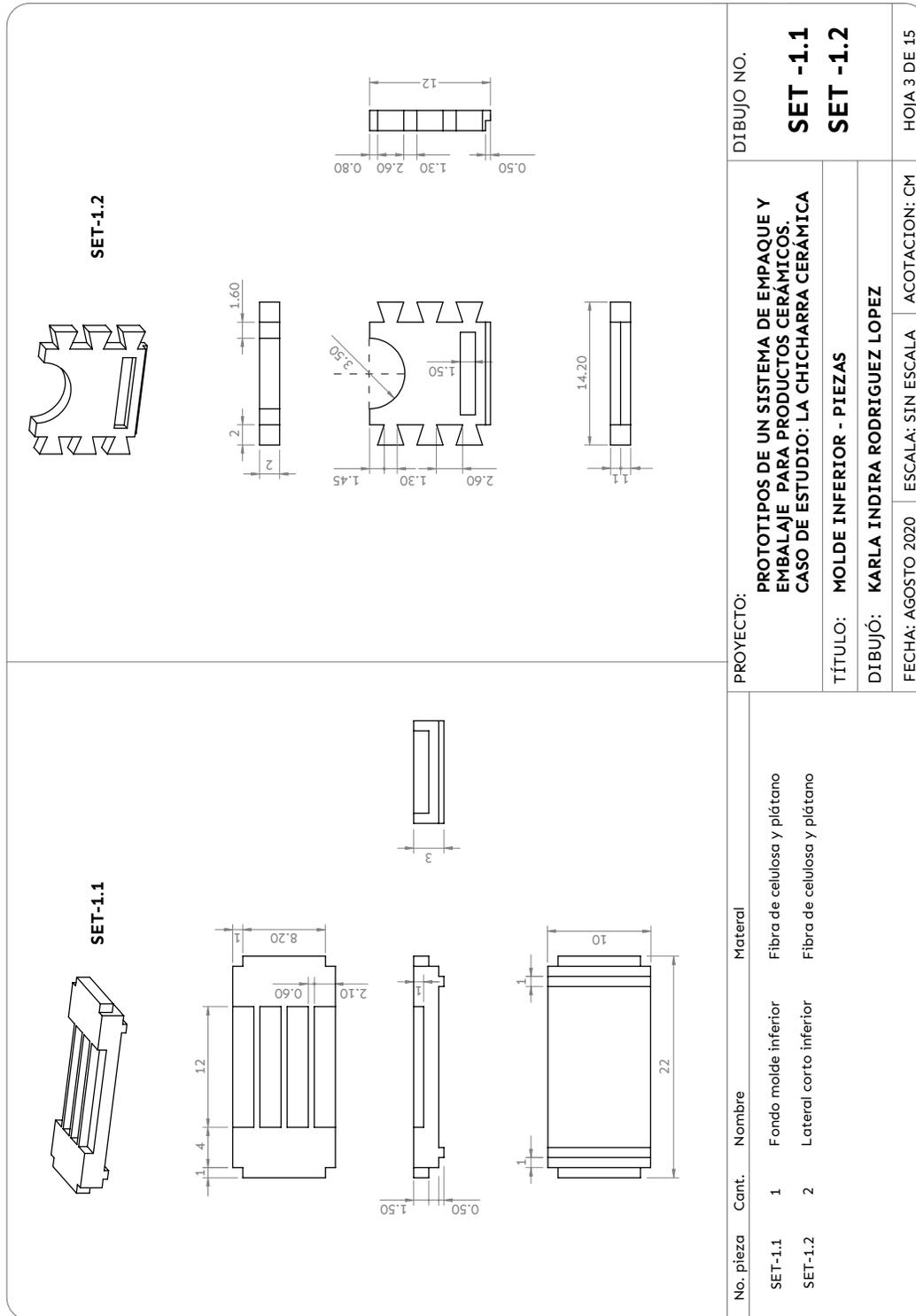
# Anexo E: Planos constructivos

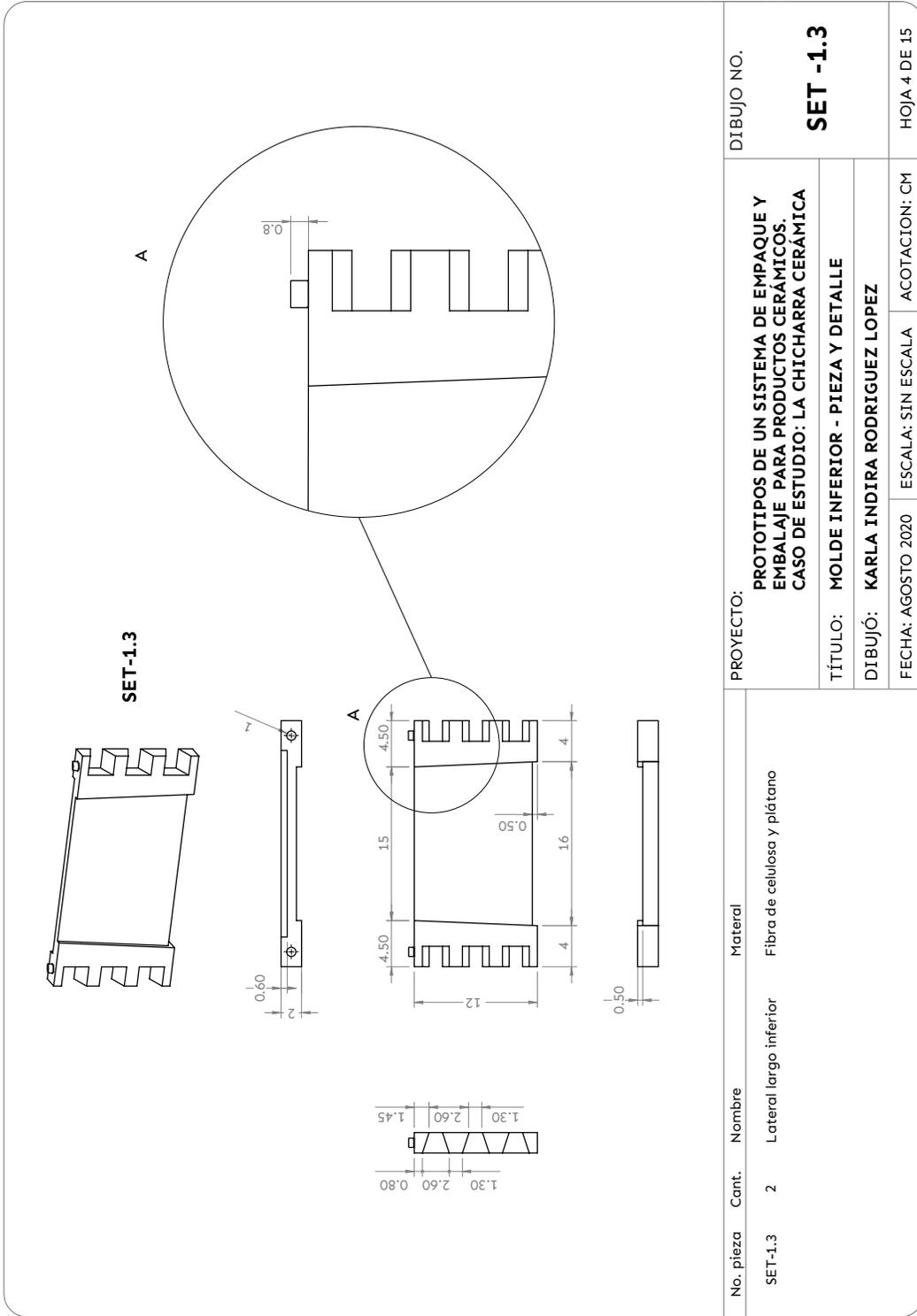


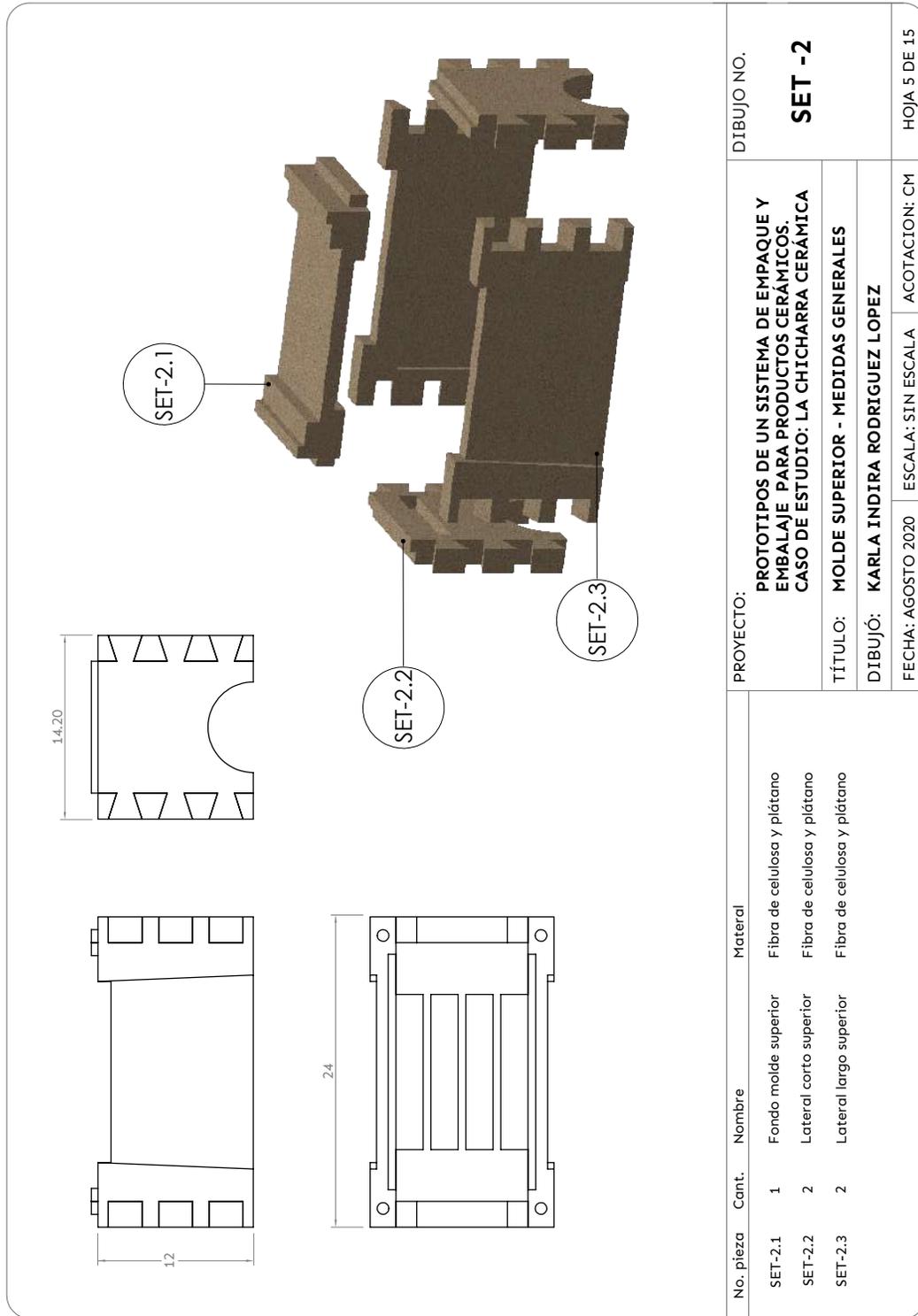
PROYECTO: <b>PROTOTIPOS DE UN SISTEMA DE EMPAQUE Y EMBALAJE PARA PRODUCTOS CERÁMICOS. CASO DE ESTUDIO: LA CHICHARRA CERÁMICA</b>		DIBUJO NO. <b>SET</b>	
TÍTULO: <b>EMPAQUE PARA SET DE 4 PLATOS EXTENDIDOS</b>		DIBUJO: <b>KARLA INDIRA RODRIGUEZ LOPEZ</b>	
