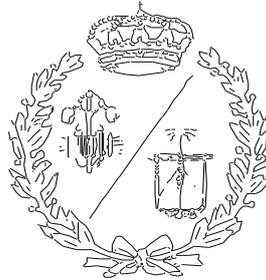


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



Proyecto Fin de Carrera

**SOLUCIONES DE FIJACIÓN RÁPIDA PARA
COMPONENTES INTERNOS DE PLACAS
DOMÉSTICAS DE COCCIÓN POR GAS**

**(Quick Fixation Solutions for Internal
Components in Domestic Gas Cooktops)**

Para acceder al Título de
INGENIERO INDUSTRIAL

Autor: Fº Javier Cepa Sandi

Marzo 2012

ÍNDICE GENERAL

1. MEMORIA	5
INTRODUCCIÓN	6
ESTRUCTURA DEL PROYECTO	6
CONTEXTO	7
ANTECEDENTES Y OBJETIVOS	8
MARCO GENERAL DEL PROYECTO	8
LA EMPRESA	8
LA FACTORÍA	13
PROCESO PRODUCTIVO	14
FLUJO DE COMPONENTES	16
OVERVIEW DEL PRODUCTO	18
CONFIDENCIALIDAD	27
OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	27
ALCANCE Y FINALIDAD	28
METODOLOGÍA SEGUIDA EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO	32
ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL Y ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS	35
DISEÑOS ACTUALES	35
REQUISITOS DE DISEÑO	37
ENSAYOS	37
ESTADO DEL ARTE // BENCHMARK	38
DESARROLLO DE ALTERNATIVAS TÉCNICAS Y CONCEPTOS	42
SESIÓN DE BRAINSTORMING SOBRE EL SISTEMA GRIFO-COLECTOR	43
SESIÓN DE BRAINSTORMING SOBRE EL SISTEMA QUEMADOR-CARCASA	44
SESIÓN DE BRAINSTORMING SOBRE EL SISTEMA TUBO-EXTREMOS	45
ESTUDIO DE LA VIABILIDAD DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS	47
DESARROLLO DE LOS CONCEPTOS	47
RESTRICCIONES DE DISEÑO	48
VARIABLES A OPTIMIZAR	49
VARIABLES DE ACTUACIÓN	50
CARACTERIZACIÓN DE LAS SOLUCIONES	51
DESARROLLO DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS	57

DESARROLLO DE COMPONENTES E INGENIERÍA DEL DISEÑO	58
SIMULACIÓN	58
PROTOTIPADO, TESTADO Y VALORACIÓN DE RESULTADOS	59
SELECCIÓN DE COMPONENTES Y MATERIALES	59
ENSAYO DEL PROTOTIPO	59
CONCLUSIONES SOBRE EL PROTOTIPO	63
ESTUDIO DE APLICABILIDAD Y VALORACIÓN DE COSTES	64
APLICABILIDAD	64
MEDICIÓN DE LOS COSTES MATERIALES	64
MEDICIÓN DE LOS COSTES DE MANO DE OBRA	68
EVALUACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO	69
ESTUDIO SOBRE LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO	70
2. ANEXOS	72
ANEXO 1: EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO	73
SUJECIÓN TUBOS-EXTREMOS, 1ª ITERACIÓN	73
SUJECIÓN TUBOS-EXTREMOS, 2ª ITERACIÓN	74
SUJECIÓN TUBOS-EXTREMOS, 3ª ITERACIÓN	75
SUJECIÓN TUBOS-EXTREMOS, 4ª ITERACIÓN	76
SUJECIÓN TUBOS-EXTREMOS, 5ª ITERACIÓN	77
ANEXO 2: REQUISITOS TÉCNICOS	78
REQUISITOS DE ESTANQUEIDAD	78
OTROS REQUISITOS DE CALIDAD	79
REQUISITOS DE FABRICACIÓN	79
ANEXO 3: SIMULACIÓN	80
ANEXO 4: PLANIFICACIÓN (DIAGRAMA GANTT)	84
ANEXO 5: PROPUESTAS NO DESARROLLADAS	85
CONCEPTOS DE SOLUCIONES NO DESARROLLADAS (GRIFO-COLECTOR)	85
Solución 1: Concepto	85
Solución 2: Concepto	86
Solución 2: Esquema de montaje	87
CONCEPTOS DE SOLUCIONES NO DESARROLLADAS (TUBO-EXTREMOS)	88
Solución 3: Concepto	88

Solución 4: Concepto	89
Solución 5: Concepto	90
ANEXO 6: COLABORACIÓN CON PROVEEDORES	91
ANEXO 7: SOLICITUDES DE PATENTE	92
SOLICITUD DE PATENTE DE LA FIJACIÓN GRIFO-COLECTOR	92
SOLICITUD DE PATENTE DE LA FIJACIÓN TUBO-EXTREMOS	97
ANEXO 8: PLANTILLA DE ACUERDOS DE CONFIDENCIALIDAD CON LOS PROVEEDORES	100
ANEXO 9: OFERTA DE PROTOTIPOS	103
ANEXO 10: ASPECTO DE LOS GRIFOS	104
PERSPECTIVAS GENERALES	104
SECCIONES DESTACABLES	105
ANEXO 11: BENCHMARK	106
INTRODUCCIÓN	106
METODOLOGÍA	106
MODELO DE PLANTILLA DE CARACTERÍSTICAS	108
TABLA DE DATOS-RESUMEN	114
ANEXO 12: Six SIGMA (6σ)	115
INTRODUCCIÓN	115
VARIABLES ESTUDIADAS	115
DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO	120
ANEXO 13: HISTORIA DE LA FÁBRICA Y EL PRODUCTO	121
3. PLANOS	125
<hr/>	
PLANO DEL PROTOTIPO DEL CIRCLIP	126
PLANO DEL EXTREMO HEMBRA (SUJECIÓN TUBO-EXTREMOS)	128
PLANO DEL EXTREMO MACHO (SUJECIÓN TUBO-EXTREMOS)	130
4. REFERENCIA	132
<hr/>	
SITIOS WEB	133
AGRADECIMIENTO A COLABORADORES	135
AGRADECIMIENTOS ESPECIALES	135

1. MEMORIA

Introducción

Estructura del proyecto

Este proyecto surge para resolver algunas de las cuestiones planteadas dentro del plan de búsqueda de reducción de costes (ratio) en el proceso productivo, destinados a mejorar el rendimiento en la próxima plataforma de producto programada para el año 2015.

Ha sido redactado con un carácter ambivalente: servir a la necesidad de la empresa y servir como contenido de Proyecto Fin de Carrera de la titulación de Ingeniero Industrial. Por este motivo, no solo recoge el objeto clave del desarrollo del sistema que trata, sino también información en el ámbito de producto, proceso, empresa y en general de todo el trasfondo relacionado. Todo esto con la intención de servir una clara imagen de conjunto a cualquiera que no esté familiarizado con esta industria.

Por su carácter, ha sido necesario encontrar un compromiso entre el índice propuesto por la Universidad de Cantabria y la *guideline* para el desarrollo de proyectos que se utiliza en la empresa por normativa interna. Se recoge en detalle y en el apartado correspondiente cómo ha sido esta adaptación.

