



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

TRABAJO FIN DE MASTER

Diseño de botella para el envasado de aceite y estudio del grupo de moldes para su fabricación por soplado de vidrio.

(MEMORIA TÉCNICA)

Máster Universitario en Diseño y Fabricación
Integrada Asistidos por Computador

***Autor:** Camilo José Olmo López*

***Tutor:** Santiago Carlos Gutiérrez Rubert*

Índice de contenido

1	<i>Introducción</i>	6
2	<i>Alcance y Objetivo</i>	6
2.1	Objetivo	6
2.2	Descripción del alcance del producto	6
3	<i>Antecedentes de la empresa MiOleo</i>	7
4	<i>Estudio de Mercado</i>	11
4.1	Situación general en el comercio de aceite de oliva.	11
4.2	Estudio de la competencia	15
5	<i>Especificaciones del producto</i>	21
5.1	Objetivos Generales	21
5.2	Objetivos Específicos	21
6	<i>Diseño Conceptual</i>	22
6.1	Determinación de requerimientos y necesidades.....	22
6.2	Bocetos preliminares	23
6.3	Boceto final	27
7	<i>Diseño en detalle</i>	37
7.1	Rediseño del envase para adaptarlo al proceso	37
7.2	Análisis de desmoldeo	40
7.3	Estudio de materiales	42
8	<i>Fabricación</i>	52
8.1	Proceso de soplado-soplado de vidrio hueco.	52
8.2	Diseño del grupo de moldes.....	56
9	<i>Normativa</i>	72
10	<i>Planos</i>	73
11	<i>Diseño etiquetado</i>	74
11.1	Manga termo-retráctil	74
11.2	Diseño de “packaging” asociado al envase	77
12	<i>Presupuesto</i>	80
13	<i>Bibliografía</i>	86

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Vista exterior e interior de la almazara MiOleo.	7
Ilustración 2. Vista de las instalaciones del molino de aceite.	8
Ilustración 3. Logotipos de ambas marcas pertenecientes a la almazara MiOleo.....	9
Ilustración 4. Modelos de botellas: modelo Galón (izquierda) y modelo Marasca (derecha).....	10
Ilustración 5. Boceto 1 y 2.	25
Ilustración 6. Bocetos 3, 4 y 5.....	25
Ilustración 7. Diseño nº 1.	26
Ilustración 8. Diseño nº 2.	27
Ilustración 9. Ejemplo de botella indicando las referencias dimensionales.	29
Ilustración 10. Vista y croquis acotado de la forma de la botella.	30
Ilustración 11. Perfil de boca para tapón de corcho con un diámetro de 18,5 mm.	31
Ilustración 12. Perfil de boca para cierres con tapón irrellenable.	31
Ilustración 13. Ejemplo de tapón de corcho con dosificador comercializado por Gamavetro.	32
Ilustración 14. Vista en perspectiva de la botella final sujeta con 1 mano.	32
Ilustración 15. Evolución de la geometría del envase desde su forma inicial hasta el diseño final.	33
Ilustración 16. Vista en alzado y planta inferior de la picadura y el estriado en la base de la botella.	34
Ilustración 17. Diseño conceptual para evacuación de aceite sobrante.....	36
Ilustración 18. Esquema con las particiones del molde. Las líneas rojas indican la posición del cierre del molde y las líneas azules la dirección de desmoldeo de cada partición.....	37
Ilustración 19. Dimensiones del logotipo en la botella.	39
Ilustración 20. Comparación dibujo original (izquierda) y el dibujo modificado para el relieve (derecha).....	39
Ilustración 21. Análisis de desmoldeo en partición 1.....	40
Ilustración 22. Análisis de desmoldeo en la zona del grabado.	40
Ilustración 23. Análisis de desmoldeo en partición 2.....	41
Ilustración 24. Análisis de desmoldeo en la partición 3.....	41
Ilustración 25. Esquema general del proceso de fabricación de envases de vidrio.....	52
Ilustración 26. Vidrio fundido dentro de horno de fusión.	53
Ilustración 27. Secuencia de trabajo en el soplado de la preforma.....	54
Ilustración 28. Transferencia desde el molde de preparación al molde de acabado. ...	54
Ilustración 29. Secuencia de trabajo en el soplado del envase final.....	55
Ilustración 30. Sección de la geometría del parisón (naranja) y el envase final (verde).58	
Ilustración 31. Diseño de anillo y posiciones del punzón durante el proceso de soplado.	59
Ilustración 32. Partes del molde para formar el parisón.....	60

Ilustración 33. Esquema con vistas en alzado y de perfil de la localización de las guías.	61
Ilustración 34. Apertura del molde de preparación (direcciones de movimiento marcadas con flechas).	61
Ilustración 35. Partes del molde de acabado.	62
Ilustración 36. Posición del postizo del logotipo, caras afectadas (naranja) y líneas de cierre (azul).	63
Ilustración 37. Centro de mecanizado Gentiger.....	64
Ilustración 38. Diseño nº1 para manga termo-retráctil.	75
Ilustración 39. Diseño nº2 para manga termo-retráctil.	75
Ilustración 40. Opción de etiquetado final 1. (sobre envase negro).	76
Ilustración 41. Opción de etiquetado final 2. (sobre envase transparente).	76
Ilustración 42. Impresión y patrón de corte para el packaging.....	78
Ilustración 43. Vista previa del estuche montado.	79
Ilustración 44. Gráfica de costes unitarios en función del volumen de producción.....	83

Índice de tablas

Tabla 1. Balance general de la producción de aceite de oliva para la campaña 2016/2017 en Andalucía.....	11
Tabla 2. Niveles de producción de aceite en España durante la campaña 2016/2017.	12
Tabla 3. Volumen de aceite comercializado en el mercado interno español en los últimos 5 años.	12
Tabla 4. Producción mundial de aceite en los últimos años.	13
Tabla 5. Producción de aceite en Europa en los últimos años.....	14
Tabla 6. Análisis del envase de la competencia nº 1.....	15
Tabla 7. Análisis del envase de la competencia nº 2.....	16
Tabla 8. Análisis del envase de la competencia nº 3.....	17
Tabla 9. Análisis del envase de la competencia nº 4.....	17
Tabla 10. Análisis del envase de la competencia nº 5.....	18
Tabla 11. Análisis del envase de la competencia nº 6.....	18
Tabla 12. Análisis del envase de la competencia nº 7.....	19
Tabla 13. Análisis del envase de la competencia nº 8.....	19
Tabla 14. Análisis del envase de la competencia nº 9.....	20
Tabla 15. Consideraciones de diseño para envases de vidrio hueco.	24
Tabla 16. Relaciones dimensionales para botellas (UNE 126102:2011)	28
Tabla 17. Relaciones dimensionales resultantes para el diseño de la botella de aceite de MiOleo.	29
Tabla 18. Características generales de tapón con dosificador de Gamavetro.....	32
Tabla 19. Tabla de características físicas del recipiente final.....	34
Tabla 20. Ángulos de inclinación recomendados para el diseño de piezas que requieren desmoldeo.	38
Tabla 21. Composición general de los vidrios más comercializados.....	45
Tabla 22. Tabla de propiedades de los vidrios sódico-cálcicos.	46
Tabla 23. Temperaturas de trabajo de las matrices durante el proceso de soplado. ...	49
Tabla 24. Tabla de propiedades mecánicas y térmicas para la función EN GJLA XNiMn 13 7.	50
Tabla 25. Tabla de propiedades mecánicas y térmicas para la función EN GJLA XNiCuCr 15 6 2.	51
Tabla 26. Valores indicativos de las dimensiones máximas de la botella para la producción con simple y doble gota.	56
Tabla 27. Dimensiones máximas del envase.....	56
Tabla 28. Condiciones de trabajo para molde preliminar.	57
Tabla 29. Condiciones de trabajo para molde final.....	57
Tabla 30. Hoja de ruta mecanizados cavidad parisión.....	67
Tabla 31. Hoja de ruta mecanizados cavidad con y sin logotipo.....	70
Tabla 32. Hoja de ruta mecanizados fondo botella.....	71
Tabla 33. Costes de materia prima.....	80
Tabla 34. Costes de trabajo.....	80
Tabla 35. Costes de fabricación.....	80

Tabla 36. Otros costes.	81
Tabla 37. Presupuesto final del proyecto.	81
Tabla 38. Valores variables para el cálculo de costes en CES Edupack.	82
Tabla 39. Coste de cada una de las partes que componen el packaging del producto y P.V.P final.	84

1 Introducción

España es uno de los principales productores de aceite de oliva a nivel mundial y esto implica que sea difícil abrirse hueco en el mercado ya que es mucho el nivel de competencia que hay en el sector.

Este hecho es todavía más obvio en la provincia de Jaén, donde se extrae casi la mitad de la producción de aceite a nivel nacional.

Ya sea por la calidad del producto, sus características, apariencia o precio, para ser competentes en el mercado lo fundamental es diferenciar la marca con respecto a los competidores, dirigiéndolo hacia una sección del mercado concreto. Por ejemplo, las empresas grandes destinan la mayor parte de su producción a la venta al por mayor y a precios más económicos, mientras que otras de menor tamaño prefieren apostar por ofrecer un producto de calidad.

El proyecto va a enfocarse en el desarrollo de un envase de aceite de oliva virgen extra para una empresa dentro del sector. El fin es añadir valor y mejorar la introducción de sus productos en el mercado.

2 Alcance y Objetivo.

2.1 Objetivo

El objetivo de este proyecto es el diseño de una botella de vidrio para el envasado de aceite y su posterior venta. Ésta deberá ser funcional y estar orientado a la conservación del aceite, a la vez de constar de una agradable estética con un diseño exclusivo, cuyo único beneficiario será la empresa productora de aceite MiOleo.

2.2 Descripción del alcance del producto

El proyecto nace con la idea de desarrollar un envase único y exclusivo para la almazara de aceite de oliva MiOleo, para la posterior comercialización de su producto.

Se ha optado por una botella de cristal con una geometría ergonómica para cumplir un doble propósito, ser funcional y mantener una apariencia cuidada. Pese a que ya cuentan con un envase, se ha considera que un diseño nuevo, más innovador y mejorado les permitirá ser más competitivos en el mercado e introducir su producto en otros sectores nuevos en los que todavía no ha sido capaz de hacerse un hueco.

A día de hoy, debido a que se trata de una empresa que lleva poco tiempo funcionando, no cuenta todavía con los medios para llevar a la realidad el objeto de este proyecto. Sin embargo, el objetivo es que éste sirva como punto de partida y ver si el proyecto es viable, a la espera de su posible fabricación real en un futuro cuando se cuente con los medios necesarios.

3 Antecedentes de la empresa MiOleo

MiOleo es una empresa de carácter familiar asentada en la localidad de Charilla, Jaén, ver en ilustración 1, dedicada a la extracción de aceite oliva virgen extra y su posterior venta. MiOleo es una pequeña empresa, con menos de 10 trabajadores y con un volumen de producción escaso, de apenas 6000 litros anuales, aunque cada año este valor va aumentando progresivamente. Sin embargo, su producción apuesta por la calidad y su producto se incluye dentro de la categoría comercial de aceite de oliva virgen extra. El objetivo de la empresa es la venta de aceite de alta calidad para particulares de clase media y media-alta, al igual que para empresas, como puede ser el sector de la hostelería o la alimentación.



Ilustración 1. Vista exterior e interior de la almazara MiOleo.

MiOleo fue fundada hace menos de 3 años, por lo que se trata de una empresa de nueva creación que todavía se encuentra en fase de expansión y desarrollo, de modo que todavía presenta ciertas carencias en la infraestructura necesaria para sacar el máximo potencial a su producto y poder hacerse un hueco en el sector del mercado que busca. Es por eso que como objeto de este proyecto está la mejora de la imagen de sus productos con una elevada componente estética acorde a la elevada calidad del producto que ofrece y así aumentar su valor.

Entre los principales servicios que ofrece la empresa, destacan:

- Molturación y extracción de aceite de oliva de particulares para autoconsumo. Aunque este modelo de negocio ya ha sido implantado en otras regiones de España, es bastante reciente en la región sur de la provincia de Jaén, en el municipio de Alcalá la Real. Este servicio consiste en extraer aceite de oliva para autoconsumo a partir de las cosechas propias de cada cliente, sin mezclar sus partidas con las de otros, de modo que el aceite resultante sería para su consumo exclusivo. Las grandesalmazaras de aceite que hay repartidas por todo Jaén no pueden ofrecer este servicio de forma tan exclusiva ya que necesitan de grandes volúmenes de aceitunas para poner en funcionamiento la maquinaria y necesitarían mezclar la materia prima de diferentes clientes para sacarle rentabilidad al proceso. Suele ser muy frustrante para los clientes que escogen su mejor cosecha, para consumir su propio aceite, ver como el aceite que reciben no es de la calidad esperada al haberlo mezclado con aceitunas de otros. Sin embargo, MiOleo es un molino de aceite pequeño, ilustración 2, y con una molturación de aceituna baja, lo que le permite poder tratar cada partida de aceite de forma individual, de forma que cada usuario se llevaría un aceite de oliva con una calidad equivalente a la materia prima que hubiera traído.
- Venta directa de AOVE (Aceite de Oliva Virgen Extra) extraído de la cosecha familiar, y otras adquiridas, comercializado bajo el nombre de su propia marca.



Ilustración 2. Vista de las instalaciones del molino de aceite.

A día de hoy el éxito de la empresa reside principalmente en la extracción de aceite individualizada para cada cliente para autoconsumo, de donde provienen la mayor parte de los beneficios del negocio. En cambio, la venta del aceite propio de la fábrica no está creciendo al ritmo deseado.

La fábrica consta de 2 marcas: MiOleo y De Olmo & López, dónde la primera es la que da nombre a la empresa y es la que se utiliza para etiquetar el aceite dirigido a autoconsumo, mientras que De Olmo & López es la marca que se está utilizando para dar nombre al aceite de oliva virgen extra que la propia fábrica comercializa.



Ilustración 3. Logotipos de ambas marcas pertenecientes a la almazara MiOleo.

Uno de los motivos por los que se cree que la empresa no está teniendo el éxito esperado en la venta de sus productos, es que no se ha potenciado su imagen lo suficiente.

Un claro ejemplo de ello son los envases que están utilizando en la actualidad. El aceite de oliva producido es de categoría virgen extra, con una calidad muy superior a los aceites vendidos en supermercados, pero esto implica también que su precio sea mayor. Por tanto, una de las mejores formas de vender este tipo de productos es en envases con un contenido inferior a 1 litro. Un envase de mayor volumen implica un precio de venta al público (PVP) más elevado, el cual muchos de los consumidores no están dispuestos a pagar, por lo que buscan envases de menor capacidad.

Las botellas escogidas para el envasado del aceite han presentado varios problemas. En primer lugar, los envases que actualmente se utilizan son completamente transparentes. Esto es un gran inconveniente ya que el aceite se degrada con la exposición a la luz solar, de modo que si se expone durante mucho tiempo la calidad del aceite se ve reducida de forma considerable. En la ilustración 4 se muestran imágenes de las botellas que se están utilizando en la actualidad.



Ilustración 4. Modelos de botellas: modelo Galón (izquierda) y modelo Marasca (derecha).

Recientemente se ha planteado cambiar la forma de etiquetar las botellas, pasando de la etiqueta de papel que se está usando ahora por mangas termo-retráctiles que cubren todo el contorno de la botella y protegen el contenido al hacerla opaca. Por ejemplo, el modelo Galón (izquierda), aunque tiene una forma que destaca por su originalidad, es incompatible con las mangas termo-retráctiles debido al asa que tiene en el lateral. Además, tras su adquisición se observó que la sujeción no es tan ergonómica como otro tipo de botellas, lo que hace que no sea tan cómoda a la hora de manipularlas. En el caso del modelo Marasca (derecha), el diseño es muy sencillo y muy común en el mercado, por lo que no es un modelo adecuado si lo que se busca es destacar el producto y diferenciarlo.

4 Estudio de Mercado

4.1 Situación general en el comercio de aceite de oliva.

El nivel de competencia en este sector es muy alto debido a que la almazara está localizada dentro de la provincia de Jaén, que cuenta con más de 300 repartidas a lo largo de toda la provincia, siendo la región con mayor producción de aceite de toda España con diferencia.

Para hacerse una idea general de la situación actual y el nivel de competencia existente, se ha realizado un estudio de mercado analizando la situación general relativa a la producción de aceite de oliva en España. Objeto de interés en este estudio serán sólo los datos relacionados con la región de Andalucía y los valores totales a nivel nacional.

A continuación se muestran una serie de tablas y valores obtenidos de la Agencia de Información y Control de Alimentos (AICA), perteneciente al Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente [15], además de valores puntuales de otras fuentes como son los informes de la Junta de Andalucía [12]. La información que se muestra a continuación pertenece a los datos recopilados en la campaña de 2016/2017.

BALANCE CAMPAÑA 2016/2017 A 30 DE SEPTIEMBRE

Campaña : 2016/2017							
Ambito Territorial	Nº de Almazaras con		Existencias	Entradas		Salidas	Existencias Finales
	Actividad	Datos Mes	Inicio Campaña	Aceite Producido	Aceite Adquirido (*)		
ESPAÑA	1.817	1.770	190.002,28	1.290.598,79	36.691,08	1.340.613,31	176.678,84
ANDALUCIA	845	825	156.839,22	1.059.710,65	27.425,55	1.089.475,80	154.499,62
ALMERIA	30	29	665,92	11.218,39	32,84	11.640,76	276,39
CADIZ	18	16	1.113,90	10.323,02	64,33	10.473,79	1.027,46
CORDOBA	184	183	34.836,62	269.231,28	5.450,64	274.318,42	35.200,12
GRANADA	110	107	22.445,02	108.689,07	3.168,62	114.257,62	20.045,09
HUELVA	18	16	527,27	7.361,23	0,00	7.109,57	778,93
JAEN	328	323	78.345,20	509.261,88	17.734,42	526.508,49	78.833,01
MALAGA	74	73	9.165,52	47.094,35	162,25	49.505,69	6.916,43
SEVILLA	83	78	9.739,77	96.531,43	812,45	95.661,46	11.422,19

* Adquirido o en depósito

Los datos de Producción, Movimientos y Existencias mostrados son datos acumulados para toda la campaña y están expresados en Toneladas

Tabla 1. Balance general de la producción de aceite de oliva para la campaña 2016/2017 en Andalucía.

Tal como se muestra en la tabla 1, de aproximadamente un total de 1.3 millones de litros producidos en todo el país, 1 millón proviene de Andalucía y a su vez más de la mitad de dicho valor proviene exclusivamente de la provincia de Jaén, equivalente al 40 % del total nacional.

Seguidamente se muestra el balance general de la campaña 2016/2017 con información relativa a los valores de producción, almacenamiento y movimiento de aceite a nivel nacional.

Campaña

Mes	Existencias Ini.	Producción	Importación Merc.Int(*)	Exportación	Existencias Fin.
OCTUBRE	331.0	9.7	8.9	35.4	244.1
NOVIEMBRE	244.1	93.5	9.7	40.9	228.2
DICIEMBRE	228.2	457.1	15.6	47.1	579.6
ENERO	579.6	527.3	4.6	54.4	970.4
FEBRERO	970.4	155.9	6.3	39.9	996.3
MARZO	996.3	37.4	10.0	48.4	895.8
ABRIL	895.8	4.5	4.7	31.4	806.6
MAYO	806.6	5.2	6.6	37.8	691.7
JUNIO	691.7	0.0	9.4	26.7	593.5
JULIO	593.5	0.0	5.3	30.2	493.0
AGOSTO	493.0	0.0	6.2	37.0	400.4
SEPTIEMBRE	400.4	0.0	8.0	28.6	305.0
TOTAL	331.0	1290.6	95.3	457.8	954.1

(*)Mercado Interior Aparente

NOTA: los datos que se muestran están en miles de toneladas

Datos provisionales

Tabla 2. Niveles de producción de aceite en España durante la campaña 2016/2017.

Según los valores reflejados en la tabla 2, 954.1 miles de toneladas de aceite son exportadas al extranjero, mientras que el aceite que el volumen que se comercializa en el mercado interno es de 457.8 miles de toneladas, menos de la mitad.

Del volumen general de aceite en movimiento, nos interesa centrarnos en el volumen de aceite que se mueve en el mercado interno para su comercialización dentro de España, aunque la empresa también está planteando estrategias para abrirse en el mercado internacional. En la tabla 3 está indicada la cantidad de aceite destinada al mercado interno en los últimos años.

Mercado Interior

Mes	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018
OCTUBRE	42.9	39.1	31.3	35.4	28.3
NOVIEMBRE	33.4	42.3	43.6	40.9	41.9
DICIEMBRE	54.3	48.4	58.2	47.1	34.4
ENERO	70.9	52.8	45.8	54.4	
FEBRERO	47.9	30.4	49.5	39.9	
MARZO	46.6	37.5	53.9	48.4	
ABRIL	48.2	45.8	48.7	31.4	
MAYO	46.8	51.0	30.0	37.8	
JUNIO	36.7	42.6	41.3	26.7	
JULIO	38.1	32.0	34.2	30.2	
AGOSTO	33.7	37.8	34.2	37.0	
SEPTIEMBRE	37.0	34.9	31.9	28.6	
TOTAL	536.5	494.6	502.6	457.8	104.6

NOTA: los datos que se muestran están en miles de toneladas

Tabla 3. Volumen de aceite comercializado en el mercado interno español en los últimos 5 años.

Los datos anteriormente presentados son a nivel nacional. De forma más escueta también se ha realizado una búsqueda de datos equivalentes a nivel internacional en los últimos años, aunque en este proyecto se utilizarán los valores de 2016/2017 para establecer las conclusiones pertinentes. Los siguientes valores han sido extraídos de las estadísticas realizadas por el International Olive Council [7], el único organismo intergubernamental en el mundo en que se hallan representados los países productores o consumidores de aceite de oliva y aceitunas de mesa.

		2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18 (prév.)
		(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)
								
Albanie	Albania	7.0	12.0	10.5	11.0	10.0	11.5	11.0
Algérie	Algeria	39.5	66.0	44.0	69.5	82.0	63.0	80.0
Argentine	Argentina	32.0	17.0	30.0	30.0	24.0	21.5	37.5
Chypre	Cyprus							
Croatie	Croatia	4.0	4.0					
Egypte	Egypt	9.0	16.5	20.0	17.0	16.5	20.0	25.0
Iran	Iran	7.0	3.5	5.0	4.5	5.0	3.5	9.0
Irak	Iraq							
Israël	Israel	13.0	18.0	15.0	18.5	18.0	15.0	16.0
Jordanie	Jordan	19.5	21.5	19.0	23.0	29.5	20.0	25.0
Liban	Lebanon	14.0	14.0	16.5	21.0	23.0	25.0	23.0
Libye	Libya	15.0	15.0	18.0	15.5	18.0	16.0	18.0
Maroc	Morocco	120.0	100.0	130.0	120.0	130.0	110.0	140.0
Montenegro	Montenegro	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Palestine	Palestine	15.5	15.5	17.5	24.5	21.0	19.5	19.0
Tunisie	Tunisia	182.0	220.0	70.0	340.0	140.0	100.0	220.0
Turquie	Turkey	191.0	195.0	135.0	160.0	150.0	177.0	287.0
UE	EU	2,395.0	1,461.5	2,482.5	1,434.5	2,324.0	1,747.5	1,805.0
Uruquay	Uruquay			0.5	0.5	0.5	0.5	1.0
TOTAL A		3,064.0	2,180.0	3,014.0	2,290.0	2,992.0	2,350.5	2,717.0
A. Saoudite	Saudi Arabia	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Australie	Australia	15.5	9.5	13.5	19.5	20.0	21.0	21.0
Brésil	Brazil							
Canada	Canada							
Chili	Chile	21.5	15.0	15.0	18.5	17.5	19.0	16.5
China	China				2.5	5.0	5.0	6.0
Etats-Unis	USA	4.0	4.0	12.0	5.0	14.0	15.0	15.0
Japon	Japan							
Mexique	Mexico	0.0	0.0	0.0				
Norvège	Norway							
Russie	Russia							
Syrie	Syria	198.0	175.0	180.0	105.0	110.0	110.0	100.0
Suisse	Switzerland							
Taiwan	Taiwan							
Autres P.prod.	Other pr.coun.	15.0	15.0	14.5	14.5	15.0	15.5	15.5
Autr.P.un.imp.	Oth.non-prod.							
TOTAL B		257.0	221.5	238.0	168.0	184.5	188.5	177.0
TOTAL MONDIAL WORLD		3,321.0	2,401.5	3,252.0	2,458.0	3,176.5	2,539.0	2,894.0

Tabla 4. Producción mundial de aceite en los últimos años.

A nivel mundial, la Comunidad Europea es principal proveedor de aceite de oliva, abarcando valores alrededor del 70% del total en los últimos 7 años.

A continuación, en la tabla 5 hay valores específicos de los volúmenes de producción por país dentro del continente y donde se puede observar que el principal productor de aceite en los últimos años es España, cuya producción puede llegar a ser entre 4 y 6 veces superior a la de otros países claves en la producción de aceite, como Italia o Grecia.