FECHA: <b>AGOSTO 2020</b>	ESCALA: <b>SIN ESCALA</b>	ACOTACION: <b>CM</b>	HOJA <b>1 DE 15</b>



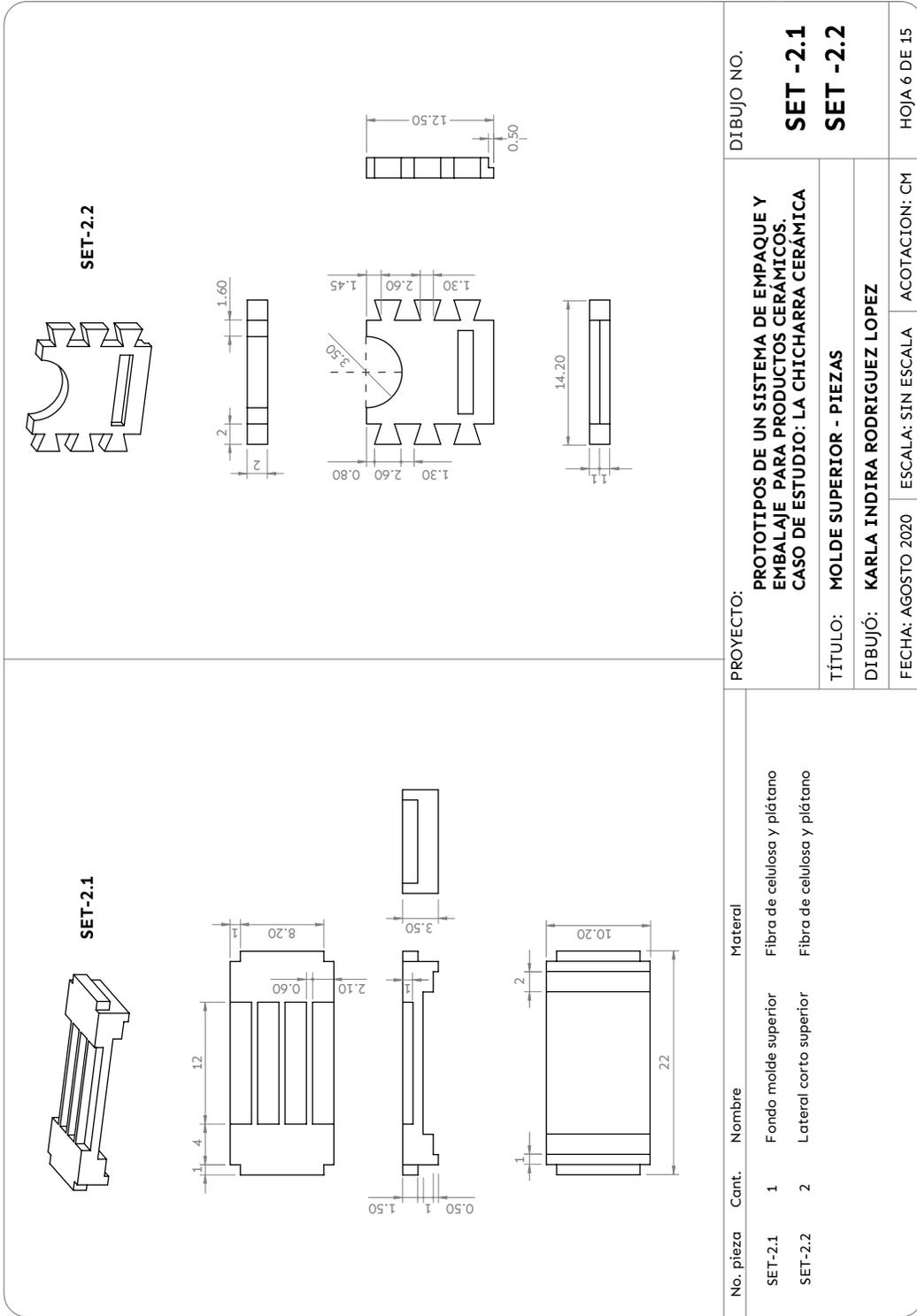
PROYECTO: <b>PROTOTIPOS DE UN SISTEMA DE EMPAQUE Y ENBALAJE PARA PRODUCTOS CERÁMICOS. CASO DE ESTUDIO: LA CHICHARRA CERÁMICA</b>		DIBUJO NO. <b>SET -1</b>	
TÍTULO: <b>MOLDE INFERIOR - MEDIDAS GENERALES</b>		DIBUJÓ: <b>KARLA INDIRA RODRIGUEZ LOPEZ</b>	
FECHA: AGOSTO 2020		ESCALA: SIN ESCALA	
ACOTACION: CM		HOJA 2 DE 15	