El desarrollo se ha intentado redactar de forma accesible, ilustrando el concepto general y desarrollo del proyecto y tratando de evitar entrar en los detalles técnicos del desarrollo salvo que sea imprescindible. Estos desarrollos quedan recogidos en los anexos y planos posteriores a la memoria, junto con otros documentos e información complementaria.

Por último, se añaden algunos estudios con entidad propia: resúmenes breves de proyectos que ya fueron realizados o se realizaron en otra línea de trabajo pero que evalúan ciertos puntos de interés para este proyecto.

Contexto

El presente proyecto se ha llevado a cabo durante un periodo de prácticas de diez meses en la factoría de Santander de la empresa BSH Electrodomésticos España, S.A. (en adelante BSH), perteneciente al grupo alemán BSH (Bosch und Siemens Hausgeräte GMBH), en el departamento de I+D+i (Nuevos Desarrollos de Producto), perteneciente al Centro de Competencia de Gas SAN.

El proyecto se inició en junio de 2011, y ha estado compaginado con otras labores en el departamento. Su desarrollo tuvo lugar desde entonces hasta la finalización del periodo, el 30 de marzo del año siguiente.

El alcance de este estudio tiene un fuerte componente teórico, aunque cubre también muchos aspectos de aplicación. Omite la implementación física por estar planeada para una fecha que queda fuera de la fecha de finalización de las prácticas, pero si incluye algunas fases de prototipado. Se incluye una programación estimada del desarrollo posterior pertinente y de cómo debe de ser la implementación de las soluciones en el sistema de producción.

Debido a términos de confidencialidad, los datos presentados en este documento pueden no corresponderse a los valores reales en función del caso que se esté tratando pero, de cualquier forma, las conclusiones presentadas sí que serán a las que se ha llegado tras los distintos estudios. Por este mismo motivo, además, no se citarán directamente nombres propios ni comerciales de empresas o proveedores que no sean los del propio grupo BSH. Todas las referencias a ellos se harán con nombres ficticios y siempre en letra mayúscula.

Los resultados de este proyecto quedan recogidos a día de hoy dentro del plan de desarrollo técnico de la siguiente plataforma de productos, que está proyectada para su lanzamiento en 2015.

Antecedentes y objetivos

Marco general del proyecto

Este capítulo pretende describir el entorno de la empresa en la que se ha desarrollado el proyecto. El mismo se ha realizado dentro del departamento de I+D+i (Nuevos Desarrollos de Producto) situado junto a la planta de producción de la empresa, en un módulo de oficinas anexo.

Se describirán en primer lugar los rasgos generales de la empresa a nivel mundial, y a continuación se centrará la exposición en el marco específico para España. Posteriormente, se detallará la actividad correspondiente a esta factoría, y se comentarán los aspectos y procesos más importantes, que tienen lugar dentro de la misma, desde la gama de productos actuales, hasta una exposición a rasgos generales del proceso productivo.

Por último, se hablará del producto y de sus principales componentes, teniendo en cuenta en todo momento un enfoque desde el punto de vista de cuales han sido críticos para el desarrollo de este proyecto.

La empresa

BSH es una empresa integrada en un grupo líder europeo y que, a nivel mundial, ha obtenido unas ventas anuales superiores a los 9.000 millones de euros.

Fundada en el año 1967, es una *joint venture* fundada entre Robert Bosch GmbH (Stuttgart) and Siemens AG (Munich), que opera en el sector del electrodoméstico de línea blanca y pequeño aparato electrodoméstico. En sus inicios contó con varios centros de producción en 3 países y se ha desarrollado hasta incrementar su volumen de producción a más de 40 plantas distribuidas por los cinco continentes. Su infraestructura cuenta con una red de ventas a nivel mundial y compañías de servicio

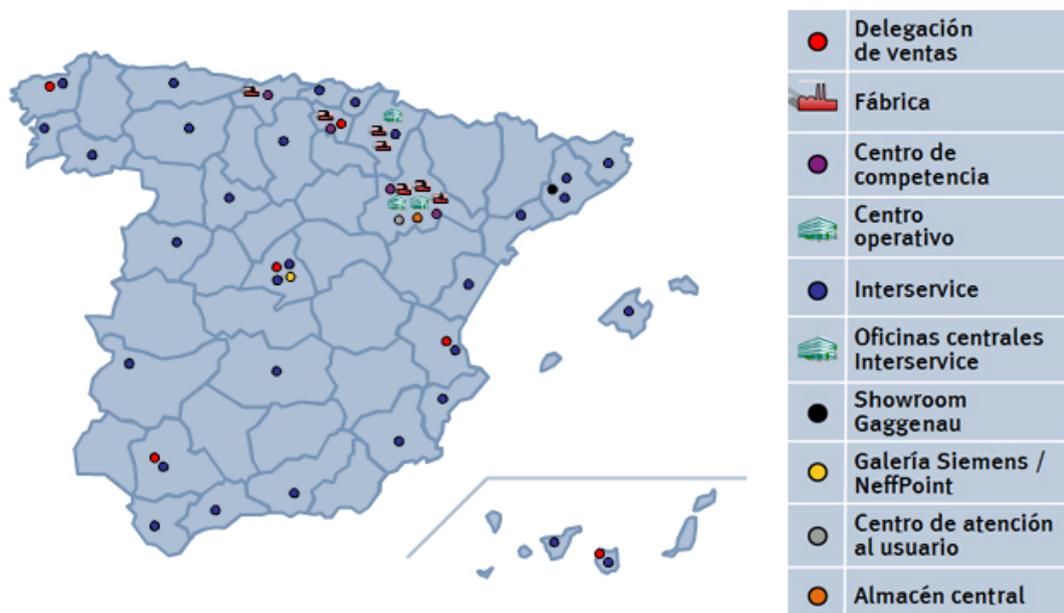
de atención al cliente, suponiendo todo ello una plantilla global de 43.000 empleados, 4.000 dentro de España.

La innovación, la excelencia empresarial y el respeto por el Medio Ambiente son algunas de las bases sobre las que se asientan sus actividades.

La empresa, en España, cuenta con varios centros de I+D+i, donde se centra la actividad de desarrollo para todo el grupo en las tecnologías de bomba de calor para secadoras, cocción por gas, cocción por inducción, lavado y planchado.

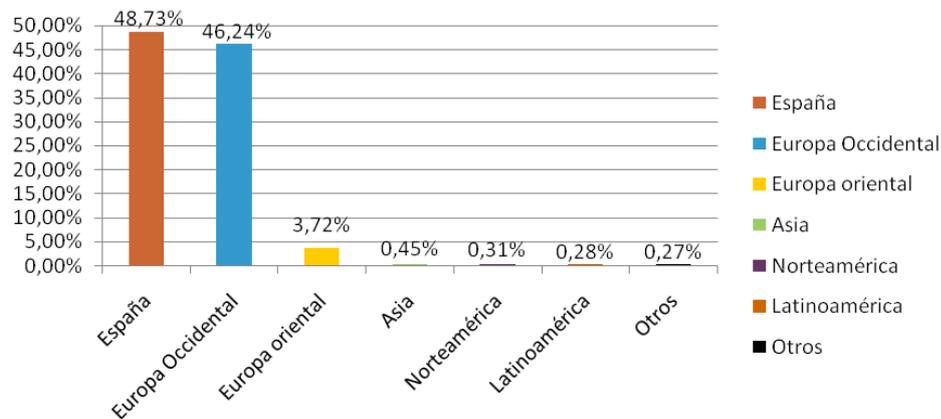
Otro dato de interés es que todas las plantas del grupo en España tienen implementados sistemas de gestión de mejora continua en el ámbito ambiental según la norma ISO 14001 y cuentan con la certificación de aseguramiento de la calidad ISO 9001.