		2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17 (prov.)	2017/18 (prév.)
		(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)
Chypre	Cyprus	6.5	5.6	3.8	6.2	6.0	6.0	6.0
Croatie	Croatia			4.6	1.1	5.5	5.1	5.0
Espagne	Spain	1,615.0	618.2	1,781.5	842.2	1,403.3	1,286.6	1,090.5
France	France	3.2	5.1	4.8	1.7	5.4	2.8	4.5
Grèce	Greece	294.6	357.9	132.0	300.0	320.0	195.0	300.0
Italie	Italy	399.2	415.5	463.7	222.0	474.6	182.3	320.0
Malte	Malta			0.04	0.10	0.04	0.04	0.04
Portugal	Portugal	76.2	59.2	91.6	61.0	109.1	69.4	78.8
Slovénie	Slovenia	0.5	0.2	0.6	0.2	0.5	0.4	0.4
TOTAL A)		2,395.2	1,461.7	2,482.6	1,434.5	2,324.4	1,747.6	1,805.2
TOTAL A + B		2,395.2	1,461.7	2,482.7	1,434.5	2,324.4	1,747.6	1,805.2

Tabla 5. Producción de aceite en Europa en los últimos años.

A modo de resumen se puede afirmar que:

- En términos de producción de aceite de oliva a nivel mundial y durante la campaña de 2016/2017 (2539 miles de toneladas), la producción en España representa el 55 % del volumen global (1290 miles de toneladas).
- A su vez, la producción en Jaén representa un 40 % del aceite obtenido a nivel nacional (509 miles de toneladas) y un 20 % a nivel mundial.
- El 35 % del aceite producido en España (475 miles de toneladas) se destina al mercado interno del país, el cual representa el 80 % del aceite que se comercializa en España (20 % procedente de importaciones).

Por todo lo anteriormente mencionado, se puede concluir que una cantidad muy importante del aceite producido, tanto a nivel nacional como internacional, procede de la comunidad de Jaén y puede confirmarse que el nivel de competencia a nivel comercial en dicha región es alto.

Cabe destacar que la gran mayoría de este aceite será vendido a grandes superficies como supermercados y grandes empresas del sector de la alimentación para su distribución al por mayor, un sector del mercado al cual la empresa beneficiada de este proyecto no está enfocada. Sin embargo, algunas de estas empresas, como almazaras o envasadoras, también disponen de otros productos de mayor calidad que son competencia directa.

Debido al tamaño de la empresa y a la cantidad de aceite que produce, actualmente no se puede plantear exportar sus productos a otros países ya que se trata de un proceso que requiere de una gran inversión. Es por eso que la producción de la almazara MiOleo va a ir dirigido al mercado nacional en inicio. Por tanto, después de las conclusiones obtenidas, se reafirma la necesidad de incrementar el valor del producto a través de un nuevo envase de calidad, que sea capaz de mantener las propiedades del aceite el mayor tiempo posible y a la vez sea un diseño llamativo, que capte la atención del consumidor y lo haga destacar con respecto a la competencia.

4.2 Estudio de la competencia

Se ha realizado un estudio general para analizar las estrategias de imagen y envases más utilizados para la comercialización de aceite de oliva. A continuación se nombrará y analizará las propuestas de algunas marcas de aceite de oliva. Todos los envases escogidos tienen una capacidad comprendida entre los 500 y 1000 ml. Se va a analizar aspectos tanto estéticos, como el diseño de la botella o el etiquetado y así analizar las diferentes estrategias a nivel de imagen que utilizan para destacar sus productos. El objetivo de este estudio es acotar los objetivos y especificaciones que debe cumplir el nuevo envase.

	Marca: BUENSALUD SELECCIÓN
	Localización: Villanueva de la Reina, Jaén.
	Precio: 8 €/500 ml
	Observaciones: <ul style="list-style-type: none">• Botella con forma sencilla, tipo borgelesa como las botellas de vino. Diseño muy usado y poco novedoso.• Forma ergonómica.• El atractivo de la botella reside en su etiquetado.• Disponen de envases con diseños totalmente opacos para proteger el contenido y otros parciales para mostrar el color del aceite.

Tabla 6. Análisis del envase de la competencia nº 1.

	Marca: Castillo de Canena
	Localización: Canena, Jaén
	Precio: 13 – 19 €/500 ml
	Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Diseño de botella sirena, con una forma y estética algo más cuidada que en el ejemplo anterior. • Forma ergonómica. • Grabado de la marca en la parte superior de la propia botella. • Etiqueta con un diseño sencillo y que no hace ninguna alusión al contenido. Ya que una gran cantidad de marcas obvian todavía más el producto con diseños asociados al aceite de oliva y su producción, el no hacerlo resulta un punto a favor para diferenciar el producto. • Envases opacos y oscuros para proteger el contenido. • Envases de colores poco frecuentes que destacan el producto y lo diferencian del resto.

Tabla 7. Análisis del envase de la competencia nº 2.

	Marca: Verde Esmeralda
	Localización: Úbeda, Jaén
	Precio: 12'5 – 24 €/500 ml
	Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Envase con un diseño único y exclusivo de la propia marca. La forma de la botella imita la forma de una esmeralda, que es el nombre del fabricante. • Forma muy poco ergonómica. • Vidrio semitransparente para conservar el producto y tintado con colores poco frecuentes como verde, rojo o azul imitando la apariencia de piedras preciosas. • Etiquetado minimalista. • Envase aparentemente pesado.

Tabla 8. Análisis del envase de la competencia nº 3.

	Marca: Oro Bailen
	Localización: Villanueva de la Reina, Jaén
	Precio: 11'5 – 15 €/500 ml
	Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Botella con diseño sirena similar a la de Castillo Canena pero menos esbelta. • Forma ergonómica. • Color del envase negro con una apariencia más clásica y que resalta menos. • Botella opaca para proteger el contenido • Etiquetado con un diseño sencillo, en color negro y con algunos detalles en verde para resaltar el envase.

Tabla 9. Análisis del envase de la competencia nº 4.

	Marca: Puerta de las Villas
	Localización: Villacarrillo, Jaén
	Precio: 7 – 11 €/500 ml
	Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Botella modelo argos con un diseño cilíndrico. La anchura de la botella da al envase la sensación de robustez y estabilidad. • Forma menos ergonómica que otros tipos de botellas como la borgelesa o sirena. • Etiquetado con colores intensos y poco frecuentes que destacan el producto.

Tabla 10. Análisis del envase de la competencia nº 5.

	Marca: Cortijo la Monja
	Localización: Baeza, Jaén
	Precio: 8 – 10'5 €/500 ml
	Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Botella personalizada y de diseño exclusivo para la marca. • Botella opaca para proteger el contenido. • Los colores utilizados son muy comunes en este tipo de envases (blanco y negro). Sin embargo, no es el color en sí lo que resulta novedoso sino la forma en la que se ha utilizado para imitar el hábito de una monja y asociar rápidamente la marca al envase.

Tabla 11. Análisis del envase de la competencia nº 6.

	Marca: La Maja
	Localización: Mendavia, Navarra
	Precio: 15 €/500 ml
	Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> Botella personalizada y de diseño exclusivo para la marca. Forma alargada y ergonómica. Botella opaca para proteger el contenido. Botella completamente negra, con un etiquetado sencillo, incluyendo únicamente la marca en la parte frontal de la botella.

Tabla 12. Análisis del envase de la competencia nº 7.

	Marca: Morellana
	Localización: Luque, Córdoba
	Precio: 16 €/500 ml
	Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> Envase cilíndrico con hombros redondeados. La forma del envase es bastante estándar y no resulta ninguna novedad. Botella de base ancha y aparentemente muy estable. Diseño poco ergonómico. Botella opaca para proteger el contenido. Color de botella blanco acompañado de otro color para resaltar el producto, magenta, verde o azul dependiendo del tipo de aceite.

Tabla 13. Análisis del envase de la competencia nº 8.

	Marca: Almazaras de la Subbética
	Localización: Grupo de almazaras en la región de Córdoba
	Precio: 8.5 - 12 €/500 ml
	Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Envase con diseño único y exclusivo para la marca. Botella esbelta con cuello • Diseño poco ergonómico. • Botella de vidrio tintado. Semitransparente para proteger el producto y a la vez permite ver el contenido de la botella. • Uso de colores llamativos en el envase, como el azul o el rojo, acompañado de un etiquetado con texto en colores metálicos como dorado o plata.

Tabla 14. Análisis del envase de la competencia nº 9.

Tras este estudio, algunas de las conclusiones obtenidas son:

- Salvo alguna excepción, todas las marcas de aceite de oliva envasan sus productos de mayor calidad en botellas opacas o semitransparentes para proteger el aceite de la luz del sol y evitar su degradación.
- Los envases de color negro son los más explotados para el envasado de aceite de oliva. Después de este color, las botellas de color blanco son también bastante frecuentes. Es recomendable no utilizar ninguno de estos colores como el principal del diseño. Por ejemplo, en el mostrador de una tienda cualquiera, puede haber más de 10 marcas de aceite distintas y probablemente el color de casi todos los envases sea negro u otros colores oscuros. Si la botella tiene un color llamativo y distinto al de los demás, será probablemente el primer producto en el que se fijen los consumidores, aumentando sus posibilidades de venta.
- Entre las estrategias de diseño más utilizadas en el diseño de envases podemos destacar dos:
 - Resaltar la forma del envase e invertir en el diseño de una botella diferente de los modelos estándares que se encuentran de forma repetida en el mercado. Normalmente este tipo de envases suelen ir acompañados de un etiquetado minimalista y más discreto.

- Resaltar el envase a través de una mayor inversión en un etiquetado más elaborado, con la presencia de colores intensos y artes gráficas complejas. Sin embargo, las botellas utilizadas suelen tratarse de modelos estandarizados que no resultan tan atractivos por si solos.

En el caso del presente proyecto, se ha optado por innovar en el diseño de la botella. Un envase con una forma única y diferenciable del resto de modelos estandarizados es más efectivo para destacar el producto en escaparates, expositores o estantes.

5 Especificaciones del producto

5.1 Objetivos Generales

Como se menciona en la introducción, el objetivo general del proyecto es el diseño y fabricación de un envase para aceite de oliva con fines comerciales. Se busca ofrecer un producto atractivo que pueda venderse tanto a particulares, ya sea para consumo propio o para regalar, como a negocios dedicados a la hostelería, venta y/o distribución de productos alimentarios.

Con este nuevo diseño, la imagen de la empresa mejorará y les permitirá con una correcta gestión introducir su producto en un mercado destinado a un sector comercial más amplio.

5.2 Objetivos Específicos

Una vez realizado el estudio de mercado, se tomarán las conclusiones extraídas como punto de partida para definir los requisitos que debe de cumplir el producto. A todo esto, se suman las demandas particulares establecidas por la propia almazara, de modo que el diseño tiene que cumplir con las siguientes especificaciones:

- Diseño original, con una elevada componente estética que sea capaz de captar la atención del consumidor.
- El aceite es un alimento que se degrada con facilidad si está expuesto a la luz. Por tanto, el envase debe ser total o parcialmente opaco con el objetivo de conservar el producto y evitar que pierda sus cualidades a corto plazo.
- El envase debe contener al menos 500 mililitros de aceite.
- El envase ha de ser de vidrio. El material utilizado debe cumplir toda la normativa vigente relativa a materiales que pueden estar en contacto con alimentos.

- Forma ergonómica y de modo que la botella sea fácil de coger e inclinar para verter el aceite.
- Adaptar la entrada de la botella para utilización de tapones estandarizados con dosificador incorporado con el fin de reducir costes. A su vez, la propia botella cumple la función de aceitera.

6 Diseño Conceptual

6.1 Determinación de requerimientos y necesidades

A nivel de diseño y geometría de la pieza, como punto de partida se han establecido los siguientes requerimientos:

- Diseño basado en formas orgánicas y con curvas suaves para conseguir una apariencia elegante y a su vez ergonómica.
- La forma del envase no debe presentar zonas frágiles y de fácil rotura ya que deberá resistir los golpes que puedan ser causados durante su transporte y manipulación.
- El recipiente debe ser estable.
- El recipiente debe ser capaz de almacenar mínimo un volumen de 500 mililitros y un máximo de 750 mililitros.
- Para la fase de diseño también se debe tener en cuenta el proceso de etiquetado de la botella. Dependiendo de este, se deberá adaptar la forma para una correcta legibilidad del logotipo, textos, información nutricional, etc.
- El diseño de la boca de la botella debe tener un perfil acorde a la normativa vigente con el objetivo de poder utilizar tapones estandarizados y con dosificador.
- La botella debe incluir el relieve en el vidrio de algún elemento significativo que represente a la marca o al producto y con el fin de hacer la botella más atractiva a ojos del consumidor.

6.2 Bocetos preliminares

El proceso de fabricación supone un factor vital para el diseño del envase. Como la mayoría de envases de vidrio, la botella diseñada está destinada a ser producida de forma industrial mediante el proceso de soplado de vidrio dentro de un molde. Este proceso presenta mayores limitaciones que el soplado de vidrio artesanal, pero permite la obtención de mayores lotes a menor coste por unidad.

La principal restricción que presenta este proceso es que el diseño debe estar pensado para el desmoldeo y extracción del envase tras su fabricación. Además, se debe pensar en dividir el molde en el menor número de partes con el fin de abaratar costes. De este modo, la geometría no debe presentar zonas con contra salida que fuercen al envase y/o dificulten la apertura del molde. Esta no es la única limitación de diseño obviamente, hay otros aspectos que hay que tener en consideración durante la fase de diseño conceptual.

Bruni Glass spa, constituida en Milán en 1974 como Vetrerie Bruni srl, es uno de los principales fabricantes y distribuidores en Europa de tarros, botellas y envases especiales de vidrio. Entre una de sus muchas publicaciones está “Transparencias 2.0” [6], un manual que constituye una fuente de información básica en diferentes ámbitos de la fabricación de envases de vidrio, ya sea material, formas o técnicas de producción. A continuación, en la tabla 15, se muestran una serie de indicaciones y recomendaciones para conseguir un diseño correcto según sus directrices.

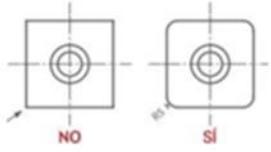
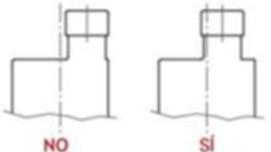
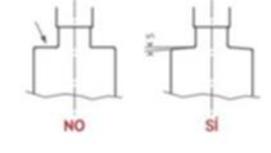
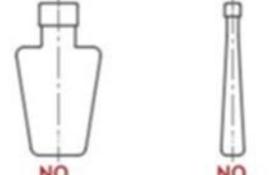
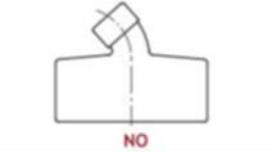
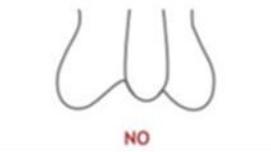
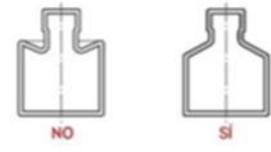
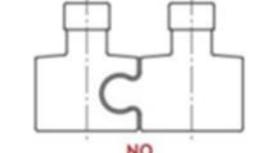
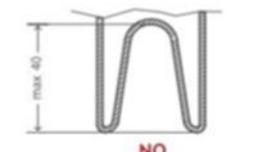
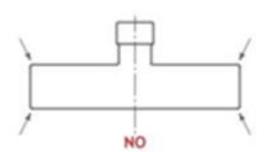
ARISTAS VIVAS		LA PROYECCIÓN DEL EJE VERTICAL DE LA BOTELLA DEBE ESTAR DENTRO DEL DIÁMETRO DEL CUELLO	
PLANOS HORIZONTALES DEMASIADO EXTENDIDOS		UNA CONICIDAD DEMASIADO ACENTUADA O UNA BASE DEMASIADO PEQUEÑA HACEN LA BASE INESTABLE EN LAS PRODUCCIONES INDUSTRIALES AUTOMATIZADAS	
BOCA INCLINADA		HUECO DEL FONDO DEFORMADO	
ÁNGULO DE SALIDA DEL MOLDE NEGATIVO		LA EXCESIVA SINUOSIDAD VUELVE LA BOTELLA INESTABLE	
ACOPLAMIENTOS MECÁNICOS ENTRE BOTELLAS O CON OTROS MATERIALES			
HUECO DEL FONDO DEMASIADO PROFUNDO		EL EXCESO DE DESARROLLO HORIZONTAL IMPIDE LA DISTRIBUCIÓN DEL VIDRIO EN LOS EXTREMOS	

Tabla 15. Consideraciones de diseño para envases de vidrio hueco.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriormente mencionadas, se han planteado una serie de bocetos iniciales. Se ha optado, como prioridad, potenciar la componente estética del envase, de modo que sea un producto altamente diferenciable, por ejemplo, a la hora de colocarlo en un mostrador y hacerlo destacar respecto a los otros envases de aceite.

En el siguiente grupo de ilustraciones se muestran algunos de los bocetos con los primeros diseños de la botella. Todos los diseños parten de la idea de dar algún tipo de relieve en la superficie o algún elemento característico que la diferencie.

Los bocetos 1 y 2 por ejemplo tendrían una sección plana alrededor del cuello de la botella donde iría colocado el logotipo de la empresa.



Ilustración 5. Boceto 1 y 2.

En cuanto a los bocetos 3, 4 y 5, son diferentes modelos de botellas, pero todas ellas con un hueco imitando la forma de una gota de aceite.

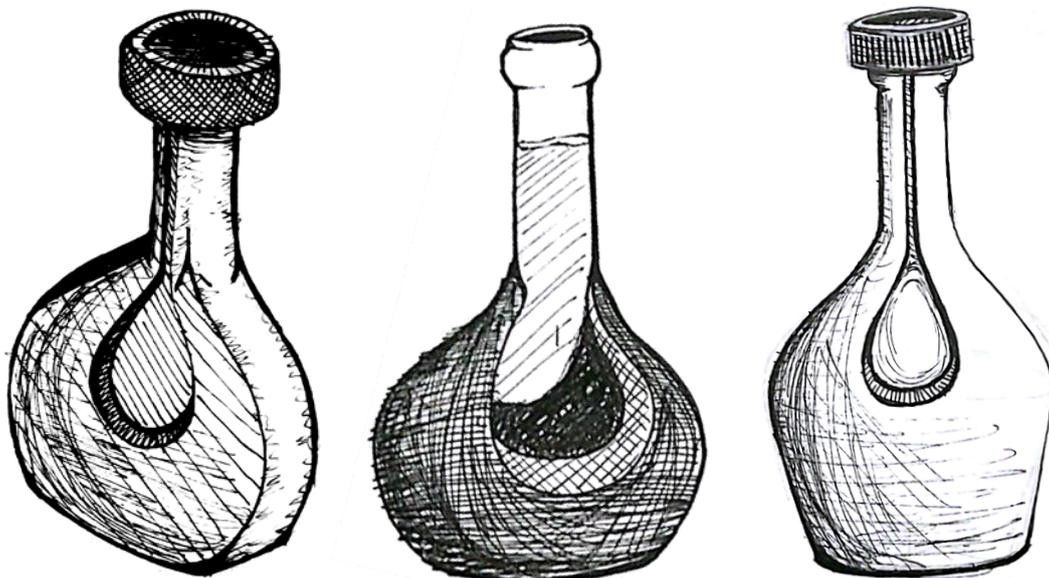


Ilustración 6. Bocetos 3, 4 y 5.

De las ideas anteriores se han seleccionado dos modelos, los cuales han sido prediseñados con el software Siemens NX y así poder definir y analizar la geometría con mayor exactitud.

El primer diseño imita la forma de un matraz aforado con un cuello alargado y un cuerpo muy redondeado, con la particularidad de uno de los lados está seccionado por un plano. El diseño planteado sería completamente opaco y el aceite quedaría completamente protegido de la luz solar. Sería en cara plana donde se colocaría el logo de la empresa y la información más relevante.

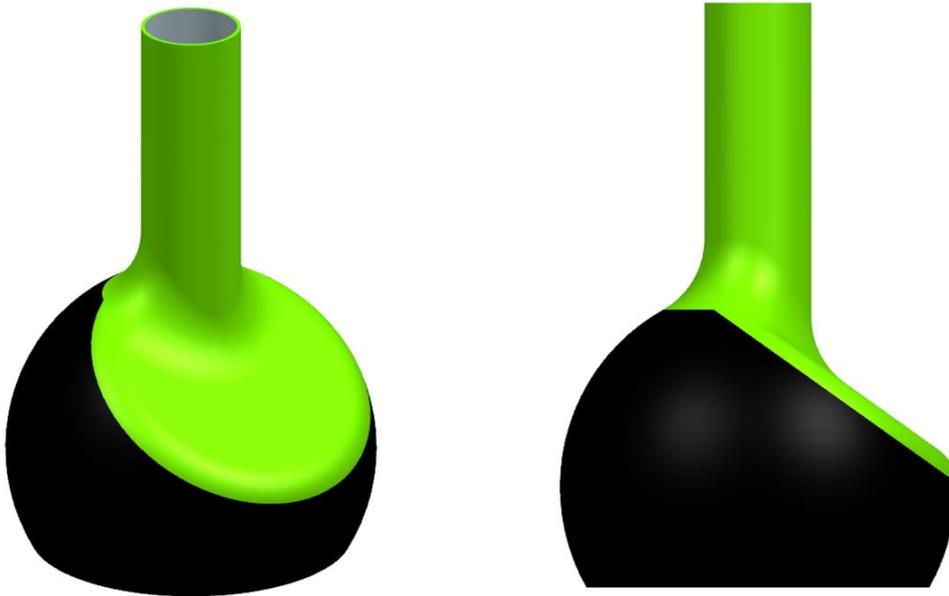


Ilustración 7. Diseño nº 1.

El segundo diseño escogido presenta un perfil más suave y con un hombro más grande que lo hace más ergonómico que el caso anterior. La particularidad en el diseño planteado es la hendidura en forma de lágrima. Además de una función decorativa, la hendidura también sirve para mejorar la sujeción de la botella con la mano cuando se vierte el aceite. En cuanto a tu etiquetado, la idea consiste en utilizar mangas termo-retráctiles o bien recubrir con pintura mediante serigrafiado la mayor parte del envase para proteger el aceite. En inicio resulta interesante que la zona de la lágrima sea transparente con el fin de permitir al consumidor ver el color original del aceite. En el caso de MiOleo, su producto tiene un color verdoso bastante característico que puede ser un punto a favor para atraer la atención del consumidor. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de un envase completamente opaco que conservaría mejor el producto.



Ilustración 8. Diseño nº 2.

Tras mostrar ambos modelos y debatir ventajas e inconvenientes de cada finalmente se optó por el segundo (ilustración 8). Por un lado, se consideró más original por la posible combinación de zonas opacas y transparentes, de modo que la protección fuera lo máxima posible, pero a la vez el envase permitiera visualizar el contenido. Por otro lado, el diseño se adapta mejor a la forma de la mano y su sujeción es más cómoda. En cuanto a resistencia, la zona de transición entre el cuello y el hombro es menos frágil y el diseño presenta mayor resistencia ante posibles golpes.

6.3 Boceto final

El diseño preliminar escogido refleja una idea general de cómo ha de ser la botella de vidrio. Sin embargo, es necesario realizar una serie de modificaciones en la geometría para adaptar la forma al proceso de fabricación y hacerlo factible para su posterior producción.

Además, en el marco legal español existe una normativa aplicada a las dimensiones de recipientes de vidrio. La Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) recoge la norma UNE 126102:2011 [3], que especifica la relación existente entre las características dimensionales y de fabricación de recipientes de vidrio normalmente utilizados para productos de consumo humano. Se tomarán como punto de partida para el rediseño de la botella las especificaciones contempladas en dicha norma, teniendo en cuenta aspectos como la relación entre la altura y la anchura del envase, longitud del cuello o la inclinación de los hombros, entre otras.

A continuación se muestra la tabla de relaciones contemplada en la norma anterior y un ejemplo de botella acotada con las medidas principales.

En la tabla 16 se encuentran dos columnas de valores, los cuales serán aplicados en función del dióxido de carbono que desprenda la bebida una vez sellada. En el caso del vino y otras bebidas espumosas, esto es un aspecto a tener en cuenta debido a la presión que ejerce dentro del envase. El aceite, se trata de un producto no carbonatado y no desprende ningún tipo de gas, por lo que se le aplicarán los valores asociados a productos poco carbonatados, resaltados en amarillo. La ilustración 9 indica las medidas asociadas a cada una de las variables especificadas en la tabla.

Relaciones	Capacidad hasta borde	Producto carbonatado > 1 Vol. CO ₂ (>2 g/l) excepto método Champenoise	Producto poco carbonatado ≤ 1 Vol. CO ₂ (≤ 2 g/l)
Peso/Capacidad	5 cl < C < 18 cl	min. 9,5 máx. 13,5	min. 7,3 máx. 12
P/C ^a (g/cl)	18 cl ≤ C < 190 cl		min. 3,2 máx. 9,5
	18 cl ≤ C < 110 cl	min. 4,3 máx. 11	
Altura/Diámetro	producto carbonatado CO ₂ 5 cl < C < 110 cl	2,2/3,8	p/4,1
H/D (adimensional)	producto poco carbonatado CO ₂ 5 cl < C < 190 cl		
Altura de cuello	producto carbonatado CO ₂ 5 cl < C < 110 cl	≤ 0,25	≤ 0,35
h ₄ /h ₁ (adimensional)	producto poco carbonatado CO ₂ 5 cl < C < 190 cl		
Ángulo de hombro	producto carbonatado CO ₂ 5 cl < C < 110 cl	≥ 45°	≥ 40°
α (grados)	producto poco carbonatado CO ₂ 5 cl < C < 190 cl		
Estabilidad (φ de base/altura)	producto carbonatado CO ₂ 5 cl < C < 110 cl	≥ 0,22	≥ 0,22
d ₄ /H (adimensional)	producto poco carbonatado CO ₂ 5 cl < C < 190 cl		
Picado (flecha/φ base)	producto carbonatado CO ₂ 5 cl < C < 110 cl	≤ 0,10	≤ 0,25
h ₅ /d ₄	producto poco carbonatado CO ₂ 5 cl < C < 190 cl		
Diámetro d ₅		máx. 31,5 mm	

^a Estos valores son únicamente aproximados. Para una mayor precisión debe utilizarse la expresión P/C^a comprendido entre 7 y 26.