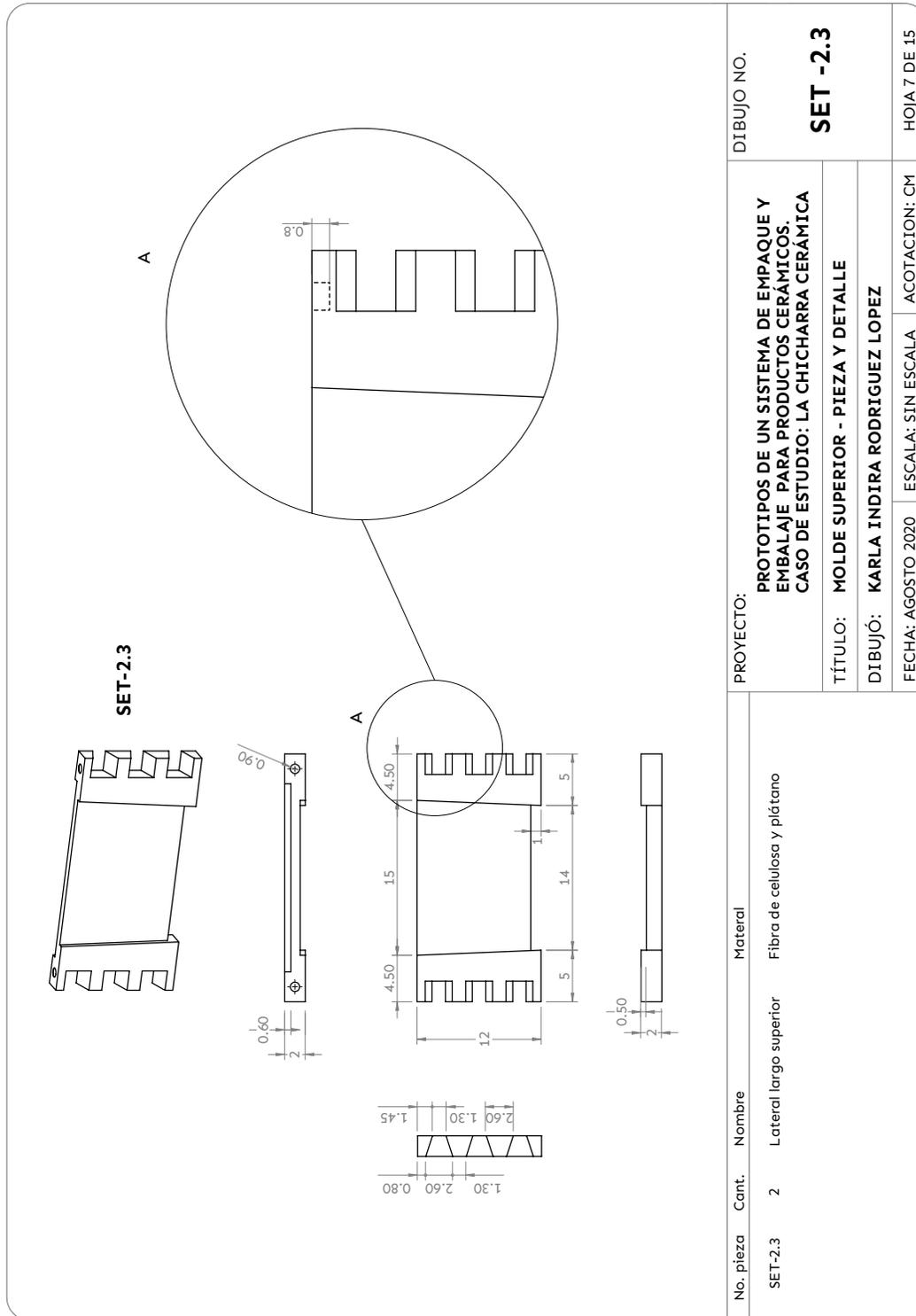


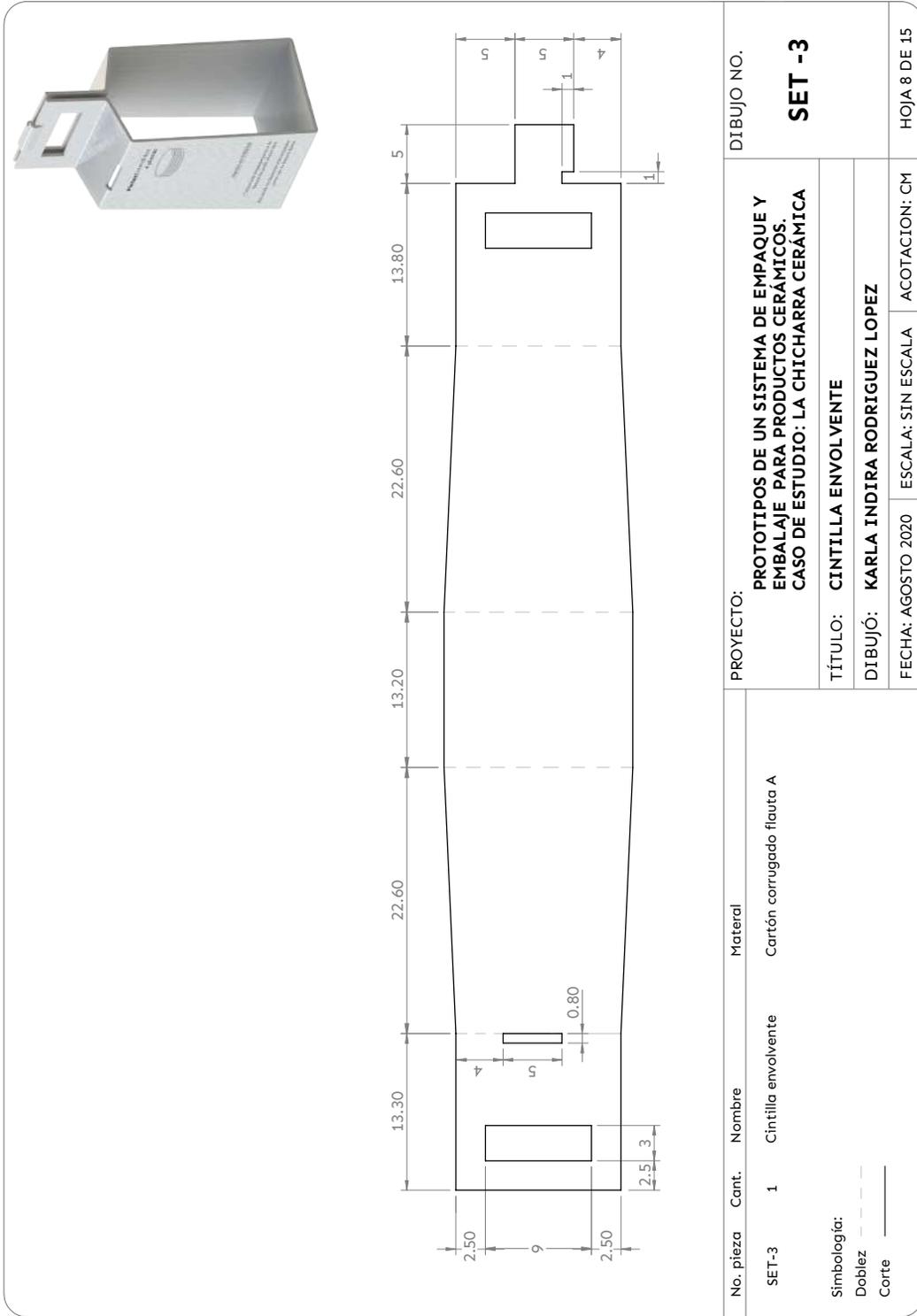


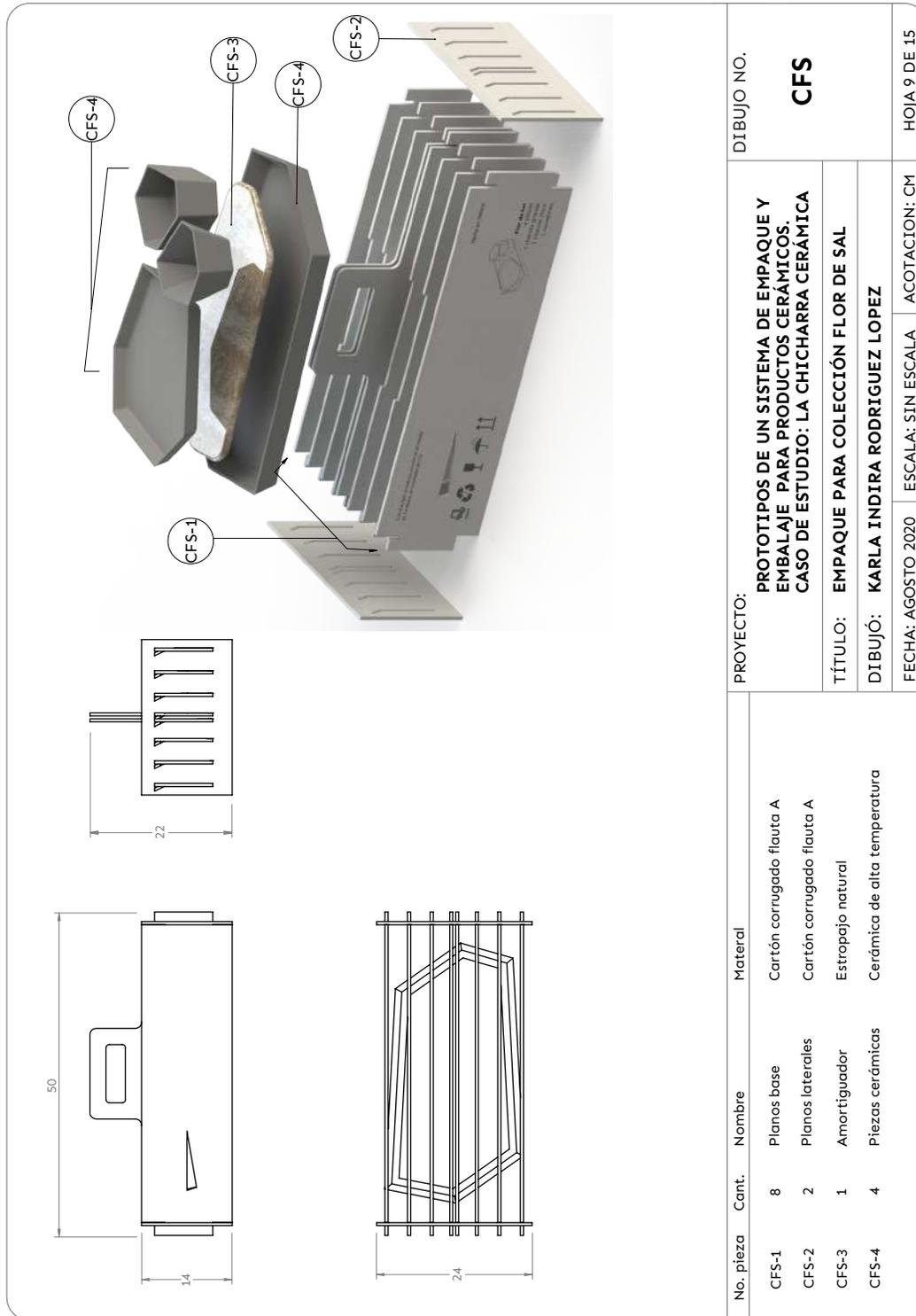


No. pieza	Cant.	Nombre	Material	PROYECTO:	DIBUJO NO.
SET-2.1	1	Fondo molde superior	Fibra de celulosa y plátano	<b>PROTOTIPOS DE UN SISTEMA DE EMPAQUE Y EMBALAJE PARA PRODUCTOS CERÁMICOS. CASO DE ESTUDIO: LA CHICHARRA CERÁMICA</b>	<b>SET -2</b>
SET-2.2	2	Lateral corto superior	Fibra de celulosa y plátano		
SET-2.3	2	Lateral largo superior	Fibra de celulosa y plátano		