Cabe destacar, también a nivel de España, el almacén central. Desde él se distribuyen todos los electrodomésticos al mercado español y portugués, y se exportan los fabricados en las plantas españolas al resto del mundo.



Mapa de factorías y centros BSH en España

La distribución de ventas de la producción española de esta empresa se divide en dos paquetes importantes, de similar volumen, que son la producción para el propio país y las exportaciones para Europa, si bien este es el cómputo global y no refleja la situación concreta de cada planta.



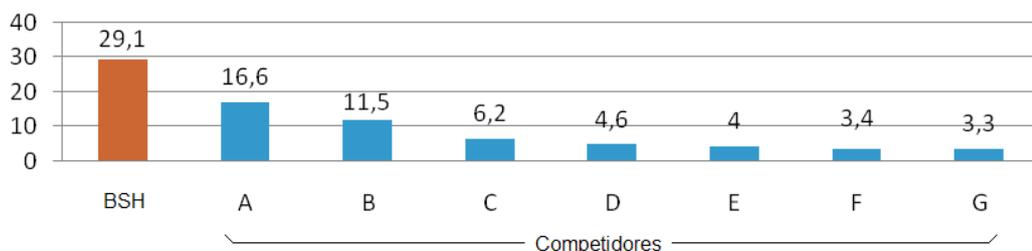
Distribución en ventas de la producción española de la empresa

La posición del grupo en España se ha afianzado en los últimos años, manteniendo actualmente una distancia de más de 12 puntos (en valor) por encima de su competidor inmediatamente más cercano y situándose por ello en el nivel superior en cuanto a cuota de mercado dentro del sector de electrodomésticos español.

El pasado año tuvo en el mercado español de gran electrodoméstico una cuota del 29,1% (GfK TEMAX, 2011). Esta posición sufrió una caída de 0,9 puntos respecto al año 2010, debido al cese de la comercialización de electrodomésticos en una de sus marcas.

Salida de tienda año 2010 (Valor)

Fuente: GfK. Sell-Out 2010.

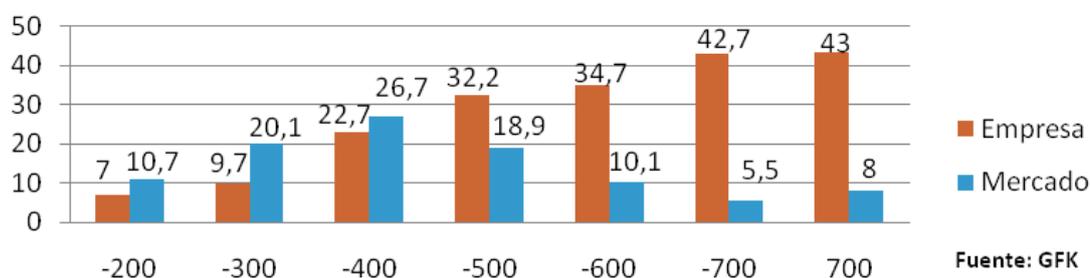


Porcentaje de participación en el mercado

Dos de las marcas del grupo, con un 11,4% y con un 11%, siguieron ocupando las dos primeras posiciones del mercado español de línea blanca, mientras que otra de ellas logró mantener una participación del 6,2% (Gfk TEMAX, 2011).

En 2011, el mercado de electrodomésticos de línea blanca cerró con signo negativo respecto al año 2010. A pesar de que durante el primer cuatrimestre el mercado crecía un 6,2% en valor, las fuertes caídas (en particular las del último cuatrimestre del año, de hasta un 17%) desgastaron el signo positivo acumulado y éste finalizó con una caída en valor del -4%.

Este descenso fue generalizado y similar en todas las gamas de producto. El mercado de línea blanca español en 2011 representó alrededor de seis millones y medio de unidades, aproximadamente el volumen de mercado que tenía España en el año 1997.



Porcentaje de cuota de mercado por segmentos de precio

Es importante valorar estos datos en el contexto de las dos palancas principales que mueven el mercado de electrodomésticos de línea blanca, la construcción de nueva vivienda y la reposición. Ambas siguieron una evolución en términos negativos, así, en 2011 se iniciaron un 22% menos de viviendas que en 2010 (INE, 2011) y el mercado de reposición tampoco mostró signos de recuperación. Además, los índices de confianza del consumidor se situaron a cierre de año en uno de los puntos más bajos.

A pesar de todo, el mercado de Europa Occidental presentó un crecimiento en unidades del 2,2%, siendo los únicos países que reflejaron caídas de mercado respecto al año anterior España con un -4,4% y Holanda con un -2,3%.

El resto de mercados de Europa occidental incrementaron su volumen destacando especialmente Alemania, Italia y Gran Bretaña, con un +6,7%, +4,2% y +2,1% respectivamente. El incremento fue aún más notable en los mercados de Europa del Este que arrojaron en su conjunto un crecimiento del +8,5% (INE, 2011).

En el mercado español, esta empresa comercializa más de siete marcas diferentes, ocupando un espacio diferenciado en el mercado y cubriendo unas necesidades concretas ligadas a unos valores definidos cada una de ellas. Los valores hacia los que se orientan algunas de las principales marcas son:

- Proporcionar soluciones avanzadas y de confianza
- Proporcionar un diseño vanguardista y la última tecnología
- Buscar la diferenciación con el resto del mercado
- Buscar la cercanía con el consumidor y el gusto por la cocina
- Encontrar soluciones prácticas, que aseguren la sencillez y comodidad
- Crear productos con rigurosas exigencias de calidad

Esta división por marcas juega un papel fundamental en el éxito de la comercialización, ya que representan la vía a través de la cual se intercomunica con los clientes finales. Mediante los distintos productos, filosofía y comunicación, se transmiten a la sociedad los valores de la empresa, así como el espíritu y el carácter que las diferencia a unas de otras.

La constitución de unas marcas fuertes permite hacer partícipes a sus usuarios de las nuevas tecnologías y del sello de innovación de la empresa, ofreciéndoles los mejores servicios y el compromiso de satisfacer al máximo las necesidades de todos ellos.

El fin último de las marcas es por tanto estrechar las relaciones con los clientes finales, mediante distintas líneas de comunicación. Para lograr este objetivo, es imprescindible conocer los hábitos, el nivel de aceptación de las prestaciones y el grado de satisfacción de los productos, adaptándolos en consecuencia a las necesidades de los clientes.

La factoría

La planta de producción en la que se ha desarrollado el proyecto está situada en Cantabria y es Centro de Competencia a nivel mundial en el desarrollo de aparatos de cocción a gas, además de una de las factorías con mayor tradición en España. La historia de esta factoría se remonta a mediados del siglo XIX, cuando llegó a establecerse un taller del metal que fabricaba herramientas de plomería y calderería de cobre.