Tabla 16. Relaciones dimensionales para botellas (UNE 126102:2011)

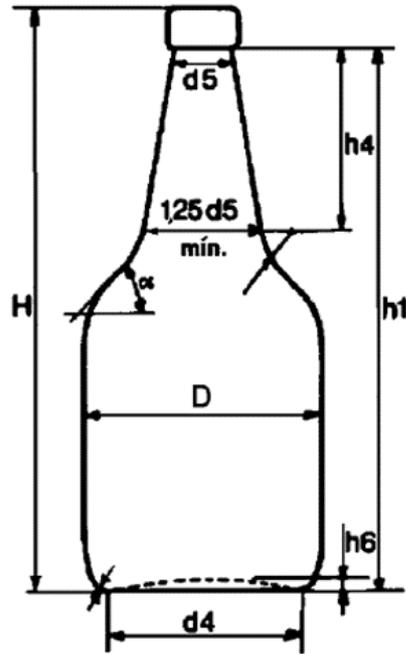


Ilustración 9. Ejemplo de botella indicando las referencias dimensionales.

Los valores resultantes para el diseño preliminar de la botella, tabla 17, son:

Relaciones	Valores
1Peso/Capacidad $\rightarrow P/C^3$ (g/cl)	6.6
Altura/Diámetro $\rightarrow H/D$ (adimensional)	2.27
Altura del cuello $\rightarrow h_4/h_1$ (adimensional)	0.29
Ángulo de hombro $\rightarrow \alpha$ (grados)	62°
Estabilidad $\rightarrow d_4/H$ (adimensional)	0.28
Picado $\rightarrow h_6/d_4$	0.25
Diámetro d_5 (mm)	28.3

Tabla 17. Relaciones dimensionales resultantes para el diseño de la botella de aceite de MiOleo.

A continuación se incluye una serie de imágenes (ilustración 10) donde se muestra la forma básica y perfil de revolución del recipiente que se ha obtenido cumpliendo con las indicaciones y rangos de la norma anteriormente mencionada.

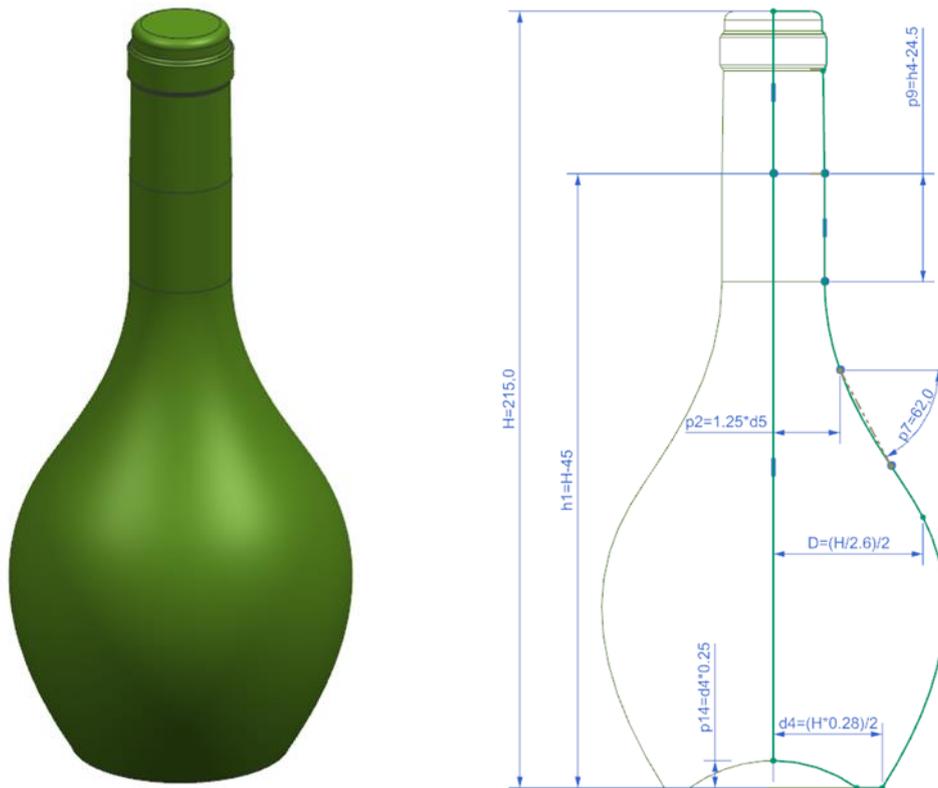


Ilustración 10. Vista y croquis acotado de la forma de la botella.

Otro aspecto importante es el correcto diseño de la boca para tapar el envase. Es importante que esté bien definido para que el modelo sea compatible con diferentes tipos de tapones estandarizados. Para el diseño de la boca se ha tomado como referencia la norma UNE 12726:2001 [4]. Esta norma especifica las dimensiones de las bocas para tapones de corcho y cápsulas para botellas de vidrio destinadas a contener vino. En el caso de este proyecto, el envase está destinado a contener aceite de oliva, el cual es un producto no carbonatado y por tanto esta normativa no sería de obligado cumplimiento. De modo que el uso de esta norma es informativo y es utilizada como una guía para que en el caso de utilizar tapones de corcho, éstos sean estándares, el ajuste sea correcto y asegure la hermeticidad del recipiente.

Este proyecto también se podría plantear utilizando un diseño de boca diferente para tapones que no permiten su relleno. La norma que describe el perfil para este tipo de tapones es la UNE 126407:2011 [5]. Ambas normas son compatibles con el diseño de la botella ya que el ancho del cuello es prácticamente el mismo en ambos casos, de modo que no habría que variar apenas la geometría del envase.

Hay que puntualizar que aunque ambas normas son aplicables al recipiente objeto de este proyecto, se ha optado en un inicio por utilizar tapones de corcho con dosificador para rellenar la botella porque se considera una solución que le aporta más elegancia al envase, pero de igual modo se podía plantear si la solución escogida fueran tapones irrellenables ya que la similitud en las medidas principales no supone ninguna variación significativa en el diseño del recipiente.

En las ilustraciones 11 y 12, se muestran los perfiles de la entrada reglada para el uso de tapones de corcho de 18.5 mm de diámetro y cierres irrellenables. Tal y como se puede observar, las dimensiones y espesores establecidos en la entrada son muy similares, ambas con un diámetro exterior alrededor de los 29 mm y un diámetro interior alrededor de los 18.5 – 19 mm.

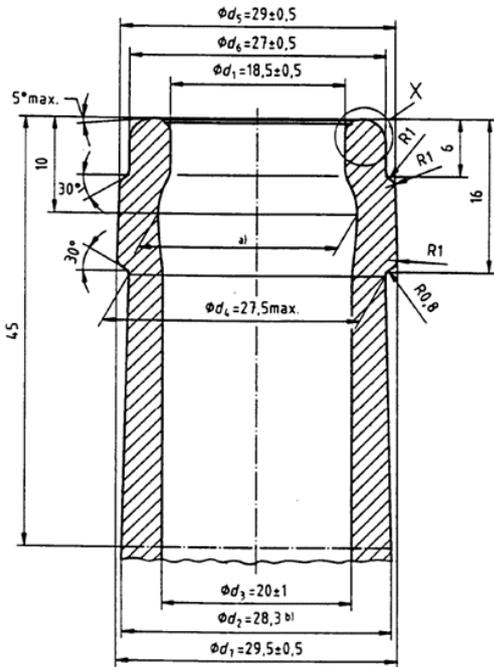


Ilustración 11. Perfil de boca para tapón de corcho con un diámetro de 18,5 mm.

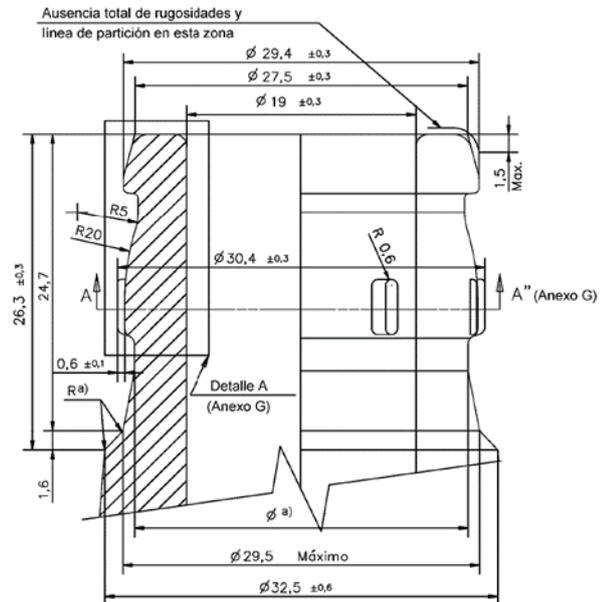


Ilustración 12. Perfil de boca para cierres con tapón irrellenable.

Son varios los distribuidores de envases que comercializan tapones de corcho con dosificador en España. Entre ellos podemos encontrar empresas como Juvasa, Vidrimon y Gamavetro, entre otros. Ofrecen tapones tanto para botellas con una anchura de boca de 18-19 mm como para botellas de 23 mm, con un precio medio por tapón de 0.30 €, ver ilustración 13 y tabla 18. A continuación se muestra un ejemplo de uno de los modelos que comercializa la empresa Gavametro y una tabla con las características principales del producto.



Ilustración 13. Ejemplo de tapón de corcho con dosificador comercializado por Gamavetro.

Altura Cabeza	Diámetro Cabeza	Diámetro obturador	Colores	Mat.Cabeza	Mat.Obturador
14 mm	30 mm	19 mm		MADERA PINTADA	SINTÉTICO

Tabla 18. Características generales de tapón con dosificador de Gamavetro.

Por otro lado, al diseño se le han añadido una hendidura con forma de lágrima y dentro de ésta el grabado del logotipo de la marca. Éstos son elementos que se han añadido con el objetivo de mejorar la apariencia del envase.

Además, la posición y altura del logo es adecuada para mejorar la sujeción de la botella, ver ilustración 14. Al agarrar la botella, el logotipo y las hendiduras quedan aproximadamente en zona donde se colocaría el dedo pulgar al coger la botella. El relieve de la hendidura y del logotipo aumentaría la fricción con el dedo y la haría menos resvaladiza.

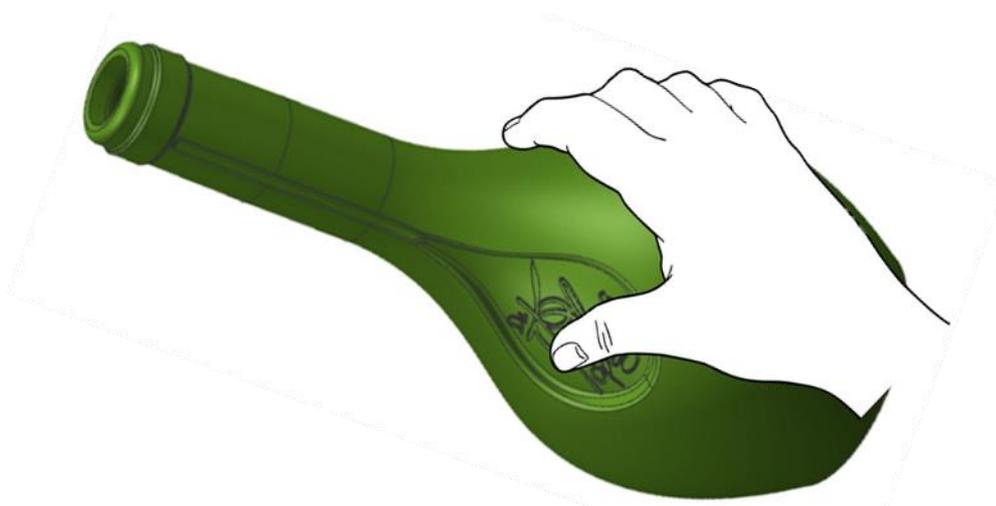


Ilustración 14. Vista en perspectiva de la botella final sujeta con 1 mano.

En la ilustración 15 se puede observar una serie de imágenes donde se aprecia la transición del diseño del envase desde el perfil inicial hasta su forma final.

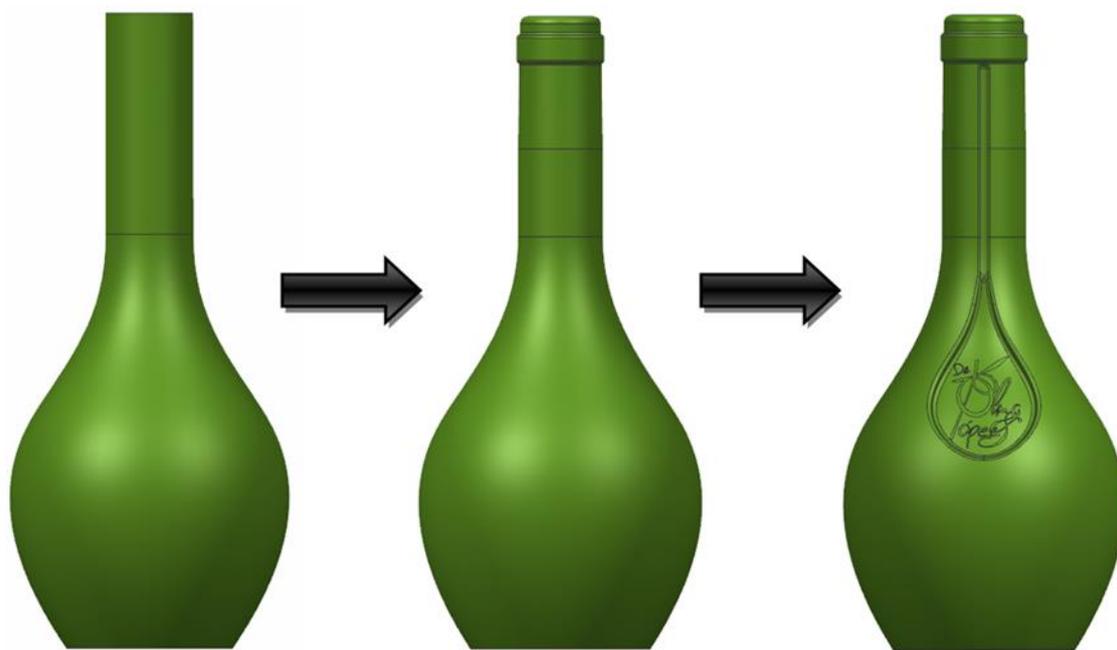


Ilustración 15. Evolución de la geometría del envase desde su forma inicial hasta el diseño final.

Otro aspecto importante en la funcionalidad de la botella es la base de la botella. Los recipientes de vidrio con picadura, ver ilustración 16, presentan varias ventajas respecto a modelos con la base planta, los cuales apenas se ven a nivel industrial. A nivel de diseño, las mejoras destacables son:

- Recipientes más estables y con un centro de gravedad más bajo al tener más peso en la base.
- Al igual que el vino, el aceite también puede generar posos que se acumulan en la base del recipiente con el tiempo. Con una base cóncava los posos se acumulan en los bordes de la botella y así no se viertan sobre la comida junto con el aceite de oliva.
- Una base plana requiere un mayor control durante la fabricación del producto. Durante el proceso de soplado, con el cambio de temperatura el vidrio se dilata y se contrae; si no se tiene un control exhaustivo del proceso, el vidrio puede contraer de forma irregular y generar una superficie convexa que le reste estabilidad al recipiente. Además, hay que tener en cuenta también las posibles irregularidades en la superficie de apoyo donde se coloque la botella. Con una base plana, la superficie de contacto es muy amplia y es más probable que algún elemento impida el correcto apoyo y vuelque el envase. Si se reduce el apoyo a la periferia de la botella, el centro de gravedad y la estabilidad de la botella se mantiene igual, pero al reducir la superficie de contacto las interferencias con las irregularidades del plano de apoyo se reducen de forma considerable.
- A nivel de etiquetado y envasado, la picadura permite agarrar el envase de forma más rápida y segura dentro de una embotelladora.

Por todo lo anteriormente mencionado, la botella de aceite objeto de este proyecto tendrá picadura en la base de la botella, pese a que esto supone el diseño de un molde de mayor complejidad y la necesidad de añadir una tercera partición.

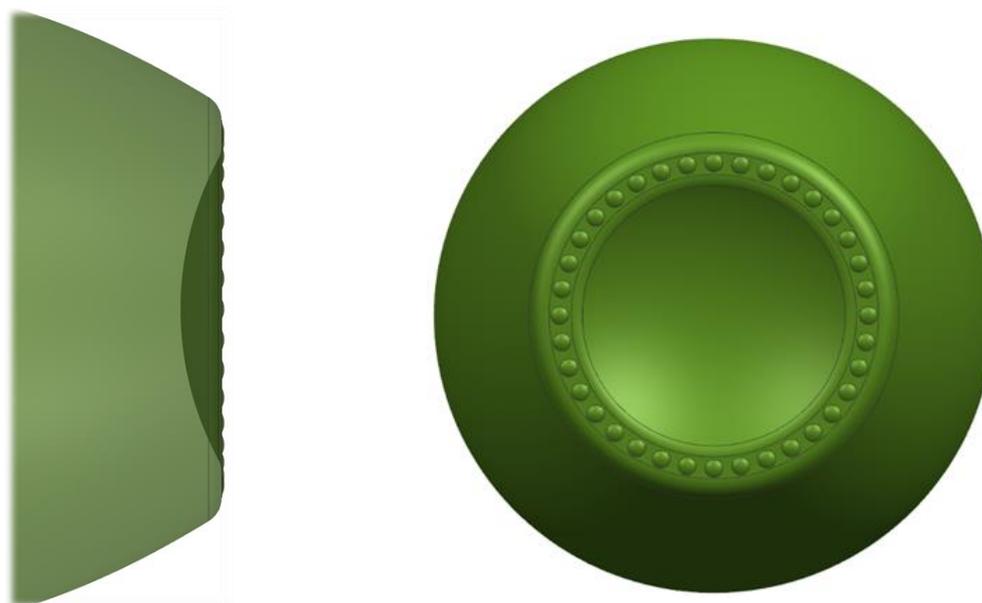


Ilustración 16. Vista en alzado y planta inferior de la picadura y el estriado en la base de la botella.

Asimismo, se han añadido una serie de muescas en la base para que la botella no haga efecto ventosa y mejorar su estabilidad. En la ilustración 16 se aprecia el diseño de la base con picadura y el estriado en forma de puntos.

En cuanto al material utilizado, ya se ha mencionado con anterioridad que éste será vidrio. Más adelante se realizará un estudio detallado sobre las características de este grupo de materiales y su aplicación en esta tesina. Sin embargo, en este punto cabe mencionar que el espesor de pared de la botella ha de ser el adecuado para obtener un producto resistente. Se ha comprobado dicha medida en otros envases de vidrio y se ha observado que este valor suele oscilar alrededor de los 3 mm aproximadamente, aunque dicho espesor no es constante y suele ser mayor en la entrada del recipiente.

En la tabla 19 se especifican características físicas del producto final, tales como peso del envase, volumen, dimensiones máximas:

Propiedades físicas del envase	Valores
Dimensiones máximas del recipiente	215 x 94.5 x 94.5 mm
Volumen total	640 ml
Volumen del vidrio	130 ml
Capacidad a ras de la boca (Volumen total – volumen del vidrio)	510 ml
Peso del vidrio	340 g

Tabla 19. Tabla de características físicas del recipiente final.

Como resultado y a modo de resumen, el recipiente final consta de las siguientes características:

- Con un espesor medio pared de 3 mm, el peso del recipiente es de 340 g. La relación peso/capacidad de este envase es de 6.6 g/cl y por tanto se encuentra dentro del rango establecido en la tabla de relaciones dimensionales acorde a la norma UNE12602:2011 [3].
- El envase tiene unas dimensiones máximas de 215 x 94.5 x 94.5 mm y es capaz de almacenar un máximo de 510 ml, aunque en la realidad el envase nunca se llenará a tope ya que el tapón de corcho ocupa un espacio dentro del recipiente y hay que dejar un poco de aire dentro de la botella para que el aceite salga con facilidad por el dosificador.
- El diseño es ergonómico, adaptándose a la forma de la mano, y tiene unas dimensiones adecuadas para su correcta sujeción.
- Se realizará un grabado con el dibujo de la marca De Olmo&López en la superficie del propio envase.
- La boca de la botella está concebida para el uso de tapones de corcho de 18,5 mm de diámetro con dosificador de aceite incorporado.

Además, según fue evolucionando el diseño del envase, se fueron planteando posibles mejoras que pudieran realizarse más adelante. Se observó que con el diseño de la lágrima en el envase sería probable que el aceite derramado alrededor fuera canalizado por el canal del cuello hacia la forma de la gota. Ésto se podría aprovechar y modificar la forma de la botella para hacer que todo el aceite vertido sobre la botella se dirija por la lágrima hasta el fondo del envase de modo que las paredes no queden manchadas de aceite y así no queden resbaladizas al sujetar el recipiente. En la base de la botella podría diseñarse alguna especie de cazoleta o salida para el aceite sobrante.

El siguiente modelo, ilustración 17, es sólo un diseño conceptual y no se va a desarrollar en este trabajo. Sin embargo, sería una mejora a considerar y que podría aumentar el valor del producto.

Se podría añadir una serie de pequeñas ranuras con pendientes alrededor de la boca de la botella que desemboquen en el pequeño canal que va por el cuello hasta la zona de la lágrima con el fin de dirigir el aceite ahí para que descienda por el hueco del envase.

Para evacuar el aceite, este pasará por las paredes laterales hasta un segundo canal que dirigirá el aceite hasta la base. Se pensaron diferentes alternativas para evacuar el aceite, cómo diseñar un plato especial, cazoleta o algún hueco en el envase para almacenar el sobrante. Sin embargo, a la hora de manipular la botella el aceite volvería a derramarse. Lo que se plantea es realizar un hueco al final del canal donde se introduzca algún tipo de material absorbente que retenga el aceite y de este modo no se vuelva a expandir por el envase. En la siguiente ilustración se muestra un boceto explicando lo expuesto con anterioridad.

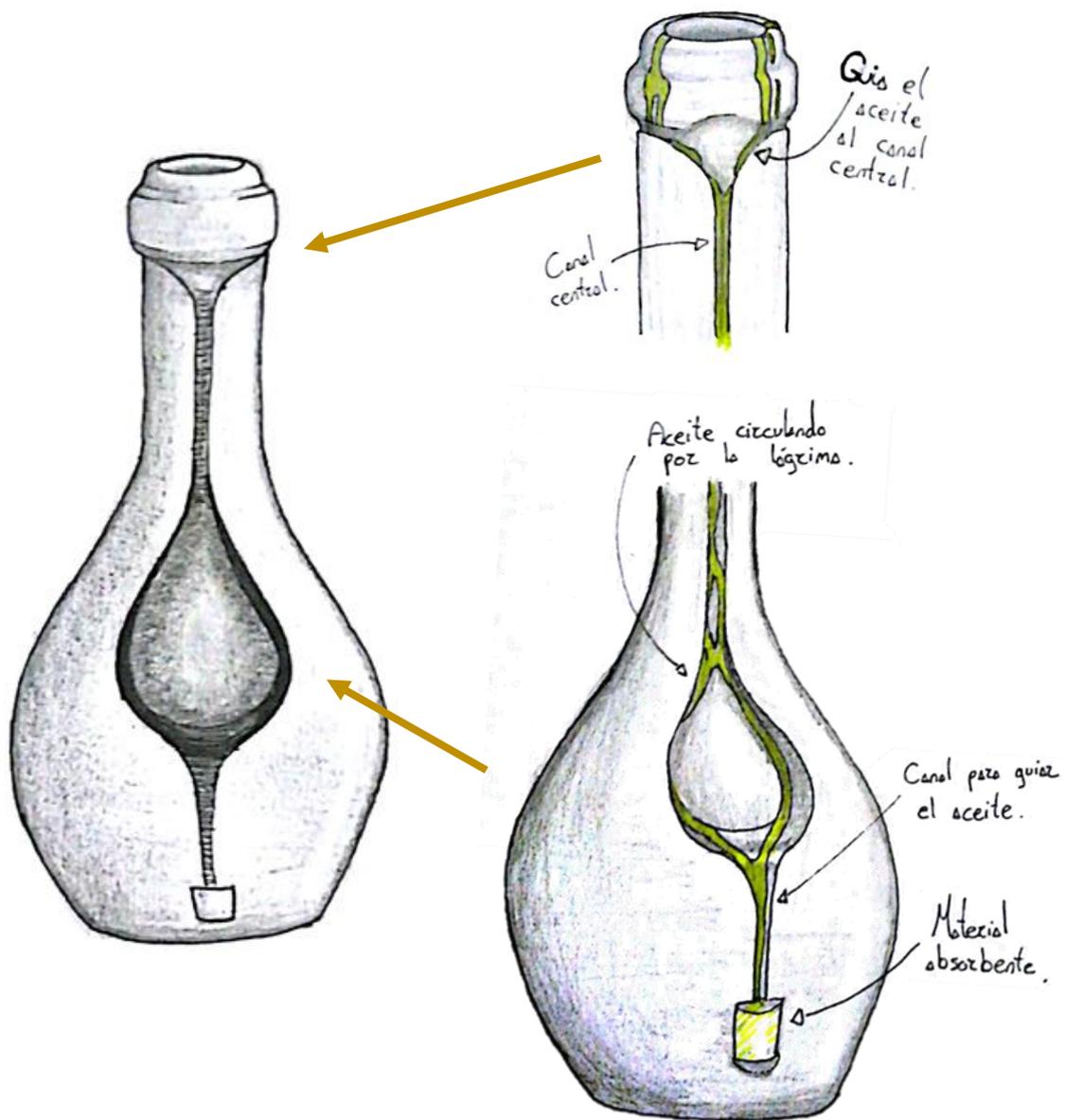


Ilustración 17. Diseño conceptual para evacuación de aceite sobrante.