<b>DIBUJÓ: KARLA INDIRA RODRIGUEZ LOPEZ</b>				<b>TÍTULO: MOLDE SUPERIOR - MEDIDAS GENERALES</b>	
FECHA: AGOSTO 2020				ESCALA: SIN ESCALA	ACOTACION: CM
				HOJA 5 DE 15	

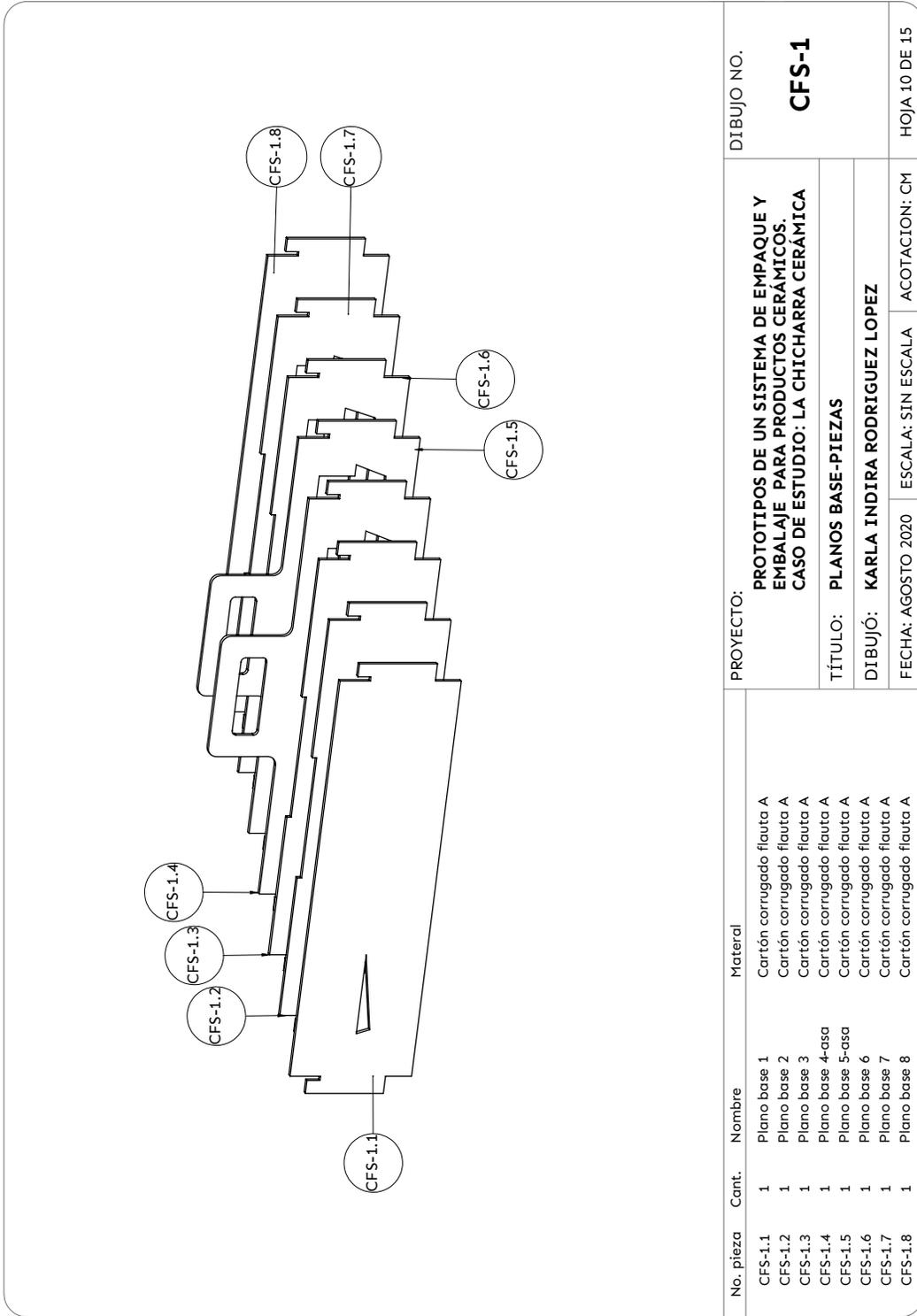








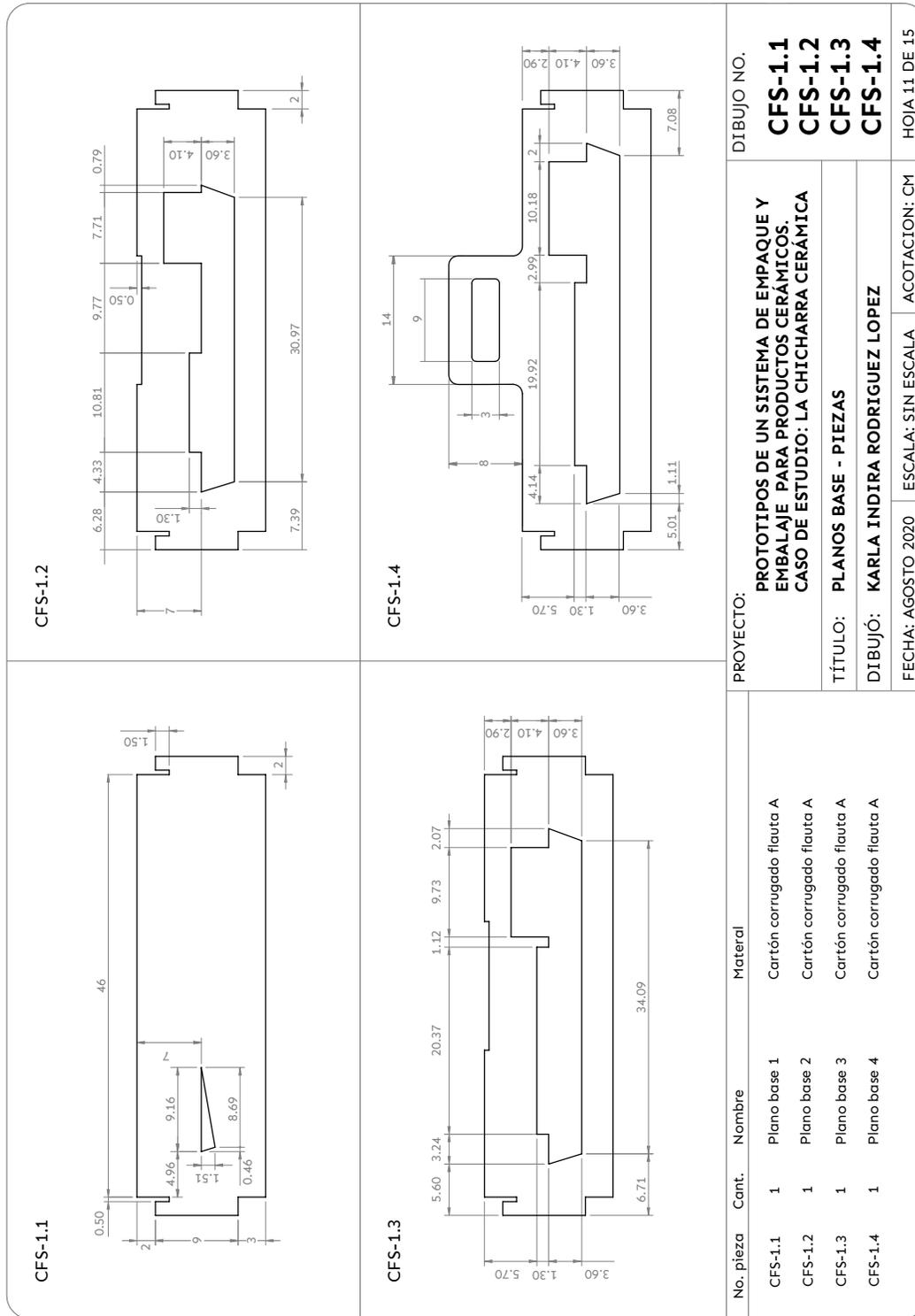
PROYECTO: <b>PROTOTIPOS DE UN SISTEMA DE EMPAQUE Y EMBALAJE PARA PRODUCTOS CERÁMICOS. CASO DE ESTUDIO: LA CHICHARRA CERÁMICA</b>	DIBUJO NO.	
	<b>CFS</b>	
TÍTULO: <b>EMPAQUE PARA COLECCIÓN FLOR DE SAL</b>		
DIBUJÓ: <b>KARLA INDIRA RODRIGUEZ LOPEZ</b>		
FECHA: AGOSTO 2020	ESCALA: SIN ESCALA	ACOTACION: CM
		HOJA 9 DE 15