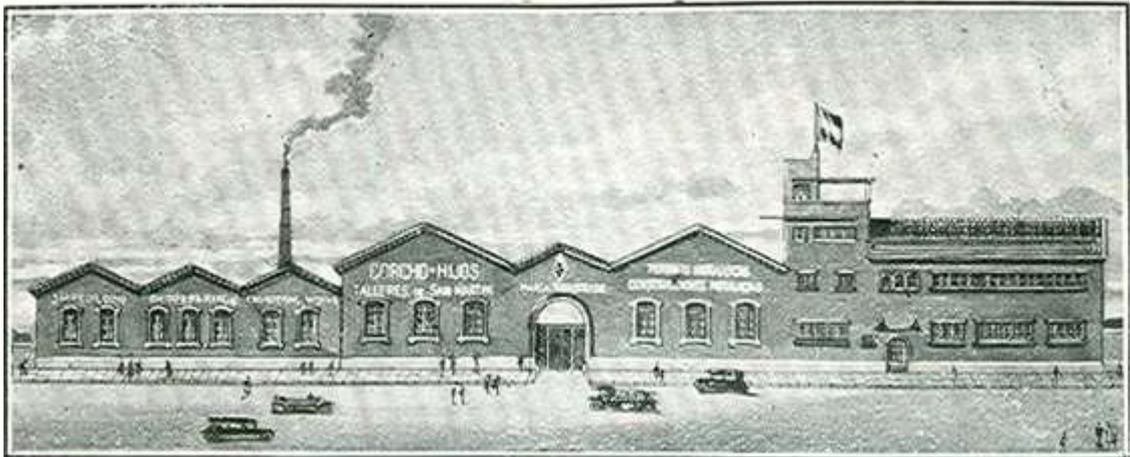


Ilustración de la fábrica en 1855

Esta factoría está especializada en el desarrollo y fabricación de encimeras de gas y fue de hecho una de las pioneras en este ámbito en España, abriendo nuevos caminos en la fabricación de aparatos de cocción a gas. Hasta 2005 se fabricaron cocinas *free standing* pero a partir de ese año se eliminó esa línea de fabricación para especializarse en encimeras de gas.

En vista de la acumulación de competencias en el desarrollo, calidad y compras en esta factoría, se ha convertido en el Centro de Competencia mundial de encimeras de gas del grupo con responsabilidad total sobre el desarrollo tecnológico y coordinación entre factorías dedicadas al mismo ámbito. Debido a esto, la gama de productos actual se vende en toda la península ibérica además de exportarse a todo el mundo.

El centro ha profundizado en sus colaboraciones con otros centros públicos de investigación, colaborando en varias ocasiones con varias universidades españolas. Todo ello con objeto de garantizar la mejora continua de sus aparatos de gas, especialmente en cuanto a rendimiento de quemadores y prestaciones avanzadas.

Si se desea, se puede encontrar información ampliada sobre la historia de la planta y el producto desde sus inicios en el anexo *Historia de la fábrica y el producto*, adjunto tras esta memoria.

Proceso productivo

El proceso productivo es la base para la mejora continua y posterior desarrollo de todos los procesos industriales dentro de la cadena de creación de valor. Establece un estándar común para todas las plantas del grupo, en todo el mundo, que forma parte de la filosofía corporativa, y define cómo diseñar procesos de fabricación robustos, optimizando la logística para la gestión de compras y fabricación.

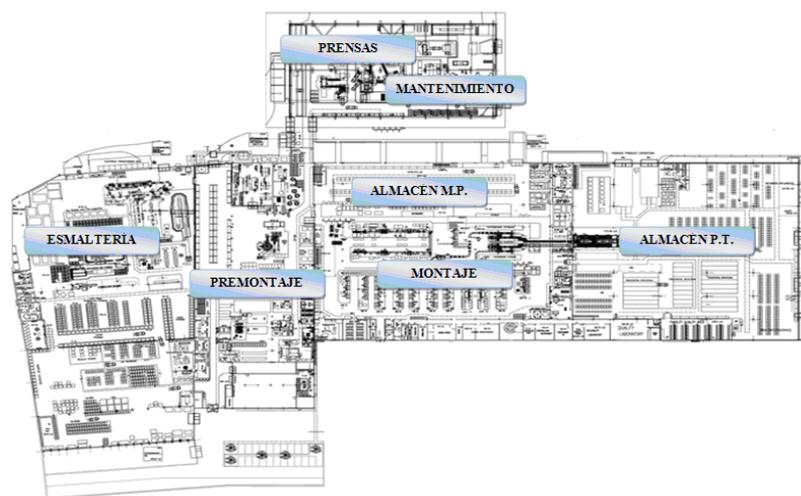
Los métodos y herramientas del sistema de producción de esta empresa tienen un alcance amplio, lo que permite al grupo fortalecer la competitividad internacional de sus fábricas de diversas formas. El grupo utiliza este sistema para impulsar la competitividad de la productividad en las plantas, haciendo especial hincapié en evitar los despilfarros en todos los procesos.

El sistema de producción también tiene como objetivo aumentar la flexibilidad de las factorías mediante la reducción de los tiempos de reposición y los tamaños de lote de

producción. Esto otorga al grupo la capacidad de responder más rápidamente a los cambios y reducir los inventarios de material en las fábricas. Por otra parte, se consigue así una mejora en el cumplimiento de entrega al cliente mientras se mantienen bajos los inventarios de productos terminados.

A continuación se explica el flujo que siguen los materiales utilizados para fabricar una encimera de gas. Se expondrá la ruta que siguen los materiales más importantes a través de las diferentes áreas dentro de la factoría, pero antes de explicar cada posible camino, se hará una pequeña aclaración dentro de este tipo de materiales. Se diferencian dos tipos de componentes en función de la naturaleza de su origen:

- *Tipo 1:* Dentro de este grupo de componentes se englobarán los llamados de ‘propia fabricación’. Se llaman de esta forma, puesto se trata de materiales que han sido fabricados o manipulados mediante algún tipo de operación dentro de la propia empresa. Un ejemplo de estos podrían ser las carcassas que forman parte de una encimera de gas.
- *Tipo 2:* En de este grupo se incluirán aquellos materiales que llegan a la empresa a través de los proveedores, y que por tanto no será necesario que pasen por ningún tipo de operación. Por ejemplo: los grifos.



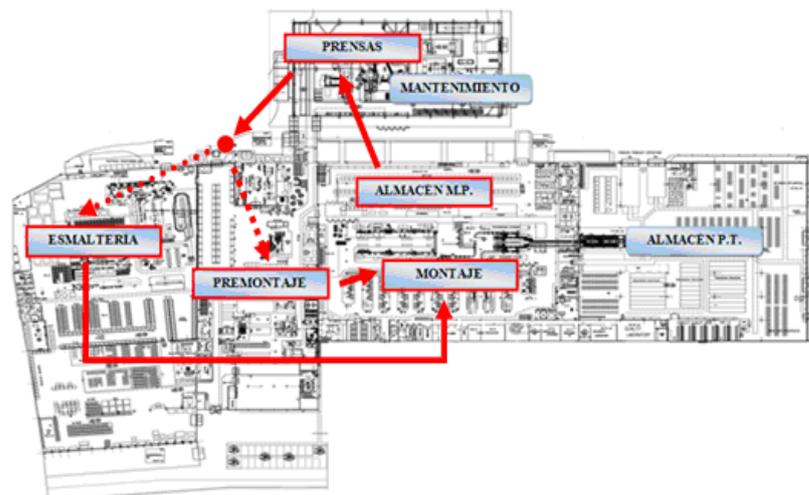
Plano de la factoría

Flujo de componentes

En el caso de los componentes de Tipo 1, las únicas operaciones que necesitan son secundarias o de montaje. La ruta que siguen estos componentes en el interior de la fábrica se es distinta en función del componente.