Cabe mencionar que más adelante, en el punto 7 Diseño en detalle, se describirán las medidas adicionales que se han tenido que tomar para hacer factible el diseño y permitir su correcta fabricación en el proceso de soplado de vidrio.

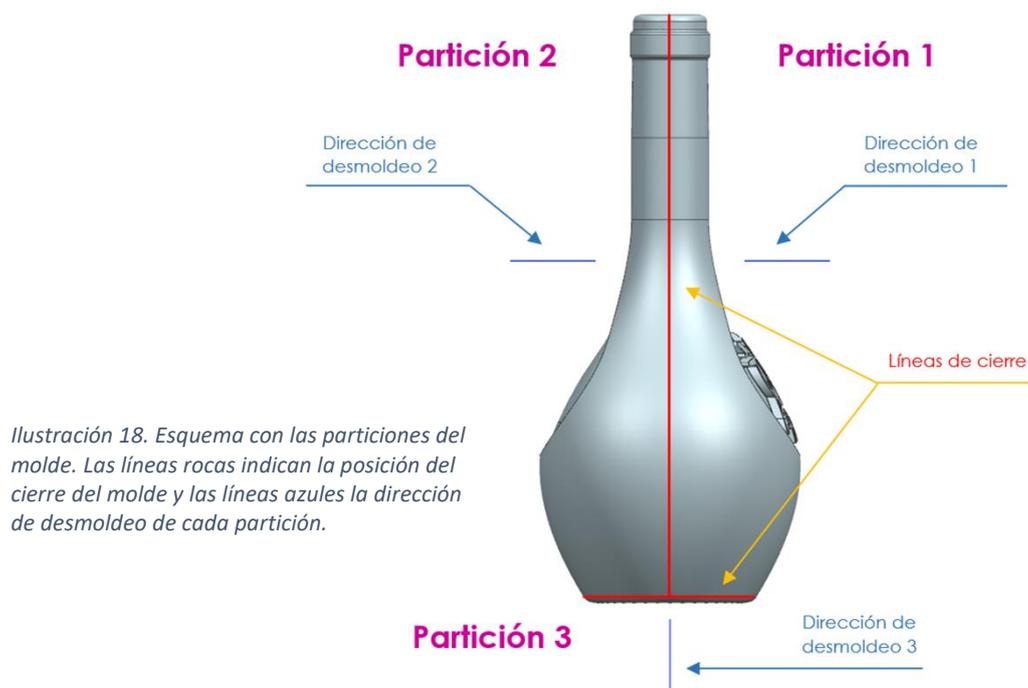
7 Diseño en detalle

7.1 Rediseño del envase para adaptarlo al proceso

Ya en el apartado de boceto final se mencionaron todas las medidas necesarias para que la forma de la botella cumpla con las especificaciones establecidas y la normativa existente dentro del sector del vidrio. Sin embargo, todavía quedan pendientes una serie de modificaciones necesarias para asegurar la viabilidad del producto durante su fabricación. La particularidad de proceso de soplado de vidrio es que se necesita soplar el material en 2 moldes distintos (premolde y molde de acabado).

En el caso de los envases de vidrio, el molde puede estar constituido por 2 o 3 partes. Para las botellas que tengan picadura en su base, ésta no se puede desmoldar en el mismo sentido que el cuerpo del recipiente ya que se produce una zona en contrasalida y es por eso que se es necesario añadir una tercera partición con una dirección de desmoldeo perpendicular a las placas del molde.

El desmoldeo de este tipo de herramientas puede realizarse tanto de modo axial como radial. En el caso de las grandes fábricas, suelen utilizarse matrices de apertura radial donde el desplazamiento de los 2 semimoldes que componen el cuerpo del envase, giran sobre un eje fijo. Para facilitar el diseño de la botella y del molde, se va a considerar que el desplazamiento de apertura de las cavidades va a realizarse de forma axial. De tal modo la composición del molde planteado quedaría según la ilustración 18:



Una vez clara la distribución del molde, para que la fabricación de éste sea factible hay que asegurar que en el diseño se tiene en cuenta las 3 direcciones de desmoldeo (cada región quedaría restringida por el vector de la partición que esté en contacto).

A nivel general, el perfil de revolución del recipiente no presenta zonas que puedan generar contrasalidas que puedan producir arañazos en la superficie del recipiente. En cambio, las paredes laterales de la hendidura y el grabado del logotipo podrían presentar problemas con el molde.

A la hora de modelar esta zona con Siemens NX la extrusión del relieve se ha realizado en la dirección del vector correspondiente para que no se produzca contrasalida. Sin embargo, las caras resultantes son rectas y su ángulo de desmoldeo es igual a 0 grados. Al ser un dibujo complejo, las caras laterales del logotipo generan una superficie de contacto con el molde amplia y esto puede causar rascados o descascarillados en la superficie debido al rozamiento existente entre el vidrio y el molde.

En el caso de las paredes de la hendidura, se le ha dado 7 grados porque cumple con lo necesario y mejora el resultado estético en la forma final. Mientras tanto, para el logotipo se le ha concedido un ángulo más ajustado de 0.5 grados. En la tabla 20 se muestran los valores en los ángulos de desmoldeo en función de la profundidad y grosor de la parte de la pieza afectada.

Profundidad de la forma	Grosor/ ángulo de inclinación mínimo			
6,35mm	<1mm / 0,5°			
13mm	<1mm / 1°	1,5mm / 0,5°		
19mm	<1mm / 2°	1,5mm / 1°	2mm / 0,5°	
25mm		1,5mm / 2°	2mm / 1°	2,5mm / 0,5°
38mm			2mm / 2°	2,5mm / 1°
51mm				2,5mm / 2°

Tabla 20. Ángulos de inclinación recomendados para el diseño de piezas que requieren desmoldeo.

La profundidad del grabado es de 3 mm y el grosor mínimo es de 1 mm, por lo que con 0.5 grados debería ser suficiente para que el acabado superficial no se estropee.

En cuanto al tamaño del grabado, está delimitado por un área de 35x40 mm², tal y como se ve en la ilustración 19. Si ésta fuera más pequeño, no se podría leer con facilidad, y si fuera más grande desmejoraría el estilo de la botella.

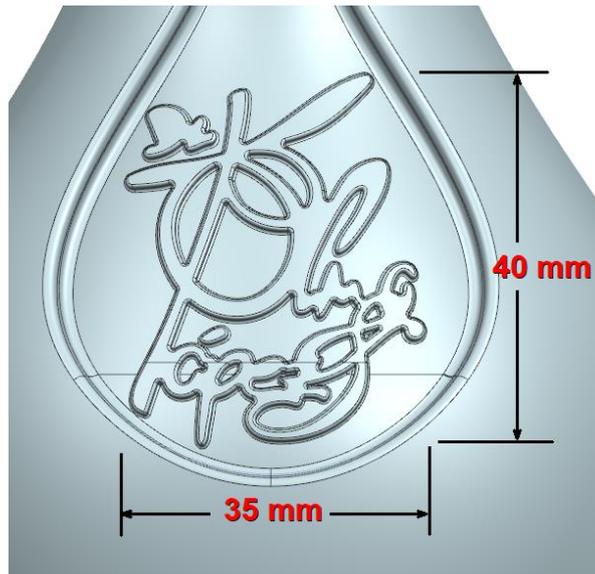


Ilustración 19. Dimensiones del logotipo en la botella.

El dibujo de la marca ha tenido que ser modificado para mejorar su legibilidad y fabricabilidad, ver ilustración 20. El principal problema del diseño original es que algunas partes del dibujo eran muy delgadas, de modo que no se llegarían a apreciar en el molde y desaparecerían fácilmente con el paso del tiempo debido al rozamiento. Lo que se ha hecho ha sido aumentar el grosor de las líneas con un espesor mínimo de 1 mm y así también facilitar los mecanizados.



Ilustración 20. Comparación dibujo original (izquierda) y el dibujo modificado para el relieve (derecha).

7.2 Análisis de desmoldeo

Finalmente para comprobar que el diseño es correcto, se ha hecho un análisis de desmoldeo para comprobar que los ángulos son superiores a 0 grados a lo largo de toda la superficie. Se ha dividido el estudio en 3 partes, cada uno por cada partición definida en el molde y su vector correspondiente.

En las ilustraciones 21 y 22 se muestra el análisis de desmoldeo que afecta a la partición 1 del molde. Las unidades de las escalas están en grados y mediante colores se representa el ángulo de desmoldeo entre las caras del recipiente y los vectores marcados en la ilustración 18. Para la región del logo se ha realizado otro estudio más detallado y un mayor espectro de valores. En ambos casos los grados de desmoldeo son positivos y por tanto la extracción de la pieza sería favorable.

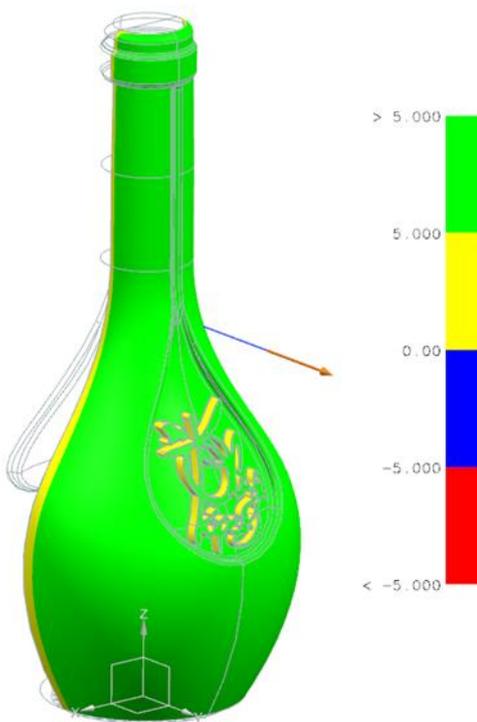


Ilustración 21. Análisis de desmoldeo en partición 1.

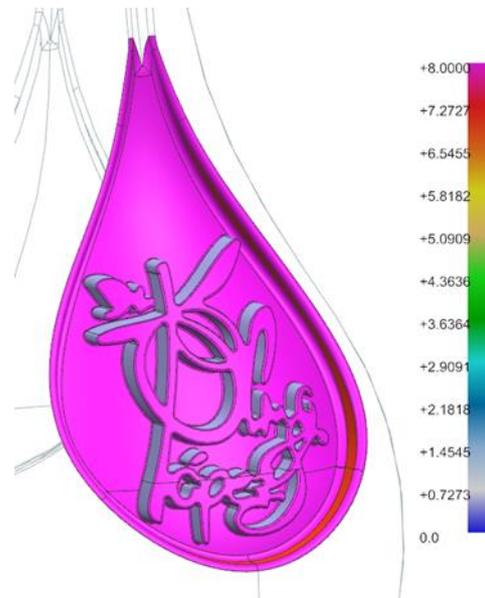


Ilustración 22. Análisis de desmoldeo en la zona del grabado.

La ilustración 23 corresponde al análisis de desmoldeo realizado sobre la partición 2 del molde final, donde el vector de apertura tiene la misma dirección, pero sentido contrario. Tal y como se puede observar, los ángulos también son positivos, lo cual es lógico ya que la geometría es casi simétrica.

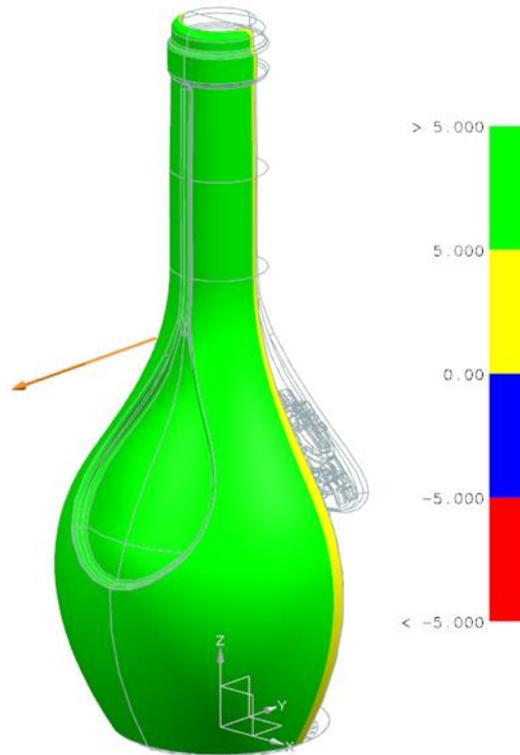


Ilustración 23. Análisis de desmoldeo en partición 2.

La ilustración 24 corresponde al análisis de desmoldeo realizado en el fondo de la botella, el cual se corresponde con la zona de la partición 3. La particularidad de esta partición es que la dirección de desmoldeo es perpendicular a los 2 casos de estudio anteriores. En este caso los ángulos también son positivos, pudiéndose realizar la extracción correctamente.

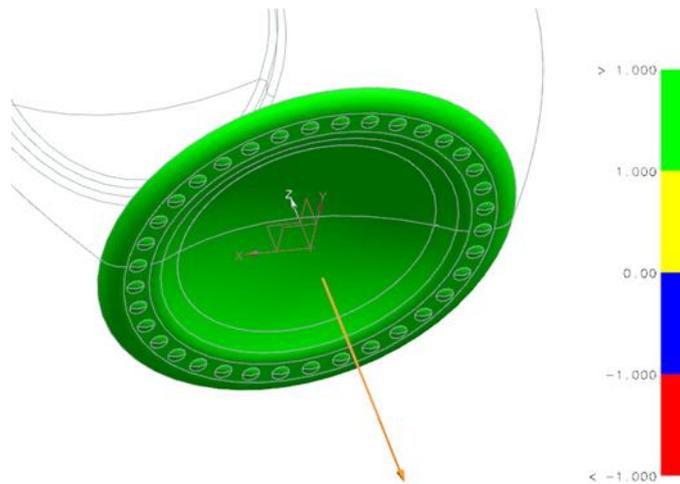


Ilustración 24. Análisis de desmoldeo en la partición 3.

Con los resultados obtenidos durante este estudio se puede concluir que la geometría de recipiente es factible y completamente compatible con el proceso de fabricación de soplado-soplado de vidrio hueco.

7.3 Estudio de materiales

Tal y como se ha mencionado en puntos anteriores de este Trabajo Fin de Máster, el material escogido para la fabricación del envase es el vidrio. Los motivos por los que se ha seleccionado este material son:

- El vidrio es un material inerte y que no permite la migración de compuestos que puedan resultar contaminantes para los alimentos, de modo que las propiedades organolépticas del aceite no se verían alteradas por el envase en ningún momento.
- Es un material transparente y por tanto permite ver el contenido del recipiente en todo momento. Sin embargo, se pueden añadir sales metálicas para dar color al envase y aumentar su opacidad. En el caso del aceite, cuando se trata de un producto de alta calidad, los envases suelen ser oscuros y con un alto grado de opacidad con el objetivo de proteger el aceite de la radiación solar ya que ésta lo degrada.
- Material apto para el contacto con alimentos. Más adelante se especificará parte de la normativa asociada a este tipo de envases.
- El vidrio es un material reciclable de forma íntegra y que puede reaprovecharse un número casi infinito de veces. De este modo, es posible añadir vidrio reciclado en el proceso de fabricación con el objetivo de abaratar los costes del envase y además, la temperatura de fusión del vidrio es inferior a la que necesitarían las materias primas como la arena o la caliza. Por tanto, también se consigue un ahorro energético en el proceso de fusión, lo que se traduce en un ahorro de costes a nivel de proceso. Al reciclar vidrio estamos evitando la degradación del suelo, obteniendo un producto ecológico y respetuoso con el medio ambiente.
- Material compatible con procesos de producción de envases a nivel industrial.
- Psicológicamente, los envases de vidrio suelen ir asociados a productos de mayor calidad. La almazara MiOleo extrae AOVE en frío y a principios de cosecha cuando la aceituna está en un punto de maduración óptimo para extraer aceite de la mejor calidad. Arriesgarse a utilizar otro tipo de materiales como plástico o lata podría influir de forma negativa en la impresión inicial de los consumidores, asociándolo a productos de menor categoría.

El objeto de este trabajo está dirigido al envasado de aceite y por tanto se encuentra en contacto con un producto alimentario. El material seleccionado ha de cumplir de forma obligatoria con el reglamento establecido en el estado español. Se ha realizado una búsqueda sobre la normativa relacionada con envases de vidrio en contacto con alimentos.

La aplicación del vidrio en el sector de la alimentación no tiene un control tan exhaustivo como otros materiales y el reglamento establecido es escaso.

A nivel nacional, en el reglamento acogido dentro del Boletín Oficial del Estado (BOE), está el Real Decreto 397/1990, de 16 de marzo, por el que se aprueban las condiciones generales de los materiales, para uso alimentario, distintos de los poliméricos [1]. A continuación se cita el artículo nº3 que dice:

“Se autoriza para uso en contacto con los alimentos y productos alimentarios, los materiales incluidos en la siguiente lista positiva:”

“3.2 Vidrio, cerámica, mármol y cemento:”

“a) Vidrios: Vidrio, vitrocristalinos, cristal y otros vidrios al plomo.”

Sin embargo, este decreto no aporta ninguna información específica sobre las limitaciones establecidas en los compuestos que pueden estar presentes para la aplicación de vidrio en el sector de la alimentación.

De igual modo, en el Reglamento nº 1935/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de octubre de 2004, sobre los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos [8], en el anexo I se cita y especifica los 17 grupos de materiales para los que pueden establecerse medidas específicas. Sin embargo, no se indica nada más acerca sobre las medidas específicas de cada grupo.

Por esta razón, es necesario profundizar más, y analizar la legislación específica que se ha desarrollado. A día de hoy, a nivel de la UE sólo se ha desarrollado una legislación específica para los grupos: materiales y objetos activos e inteligentes, cerámica, plásticos y celulosa regenerada.

Pese a que el vidrio en realidad es un material cerámico amorfo, pertenece al grupo nº6 citado en el anexo I del Reglamento 1935/2004, y constituye un grupo de materiales distinto de las cerámicas, que es el grupo nº3, de manera que la normativa dirigida al grupo de cerámicas no es aplicable a los envases de vidrio.

Las únicas restricciones halladas para el uso de este grupo de materiales se han encontrado en la Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases [10]. En el artículo 11 de la mencionada Directiva se especifica que:

“La suma de los niveles de concentración de plomo, cadmio, mercurio y cromo hexavalente presente en los envases o sus componentes no sea superior a 100 puntos

por millonésima (ppm) en peso transcurridos cinco años después de la aprobación de dicha Directiva.”

Los niveles de concentración contemplados no se aplicarán a los envases totalmente fabricados de vidrio transparente con óxido de plomo tal como se define en la Directiva 69/493/CEE.

Más adelante, se instauró la Decisión nº 171/2001, de 19 de febrero de 2001, por la que se establecen las condiciones para la no aplicación a los envases de vidrio de los niveles de concentración de metales pesados establecidos en la Directiva 94/62/CE relativa a envases y residuos de envases [9]. Dicha Decisión fue implantada para beneficio del sector del vidrio con el objetivo de incentivar su reciclado para la fabricación de nuevos envases. En el artículo 3 de dicha Decisión se cita:

“Los envases de vidrio podrán superar el límite de 100 ppm en peso establecido en el artículo 100 de la Directiva 94/62/CE, siempre que cumplan todas las condiciones establecidas en los artículos 4 y 5 de la presente Decisión.”

El artículo 4 de la misma decisión indica que:

“Queda prohibida la introducción intencionada de plomo, cadmio, mercurio o cromo hexavalente durante el proceso de fabricación.”

“El material del envasado sólo podrá superar los límites de concentración debido a la adición de materiales reciclados.”

En el artículo 5 lo que se explica es que en caso de superar los 200 ppm, el fabricante o su representante autorizado deberá presentar un informe a las autoridades competentes.

Se puede concluir que:

- Prácticamente cualquier tipo de vidrio es apto para el contacto con alimento siempre y cuando los niveles de concentración de plomo, cadmio, mercurio y cromo hexavalente sean inferior a los 100 ppm en peso.
- El nivel de concentración de metales pesados se ve ampliado a más de 100 ppm siempre y cuando se incluya material reciclado en el proceso. En caso de que el valor sea superior a 200 ppm, deberán presentar los informes necesarios a las autoridades competentes.

Son pocas las restricciones que hay relativas a la utilización de vidrio en envases para entrar en contacto con alimentos y por tanto se dispone de mucha flexibilidad para la selección del vidrio adecuado y la posibilidad de mezclarlo con vidrio reciclado para reducir el coste del envase, llegando incluso a ser posible realizarlo exclusivamente de reciclado si se respetan los niveles establecidos en concentración de materiales pesados.

De forma general, las principales materias primas que se utilizan para la fabricación de envases de vidrio son arena de sílice, carbonato de sodio, caliza o vidrio reciclado que

se reaprovecha de cascos de botellas antiguos, entre otras sustancias. Éstas se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- Vitrificantes: Estas sustancias son el principal componente y son responsables de la creación de la red vítrea.
- Fundentes: Componentes que favorecen la formación del vidrio, rebajando su temperatura de fusión y facilitando su elaboración.
- Estabilizantes: Elementos que ayudan a reducir la tendencia a la desvitrificación y por tanto asegurar la transparencia del envase.
- Componentes secundarios: En este apartado estarían encuadrados los afinantes, colorantes, decolorantes, etc.

Dentro de la familia de los vidrios, éstos se clasifican en función de la proporción de sílice y otros elementos [13]. A continuación se puede ver una tabla con los vidrios más comercializados:

<i>Elementos</i>	<i>Sódico -cálcico</i>	<i>Plomo</i>	<i>Borosilicato</i>	<i>Sílice</i>
Sílice	70-75	53-68	73-82	96
Sodio	12-18	5-10	3-10	
Potasio	0-1	1-10	0.4-1	
Calcio	5-14	0-6	0-1	
Plomo		15-40	0-10	
Boro			5-20	3-4
Aluminio	0.5-3	0-2	2-3	
Magnesio	0-4			

Tabla 21. Composición general de los vidrios más comercializados.

En el sector del envase suele utilizarse vidrios sódico-cálcicos ya que es el que se funde con mayor facilidad y el más barato. Como resultado se obtiene un envase transparente al que además se le pueden añadir otro tipo de sales metálicas con el fin de darle color al recipiente.

Para el objeto de este proyecto, en inicio se ha optado por una botella de vidrio transparente. El objetivo es que los consumidores puedan ver el aceite a través de la hendidura con forma de lágrima, mientras que el resto del envase quede opaco mediante su pintado con el etiquetado y así protegerlo en la mayor medida posible, reduciendo la superficie de exposición a la radiación solar. Sin embargo, también es una opción válida un envase un color opaco para proteger completamente el contenido. Esta decisión dependería del coste y complejidad del etiquetado y/o serigrafiado del recipiente.

En proceso de búsqueda de material, se ha utilizado el software CES Edupack. Este programa orientado a la enseñanza académica y consta de una serie de bases de datos con información relativa a los materiales más utilizados en la industria, así como los procesos que van asociados a la transformación de dichos materiales.

Para este proyecto se ha consultado toda la información dentro del apartado de vidrio corriente (de cal y sosa). En la tabla 22 se muestran las propiedades principales de este material, resaltando los datos de mayor interés para la realización de este trabajo.

Propiedades generales

Densidad	2.44e3	-	2.49e3	kg/m ³
Precio	* 1.12	-	1.32	EUR/kg
Fecha de primer uso ("-" significa AC)	-3500			

Propiedades mecánicas

Modulo de Young	68	-	72	GPa
Modulo a cortante	28	-	29.5	GPa
Módulo en volumen	39.8	-	41.9	GPa
Coefficiente de Poisson	0.21	-	0.22	
Límite elástico	* 30	-	35	MPa
Resistencia a tracción	31	-	35	MPa
Resistencia a compresión	* 360	-	420	MPa
Elongación	0			% strain
Dureza-Vickers	439	-	484	HV
Resistencia a fatiga para 10 ⁷ ciclos	* 29.4	-	32.5	MPa
Tenacidad a fractura	* 0.55	-	0.7	MPa.m ^{0.5}
Coefficiente de pérdida mecánica (tan delta)	7.5e-4	-	8.8e-4	

Propiedades térmicas

Temperatura de vitificación	442	-	592	°C
Máxima temperatura en servicio	170	-	400	°C
Mínima temperatura en servicio	-273			°C
¿Conductor térmico o aislante?	Mal aislante			
Conductividad térmica	* 0.7	-	1.3	W/m.°C
Calor específico	* 850	-	950	J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	9.1	-	9.5	µstrain/°C

Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante?	Buen aislante			
Resistividad eléctrica	7.94e17	-	7.94e18	µohm.cm
Constante dieléctrica (permisividad relativa)	7	-	7.6	
Factor de disipación (tangente de pérdida dieléctrica)	0.007	-	0.01	
Rigidez dieléctrica (colapso dieléctrico)	* 12	-	14	1000000 V/m

Propiedades ópticas

Transparencia	Calidad óptica			
Indice de refracción	1.5	-	1.52	

Procesabilidad

Colabilidad	3	-	4	
Moldeabilidad	5			
Soldabilidad	3	-	4	

Ecopropiedades

Contenido en energía, producción primaria	* 10.1	-	11.1	MJ/kg
Huella de CO ₂ , producción primaria	* 0.72	-	0.796	kg/kg
Reciclaje	✓			

Tabla 22. Tabla de propiedades de los vidrios sódico-cálcicos.