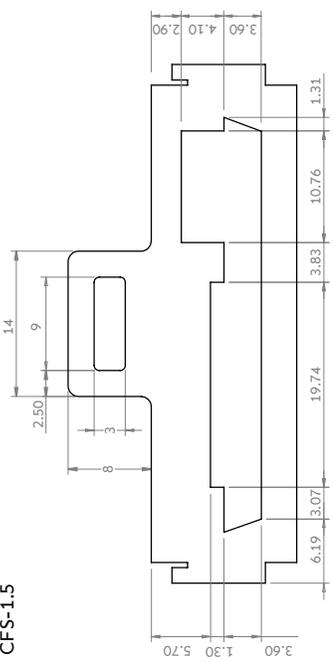
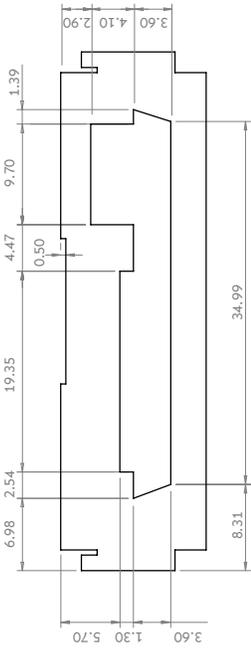
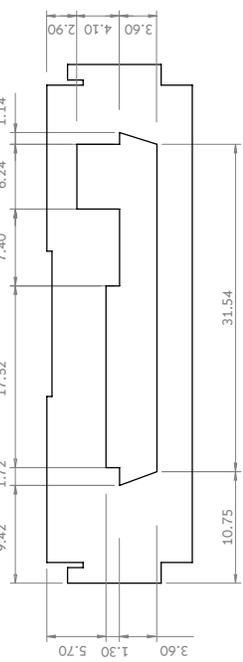
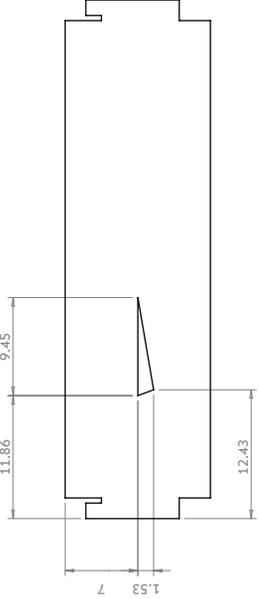


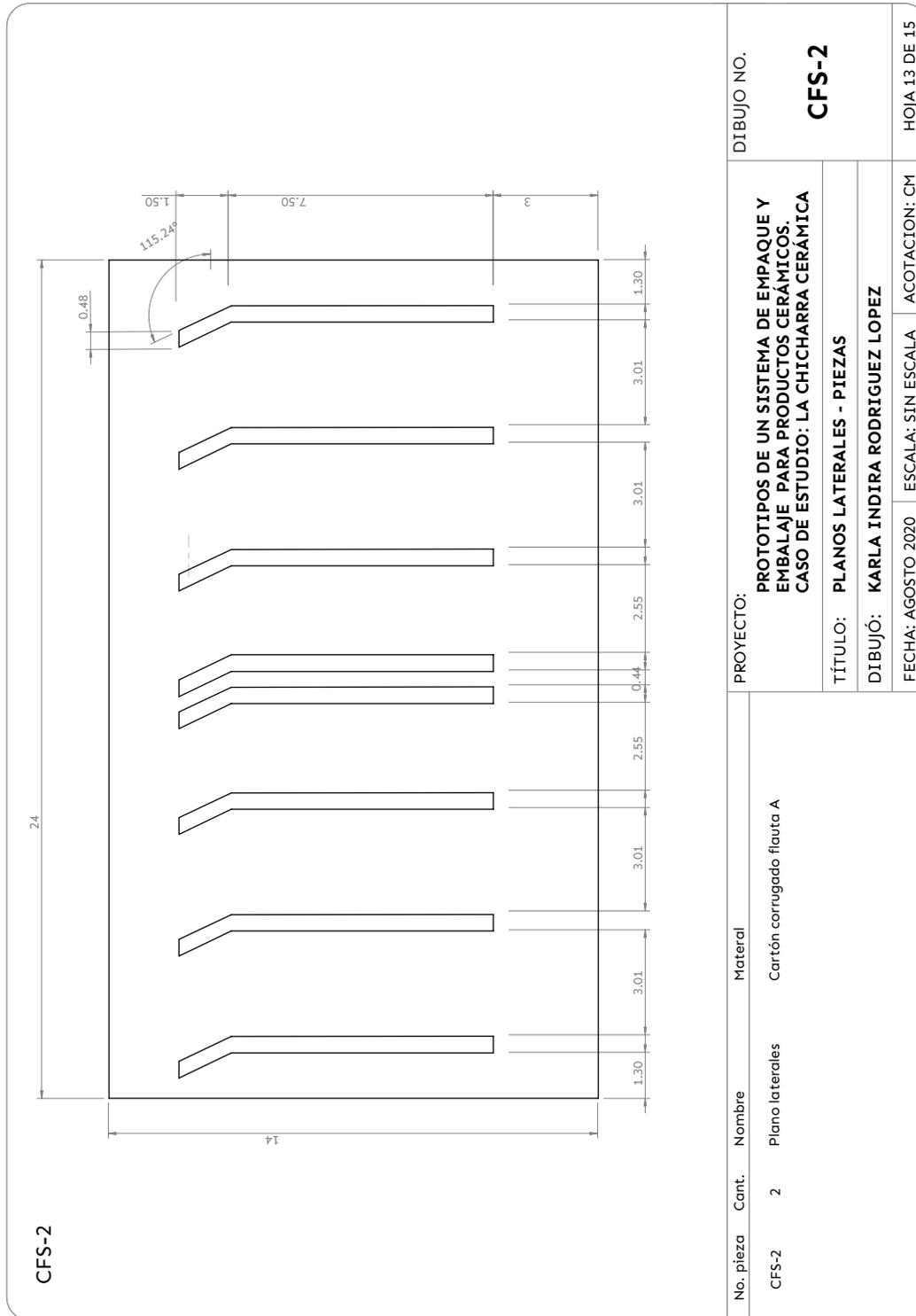
No. pieza	Cant.	Nombre	Material
CFS-1.1	1	Plano base 1	Cartón corrugado flauta A
CFS-1.2	1	Plano base 2	Cartón corrugado flauta A
CFS-1.3	1	Plano base 3	Cartón corrugado flauta A
CFS-1.4	1	Plano base 4-asa	Cartón corrugado flauta A
CFS-1.5	1	Plano base 5-asa	Cartón corrugado flauta A
CFS-1.6	1	Plano base 6	Cartón corrugado flauta A
CFS-1.7	1	Plano base 7	Cartón corrugado flauta A
CFS-1.8	1	Plano base 8	Cartón corrugado flauta A