En primer lugar existen piezas que se encuentran en el almacén de materias primas y a medida que son requeridas por el proceso, son enviados a la sección de esmaltería, donde se someten a procesos de tratamiento de limpieza superficial, aplicación del esmalte del color deseado, serigrafiado y horno de esmaltado. Tras esto son almacenadas en un buffer temporal hasta que son requeridas en las cadenas de montaje, donde son ensambladas junto con el resto de componentes en lo que será el producto final, que posteriormente será embalado y enviado al almacén de producto terminado.

En otros casos, se parte de chapa de acero almacenada en bobinas como materia prima para ser sometida a operaciones de deformación, conformado, corte y punzonado tras las que obtiene su forma final. Luego es enviada a las cadenas de montaje. Algunos de estos componentes son además enviados a una cadena de premontaje para añadir accesorios auxiliares como una fase previa a su montaje definitivo, optimizando así el flujo del proceso.

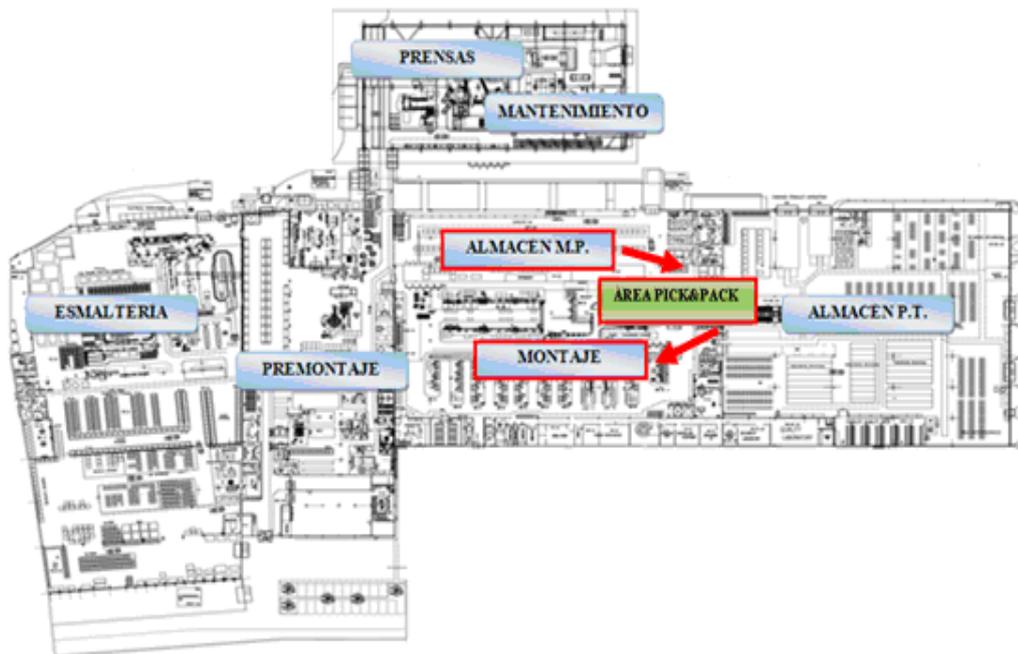


Flujo de componentes Tipo 1

Respecto a los materiales de Tipo 2, se puede decir que puesto que no tienen que ser sometidos a ningún tipo de operación (llegan a la fábrica directamente de un proveedor) el flujo a seguir es mucho más sencillo.

Para evitar confusiones, es importante aclarar que pese a no ser un material que vaya a ser procesado en la empresa como ocurría con los de Tipo 1, la ubicación inicial de este tipo de componentes también es el almacén de materia prima. El recorrido en este caso es directo: el material va desde el almacén prima hasta el área de montaje.

Si que cabe comentar que antes de llegar a este último punto, los materiales pasan por un área (*pick & pack*) donde son colocadas en una serie de cajas, mediante las que son suministradas a las correspondientes líneas de montaje para la construcción de la encimera de gas.



Flujo de componentes Tipo 2

Overview del producto

La factoría produce placas de gas para uso doméstico que se exportan a países de todo el mundo, lo cual hace que las características demandadas al producto varíen ampliamente. Se maneja una gran complejidad en cuanto a gama de variantes pero dentro de esa complejidad se busca utilizar, en la medida de lo posible, piezas comunes entre distintos modelos para amortiguar el impacto de la complejidad en los costes.

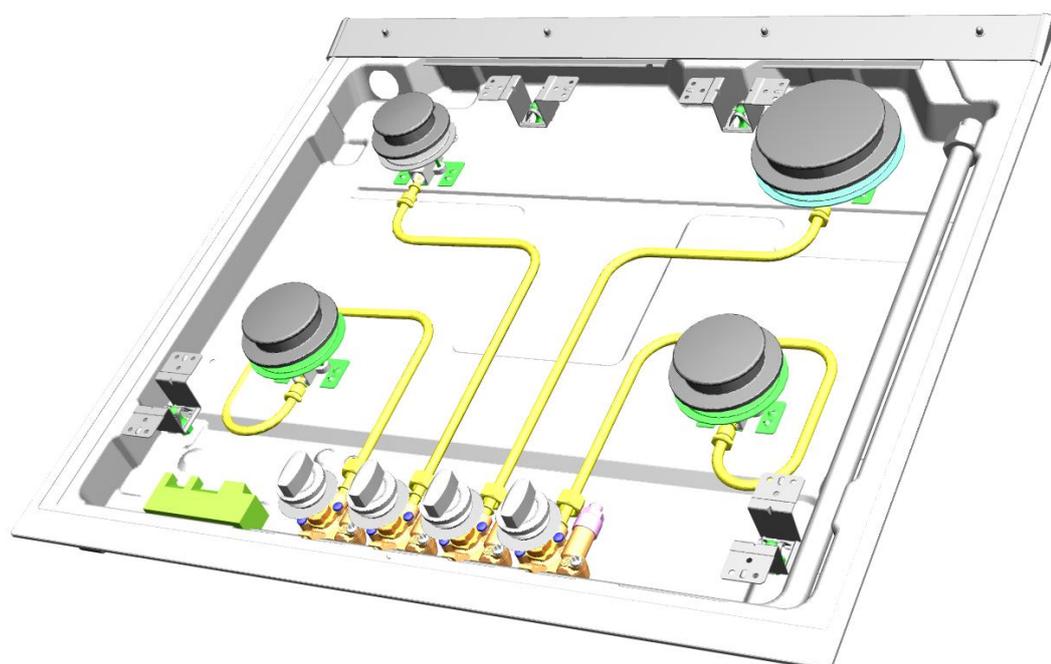
Existen varias tipologías de placas de cocción, en función de la tecnología constructiva, tamaño y número de fuegos de que dispongan y la configuración de estos. Entre las tipologías más comunes encontramos ejemplos como placas “4G”, que disponen de cuatro quemadores standard; placas “3G + W” de tres quemadores standard y un quemador Wok; placas “2G + 2W” con dos quemadores standard y dos quemadores Wok y otras muchas tipologías.