Entre las propiedades destacadas en la tabla anterior se halla el coeficiente de expansión térmica. Este valor es de vital importancia en la fase de diseño del molde. Como todos los materiales, el vidrio se dilata y se contrae en función de la temperatura a la que se encuentra. En el proceso de soplado, el material se encontrará a más de 1000°C, por encima de la temperatura de fusión, momento en el que tomará la forma del envase y según se vaya enfriando el material contraerá hasta llegar a temperatura ambiente con las dimensiones finales. Por tanto, es necesario establecer un coeficiente de contracción que se utilizará para escalar el tamaño del envase dentro del molde. De este modo, una vez enfriado el vidrio, las dimensiones serán las correctas.

El coeficiente de expansión térmica se trata de un constante de proporcionalidad que incida la relación existente entre el incremento en longitud, superficie o volumen de un material en función del incremento de la temperatura. En este caso, lo que interesa es saber la dilatación/contracción del volumen total que representa el envase, cuya relación viene definida por la ecuación que se muestra a continuación [11]:

$$\alpha_v = \frac{1}{V_f} * \frac{\Delta V}{\Delta T}$$

Donde α_v es el coeficiente de expansión térmica ($\mu\text{strain}/^\circ\text{C}$), V_f es el volumen final, ΔV es el incremento del volumen y ΔT el incremento de temperatura.

Analizando la ecuación anterior, $\Delta V/V_f$ representa el porcentaje que ha dilatado el material con respecto a su tamaño inicial. Por ejemplo, si tenemos una probeta cuyo volumen inicial es de 1 cm³ y tras calentarlo la nueva medida corresponde a 1,1 cm³, el material habrá dilatado 0.1 cm³. Al dividirlo entre el volumen inicial (1 cm³), se puede deducir que el incremento corresponde a una décima parte del total, o lo que es lo mismo, el aumento del volumen es de un 10%.

Al suponer que se trata de un comportamiento lineal, al dividir el resultado de $\Delta V/V_f$ entre ΔT , que es la diferencia de grados que hay entre el estado inicial y final, se obtiene el incremento proporcional resultante por cada grado aumentado.

En conclusión, para avanzar con el diseño del utillaje asociado al recipiente, es necesario saber en forma de porcentaje la contracción que va a sufrir el envase durante su enfriamiento. Readaptando la ecuación anterior obtenemos que:

$$\frac{\Delta V}{V_f} = \alpha_v * \Delta T$$

CES Edupack establece que el valor de α comprende entre 9,1 – 9,5 $\mu\text{strain}/^\circ\text{C}$. Sin embargo, comprobando con otras fuentes de información se ha visto que dicho coeficiente corresponde a la expansión térmica lineal en 1 sola dirección del espacio. Al hablar de volúmenes es necesario obtener el coeficiente de expansión térmica volumétrica o cúbica del material [11]. La relación aproximada entre el coeficiente de dilatación lineal α_l y el coeficiente de dilatación volumétrico α_v es:

$$\alpha_v = 3 \cdot \alpha_l$$

Tras buscar más información, el valor que se ha fijado es de 25.5 $\mu\text{strain}/^\circ\text{C}$ [16], o lo que es lo mismo $25.5 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, valor similar al que se hubiera obtenido si se hubiera aplicado la relación anterior.

Se va a suponer que el vidrio se introduce en el proceso a una temperatura de 1200 $^\circ\text{C}$, donde la ΔT será de 1177 $^\circ\text{C}$. Sustituyendo estos valores en la formula anterior obtenemos que:

$$\frac{\Delta V}{V_f} = 25.5 * 10^{-6} * 1177 = 0.0300135$$

Este valor indica que, al disminuir 1177 $^\circ\text{C}$ la temperatura del vidrio seleccionado, la diferencia entre la medida final e inicial va a ser una 0.03 parte del volumen final. Dicho de otro modo, la contracción estimada que sufrirá el material será de un 3 %.

Posterior a este estudio, una fábrica de envases de vidrio respondió a un email que fue enviado pidiendo información sobre el proceso de producción, con la idea de que pudieran facilitar datos reales sobre las condiciones a las que se ve sometidos los moldes de soplado. Entre otros datos, la empresa confirmo que la temperatura a la que se encuentra la gota de vidrio al comienzo del proceso es aproximadamente de 1150 $^\circ\text{C}$ (es un dato aproximado ya que la temperatura no es homogénea en su superficie y su interior) y que la contracción con la que ellos suelen trabajar es de un 3%. Por tanto, quedo demostrado que el estudio estaba bien realizado.

Hay que recordar que el vidrio es soplado inicialmente en un premolde antes de pasar al molde final. Durante este proceso la temperatura del material disminuye y el material se contrae. Según la información facilitada por el fabricante, cuando se extrae la preforma esta se encuentra a 700 $^\circ\text{C}$ por la superficie exterior y a 900 $^\circ\text{C}$ en el interior. Para calcular la contracción específica del segundo molde, es necesario volver a calcularla teniendo en cuenta este nuevo rango de temperaturas. Se ha tomado un valor medio y se ha supuesto que la temperatura media inicial del proceso es de 800 $^\circ\text{C}$, de modo que:

$$\frac{\Delta V}{V_f} = 25.5 * 10^{-6} * 777 = 0.0198135$$

La contracción que se va a aplicar para el diseño del molde de acabado será de un 2%.

En el caso de los moldes, con el objetivo de conseguir información sobre las condiciones de trabajo a las que se ven sometidos durante la fabricación de botellas, se contactó con varias empresas, tanto fabricantes de envases como matricerías especializadas en el sector del vidrio.

La principal carga que debe soportar este tipo de herramientas son las elevadas temperaturas que se alcanzan en su interior ya que para soplar el vidrio es necesario calentarlos a temperaturas superiores a los 1000 °C. Una de compañías facilitó valores reales sobre las temperaturas de trabajo de este tipo de utillaje, los cuales se muestran en la siguiente tabla.

Molde preliminar		Molde final	
Tª del vidrio al entrar en el molde	1150 °C	Tª del vidrio al entrar en el molde	700 °C (exterior) / 900 °C (Interior)
Tª de trabajo en la superficie de contacto vidrio-molde	400-450 °C	Tª de trabajo en la superficie de contacto vidrio-molde	480-500 °C

Tabla 23. Temperaturas de trabajo de las matrices durante el proceso de soplado.

Por tanto, el metal escogido debe ser lo suficientemente resistente como para soportar hasta 500 °C sin comprometer el correcto funcionamiento de la herramienta.

Además, indicaron otros aspectos a tener en cuenta como la fuerza de cierre aplicada a las matrices, cuyo valor ronda los 1500 kg, repartidos entre el número de moldes que se hagan en cada sección de la línea.

Los metales más utilizados para la fabricación de moldes de soplado son:

- **Fundición de hierro:** Son aleaciones de hierro con una proporción de carbono aproximadamente del 2 al 5%. En cuanto a sus propiedades físicas, este grupo de materiales se caracterizan por ser frágiles, de una dureza relativamente elevada, resistentes al choque térmico, la corrosión y al desgaste. Además, el coste de las fundiciones suele ser por lo general más bajo y también más fáciles de maquinar que los aceros. Los tipos de funciones más utilizados en el sector son:
 - **Fundición de hierro laminar:** Es un material fácil de trabajar y permite una rápida eliminación térmica por lo que se utiliza principalmente en la fabricación de producciones de vidrio de alta velocidad.
 - **Fundición de hierro nodular:** Su estructura gráfica esferoidal hace que las superficies de contacto del envase de vidrio resultante sean especialmente compactas y brillantes. Principalmente se aplica para el sector cosmético, farmacéutico y la producción de vidrio de alta calidad.
 - **Fundición de hierro vermicular:** Esta variante ofrece una excelente resistencia a las tensiones mecánicas y térmicas y, al mismo tiempo, es muy compacto en el cristal de contacto. Especialmente adecuado para producciones especiales.

- Fundición de bronce al aluminio: Ofrecen prestaciones térmicas superiores, pero son más caros.

Debido a las características del molde y del nivel de producción, un molde de fundición laminar se adecua perfectamente a las necesidades especificadas, además de que su coste en material va a ser muy inferior al de uno hecho con aleación de bronce-berilio. Para la selección del material se ha utilizado el software CES EduPack.

Debido a que las condiciones de trabajo son diferentes en el molde preliminar y en el molde de acabado, el material escogido para cada una de las aplicaciones también es distinto. Durante el soplado del parisón (tubo inicial de vidrio soplado), la temperatura de trabajo en la superficie del molde es inferior que en el de acabado, lo que permite la selección de fundiciones con menores prestaciones, más fáciles de mecanizar y a menor coste. El metal escogido es una función de hierro austenítica, EN GJLA XNiMn 13 7, con una estructura de grafito laminar y aleado con una elevada presencia de níquel (12 – 14 %), lo que le da mayor resistencia térmica y al desgaste. En la tabla 24 se muestran las propiedades de dicho material.

Cast iron, austenitic (flake), EN GJLA XNiMn 13 7			
Layout: All attributes		Show/Hide	
General Properties			
Density	7.25e3	- 7.35e3	kg/m ³
Price	* 2.38	- 2.62	EUR/kg
Mechanical properties			
Young's modulus	70	- 90	GPa
Flexural modulus	* 70	- 90	GPa
Shear modulus	27	- 36	GPa
Bulk modulus	50	- 69	GPa
Poisson's ratio	0.27	- 0.28	
Shape factor	24		
Yield strength (elastic limit)	* 90	- 145	MPa
Tensile strength	140	- 220	MPa
Compressive strength	* 180	- 290	MPa
Flexural strength (modulus of rupture)	* 100	- 170	MPa
Elongation	0.5	- 1	% strain
Hardness - Vickers	125	- 160	HV
Fatigue strength at 10 ⁷ cycles	* 55	- 100	MPa
Fatigue strength model (stress range)	* 35.3	- 73.8	MPa
<small>Parameters: Stress Ratio = 0, Number of Cycles = 1e7</small>			
Fracture toughness	* 21	- 36	MPa.m ^{0.5}
Mechanical loss coefficient (tan delta)	0.01	- 0.013	
Thermal properties			
Melting point	1.13e3	- 1.38e3	°C
Maximum service temperature	450	- 500	°C
Minimum service temperature	-80	- -55	°C
Thermal conductivity	* 38	- 42	W/m.°C
Specific heat capacity	* 460	- 490	J/kg.°C
Thermal expansion coefficient	18	- 18.5	µstrain/°C
Latent heat of fusion	* 265	- 280	kJ/kg

Tabla 24. Tabla de propiedades mecánicas y térmicas para la función EN GJLA XNiMn 13 7.

Para el caso del molde de acabado, también se ha escogido una función de hierro austenítica, pero con una mayor concentración de níquel (13,5 – 17,5 %), EN GJLA XNiCuCr 15 6 2, para aumentar las prestaciones térmicas del molde. En la tabla 25 se muestra las características del material seleccionado.

Cast iron, austenitic (flake), EN GJLA XNiCuCr15 6 2			
Layout: All attributes		Show/Hide	
General Properties			
Density	7.25e3	- 7.35e3	kg/m ³
Price	* 3.11	- 3.42	EUR/kg
Mechanical properties			
Young's modulus	85	- 105	GPa
Flexural modulus	* 85	- 105	GPa
Shear modulus	33	- 42	GPa
Bulk modulus	61	- 80	GPa
Poisson's ratio	0.27	- 0.28	
Shape factor	24		
Yield strength (elastic limit)	* 110	- 140	MPa
Tensile strength	170	- 210	MPa
Compressive strength	* 220	- 280	MPa
Flexural strength (modulus of rupture)	* 125	- 165	MPa
Elongation	1.5	- 2.5	% strain
Hardness - Vickers	145	- 210	HV
Fatigue strength at 10 ⁷ cycles	* 65	- 95	MPa
Fatigue strength model (stress range)	* 45.1	- 67.4	MPa
Parameters : Stress Ratio = 0, Number of Cycles = 1e7			
Fracture toughness	* 23	- 31	MPa.m ^{0.5}
Mechanical loss coefficient (tan delta)	0.005	- 0.007	
Thermal properties			
Melting point	1.13e3	- 1.38e3	°C
Maximum service temperature	650	- 700	°C
Minimum service temperature	-40	- -15	°C
Thermal conductivity	* 38	- 42	W/m.°C
Specific heat capacity	* 460	- 490	J/kg.°C
Thermal expansion coefficient	* 18.4	- 19	µstrain/°C
Latent heat of fusion	* 265	- 280	kJ/kg

Tabla 25. Tabla de propiedades mecánicas y térmicas para la función EN GJLA XNiCuCr 15 6 2.

Como se puede ver en el apartado de propiedades térmicas de la tabla 25, este tipo de fundiciones puede trabajar en un rango de temperaturas muy superior a los 500 °C, por lo que no debería haber problemas en el proceso de soplado final.

En ambos casos la maquinaria en la que utilizan este tipo de molde ejerce muy poca presión a la hora de cerrar el molde, a diferencia de los moldes de inyección de plástico, y los esfuerzos a los que se ven sometidos están muy por debajo de su límite, por lo que los metales escogidos serían capaces de soportar los esfuerzos aplicados sin ningún problema.

8 Fabricación

8.1 Proceso de soplado-soplado de vidrio hueco.

Actualmente hay dos métodos primarios de fabricar recipientes de vidrio: el método de soplado-soplado utilizado solo para envases de cuello estrecho, y el método de compresión-soplado utilizado para tarros y recipientes de forma cónica. En este caso para la producción de la botella de aceite será aplicable el proceso de soplado-soplado.

En la figura 25 se muestra un esquema general del proceso de fabricación de botellas de vidrio, proceso que parte con la mezcla de las materias primas y su introducción en un horno para su fundición. Posteriormente el vidrio fundido pasa a la fase de soplada donde adquiere la forma final, un recocido para reducir las tensiones internas y por último un control de calidad para determinar si se puede comercializar el lote de envases.

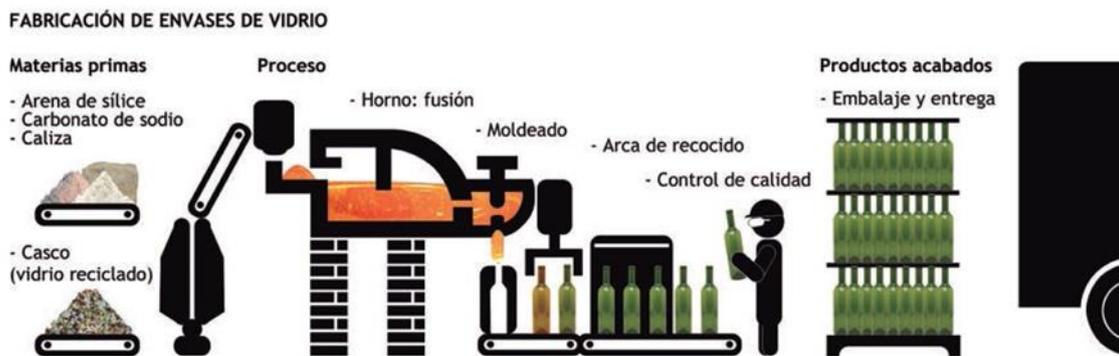


Ilustración 25. Esquema general del proceso de fabricación de envases de vidrio.

El proceso de fabricación de los envases de vidrio comienza con la mezcla de las cantidades precisas de materias primas dentro de un horno donde se calienta el material hasta que alcanza su temperatura de fusión. Tras aproximadamente 1 día a una temperatura entre los 1000 y los 1500 °C, dependiendo del tipo de material, el vidrio está completamente fundido y listo para pasar a la siguiente fase del proceso.



Ilustración 26. Vidrio fundido dentro de horno de fusión.

A una temperatura entre los 1000 y los 1.200 °C, el vidrio fundido pasa de la cámara del horno a los canales de alimentación que transportan el material a las máquinas formadoras. Los canales están contruidos con bloques de material refractario tanto en la parte en contacto con el vidrio como en la superestructura.

Se realiza un calentamiento mediante quemadores dispuestos en los dos lados de la superestructura de los canales. Desde éstos, el material pasa a cubetas con uno o más orificios, debajo de las cuales un mecanismo de tijera/cizalla corta globos cilíndricos de vidrio denominados gotas, con el peso y la temperatura deseados para la elaboración del posterior envase. Cada gota cae por gravedad a su molde correspondiente donde se sucede el soplado del recipiente.

En el proceso de soplado hay 2 etapas principales. Inicialmente la gota cae sobre un primer molde preliminar e invertido, denominado premolde. Esto se puede observar en el paso 1 de la ilustración 27, donde se muestra un esquema general de este grupo de moldes, así como la secuencia de trabajo durante el soplado en esta primera etapa. El material es soplado a través de una válvula superior, forzándolo a bajar hacia al anillo del cuello y el punzón de la parte inferior. Éste queda aprisionado y perfectamente hermético con el molde dándole forma a los detalles de la boca del recipiente (paso 2). Posteriormente se coloca una tapadera, llamada tampón, que cierra la cavidad del molde por la parte superior y se retira el punzón inferior para realizar lo que se denomina como contrasoplado, que consiste en introducir una pequeña cantidad de aire para presionar el material contra el negativo del molde y obtener como resultado un recipiente parcialmente formado denominado preforma o parisón (paso 3).

Una vez transcurrido el tiempo suficiente, se interrumpe el contrasoplado, el tampón se retira y el molde preliminar se abre, dejando el parisón (aún boca abajo) sostenido por el anillo del cuello.

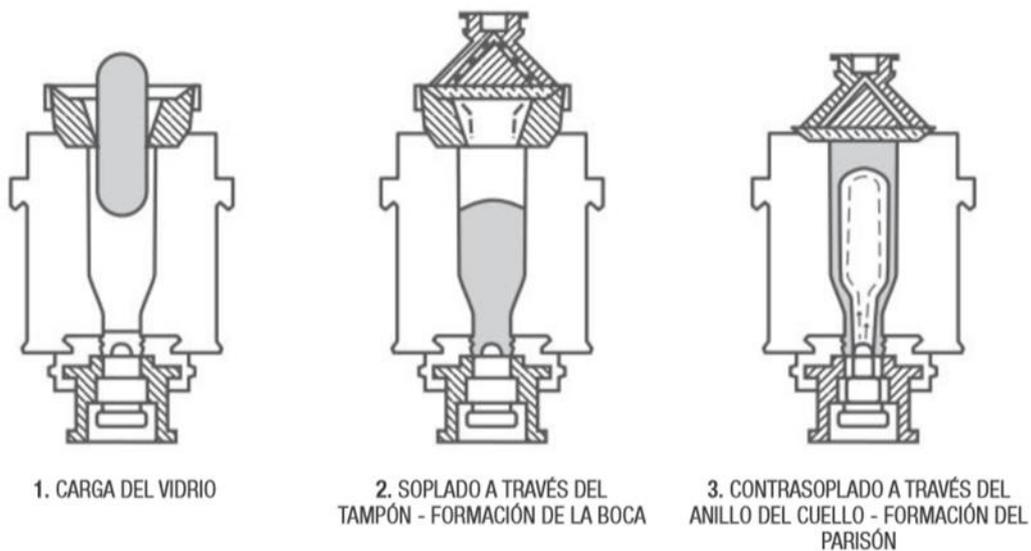
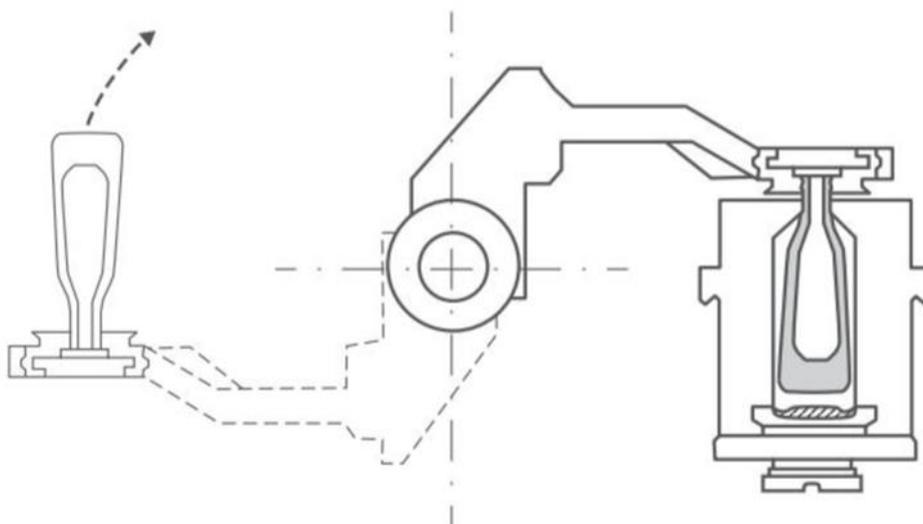


Ilustración 27. Secuencia de trabajo en el soplado de la preforma.

A continuación, en la segunda etapa del proceso, el parisón queda retenido por la boca mediante el anillo del cuello, unido a su vez a un brazo denominado “invert”, paso 4 representado en la ilustración 28, que es invertido mediante una rotación de 180 grados y transporta la preforma al molde de acabado. Durante esta operación el parisón se deforma levemente, gracias a la capa superficial del vidrio ligeramente endurecida como consecuencia del contacto con el molde preliminar. Esta capa endurecida podría obstaculizar el soplado final dentro del molde de acabado si durante el tiempo de inversión el vidrio no adquiriese nuevamente la viscosidad adecuada mediante el calor transmitido por la masa interna.



4. TRANSFERENCIA DESDE EL MOLDE DE PREPARACIÓN AL MOLDE DE ACABADO

Ilustración 28. Transferencia desde el molde de preparación al molde de acabado.

En la segunda etapa, representada en la ilustración 29, una vez alcanzado el lado de acabado, el anillo del cuello (dividido en dos partes) se abre, liberando el parísón en el momento en el que las dos mitades del molde final se cierran alrededor del cuello del envase debajo de la boca (paso 5).

En esta estación de acabado interviene una cabeza de soplado que, colocándose por encima de la boca del envase, perfectamente ajustada con la parte superior del molde, introduce aire comprimido dentro de la preforma, expandiéndola hasta llenar completamente la cavidad del molde con la forma final del envase (paso 6). En esta fase se elimina una gran cantidad de calor y el envase asume una rigidez que le permite mantener su forma después de abrir el molde. Durante el soplado también se aplica vacío a través del fondo para extraer el aire presente en el interior y mejorar la precisión dimensional del producto.

Se abre el molde y un mecanismo de transferencia bloquea con pinzas el cuello de la botella, la levanta y la coloca en un plato enfriado que tiene la función de realizar una posterior extracción del calor y sostener el envase cuando este es liberado por el transportador para ser empujado sobre la cinta transportadora hacia el horno de recocido (paso 7).

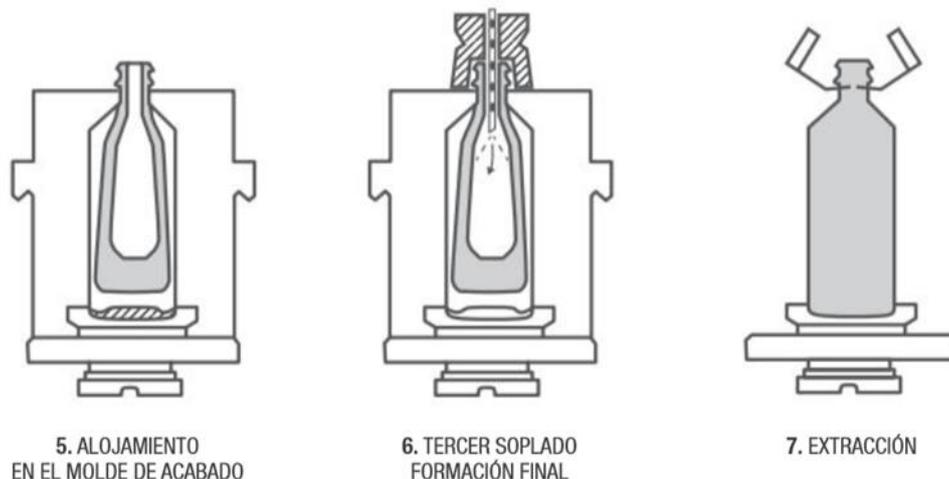


Ilustración 29. Secuencia de trabajo en el soplado del envase final.

Cuando el vidrio se enfría, se solidifica y se contrae. El enfriamiento desigual produce una acumulación de tensiones internas que fragiliza el envase. En este horno se calientan los envases aproximadamente a 580 °C y posteriormente se enfrían gradualmente hasta alcanzar la temperatura ambiente para eliminar dichas tensiones residuales.

Para el diseño del molde de soplado sólo es objeto de interés las 2 etapas de soplado de vidrio y las condiciones bajo las que se realizan, por tanto el trabajo se centrará en esas fases del proceso de fabricación.