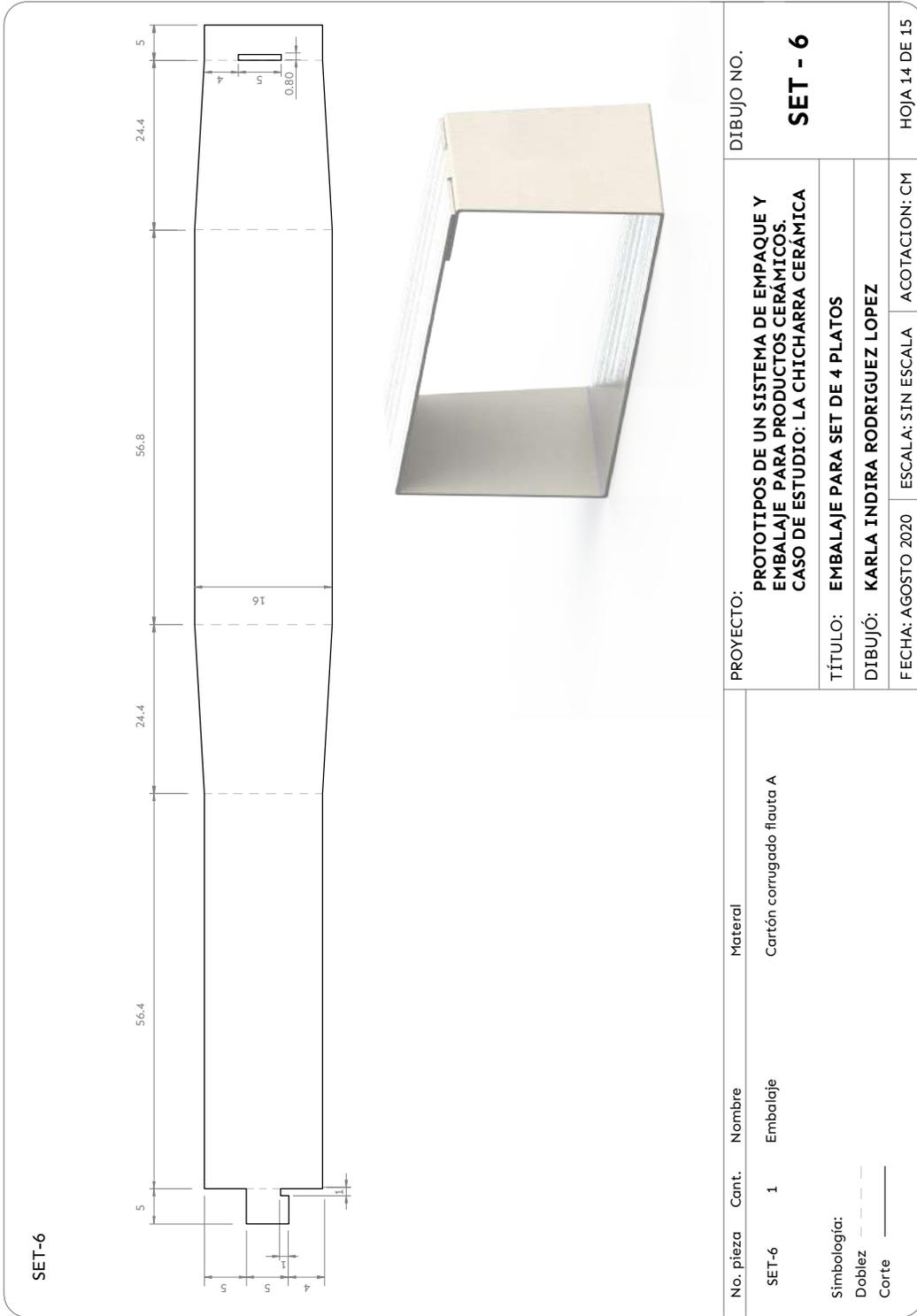
  

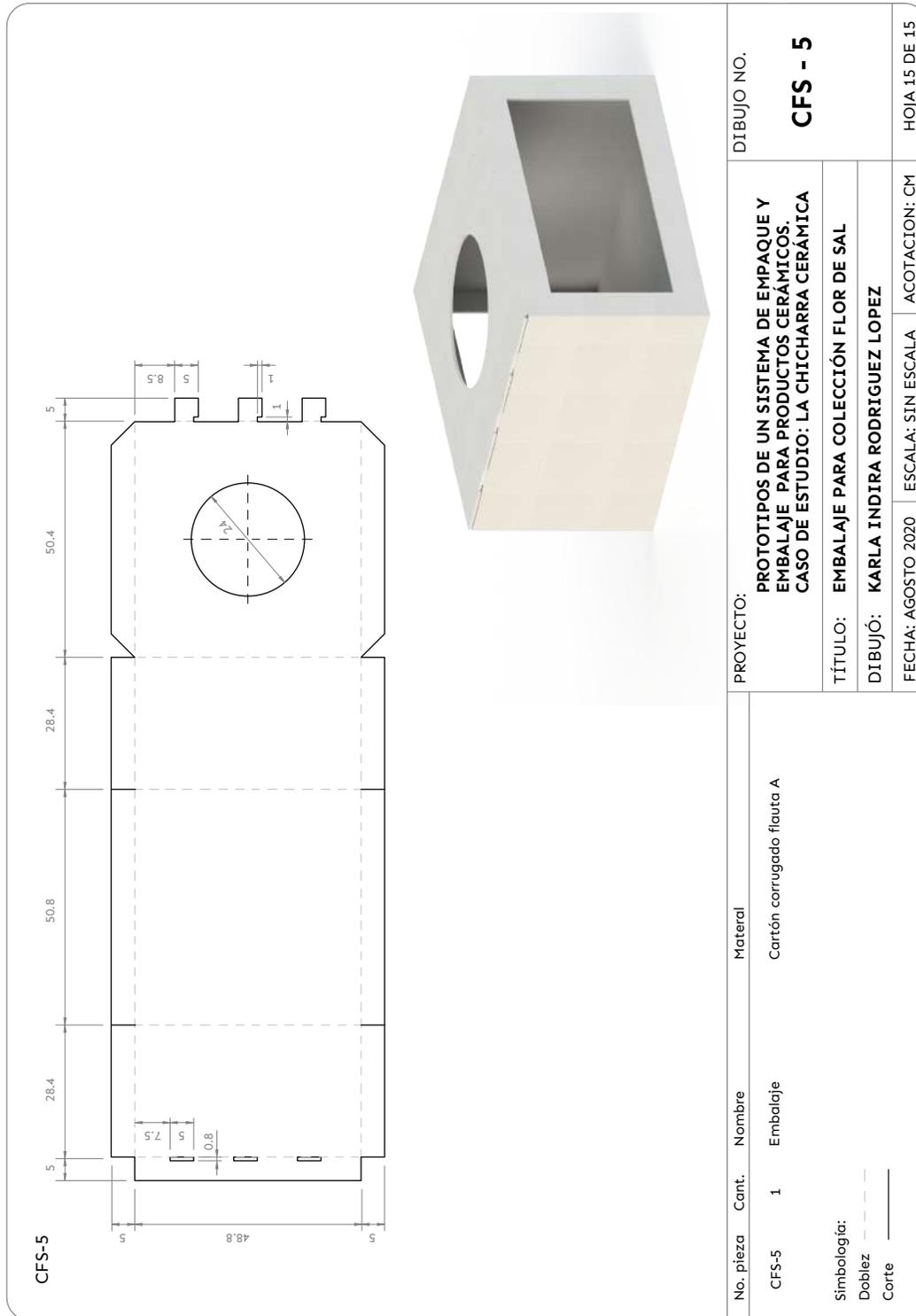
PROYECTO: <b>PROTOTIPOS DE UN SISTEMA DE EMPAQUE Y EMBALAJE PARA PRODUCTOS CERÁMICOS. CASO DE ESTUDIO: LA CHICHARRA CERÁMICA</b>		DIBUJO NO.
TÍTULO: <b>PLANOS BASE-PIEZAS</b>		<b>CFS-1</b>
DIBUJÓ: <b>KARLA INDIRA RODRIGUEZ LOPEZ</b>		
FECHA: AGOSTO 2020	ESCALA: SIN ESCALA	ACOTACION: CM
		HOJA 10 DE 15