Placa de gas 2G + 2W



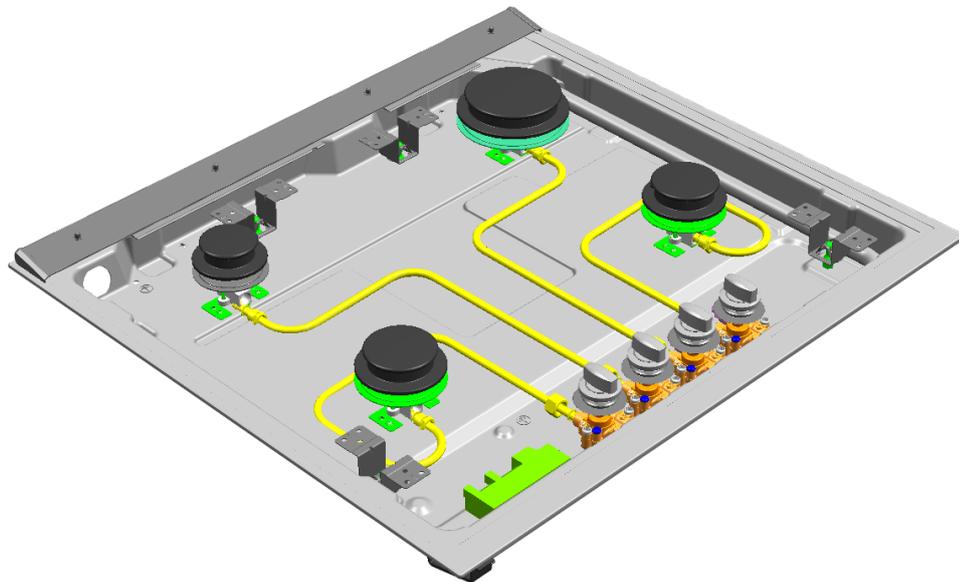
Aspecto exterior de una placa de gas



Aspecto interior de una placa de gas

Desde el punto de vista funcional (interno) la variación no es tan grande en cuanto a tipo de elementos como en cuanto a disposición. Dentro de esas variaciones hay elementos críticos como por ejemplo los inyectores, que dependen del gas del país de destino (donde se vaya a comercializar) y los adaptadores de toma en función del sistema de distribución de gas que se use en ese país.

Se exponen a continuación las piezas y conjuntos clave en el montaje de un aparato convencional de gas para proporcionar una perspectiva del entorno en el que se engloban estas soluciones a quien no esté familiarizado con este tipo de producto. Se identifican con imágenes resaltando en rojo sobre la siguiente imagen la parte que se trata en cada momento, para facilitar su identificación.

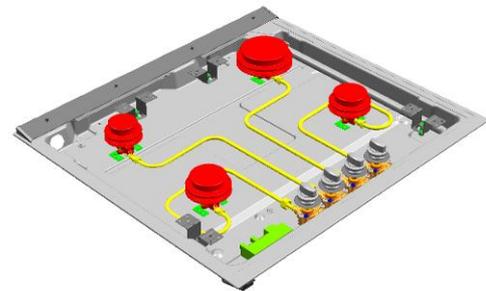


Ejemplo de disposición de los elementos internos de una placa de gas

Parrillas: son las piezas de metal esmaltadas que soportan los útiles de cocción por encima de los quemadores a la altura adecuada para que los rendimientos y combustiones sean óptimos. Algunos modelos que incluyen quemador wok disponen de una parrilla especial exclusiva para este por sus características.



Quemadores: en su interior se mezclan el gas de ignición y el aire en la proporción adecuada para la combustión. La mezcla se dirige, se lleva a cabo la combustión y los dardos de llama son distribuidos uniformemente en toda la circunferencia



con el ángulo vertical de salida adecuado. Se clasifican crecientemente según su potencia en quemadores auxiliares (~1kW), quemadores semirápidos (~2kW), quemadores rápidos (~3kW) y quemadores wok (>3kW); siendo su tamaño creciente con la potencia además (son distinguibles a simple vista).

Perfil trasero: Además de esta clasificación que se ha hecho de los quemadores, se puede hacer otra en función del tipo de entrada de aire de combustión. La entrada de aire puede ser por la parte superior o por el interior del aparato, siendo en este segundo caso



necesaria una entrada de aire al interior que se consigue mediante un perfil trasero con aberturas a lo largo de toda su longitud, que conecta el interior del aparato con el exterior.

Componentes de los quemadores: Los quemadores constan a su vez de distintas piezas, todas ellas orientadas a ajustar algún aspecto de la combustión. Las más importantes son:

- **Portainyector:** es el “cuerpo” del quemador. Da soporte al resto de elementos y en su interior tiene lugar la mezcla de gases. Se sujeta a la carcasa mediante atornillado. En la mayoría de los casos está hecho de aluminio inyectado.
- **Inyector:** es el elemento donde desemboca el tubo que llega al quemador y una pieza clave en la combustión. Su función es la de dirigir el chorro de gas correctamente perpendicular a la tapa del quemador para que se distribuya igualmente en todas las direcciones. Es una pieza crítica, por lo que sus tolerancias son muy estrictas. Además es uno de los elementos diferenciadores para los tipos de gases.

Grasera: es la pieza de chapa, cristal templado o cristal vitrocerámico, visible en la parte superior del aparato sobre la que descansan las parrillas y a la cual se sujetan. Su función es cerrar el aparato y protegerlo de la grasa o líquidos que puedan penetrar en el interior del mismo, así como estética: su diseño es muy estudiado y su acabado muy cuidado.