Dependiendo de los niveles de producción que se fijen, también existen diferentes configuraciones en función del número de gotas que caen de forma simultánea. Las configuraciones más comunes en la industria son simple gota (caída de una sola gota) y doble gota (caída de 2 gotas), aunque existen sistemas hasta de cuádruple gota por sección, las cuales están enfocadas a mayores niveles de producción.

Cuando se proyecta un artículo, se debe considerar no solo la forma, para responder a los límites impuestos por la apertura del molde, sino también los límites de volumen máximo, siempre para aquellos moldes que varían según el artículo producido, en doble gota o en simple gota, y las características de la máquina formadora.

En la tabla 26 están los valores indicativos de las dimensiones máximas del artículo permitidas para la producción con simple y doble gota, utilizando las máquinas más comunes.

DOBLE GOTTA 4"1/4		DOBLE GOTTA 5"1/2		SIMPLE GOTTA 4"1/4	
A max	88 mm	A max	115 mm	A max	160
F max	85 mm	F max	105 mm	F max	150
H max	309 mm	H max	320 mm	H max	400

Tabla 26. Valores indicativos de las dimensiones máximas de la botella para la producción con simple y doble gota.

Por A max. se entiende el diámetro/ancho máximo del cuerpo de la botella. Por F max. Se entiende el diámetro máximo referido a la base del envase. Por H máx. se entiende la altura máxima permitida desde la base hasta debajo de la boca. Los límites de altura se refieren a la botella excluyendo la altura del anillo del cuello (boca).

A continuación, en la tabla 27, se muestran las dimensiones para el caso de la botella diseñada en este proyecto.

A	94.5 mm
F	56 mm
H	200 mm

Tabla 27. Dimensiones máximas del envase.

En envase es compatible con la configuración de simple gota y doble gota. En el caso de una botella de 500 ml, las configuraciones habituales serán doble o triple gota, pero al tratarse de un producto con un bajo nivel de producción, una configuración en simple gota sería suficiente para satisfacer la demanda de botellas de la empresa.

8.2 Diseño del grupo de moldes.

La serie de moldes usados en el proceso de soplado-soplado de vidrio hueco se puede dividir en 3 partes: de preparación, de acabado y de boca. Este proyecto sólo va a centrarse en los moldes de preparación y acabado.

En la industria del vidrio los moldes son normalmente de 1 sola cavidad. Hay casos multicavidad, pero son excepciones por su complejidad y coste. Para este proyecto no sería el caso ya que el molde estaría destinado a un bajo nivel de producción.

En otros apartados del trabajo ya se han explicado aspectos que influyen de forma directa en las matrices de soplado. En las tablas 28 y 29 se indican datos relevantes para la fabricación del utillaje, tales como materiales, condiciones de trabajo o la contracción aplicada al molde de acabado.

Condiciones de trabajo para el molde preliminar	
Material del utillaje	Fundición aleada EN GJLA XNiMn 13 7
Nº cavidades	1
Configuración de máquina	Simple gota
Tª del vidrio al entrar en el molde	1150 °C
Tª de trabajo en la superficie de contacto vidrio-molde	400-450 °C
Presión de cierre del molde	1500 kg

Tabla 28. Condiciones de trabajo para molde preliminar.

Condiciones de trabajo para el molde final	
Material del utillaje	Fundición aleada EN GJLA XNiCuCr 15 6 2
Nº cavidades	1
Configuración de máquina	Simple gota
Contracción aplicada	2%
Tª del vidrio al entrar en el molde	700 °C (exterior) / 900 °C (Interior)
Tª de trabajo en la superficie de contacto vidrio-molde	480-500 °C
Presión de cierre del molde	1500 kg

Tabla 29. Condiciones de trabajo para molde final.

Cabe mencionar que el estudio de ambos útiles va a desarrollarse sólo en su etapa preliminar. El diseño de un verdadero molde, ya sea soplado o inyección, requeriría del diseño de circuitos de refrigeración, guías, fuga de gases, circuito de vacío, etc. Dichos aspectos no se van a contemplar en este trabajo. Sin embargo, se van a comentar algunas posibles mejoras y mecanismos aplicables al diseño.

En lo que respecta a la calidad del molde preliminar, ésta es inferior a la del molde de acabado por la sencilla razón de que su fin es la producción del parisón, que no deja de ser una forma preliminar que volverá a transformarse en una segunda fase del proceso productivo, por lo que la apariencia de ésta no es tan importante. Además, las condiciones de trabajo térmicas son inferiores y esto permite la utilización de fundiciones menos específicas, y por tanto más económicas en coste, para su construcción.

Durante el primer soplado de la preforma, se obtiene un envase con una geometría simplificada basada en el diseño final, que al introducirlo en el segundo molde y volverse a soplar, se consigue que el espesor de pared del envase final sea lo más homogéneo posible. Sin embargo, la forma de la boca y parte del cuello de la botella se obtiene en el mismo parisón, tal y como se explica en el punto 8.1 Proceso de soplado-soplado de vidrio hueco.

A continuación se muestra la ilustración 30 con el diseño del perfil del parisón y su comparación con el de la botella final. La preforma mide 195 mm de altura y tiene un diámetro máximo de 56 mm, constituyendo un 60% del desarrollo de la forma del modelo final. Tal y como se puede observar, la geometría de la boca y parte del cuello se corresponde con el de la botella acabada.

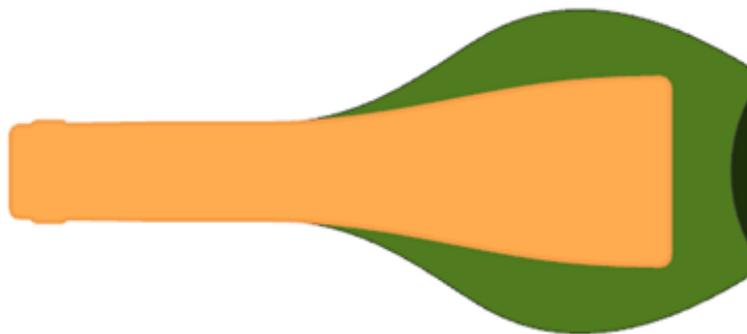


Ilustración 30. Sección de la geometría del parisón (naranja) y el envase final (verde).

Aunque no se va a entrar en detalles en la fabricación del anillo que da forma a la boca del envase, este componente ha sido también diseñado ya que es necesario mecanizar la placa de la cavidad para que encaje con el cierre del molde. El anillo es una pieza cilíndrica y está dividida en dos mitades que se abren y cierran para poder sujetar o soltar la preforma. En su interior esta reproducida el perfil de la boca de la botella.

En cuanto a su fabricación, al tratarse de un perfil de revolución, esta pieza podría fabricarse por torneado.

Hay que tener en cuenta que el anillo también tiene que permitir que se pueda introducir un punzón que hace tope con el anillo para cerrar la geometría de modo que el vidrio fundido adquiriera la forma final. Posteriormente el punzón se retira para permitir el paso de aire a presión por el orificio y empuja el material hacia las paredes del molde para dar forma al resto del parisón. En el siguiente grupo de imágenes, ilustración 31, se muestra como sería el anillo y el acople del punzón dentro de él.

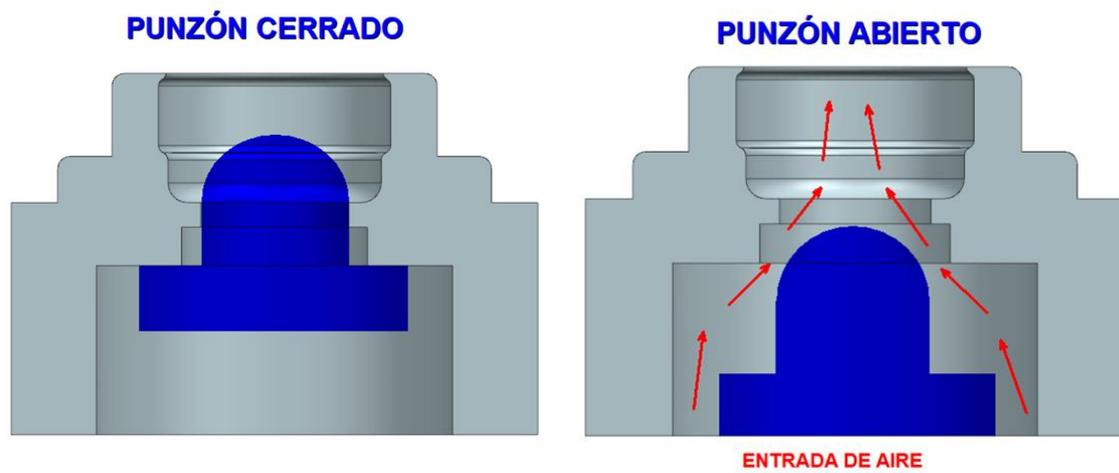


Ilustración 31. Diseño de anillo y posiciones del punzón durante el proceso de soplado.

Para poder dar forma al parisón, se han establecido que las dimensiones totales del molde de preparación (ancho x largo x alto) son de 120 x 120 x 205 mm, de modo que cada cavidad mide 60 mm de ancho. Por tanto, el tamaño del bruto de partida será:

- Bloque para cada cavidad parisón (2 unidades): Prisma rectangular de 64 x 120 x 205 mm.

Hay que tener en cuenta que el soplado del parisón se realiza haciendo uso del molde de preparación y del anillo de la boca, el cual debe quedar ajustado dentro del primero y permitirá posteriormente el transporte del vidrio preformado a la zona de acabado. Además, también tiene que encajar el tampón en la parte superior del molde. A continuación, en la ilustración 32, se muestra de forma simplificada la estructura del molde de preparación planteado.

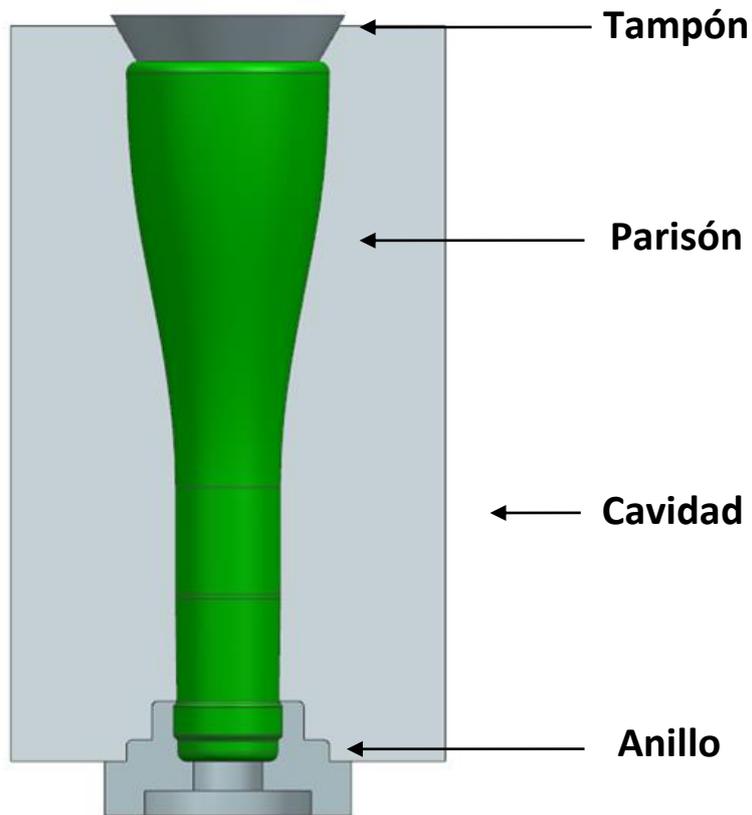


Ilustración 32. Partes del molde para formar el parísón.

El anillo quedará fijo y centrado mientras el molde esté cerrado. En la parte superior, se utiliza un ajuste cónico a 60 grados para que el cierre con el tampón sea más hermético durante el contrasoplado y también sirva para acoplar correctamente el embudo que se utiliza para dirigir la gota dentro del molde al inicio del proceso. El hueco ha de ser lo suficientemente grande para que la gota pueda introducirse en el molde sin problema y es por eso que la base del parísón ha de ser lo suficientemente ancha.

Tanto el molde de la preforma como el final se abren de forma axial. Aunque no se haya diseñado en los archivos CADs, los moldes necesitan de unas guías para que las dos placas queden centradas durante el cierre del molde, ilustración 33. El sistema más frecuente utilizado es la inserción de 4 guías cilíndricas en una de las cavidades, mientras que la otra tendrá una serie de taladros en las que ajustarán al cerrar el molde. Este mismo mecanismo se tiene que aplicar al molde de acabado. En la ilustración 33 se muestra un ejemplo esquemático de cómo quedaría en el caso del molde preliminar.

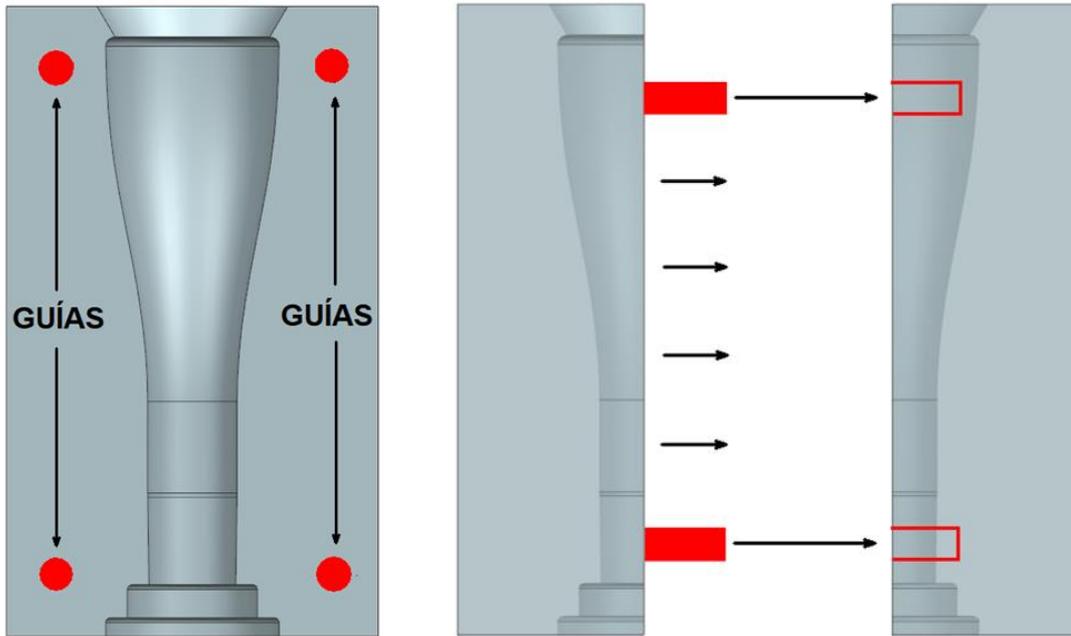


Ilustración 33. Esquema con vistas en alzado y de perfil de la localización de las guías.

Como ya se mencionó en puntos anteriores, el molde de preparación está invertido, lo que quiere decir que el parísón estaría cabeza abajo y sería transportado a la segunda etapa del proceso mediante un giro de 180 grados sujetando la preforma con el anillo. En la ilustración 34 se ve cómo quedaría ésta una vez el molde está abierto y antes de transportarlo al molde de acabado.

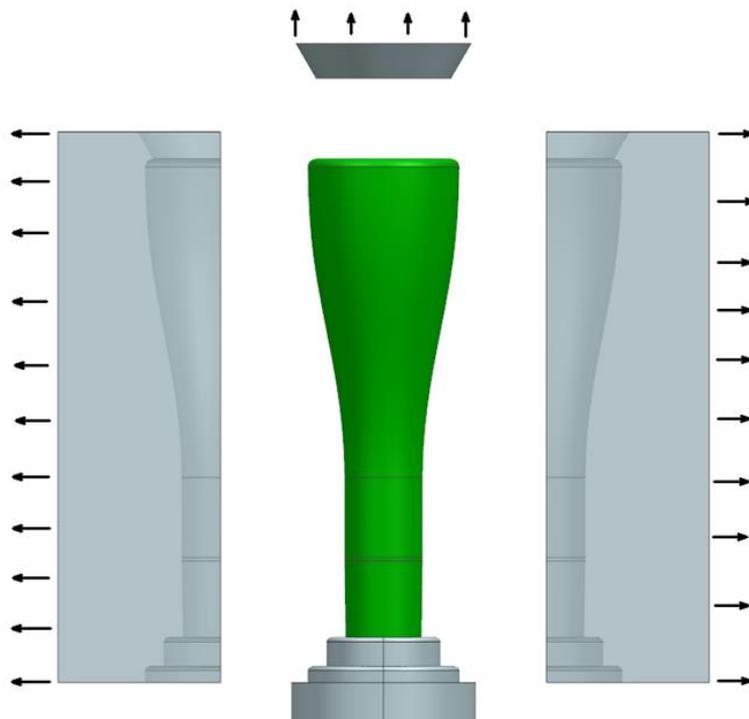


Ilustración 34. Apertura del molde de preparación (direcciones de movimiento marcadas con flechas).

En cuanto al molde de acabado, su tamaño es mayor que el de preparación. Se ha fijado que las dimensiones totales del molde (ancho x largo x alto) sean de 150 x 150 x 215 mm, de modo que cada cavidad mide 75 mm de ancho.

Como ya se ha comentado con anterioridad, el molde de acabado consta de 3 partes, 2 cavidades y un fondo para dar forma a la picadura de la botella, ilustración 35. En cuanto al fondo, se trata de un componente cilíndrico de 80 mm de diámetro y una longitud de 48.6 mm. No obstante, estas medidas, entre otras, pueden comprobarse en el apartado de planos.

Una vez dimensionado el molde, también se han estudiado los mecanizados que serían necesarios para su fabricación, con el fin de realizar una estimación del coste del molde. Como en el caso anterior, lo primero es establecer el tamaño de los brutos de partida sobre los que se van a realizar los mecanizados. Las dimensiones de los brutos de este material establecidas para las cavidades y el fondo son:

- Bloque para cada cavidad (2 unidades): Prisma rectangular de 80 x 150 x 215 mm.
- Bloque para el fondo = Cilindro de \varnothing 80 x 50 mm de longitud.

Como ya se explicó en el apartado de materiales, el metal escogido para su composición es una fundición austenítica aleada con un alto porcentaje de níquel que permite temperaturas de trabajo superiores a los 500 °C.

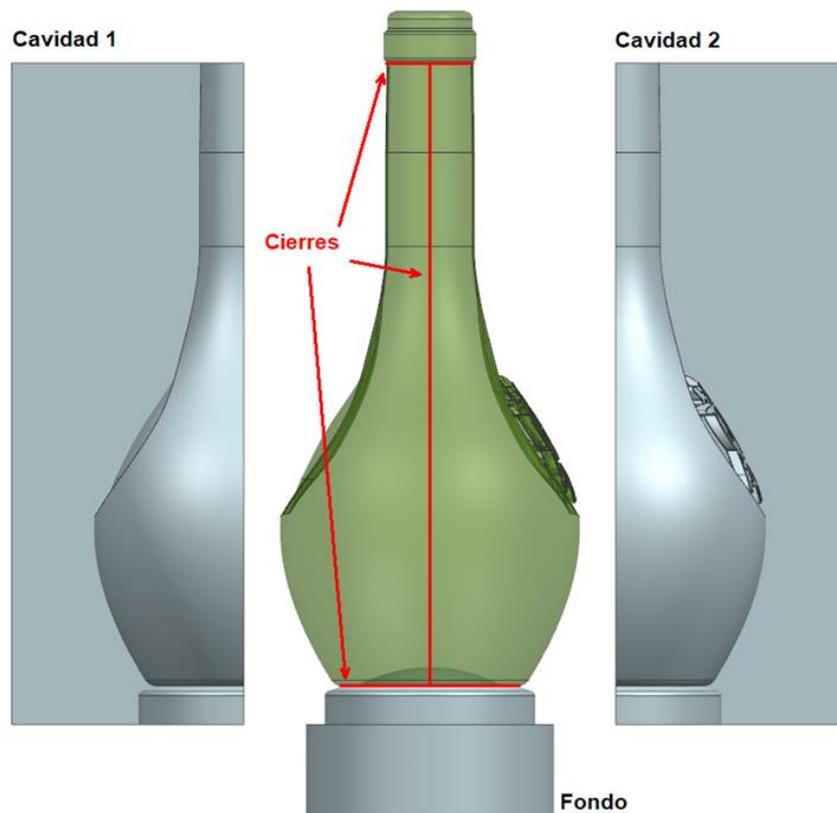


Ilustración 35. Partes del molde de acabado.

Las líneas en color rojo de la figura anterior marcan los cierres del conjunto de molde. Tanto el cierre superior (producido entre el anillo de la boca y el molde) y el inferior (producido entre el fondo y el molde) quedan disimulados. Sin embargo, en los laterales de la botella quedará una leve marca lineal a lo largo de la botella debido al cierre producido entre las 2 cavidades.

Con el paso del tiempo y la producción repetida de envases, el grabado del logotipo de la botella se irá haciendo más difuso hasta ser imperceptible debido al rozamiento del vidrio fundido con la superficie de contacto del molde. Es por esto que sería interesante añadir un postizo intercambiable en la zona de la lágrima de modo que, si el grabado del logotipo se desgastara o rompiera, se pudiera sustituir con otro sin tener que fabricar una cavidad nueva completa. En la ilustración 36 está señalada la región que cubriría el postizo y la localización de las líneas de cierre.

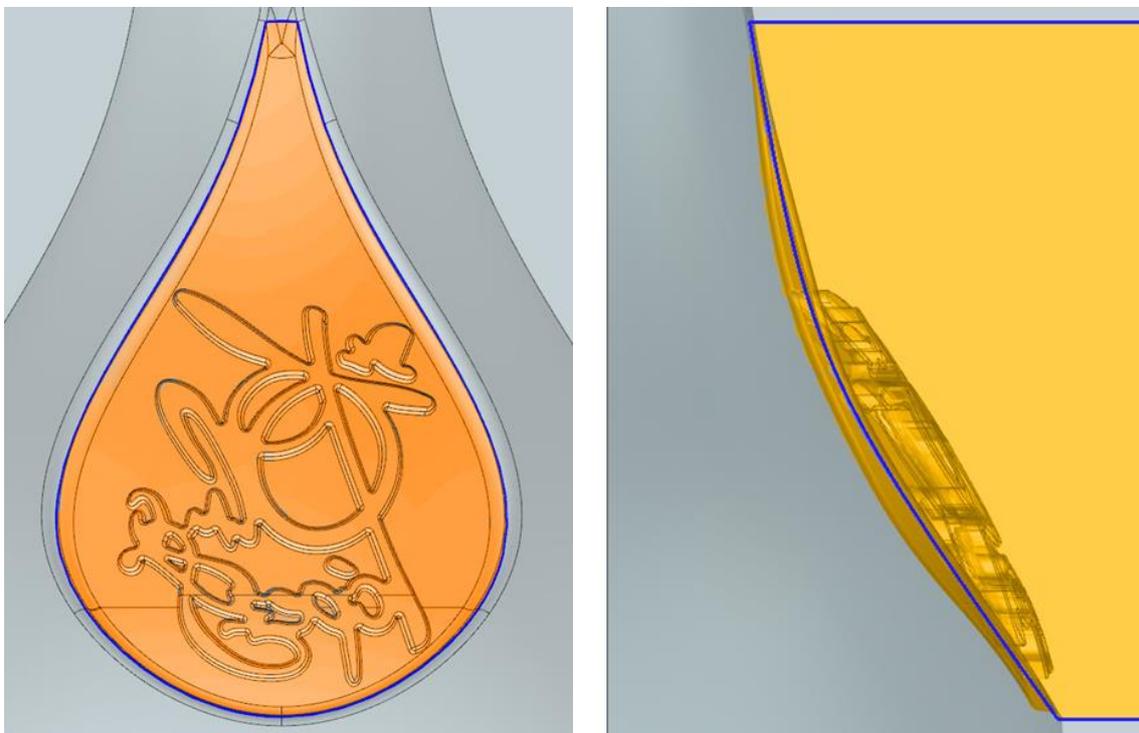


Ilustración 36. Posición del postizo del logotipo, caras afectadas (naranja) y líneas de cierre (azul).

Para el desarrollo de los mecanizados se ha utilizado la aplicación de Fabricación del software Siemens NX. Se generará un programa de mecanizado completo, desde la geometría hasta la generación del programa en código máquina y la documentación de taller.

Para una correcta definición de los programas de fabricación es fundamental la selección de la máquina y conocer sus limitaciones a la hora de tomar una estrategia para realizar los trabajos sobre el molde. En este caso se ha utilizado como referencia el centro de mecanizado Gentiger GT-66V-T16B. Debajo está la ilustración 37 donde se puede ver la máquina utilizada. Para consultar más información sobre el centro utilizado, las características de la máquina están especificadas en el anexo I.

En amarillo están resaltadas las características más importantes a la hora de definir los mecanizados: velocidad de avance, velocidad del husillo, dimensiones máximas de trabajo, portaherramientas, control numérico, etc.



Ilustración 37. Centro de mecanizado Gentiger.