<p><b>CFS-1.5</b></p> 	<p><b>CFS-1.6</b></p> 																																													
<p><b>CFS-1.7</b></p> 	<p><b>CFS-1.8</b></p> 																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No. pieza</th> <th>Cant.</th> <th>Nombre</th> <th>Material</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CFS-1.5</td> <td>1</td> <td>Plano base 5</td> <td>Cartón corrugado flauta A</td> </tr> <tr> <td>CFS-1.6</td> <td>1</td> <td>Plano base 6</td> <td>Cartón corrugado flauta A</td> </tr> <tr> <td>CFS-1.7</td> <td>1</td> <td>Plano base 7</td> <td>Cartón corrugado flauta A</td> </tr> <tr> <td>CFS-1.8</td> <td>1</td> <td>Plano base 8</td> <td>Cartón corrugado flauta A</td> </tr> </tbody> </table>		No. pieza	Cant.	Nombre	Material	CFS-1.5	1	Plano base 5	Cartón corrugado flauta A	CFS-1.6	1	Plano base 6	Cartón corrugado flauta A	CFS-1.7	1	Plano base 7	Cartón corrugado flauta A	CFS-1.8	1	Plano base 8	Cartón corrugado flauta A	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PROYECTO:</th> <th>DIBUJO NO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">                     PROTOTIPOS DE UN SISTEMA DE EMPAQUE Y                      EMBALAJE PARA PRODUCTOS CERÁMICOS.                      CASO DE ESTUDIO: LA CHICHARRA CERÁMICA                 </td> <td> <b>CFS-1.5</b>  <b>CFS-1.6</b>  <b>CFS-1.7</b>  <b>CFS-1.8</b> </td> </tr> <tr> <th colspan="2">TÍTULO:</th> <td>PLANOS BASE - PIEZAS</td> </tr> <tr> <th colspan="2">DIBUJÓ:</th> <td>KARLA INDIRA RODRIGUEZ LOPEZ</td> </tr> <tr> <th colspan="2">FECHA:</th> <td>AGOSTO 2020</td> </tr> <tr> <th colspan="2">ESCALA:</th> <td>SIN ESCALA</td> </tr> <tr> <th colspan="2">ACOTACION:</th> <td>CM</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>HOJA 12 DE 15</td> </tr> </tbody> </table>	PROYECTO:		DIBUJO NO.	PROTOTIPOS DE UN SISTEMA DE EMPAQUE Y EMBALAJE PARA PRODUCTOS CERÁMICOS. CASO DE ESTUDIO: LA CHICHARRA CERÁMICA		<b>CFS-1.5</b> <b>CFS-1.6</b> <b>CFS-1.7</b> <b>CFS-1.8</b>	TÍTULO:		PLANOS BASE - PIEZAS	DIBUJÓ:		KARLA INDIRA RODRIGUEZ LOPEZ	FECHA:		AGOSTO 2020	ESCALA:		SIN ESCALA	ACOTACION:		CM			HOJA 12 DE 15
No. pieza	Cant.	Nombre	Material																																											
CFS-1.5	1	Plano base 5	Cartón corrugado flauta A																																											
CFS-1.6	1	Plano base 6	Cartón corrugado flauta A																																											
CFS-1.7	1	Plano base 7	Cartón corrugado flauta A																																											
CFS-1.8	1	Plano base 8	Cartón corrugado flauta A																																											
PROYECTO:		DIBUJO NO.																																												
PROTOTIPOS DE UN SISTEMA DE EMPAQUE Y EMBALAJE PARA PRODUCTOS CERÁMICOS. CASO DE ESTUDIO: LA CHICHARRA CERÁMICA		<b>CFS-1.5</b> <b>CFS-1.6</b> <b>CFS-1.7</b> <b>CFS-1.8</b>																																												
TÍTULO:		PLANOS BASE - PIEZAS																																												
DIBUJÓ:		KARLA INDIRA RODRIGUEZ LOPEZ																																												
FECHA:		AGOSTO 2020																																												
ESCALA:		SIN ESCALA																																												
ACOTACION:		CM																																												
		HOJA 12 DE 15																																												







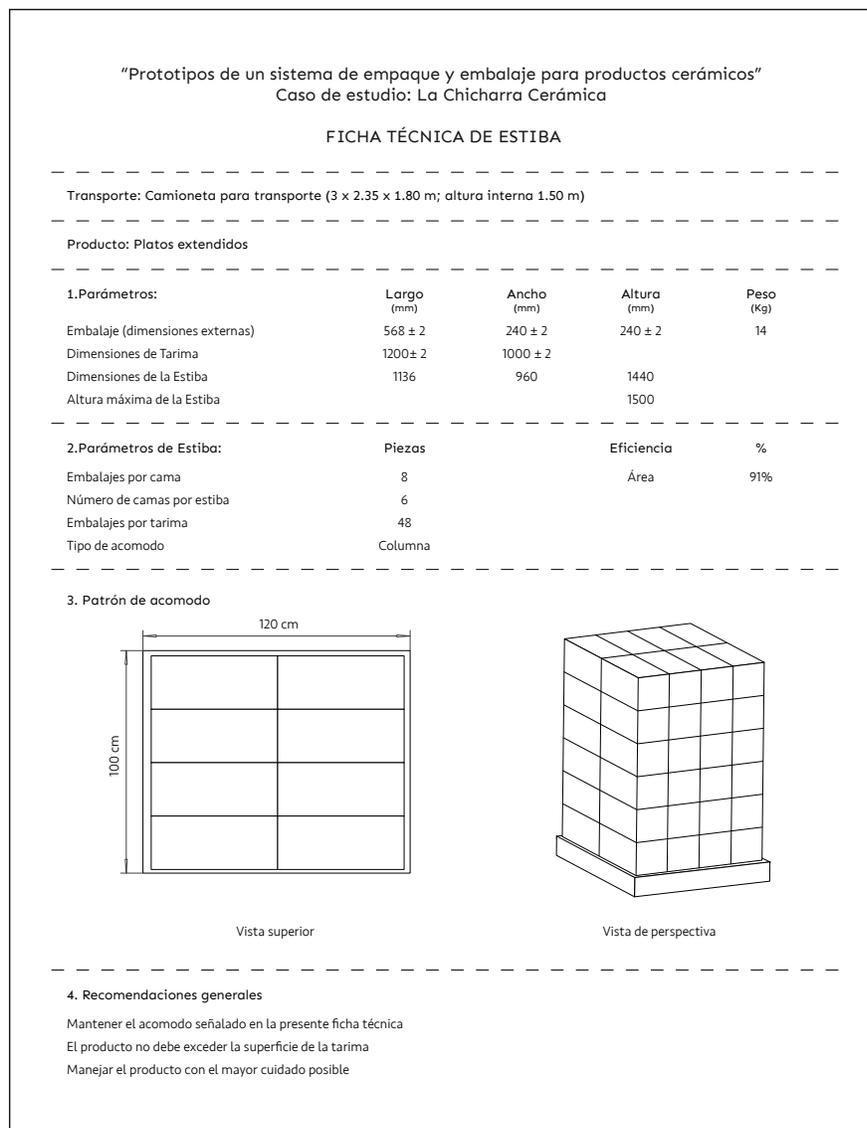
<p>No. pieza    Cant.    Nombre    Material</p> <p>CFS-5    1    Embalaje    Cartón corrugado flauta A</p>	<p>PROYECTO:</p> <p><b>PROTOTIPOS DE UN SISTEMA DE EMPAQUE Y EMBALAJE PARA PRODUCTOS CERÁMICOS. CASO DE ESTUDIO: LA CHICHARRA CERÁMICA</b></p>	<p>DIBUJO NO.</p> <p><b>CFS - 5</b></p>
	<p>TÍTULO:</p> <p><b>EMBALAJE PARA COLECCIÓN FLOR DE SAL</b></p>	<p>ACOTACION: CM</p> <p>ESCALA: SIN ESCALA</p> <p>FECHA: AGOSTO 2020</p>
<p>Simbología:</p> <p>Doblez    - - - - -</p> <p>Corte    _____</p>	<p>DIBUJÓ:</p> <p><b>KARLA INDIRA RODRIGUEZ LOPEZ</b></p>	
		<p>HOJA 15 DE 15</p>



# Anexo F: Fichas técnicas de estiba de los sistemas de empaque y embalaje

**Figura 134**

*Ficha técnica de estiba para el sistema de empaque y embalaje del set de 4 platos*



**Figura 135**

*Ficha técnica de estiba para el sistema de empaque y embalaje de la colección Flor de sal*

"Prototipos de un sistema de empaque y embalaje para productos cerámicos"  
Caso de estudio: La Chicharra Cerámica

**FICHA TÉCNICA DE ESTIBA**

---

Transporte: Camioneta para transporte (3 x 2.35 x 1.80 m; altura interna 1.50 m)

---

Producto: Colección flor de sal

---

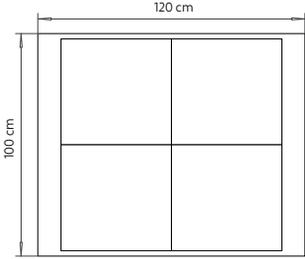
1. Parámetros:	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Peso (Kg)
Embalaje (dimensiones externas)	500 ± 2	480 ± 2	280 ± 2	11.2
Dimensiones de Tarima	1200 ± 2	1000 ± 2		
Dimensiones de la Estiba	1000	960	1400	
Altura máxima de la Estiba			1500	

---

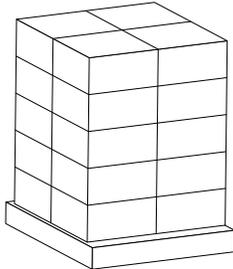
2. Parámetros de Estiba:	Piezas	Eficiencia	%
Embalajes por cama	4	Área	80%
Número de camas por estiba	5		
Embalajes por tarima	20		
Tipo de acomodo	Columna		

---

3. Patrón de acomodo



Vista superior



Vista de perspectiva

---

4. Recomendaciones generales

- Mantener el acomodo señalado en la presente ficha técnica
- El producto no debe exceder la superficie de la tarima
- Manejar el producto con el mayor cuidado posible

# Anexo G: Proceso de empacado y embalado

Las fichas mostradas en las Figuras 136, 137 y 144 presentan las operaciones y los tiempos promedio calculados para los procesos de empacado y embalado para el set de 4 platos extendidos y para la colección Flor de sal, tanto para los sistemas actuales de empaque y embalaje como para los que se generaron en este proyecto. Para ello, se realizaron tres iteraciones (repeticiones) en la ejecución de cada proceso de empacado y embalado, para posteriormente estimar los tiempos promedio.