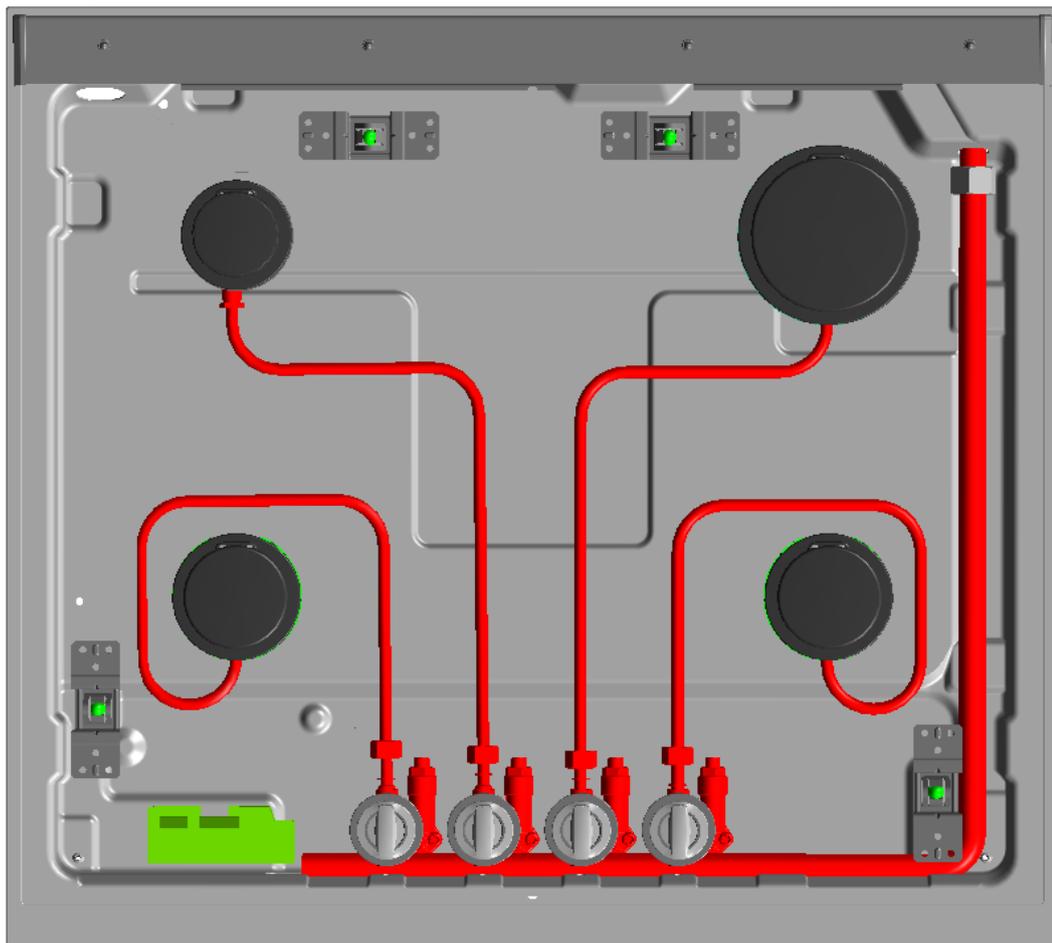


Carcasa: es la pieza de chapa que hace la función de cubierta inferior y da soporte y rigidez a todo el conjunto del aparato. Es uno de los elementos clave en el desarrollo de la plataforma de producto.



Sistema funcional y elementos adicionales: consta de todos los elementos internos de distribución y regulación del gas montados sobre la carcasa, en el interior del aparato.

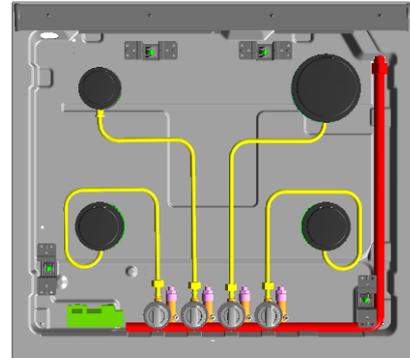
Se describe con especial detalle todo el conjunto del sistema funcional por estar directamente relacionado con los elementos que son objeto de este proyecto.



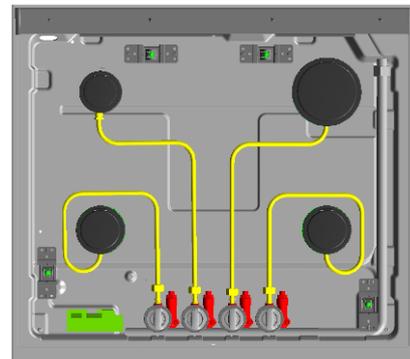
Situación del sistema funcional y sus componentes

Los principales elementos que componen el sistema funcional son:

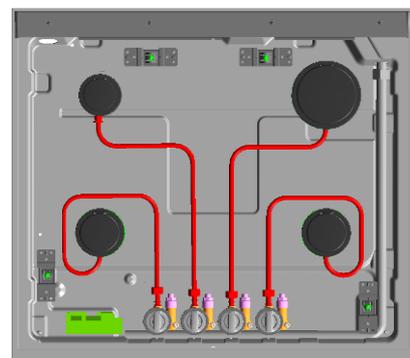
- *Colector*: recoge del punto de suministro de gas a la vivienda el gas de ignición y lo distribuye hasta los grifos/válvulas de regulación de flujo. En general, tiene una geometría acodada, en forma de “L” aunque también los hay rectos. A diferencia de los tubos de menor tamaño, que están fabricados en aluminio, el colector está hecho en acero galvanizado, para tener mayor resistencia.



- *Grifos/válvulas de paso*: regulan el paso de gas desde el colector hacia los quemadores. El usuario actúa sobre ellos mediante los mandos. Su principio de funcionamiento es mecánico. Existen dos tipos principales, en función del ángulo máximo de giro de la llave: de giro hasta 160° y de giro hasta 210°. La pieza principal está fabricada en latón por moldeo, y las piezas menores son de aluminio y acero.

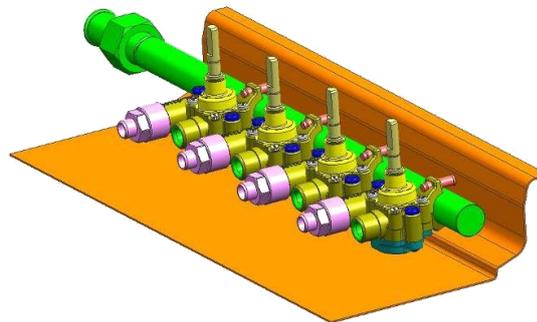


- *Tubos de distribución*: llevan el gas desde la salida de las válvulas de paso hasta cada uno de los quemadores del aparato. Se fabrican en aluminio y con formas acodadas para facilitar su montaje (permiten cierta deformación) y asegurar una correcta alimentación del fluido a los quemadores. Se mantienen sujetos por un extremo al grifo y por otro al portainyector del quemador.

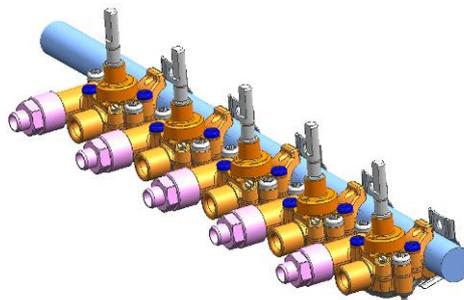


- *Elementos de encendido y seguridad:* junto a cada uno de los quemadores hay un conjunto de bujía y termopar. La primera para provocar el encendido inicial de la llama y el segundo como parte de un sistema de seguridad del que han disponer todos los aparatos según la legislación vigente desde 2010 en Europa. Cuando el termopar no detecta temperatura (cuando no hay llama presente) su señal eléctrica actúa sobre un sistema que cierra el paso de gas automáticamente para evitar el riesgo de posibles accidentes.