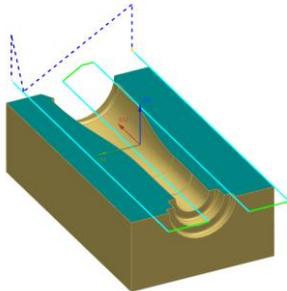
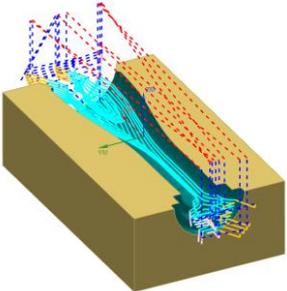
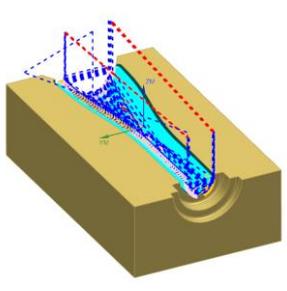
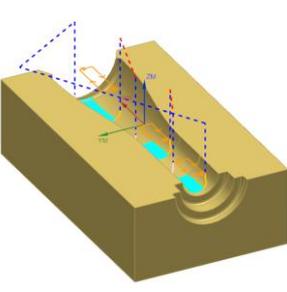
Todos los programas se han realizado teniendo en cuenta la forma y dimensiones del portaherramientas. El modelo que se utiliza en la máquina es un Haimer modelo BT40. En el anexo I también se pueden encontrar planos detallados con las dimensiones principales de los portaherramientas.

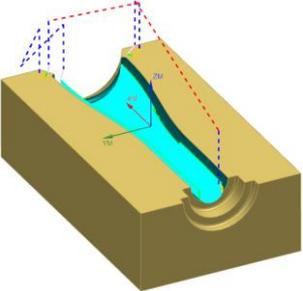
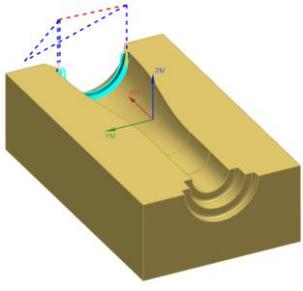
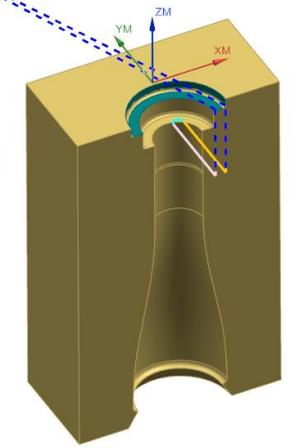
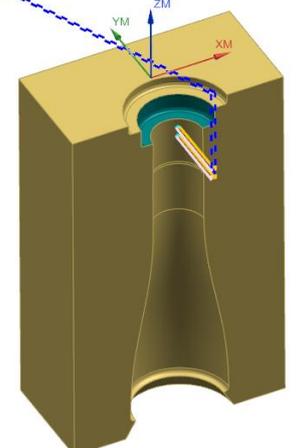
Los recursos que proporciona NX son lo suficientemente flexibles para que se puedan generar modelos de las herramientas de forma rápida y eficiente. Para cada tipo de herramienta, fresa plana, redonda, toroidales, brocas, avellanadores, escariadores, etc. NX ofrece una plantilla de herramienta, de modo que el trabajo se limita a seleccionar la plantilla parametrizada adecuada y rellenar los datos. Todas las herramientas seleccionadas pertenecen al catálogo de la compañía Mitsubishi y son aptas para realizar trabajos sobre moldes de fundición. No obstante, para su consulta, todas las especificaciones relativas a cada uno de los útiles, como el código de identificación, dimensiones o condiciones de corte, pueden consultarse en el anexo I.

En primer lugar, se van a presentar las hojas de ruta con los trabajos realizados en las placas del molde de la preforma, tabla 30, siendo las 2 cavidades iguales.

El siguiente grupo de tablas son representativas. En ellas se muestran capturas de las trayectorias de los mecanizados y una serie de comentarios explicando cada operación y los problemas encontrados durante la programación. Sin embargo, en el anexo I, se pueden consultar las hojas de ruta detalladas para los mecanizados de ambos moldes.

En esas tablas quedan resumidas las operaciones realizadas en cada uno de los componentes así y todos aquellos valores importantes asociados al proceso. Al final de cada tabla, en los apartados de notas, también se explicará de forma más específica el porqué de algunas de las operaciones utilizadas y como se han resuelto los problemas encontrados durante la programación.

Pieza: Cavidad parisón				Nº Pieza: 1	Nº Plano: 6	Unidades: 2
Fase	Subfase	Oper.	Definición	Croquis	Comentarios	
01 Fresado	01 Perfil botella	01	Planeado cierre molde (<i>Plana $\varnothing 50$</i>)		Planeado realizado en la superficie de cierre del molde preliminar.	
		02	Desbaste parisón (<i>Plana $\varnothing 20$</i>)		Primer desbaste de la cavidad del parisón.	
		03	Contorneado parisón (<i>Tórica $\varnothing 6$</i>)		Segundo desbaste que contornea la forma de la preforma. El espesor de pared restante es de 0.4 mm.	
		04	Remecanizado sobreespesores parisón (<i>Bola $\varnothing 10$</i>)		Debido a la forma del parisón, algunas regiones quedaban con espesor muy superior a los 0.4 mm tras el contorneado. Se han programado varias pasadas en estas zonas para eliminar el exceso de medida y que no haya problemas en operaciones posteriores.	

02 Ajuste anillo	05	Copiado negativo parisón (Bola $\phi 10$)		En este caso, el acabado de la superficie no tiene importancia ya que se trata de un un envase preliminar. El copiado se realizará en 2 pasadas debido a la herramienta seleccionada.
	06	Copiado fondo parisón (Bola $\phi 5$)		La herramienta usada en la operación anterior era demasiado grande para mecanizar el cierre del molde con el fondo, es por esto que la pasada de acabado en la base se ha programado con una herramienta de menor diámetro.
	01	Acabado perfil ajuste anillo (Plana $\phi 50$)		Para mecanizar el ajuste del molde con el anillo, es necesario desamarrar el molde y cambiarlo de posición. La primera parte del cierre con el anillo se realizará con una única pasada para reducir el tiempo de mecanizado.
	02	Acabado perfil ajuste anillo (Plana $\phi 40$)		La segunda parte del cierre con el anillo también se realizará programando solo 2 pasadas y así reducir el tiempo de trabajo.

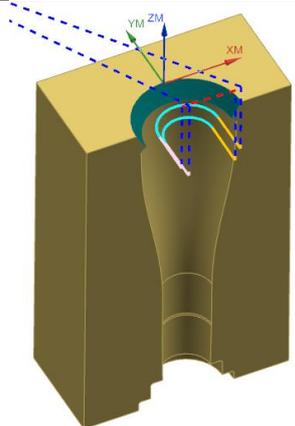
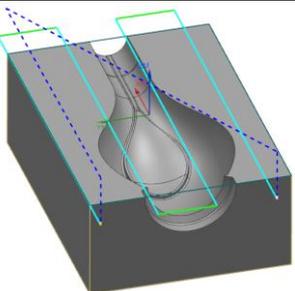
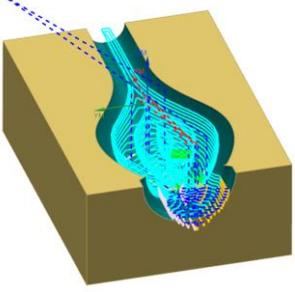
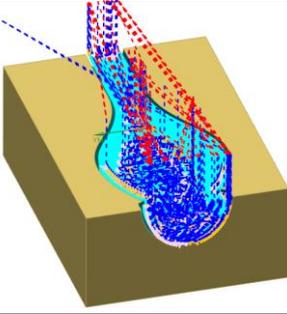
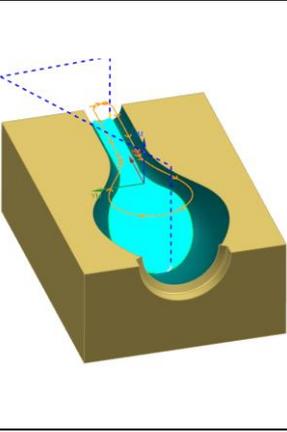
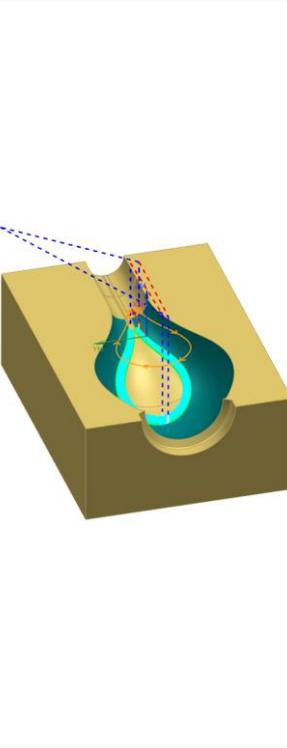
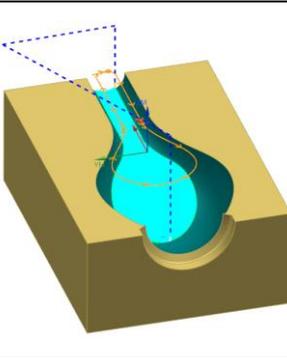
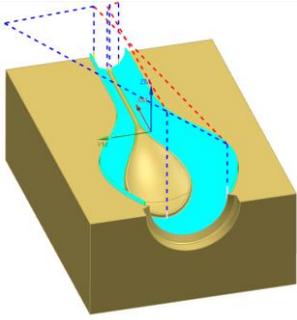
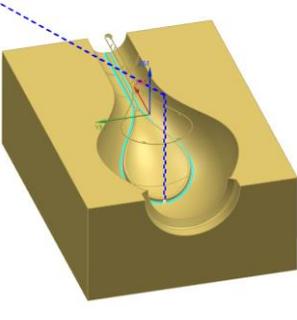
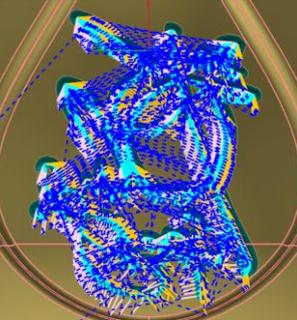
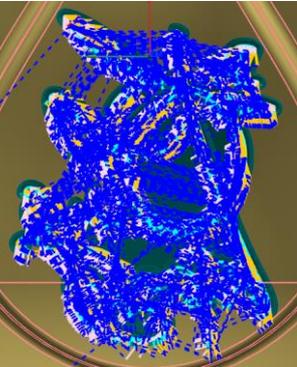
	03 Ajuste tampón	01	Acabado perfil ajuste tampón a 60° (Con chaflán 30° / $\phi 32$)		Para realizar este ajuste, hay que dar la vuelta al molde. El ajuste del molde con el tampón superior se ha realizado con una herramienta de chaflanes de gran diámetro y con la misma inclinación que la pendiente del diseño. De este modo solo tendría que programarse 1 o 2 pasadas y el tiempo de mecanizado se reduce de forma considerable.
--	------------------	----	--	---	--

Tabla 30. Hoja de ruta mecanizados cavidad parisón.

En segundo lugar, tabla 31, se especifican las hojas de ruta con los trabajos realizados en cada una de las partes del molde de acabado. Los mecanizados en ambas cavidades del molde de acabado son casi idénticos. La única diferencia es que los programas de la subfase 02 solo se aplicarán a la cavidad con el logotipo grabado.

Pieza: Cavidad botella final (con y sin logo)				Nº Pieza: 2	Nº Plano: 3 y 4	Unidades: 1+1
Fase	Subfase	Oper.	Definición	Croquis	Comentarios	
01 Fresado	01 Perfil botella	01	Planeado cierre molde (Plana $\phi 50$)		Planeado realizado en la superficie de cierre del molde de acabado.	
		02	Desbaste botella (Plana $\phi 20$)		Primer desbaste de la cavidad de la cavidad final.	

03	Contorneado botella (Tórica $\phi 6$)		Segundo desbaste que contornea la forma del diseño final.
04	Copiado inicial zona lágrima (Bola $\phi 6$)		Para conseguir un buen acabado final en la zona de la lágrima, hay que trabajar por zonas debido a la geometría de la pieza. En primer lugar con una herramienta de bola de 6 mm de diámetro se ha quitado la mayor cantidad posible de material dejando un espesor de 0.1 mm en las caras superiores.
05	Limpieza de los laterales de la lágrima (Bola $\phi 2$)		El principal problema en el diseño es que una herramienta con ese diámetro no es capaz de reproducir con exactitud los radios en los laterales de la lágrima y queda mucho material sin quitar. Por tanto se ha considerado necesario programar una trayectoria que elimine el material sobrante con una herramienta de menor tamaño. Al ser más pequeña, hay mayor riesgo de romper la herramienta por lo que se ha programado para que elimine el material en 6 pasadas hasta dejar también una demasía de 0.1 mm.
06	Pasada acabado lágrima (Bola $\phi 2$)		El acabado final de la botella se realiza en dos operaciones. Una vez que la zona de la lágrima tiene un sobreespesor constante, se realizará la pasada de acabado con la bola de diámetro 2 y así dejar un buen acabado superficial.

	07	Pasada acabado cuerpo botella (Bola $\varnothing 2$)		Posteriormente, con la misma herramienta, se da paso al mecanizado del resto de la cavidad. Se realizará en 2 pasadas para no forzar a la herramienta.
	08	Perfilado contorno lágrima (Bola $\varnothing 1$)		Debido a que se ha tenido que trabajar la zona de la lágrima y el cuerpo de la botella en programas diferentes, sería muy probable que queden creces visibles en los bordes comunes, las cuales desmejorarían la apariencia del envase. Para asegurar un acabado liso y continuo, se ha programado que una herramienta de bola de 1 mm de diámetro, recorra todo el borde de la lágrima para así corregir las imperfecciones.
02 Grabado del logotipo	01	Mecanizado logotipo (Plana $\varnothing 2$)		En cuanto al grabado del logotipo, es necesario utilizar herramientas pequeñas para poder mecanizarlo. Esto conlleva una gran cantidad de horas de trabajo.
	02	Remecanizado logotipo (Plana $\varnothing 1.5$)		Para reducir el número de horas, el grabado se ha dividido en 3 operaciones, utilizando inicialmente la herramienta con mayor diámetro posible para quitar la mayor cantidad de material y en cada operación se irá reduciendo el tamaño de ésta hasta que el logo quede acabado.

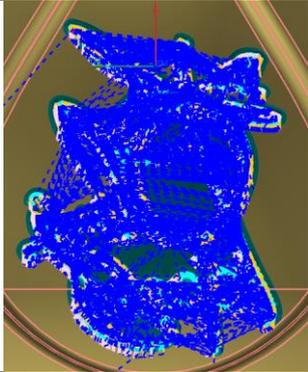
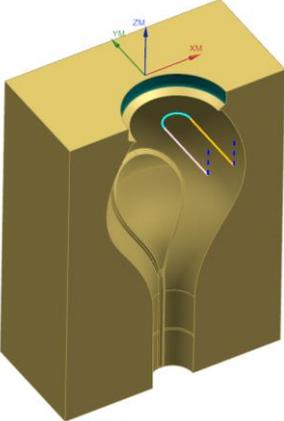
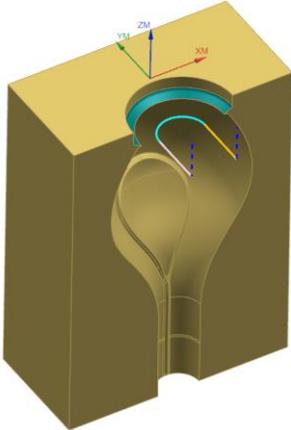
02 Perfil fondo	03	Remecanizado logotipo (Plana $\varnothing 1$)		Al tratarse de herramientas de muy poco diámetro (1 mm) no se ha considerado necesario realizar una pasada de acabado con una bola ya que los posibles defectos en el logotipo serán prácticamente imperceptibles.
	01	Perfilado fondo (Plana $\varnothing 50$)		Una vez acabados los trabajos en la forma del envase, es necesario cambiar la posición de trabajo del molde para hacer el ajuste del molde con el fondo.
	02	Perfilado pared a 30° (Con chaflán $60^\circ / \varnothing 16$)		El ajuste del molde con el fondo se ha realizado con una herramienta de chaflanes de gran diámetro y con la misma inclinación que la pendiente del diseño. De este modo solo tendría que programarse 1 o 2 pasadas y el tiempo de mecanizado se reduce de forma considerable.

Tabla 31. Hoja de ruta mecanizados cavidad con y sin logotipo.

Finalmente, tabla 32, se presentan los mecanizados realizados para la fabricación del fondo del molde final.

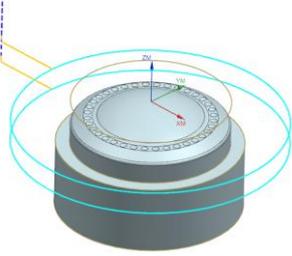
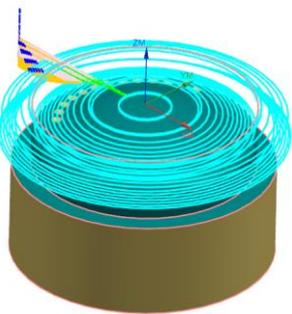
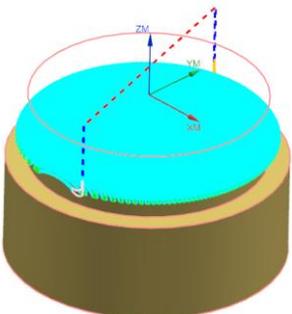
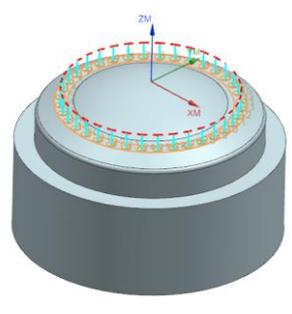
Pieza: Fondo botella				Nº Pieza: 4	Nº Plano: 5	Unidades: 1
Fase	Subfase	Oper.	Definición	Croquis	Comentarios	
01 Fresado	01 Fondo botella	01	Desbaste escuadra (Plana $\varnothing 50$)		En primer lugar se desbastará el cilindro con una herramienta de gran diámetro capaz de quitar grandes cantidades de material en poco tiempo.	
		02	Desbaste picadura (Plana $\varnothing 20$)		Posteriormente con una herramienta menor, se elimina material hasta dejar un sobre espesor de 0.25 mm.	
		03	Copiado picadura (Bola $\varnothing 6$)		Para la región de la picadura, el acabado no es tan importante como para el resto del envase ya que esta zona siempre quedará oculta. La pasada de acabado de la picadura se realizará con una bola de 6 mm de diámetro, que es la herramienta más grande que cumple con todos los radios de acuerdo del diseño.	
		04	Punteado muescas base (Bola $\varnothing 6$)		Finalmente, para hacer el estriado inferior de la botella, se ha programado un punteado con la misma herramienta utilizada en la operación anterior, la cual descenderá lentamente hasta hacer pequeñas ranuras en la base.	

Tabla 32. Hoja de ruta mecanizados fondo botella.

En las hojas de rutas anteriores quedan resumidas algunas de las medidas necesarias para para la fabricación del supuesto molde en su fase inicial.

El posprocesador que habría que utilizar para la traducción de los mecanizado a lenguaje máquina es el SINUMERIK 840D ya que es con el configurado en el centro de mecanizado Gentiger GT-66V-T16B.

9 Normativa

Cabe mencionar que se ha contemplado la normativa actual vigente relacionada de forma directa o indirecta con el diseño, fabricación y etiquetado del envase de vidrio fruto de este trabajo. A continuación se menciona una lista de normas procedente de distintas instituciones gubernamentales y que han sido tomadas en consideración durante el desarrollo de este proyecto.

El conjunto de normas listadas a continuación han sido aplicadas al diseño de la botella para envasar aceite y para definir las características principales que debe tener el recipiente. Todo el reglamento que se ha consultado pertenece a la biblioteca de normas acogida por la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) en colaboración con otras instituciones y/o comités técnicos. En este grupo se definen aspectos que deben cumplir los envases de vidrio en su diseño como puede ser el perfil de la boca, proporciones dimensionales, restricciones en el peso del envase o tolerancias entre otras especificaciones. Para la elaboración de esta tesina se han tenido en consideración las siguientes normas:

- UNE 126101:2011: Envases de vidrio. Terminología vidriera. Generalidades.
- UNE 126102:2011: Envases de vidrio. Dimensiones de un recipiente de vidrio.
- UNE 12726:2001: Envases y embalajes. Boca para tapón de corcho con un diámetro de entrada de 18.5 mm para corchos y cápsulas de seguridad.
- UNE 126407:2011: Envases de vidrio. Bocas. Perfiles de boca para cierre con tapón irrellenable.

El objeto de este proyecto está orientado al sector de la alimentación y por tanto ha de cumplir con la normativa vigente en dicho sector. Tal y como sé explico en el apartado 7.3 Estudio de materiales, el reglamento consultado afecta al uso de vidrio para la fabricación de envases y se ha observado que son pocas las limitaciones que establece el gobierno de España en comparación con otros materiales, así como el Parlamento Europeo, en el uso de este material dentro del sector alimentario. Los reglamentos y decretos que afectan al objeto de este proyecto son:

- Real Decreto 397/1990, de 16 de marzo, por el que se aprueban las condiciones generales de los materiales, para uso alimentario, distintos de los poliméricos.
- Reglamento nº 1935/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de octubre de 2004, sobre los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos.

- Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases.
- Decisión nº 171/2001, de 19 de febrero de 2001, por la que se establecen las condiciones para la no aplicación a los envases de vidrio de los niveles de concentración de metales pesados establecidos en la Directiva 94/62/CE relativa a envases y residuos de envases.

10 Planos

Se han realizado planos para la botella y el grupo de moldes diseñados en este trabajo. En ellos se pueden encontrar acotadas cada una de las respectivas piezas y se han especificado medidas y tolerancias que han de respetarse para la correcta fabricación y funcionamiento del molde.

Dichos planos se encuentran en la carpeta “Archivos CAD” del CD entregado con los documentos digitales o se pueden consultar también al final de la copia impresa.

11 Diseño etiquetado

11.1 Manga termo-retráctil

Al tratarse de un producto orientado al sector de la alimentación, el envase ha de ir correctamente etiquetado e identificado para poder ser comercializado. Para ellos hay que cumplir con el reglamento 1169/2011, de 25 de octubre de 2011 sobre la información alimentaria facilitada al consumidor. En esta norma se especifica cómo ha de identificarse el producto o la información que hay que incluir en el etiquetado del producto dependiendo de su naturaleza.

A día de hoy la compañía MiOleo utiliza etiquetas de papel que adhiere a la superficie de las botellas en las que envasa aceite. Sin embargo, se han estudiado nuevos procesos de envasado y etiquetado más innovadores para aplicarlos a sus productos. Recientemente contactaron con una empresa dedicada al etiquetado de botellas con mangas termo-retráctiles. La empresa se vio interesada por este proceso de etiquetado por varias razones.

Por un lado, las etiquetas de papel o vinilo presentan una gran limitación y es que sólo pueden pegarse en superficies planas o cilíndricas, por tanto, si el diseño del envase es muy orgánico el etiquetado por este método no sería viable.

Las mangas termo-retráctiles son láminas plásticas cilíndricas e impresas con el diseño y la información deseada. Cuando a estas mangas se le aplica calor, normalmente mediante aire, el material se contrae hasta adaptarse al contorno del envase. Esto permite que puedan aplicarse a botellas con diseños curvos y sinuosos.

Por otro lado, otra ventaja que presenta respecto a otros procesos de etiquetado es que la manga puede cubrir la totalidad del envase. Esto quiere decir que, aunque el envase sea completamente transparente, se puede hacer completamente opaco o alternar zonas opacas y transparentes, dependiendo de la impresión aplicada a la lámina. En el caso del aceite, los envases transparentes no son recomendables debido a que permiten el paso de luz, la cual degrada la calidad del producto con el tiempo.

Aplicando esta tecnología a este proyecto, este método permitiría cubrir el envase diseñado de forma íntegra menos en la región de la lágrima, tal y como se planteó en el diseño inicial del envase, cubriendo en la mayor medida posible el envase para proteger el contenido. A continuación se muestran algunos diseños conceptuales que se han planteado para el diseño de la nueva botella. En las ilustraciones 38 y 39 se ve el diseño de la manga en sí.

De forma aproximada las dimensiones del retráctil han de ser de 200 mm de altura (dejando sin cubrir parte de la boca) por 153 mm de anchura, que corresponde con el perímetro máximo del envase.

En cuanto a la apariencia de los diseños, se ha apostado en ambos casos por el uso de colores llamativos y que resalten el envase, de modo que sean fácilmente identificables y diferenciables del resto de productos en un stand.

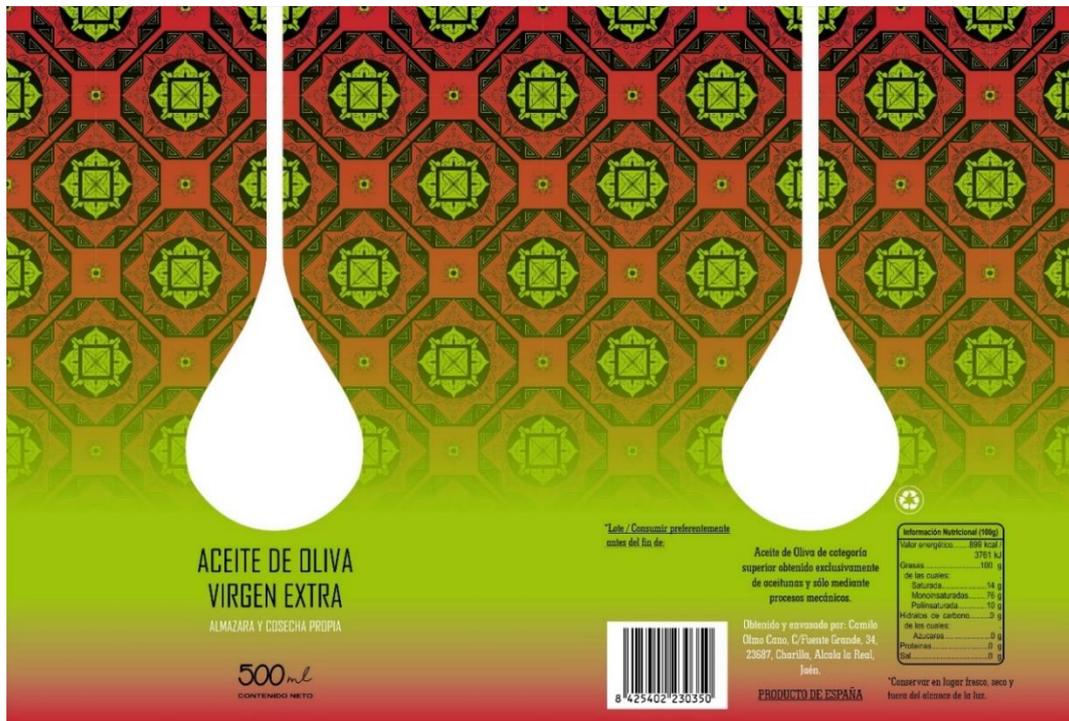


Ilustración 38. Diseño n°1 para manga termo-retráctil.