## Figura 136

*Operaciones y tiempo promedio de empacado para el set de 4 platos extendidos utilizando los métodos actuales*

"Prototipos de un sistema de empaque y embalaje para productos cerámicos"							
Caso de estudio: La Chicharra Cerámica							
PROCESO DE EMPACADO DEL SET DE 4 PLATOS							
Proceso: Empacado actual para el set de 4 platos				Tiempo prom. calculado (método 1) : 3 min 53 seg			
				Tiempo prom. calculado (método 2) : 2 min 58 seg			
Descripción de las actividades	Tiempo			Descripción de las actividades	Tiempo		
<b>Método 1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Método 2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1. Preparar el material				1. Preparar el material			
1.1 Cortar el papel de estraza	5 s	5 s	5 s	1.1 Cortar tiras de hule burbuja	15 s	15 s	15 s
1.2 Cortar el cartón corrugado	60s	60s	60s	1.2 Armar la caja	40 s	40 s	40 s
1.3 Armar la caja	40 s	40 s	40 s	2. Envolver los cuatro platos con una primera tira de hule burbuja y sellar con cinta adhesiva	55 s	39 s	48 s
2. Envolver cada plato en medio pliego de papel estraza	55 s	39 s	48 s	3. Envolver con una segunda tira de hule burbuja los cuatro platos y sellar con cinta adhesiva	28 s	28 s	28 s
3. Colocar un separador de cartón corrugado entre cada plato y al fondo de la caja	28 s	28 s	28 s	4. Colocar el set de platos dentro de la caja	10 s	9 s	10 s
4. Colocar el set de platos dentro de la caja	10 s	9 s	10 s	5. Rellenar los espacios vacíos entre las paredes de la caja y las piezas con papel de estraza	25 s	22 s	28 s
5. Rellenar los espacios vacíos entre las paredes de la caja y las piezas con papel de estraza	25 s	22 s	28 s	6. Sellar la caja con cinta adhesiva	10 s	12 s	12 s
6. Sellar la caja con cinta adhesiva	10 s	12 s	12 s				

**Figura 137**

*Operaciones y tiempo promedio de empaclado para el set de 4 platos extendidos utilizando el método propuesto en la tesis*

"Prototipos de un sistema de empaque y embalaje para productos cerámicos"  
Caso de estudio: La Chicharra Cerámica

**PROCESO DE EMPACADO DEL SET DE 4 PLATOS**

Proceso: Empacado propuesto para el set de 4 platos	Tiempo prom. calculado: 52 seg		
Descripción de las actividades	Tiempo		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1. Colocar los platos dentro del molde inferior	9s	10s	7s
2. Colocar amortiguadores entre cada plato	23s	30s	28s
3. Colocar el molde superior sobre el molde inferior para cubrir los platos	4s	3s	3s
4. Colocar la cintilla y cerrar el empaque	12s	14s	12s

En las Figuras 138, 139 y 140 se muestra la secuencia de operaciones del empaclado actual para el set de 4 platos extendidos. Por otra parte, en las Figuras 141, 142 y 143 se muestra el método de empaclado generado en este proyecto.

**Figura 138**

*Materiales utilizados en el empaque actual para el set de 4 platos extendidos*



**Figura 139**

*Método de empaçado actual para el set de 4 platos extendidos, utilizando papel de estraza*

**Figura 140**

*Método de empaçado actual para el set de 4 platos extendidos, utilizando hule burbuja*

**Figura 141**

*Materiales utilizados en el método de empaçado propuesto para el set de 4 platos extendidos*



**Figura 142**

*Método de empaqueo propuesto para el set de 4 platos extendidos*



**Figura 143**

*Cierre del empaque del set de 4 platos extendidos*



**Figura 144**

*Operaciones y tiempo promedio de empaqueo para la colección Flor de sal empleando el método actualmente utilizado*

"Prototipos de un sistema de empaque y embalaje para productos cerámicos" Caso de estudio: La Chicharra Cerámica PROCESO DE EMPACADO DE LA COLECCIÓN FLOR DE SAL			
Proceso: Empacado actual para la colección Flor de sal		Tiempo prom. calculado: 5 min 29 seg	
Descripción de las actividades	Tiempo		
	1	2	3
1. Preparar el material			
1.1 Cortar tiras de hule burbuja	50 s	50 s	50 s
1.2 Armar la caja	40 s	40 s	40 s
2. Envolver con una primer tira de hule burbuja la charola grande a lo largo de la pieza y asegurar con cinta adhesiva	36 s	28 s	33 s
3. Envolver con una segunda tira la charola grande a lo ancho de la pieza y asegurar con cinta adhesiva	30 s	30 s	31 s
4. Envolver con una tira de hule burbuja la charola chica y asegurar con cinta adhesiva	27 s	21 s	24 s
5. Envolver con una tira de hule burbuja la charola grande junto con la charola chica y asegurar con cinta adhesiva	38 s	31 s	36 s
6. Envolver con una tira de hule burbuja cada uno de los ramekines y asegurar con cinta adhesiva	20 s	26 s	22 s
7. Colocar las piezas dentro de la caja	13 s	16 s	13 s
8. Rellenar con papel de estraza los espacios vacíos de la caja	60 s	44 s	48 s
9. Cerrar la caja con cinta adhesiva.	12 s	10 s	11 s
Proceso: Empacado propuesto para la colección Flor de sal		Tiempo prom. calculado: Tiempo: 2 min 20 seg	
Descripción de las actividades	Tiempo		
	1	2	3
1. Preparar el material			
1.1 Colocar los planos en orden	12 s	11 s	13 s
2. Ensamblar los primeros 7 planos base con los planos laterales	50 s	60 s	62 s
3. Acomodar las piezas y colocar amortiguadores	20 s	18 s	21 s
4. Introducir las piezas cerámicas dentro de los planos	38 s	32 s	40 s
5. Colocar el plano base número 8	10 s	11 s	12 s

De igual manera, en las Figuras 145, 146 y 147 se muestra el proceso actual para empaquetar la colección Flor de sal, mientras que en las Figuras 148, 149 y 150 se presenta la secuencia de operaciones del método derivado de esta tesis.

**Figura 145**

*Materiales utilizados en el empackado actual de la colección Flor de sal; la charola grande es envuelta en hule burbuja*



**Figura 146**

*Las piezas pequeñas de la colección Flor de sal (charola chica y ramekines) también se envuelven en hule burbuja*



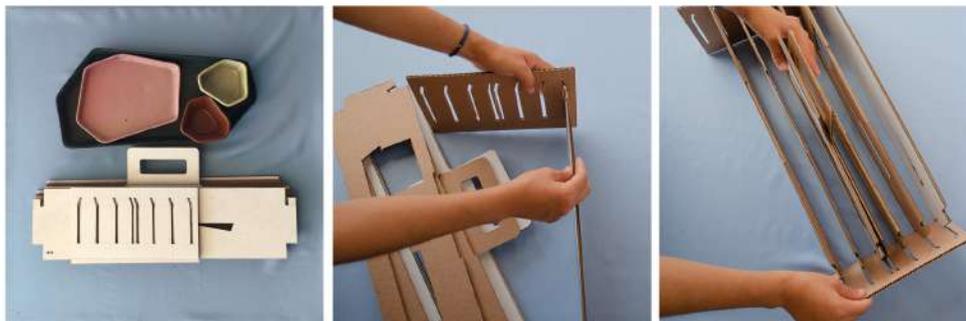
**Figura 147**

*Se usa papel de estraza como relleno y cinta adhesiva para asegurar las piezas de la colección Flor de sal*



**Figura 148**

*Material utilizado en el empaque propuesto para la colección Flor de sal*

**Figura 149**

*Acomodo de las piezas de la colección Flor de sal con amortiguadores de estropajo natural*

**Figura 150**

*Colocación del último plano del empaque de la colección Flor de sal para asegurar las piezas cerámicas*