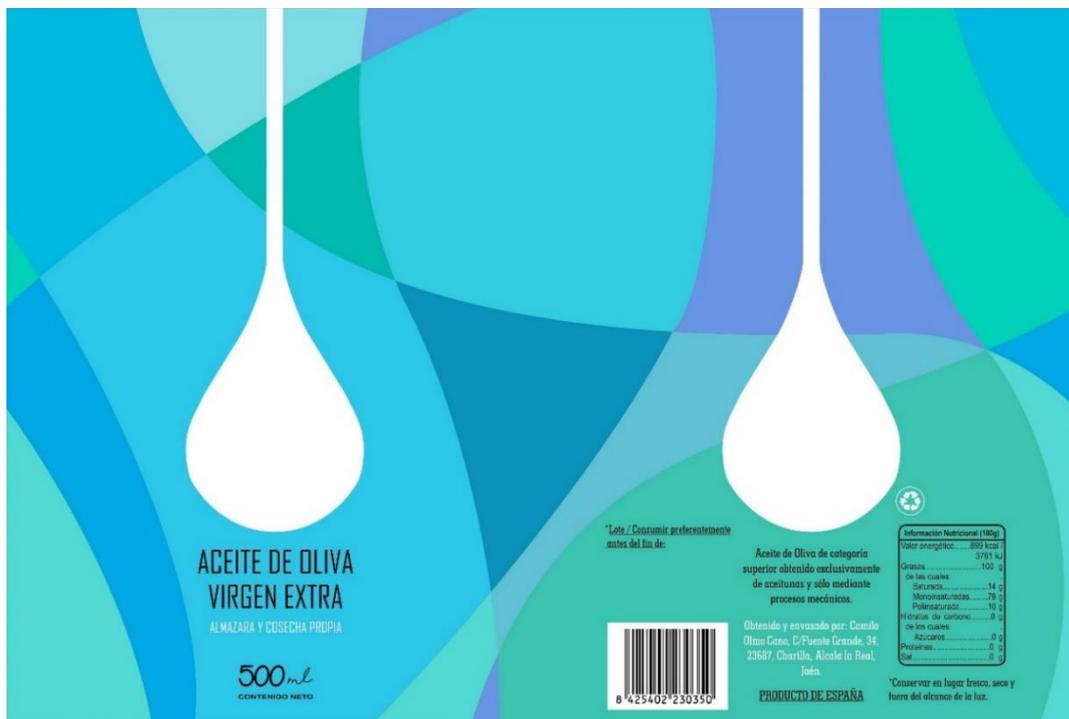


Ilustración 39. Diseño n°2 para manga termo-retráctil.

A lo largo de este trabajo se ha supuesto que el envase que se fabricará será transparente, debido a que la empresa está muy interesada en mostrar el color del

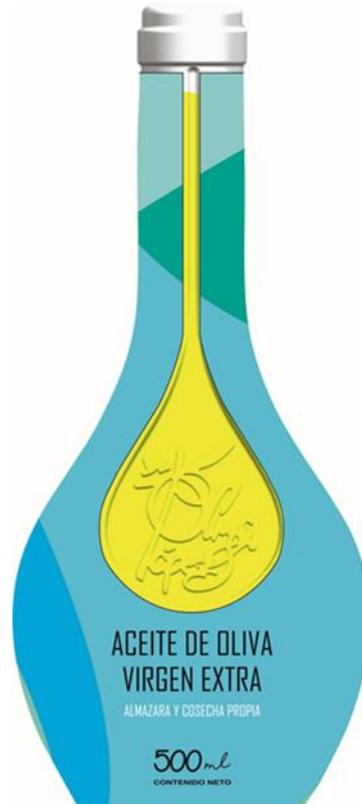
aceite que producen. Sin embargo, todo este trabajo podría desarrollarse de igual modo fabricando envases opacos y colores oscuros que aporten mayor protección al contenido.

Inicialmente se ha preferido plantear el envase con manga termo-retráctil ya que la empresa ya ha hecho un primer acercamiento con proveedores y conoce mejor este método. Sin embargo, otro proceso de impresión que podría utilizarse para el etiquetado de las botellas es el serigrafiado. En este caso no sería necesaria la utilización de una manga, sino que se podría pintar directamente sobre la superficie de la botella.

A continuación, en las ilustraciones 40 y 41 se muestran las 2 combinaciones finales que se creen que podrían tener mayor éxito. A la izquierda está el resultado final que se obtendría si se aplicara el diseño de la ilustración 38 sobre una botella de color negro y a la derecha el diseño de la ilustración 39 sobre una botella transparente.



*Ilustración 40. Opción de etiquetado final 1.
(sobre envase negro).*



*Ilustración 41. Opción de etiquetado final 2.
(sobre envase transparente).*

Cada opción presenta sus ventajas e inconvenientes. La opción nº1 conservaría mejor el aceite ya que el envase sería completamente opaco, mientras que la opción nº2 al ser transparente permitiría visualizar el contenido de la botella y apreciar su color.

Las dos opciones serían totalmente válidas, aunque es preferible el de la izquierda ya que protege en mayor medida el contenido. Incluso se podría utilizar ambos diseños para etiquetar diferentes tipos de aceites.

11.2 Diseño de “packaging” asociado al envase

Las botellas de vidrio son frágiles y hay que tener cuidado ya que pueden romperse o agrietarse con cierta facilidad. Por tanto, es conveniente en muchos casos guardar este tipo de envases en cajas que los protejan de los impactos. Además, este tipo de coberturas también sirven para mejorar la presentación del producto.

En este trabajo se ha realizado el diseño de una caja de cartón para guardar la botella de vidrio. El cartón es lo suficientemente resistente como para soportar el peso del envase y además supone una protección extra para el aceite contra la humedad y la radiación solar. Este estuche ha de cumplir 3 funciones:

- Proteger el envase y el contenido de los golpes, humedad y radiación solar.
- Mejorar su transporte en manos del consumidor: El “packaging” ha de permitir que el consumidor pueda cogerlo fácilmente para su transporte una vez adquirido el producto. Para este caso se ha optado por hacer un asa que permita sujetar la caja como si se tratase de una bolsa.
- Mejorar la imagen del producto.

En el apartado anterior se realizaron 2 diseños diferentes para el etiquetado de la botella. Aunque ambos son completamente válidos, el estilo del “packaging” que se presentará a continuación está basado en el modelo de la ilustración 40.

La caja ha de estar correctamente dimensionada para que la botella de vidrio quepa sin problemas y se mueva lo menos posible en su interior. Tal y como ya se ha mencionado en puntos anteriores, la botella tiene una altura de 215 mm y una anchura máxima de 94 mm. A la altura de la botella hay que añadirle los 15 mm de anchura que tiene el tapón de corcho escogido.

En la siguiente imagen, ilustración 42, se muestra cómo quedaría el patrón de la caja para su impresión y cortado. Las líneas discontinuas en blanco indican donde deberían ir los pliegues de la caja para montarla correctamente.



Ilustración 42. Impresión y patrón de corte para el packaging.

En el siguiente dibujo, ilustración 43, se puede apreciar cómo quedaría el estuche tras haber sido plegado y cerrado con la botella dentro. La caja diseñada cumple también la función de bolsa para su desplazamiento. Ésta dispone de un agujero en la parte superior que cumple la función de asa, de modo que puedan introducirse varios dedos de la mano por ella para poder sujetar correctamente el envase.



Ilustración 43. Vista previa del estuche montado.

12 Presupuesto

En este punto se va a hacer un estudio de costes, con el fin de concluir la viabilidad del proyecto, teniendo en cuenta la situación y recursos de los que dispone actualmente la empresa.

En primer lugar se va a hacer una estimación del coste aproximado para la fabricación del grupo de moldes de soplado. En el siguiente grupo de tablas, se han añadido los costes asociados a material, diseño y fabricación del utillaje.

En la tabla 33 se especifican los costes asociados a materiales para la construcción del molde.

Costes de materia prima	Medición	Unds	€/unidad	Importe €
Fundición GJLA XNiMn 13 7	30	kg	2,5	75
Fundición GJLA XNiCuCr 15 6 2	40	kg	3,4	136
Total material:				211

Tabla 33. Costes de materia prima.

En la tabla 34 se especifican los costes asociados a la mano de obra necesario para la ejecución del molde.

Costes de trabajo	Medición	Unds	€/unidad	Importe €
<i>Diseño</i>				
Ingeniero	60	horas	30	1800
<i>Fabricación</i>				
Operario-programador	45	horas	20	900
Ajustador-matricero	30	horas	30	900
<i>Pruebas</i>				
Operario máquina	10	unds	25	250
Total diseño:				3850

Tabla 34. Costes de trabajo.

En la tabla 35 se especifican algunos de los costes asociados a la fabricación del molde. Se ha establecido un precio medio por herramienta de 85€/unidad.

Costes de fabricación	Medición	Unds	€/unidad	Importe €
Trabajo de maquinaria	30	horas	30	900
Costes de herramientas	40	unds	85	3400
Total fabricación:				4300

Tabla 35. Costes de fabricación.

En la tabla 36 se especifican otros costes que influyen en el coste final del molde.

Otros costes	Medición	Unds	€/unidad	Importe €
Otros componentes (tornillería, mangueras, etc.)				2000
Otros utillajes (anillo molde, punzón, tampón, etc.)				3000
Equipo de trabajo (computadora oficina, taller, etc.)				1200
Licencia NX				2200
Total otros:				8400

Tabla 36. Otros costes.

Por último, en la tabla 37 se presenta el presupuesto final del proyecto. Se ha considerado un porcentaje de costes indirectos (alquileres, luz, agua, administrativos, consumibles de oficina, etc.) y se ha reservado otro para eventuales imprevistos.

		Importe €
Total costes del proyecto:		16761
	Costes indirectos (50% costes de trabajo y fabricación)	4075
	Imprevistos (15% total del proyecto)	2514,15
	Beneficio industrial (20% total del proyecto)	3352,2
	21% IVA	3352,2
Costes total:		30054,55

Tabla 37. Presupuesto final del proyecto.

Los ajustes y reglajes están incluidos en la tasa horaria del ajustador-matricero.

Para calcular los costes asociados a la fabricación del envase se va a hacer uso del software CES EduPack. Dicho programa permite la obtención de gráficas y el cálculo del coste relativo por unidad asociado a diferentes procesos de fabricación.

Para este Trabajo fin de Máster, en CES EduPack, dentro del universo de procesos del programa, se ha seleccionado la opción de “moldeo por soplado” para calcular el coste unitario por envase fabricado. Para ello, hay que rellenar una tabla de valores para definir los costes de material, peso del envase, unidades producidas, etc.

De este modo se podrán obtener gráficos donde se puede ver la función que define el margen de costes posibles.

A continuación, en la tabla 38, están los valores que se han fijado para el presupuesto de este proyecto. Principalmente, las variables que más peso tienen en los resultados obtenidos son el precio del material, el peso del envase, costes indirectos y el tamaño de lotes. El precio del material se ha extraído del propio programa. Se ha tomado el valor más bajo del rango aportado, 1.1€/kg, ya que se ha supuesto que parte de la materia prima procederá de vidrio reciclado, cuyo coste es inferior al del material virgen. Se ha supuesto que dicha carga podría ser de alrededor un 10%. El peso aproximado del envase ha sido calculado haciendo uso del archivo CAD con Siemens NX. Se ha establecido que la inversión se amortice en 5 años y que la cantidad de envases a fabricar sea de 50000 unidades, que sería la cantidad aproximada de botellas que harían falta en dicho periodo. Se han dejado los valores de factor de carga y tasa de costes por defecto que vienen por defecto en el programa.

Nombre	Valor
Coste de material (€/kg)	1.1
Factor de carga	0.5
Masa de la pieza (kg)	0.34
Tasa de costes indirectos (€/hora)	87.5
Tiempo de amortización del capital (años)	5
Tamaño de lotes (unidades)	50000

Tabla 38. Valores variables para el cálculo de costes en CES Edupack.

De todas las posibles gráficas que se pueden extraer, la más representativa es aquella que relaciona el índice de coste relativo por unidad con el tamaño de lotes. Esta gráfica muestra el descenso que se produce en el precio del envase cuanto mayor sea la cantidad producida. En la ilustración 44 se puede ver dicha gráfica. El eje vertical se indica el coste por unidad (euros), mientras que en el eje axial indica la cantidad producida por lotes (unidades). Ambas escalas son logarítmicas.

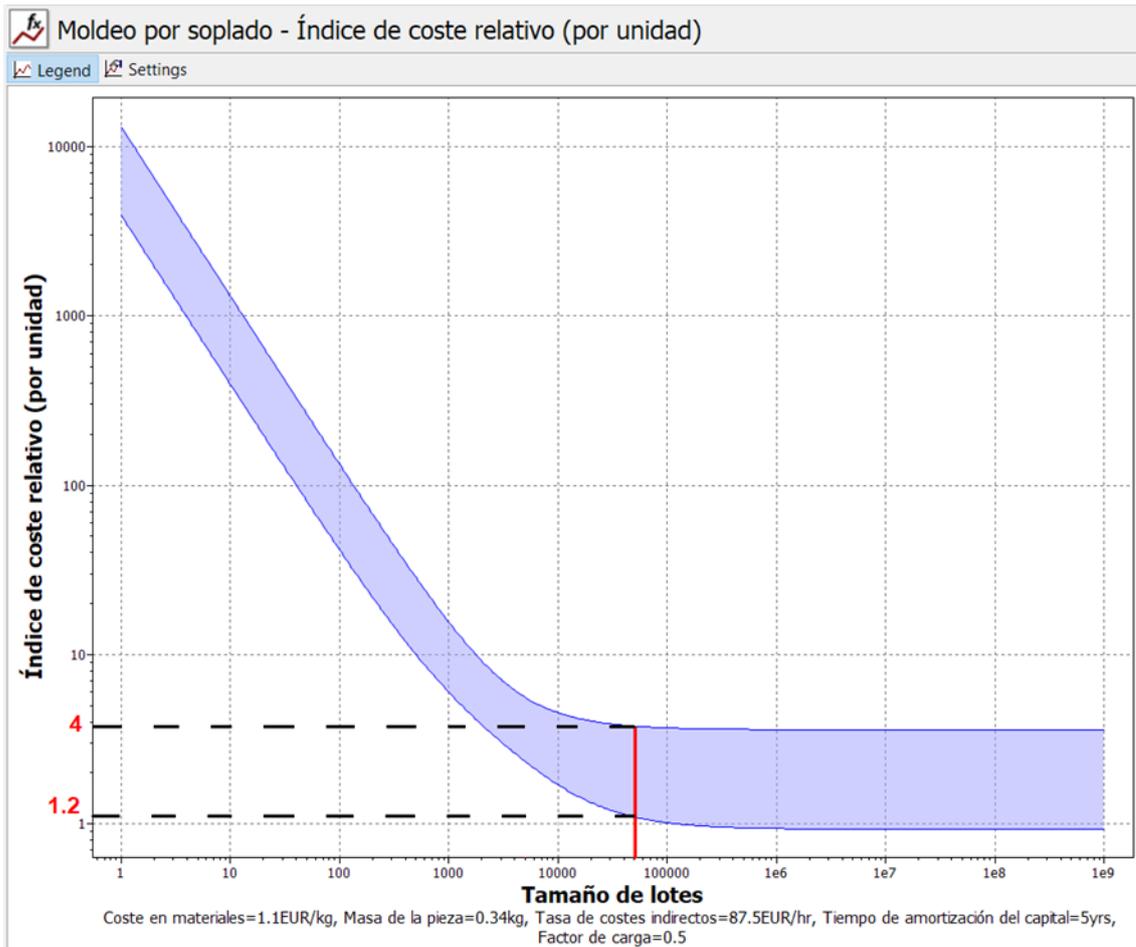


Ilustración 44. Gráfica de costes unitarios en función del volumen de producción.

La zona en azul representa la función que define el rango de precios de fabricación de cada envase. La línea roja continua marca el rango de costes posible para la producción de un lote de 50000 unidades. Tal y como indica, el coste unitario por envase estaría aproximadamente entre 1.2 y 4 euros.

Los envases que actualmente utiliza la empresa provienen de lotes de mucha mayor producción y el coste por envase ronda entre los 60 céntimos y 1 euro. Debido a la baja producción de este modelo, parece lógico que el precio por envase supere el euro por unidad y es muy probable que el coste real duplicara en valor al de las botellas que están utilizándose actualmente.

Aunque el volumen de aceite que mueve la compañía es bajo por ahora, con los años se espera aumentar la producción. Esto implicaría un aumento en la demanda de envases lo que a su vez supondría un descenso en el coste por unidad. Tal y como se puede observar en la gráfica, el coste se estabiliza para producciones de más de 100000 unidades, siendo posible reducir el valor a menos de un euro por envase.

Para el cálculo del precio de venta al público (PVP) se va a tomar un valor medio entre 1.2 y 4 euros, fijando el coste del envase en 2.6 €.

En la tabla 39 quedan reflejados los costes por unidad deducidos por cada uno de los componentes que integran el producto final. En él se incluyen del coste de producción de aceite, envase, etiquetado y “packaging”. En el coste de cada uno de los componentes del producto final ya vienen incluidos gastos generales de servicio de cada una de las compañías subcontratadas para su obtención.

El precio del aceite no es algo que se mantenga fijo ya que su precio fluctúa en función de la oferta y la demanda del mercado. Para conocerlo según la temporada, existe el Sistema de información de precios en origen del aceite de oliva (POOLred) [15]. Dicha plataforma se encarga de hacer un estudio y aportar valores reales relacionados con la venta de aceite de oliva. Lo meses más prolíferos suelen ser noviembre, diciembre y enero, aquellos en los que se desempeña la campaña de recolecta de la aceituna y la calidad del producto es máxima. Acorde a los registros del POOLred, el precio del AOVE suele estar comprendido entre los 3 y 4 €/litro, aunque se han dado casos en los que su valor a ascendido hasta los 4,5€/litro. Basándose en los datos aportados por la plataforma, la calidad del producto y la experiencia profesional, la compañía ya tiene establecido un precio medio de 4€/litro producido para la comercialización de su aceite, en el que ya viene incluido el beneficio industrial asociado a su extracción. Sin embargo, posteriormente también deberán de incluirse otros costes para cubrir gastos de gestión, transporte, envasado y manipulación.

<i>Descripción</i>	<i>Coste (€)</i>
<i>Botella</i>	<i>2.6</i>
<i>Etiqueta (termo-retráctil)</i>	<i>0.6</i>
<i>Corcho con dosificador</i>	<i>0.4</i>
<i>Caja</i>	<i>1</i>
<i>500 ml de aceite</i>	<i>2</i>
<i>Presupuesto de ejecución material</i>	<i>5.5</i>
<i>13% de gastos generales</i>	<i>0.7</i>
<i>6% beneficio industrial</i>	<i>0.3</i>
<i>Presupuesto de ejecución por contrata</i>	<i>6.2</i>
<i>+21% de IVA</i>	<i>1.3</i>
<i>Presupuesto Total</i>	<i>7.5</i>

Tabla 39. Coste de cada una de las partes que componen el packaging del producto y P.V.P final.

El precio final de venta al público mínimo establecido, véase tabla 39, sería alrededor de los 7.5 € por unidad, incluyendo también los costes de mano de obra y otros costes indirectos.

Si lo comparamos con marcas que ya tienen un cierto reconocimiento en el sector y con una calidad de aceite similar, un P.V.P de 7.5 € sería un precio competitivo con el que se podría defender la marca. Sin embargo, como ya se ha comentado con anterioridad, la empresa todavía está en una fase de introducción.

Todavía no existe una clientela suficiente que confíen en la marca y que estén dispuestos a pagar dicha cantidad por un producto que no conocen ni del que pueden obtener referencias. Además, casi la mitad de los beneficios se irían a cubrir los gastos del embalaje, lo cual es excesivo. Para poner un ejemplo, la empresa también vende aceite de oliva en envases de plástico (donde el coste de la botella es de 30 cents) de 1 litro por 5 €/unidad. Aunque la calidad no es la misma, sería necesario plantear nuevas estrategias para reducir en la medida de lo posible el coste de envasado y etiquetado, para así aumentar la proporción de beneficios que irían a la empresa.

A día de hoy, la empresa MiOleo todavía no cuenta con una carta de clientes con la que sea capaz de asumir el aumento del precio de sus productos. Algunas medidas que se podrían tomar para la reducción de costes relativos al envase del producto serían:

- Aumentar la proporción de vidrio reciclado para la fabricación de la botella.
- Simplificar el diseño de la botella para reducir los costes en utillaje, como puede ser la fabricación del molde.
- Demandar una mayor cantidad de envases: Esto sólo será posible cuando aumente la demanda y la empresa haya captado más clientes.
- Estudiar otros procesos de etiquetado y tintado del envase.
- Simplificar el diseño del “packaging”, eliminando el estuche para guardar la botella diseñada.

Una vez la empresa esté consolidada, haya encontrado su hueco en el mercado y haya aumentado su producción, a 2 o 3 años vista, sería posible volver a plantear la fabricación de la nueva botella, cuyo coste unitario descendería debido a la necesidad de una mayor cantidad de botellas y por tanto el precio por unidad sería más asequible.

13 Bibliografía

- [1]. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado (1990): *Real Decreto 397/1990, de 16 de marzo, por el que se aprueban las condiciones generales de los materiales, para uso alimentario, distintos de los poliméricos*. España. Gobierno de España.
- [2]. Asociación Española de Normalización y Certificación (2011): *UNE 126101:2011: Envases de vidrio. Terminología vidriera. Generalidades*. España. Comité Técnico AEN/CTN 126.
- [3]. Asociación Española de Normalización y Certificación (2011): *UNE 126102:2011: Envases de vidrio. Dimensiones de un recipiente de vidrio*. España. Comité Técnico AEN/CTN 126.
- [4]. Asociación Española de Normalización y Certificación (2001): *UNE 12726:2001: Envases y embalajes. Boca para tapón de corcho con un diámetro de entrada de 18.5 mm para corchos y cápsulas de seguridad*. España. Comité Técnico AEN/CTN 126.
- [5]. Asociación Española de Normalización y Certificación (2011): *UNE 126407:2011: Envases de vidrio. Bocas. Perfiles de boca para cierre con tapón irrellenable*. España. Comité Técnico AEN/CTN 126.
- [6]. Bruni Glass (2015) *Transparencias 2.0*. Disponible en: http://www.bruniglass.com/es_ES/transparencias-2-0/ [Consultado 18-02-2018]
- [7]. Consejo Oleícola Internacional (2018) Consejo Oleícola Internacional. Disponible en: <http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/131-world-olive-oil-figures> [Consultado 20-01-2018]
- [8]. Diario Oficial de la Unión Europea (2004): *Reglamento nº 1935/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de octubre de 2004, sobre los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos*. Luxemburgo. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.
- [9]. Diario Oficial de la Unión Europea (2001): *Decisión nº 171/2001, de 19 de febrero de 2001, por la que se establecen las condiciones para la no aplicación a los envases de vidrio de los niveles de concentración de metales pesados establecidos en la Directiva 94/62/CE relativa a envases y residuos de envases*. Luxemburgo. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.
- [10]. Diario Oficial de la Unión Europea (1994): *Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases*. Luxemburgo. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.

- [11]. Fisicalab (n.d.) *Dilatación térmica*. Disponible en: <https://www.fisicalab.com/apartado/dilatacion-termica#cubica> [Consultado 01-05-2018]
- [12]. Junta de Andalucía (2016) *Aforo de producción de olivar en Andalucía, campaña 2016/2017*. Disponible en: http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/AFORO_OLIVAR_2016-2017.pdf [Consultado 20-01-2018]
- [13]. López T. y Martínez A. (1995) "II. Tipos de vidrio". En: López T. y Martínez A. *El mundo mágico del vidrio*. Disponible en: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/137/html/mundoma.html> [Consultado 03-03-2018]
- [14]. Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente (2018) Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente. Disponible en: <http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/aceite-oliva-y-aceituna-mesa/> [Consultado 20-01-2018]
- [15]. Sistema de información de precios en origen del aceite de oliva (POOLred) [2018] Gráficos de evolución. Disponible en: <http://www.poolred.com/> [Consultado 02-05-2018]
- [16]. Wikipedia (2018) *Dilatación térmica*. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Coeficiente_de_dilataci%C3%B3n [Consultado 01-05-2018]