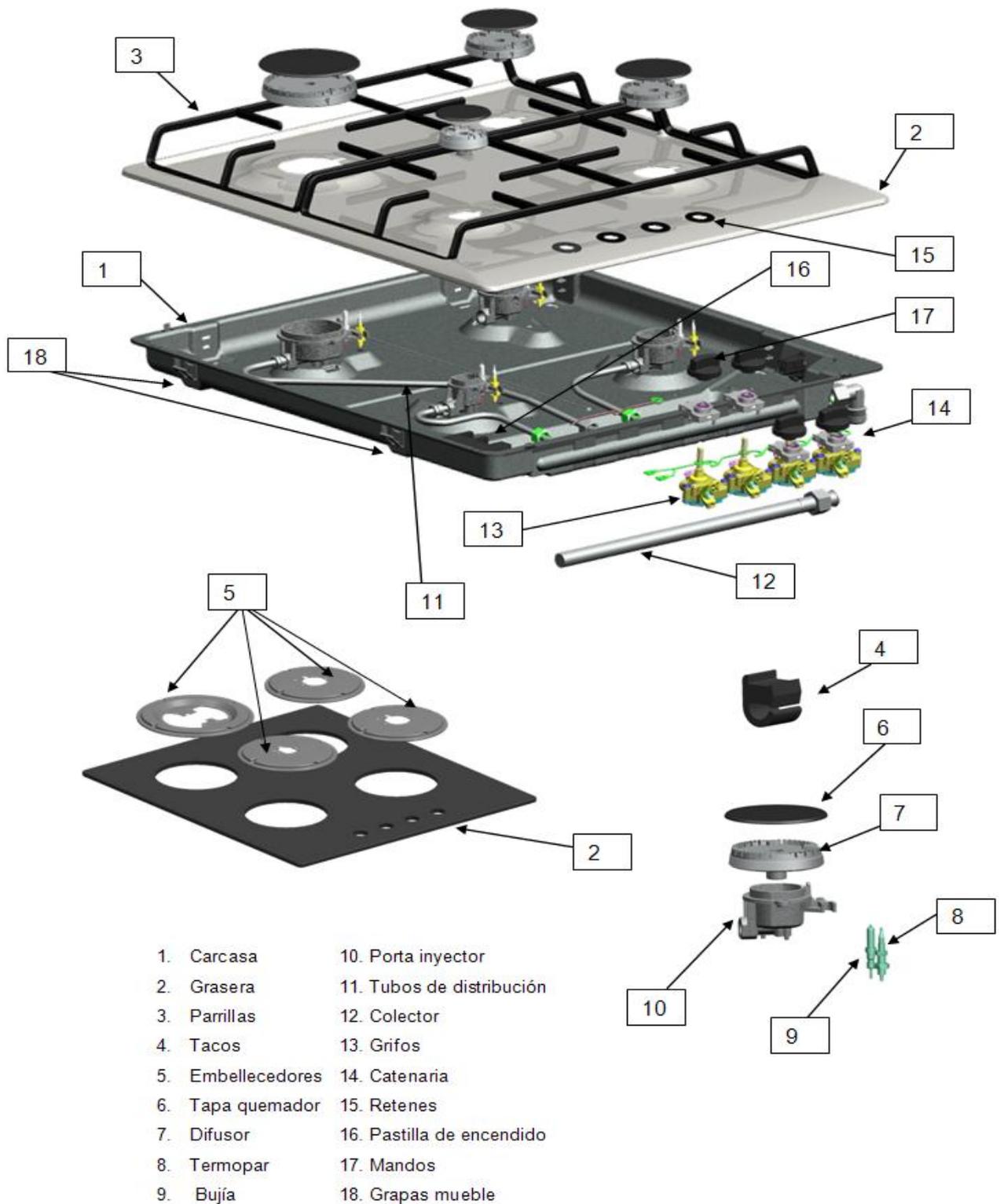
El sistema funcional puede ser o bien dependiente (con su colector atornillado directamente al lateral de la carcasa) o independiente (si el montaje grifos-colector se hace independientemente y luego se une al inferior de la carcasa). El que sea de un tipo u otro es crítico en cuanto al proceso de producción, ya que si, por ejemplo, el sistema funcional es independiente, se puede separar su proceso de montaje asociado y hacerlo en paralelo con otros procesos.



Sistema funcional dependiente



Sistema funcional independiente



Despiece de componentes de una placa de gas

Confidencialidad

Todo este desarrollo se ha llevado a cabo de manera confidencial en todo momento, respaldando esta condición mediante acuerdos firmados por ambas partes cuyas plantillas se pueden ver en el anexo correspondiente. No se incluyen copias de los documentos definitivos por los motivos referentes a confidencialidad expuestos al principio de esta memoria pero se incluyen las plantillas modelo que se utilizaron en el anexo correspondiente.

La motivación principal de estas medidas es que la ventaja competitiva que proporciona este desarrollo sea de uso exclusivo del grupo durante un periodo de tiempo lo suficientemente razonable.

Por otro lado, gran parte de la normativa interna es confidencial, por lo que no puede ser citada íntegramente y se realizará una breve exposición cualitativa de la misma solo al mínimo nivel necesario para la correcta descripción del proyecto. Sí que se recogerá la denominación de dicha normativa, para que el desarrollo quede justificado en todo momento y se pueda acudir a ella si se dispone de autorización.

Para evitar que algunos datos sean publicados, se han multiplicado todas las magnitudes numéricas de este proyecto por una constante K, para ocultar sus magnitudes absolutas pero permitir ver las relaciones entre ellas y las conclusiones. A esta constante solo tendrá acceso la propia empresa y aquellos a los que autorice la misma.

Objeto y justificación del proyecto

Este proyecto nace ante la fuerte necesidad de reducir costes en un área del mercado cada vez más competitiva y en la que tanto los costes de materia prima como de mano de obra están en creciente aumento. Su fin último es reducir costes, principalmente de mano de obra, sin requerir una inversión adicional importante y de este modo mejorar el margen de beneficio.

Para obtener dicha reducción, se busca disminuir los tiempos de montaje en las cadenas de la fábrica que impacta directamente en el coste de mano de obra y tiene además todos los beneficios asociados a la reducción de tiempos. Además, el simplificar el proceso tiene otras mejoras de coste derivadas como puede ser el caso de los costes de mantenimiento y de reparación de averías.

Puesto que en la actualidad se está llevando a cabo el desarrollo de la nueva plataforma de producto, este proyecto se englobará dentro del diseño de esta plataforma, puesto que así no hay costes adicionales a los ya previstos derivados de adaptar el sistema actual.

Teniendo en cuenta los puntos del plan de desarrollo de la nueva plataforma que estaban orientados a este campo y que más impacto podían tener dentro del alcance de un proyecto de estas características, se eligió como objetivo del mismo el desarrollo de soluciones de sujeción que requiriesen menor tiempo de montaje que las actuales.

Concretamente se plantea el desarrollo de varios sistemas: sujeciones de tubos a grifos, sujeciones de tubos a quemador, sujeciones de quemador a carcasa y sujeciones de grifos a colector. Se decidió empezar estudiando los cuatro casos y en función de cómo fueran progresando se decidiría si el proyecto finalmente ofrecía solución a todos los sistemas planteados o si se reducía el ámbito del mismo.

Alcance y finalidad

Para lograr los objetivos mencionados, en un primer lugar se recopilarán todos los datos, relevantes al caso de estudio, de tiempos y costes de los sistemas actualmente en uso con motivo de poder evaluar posteriormente el impacto económico que supone la implantación de las soluciones que resulten del proyecto.

Una vez se tiene la información de la situación actual y se haya analizado, se priorizan los sistemas a mejorar en función de su impacto y dificultad técnica.

Después se contactará con proveedores que puedan ofrecer un soporte adecuado al desarrollo y con los que se seguirá siempre un protocolo de confidencialidad recogido en contrato.

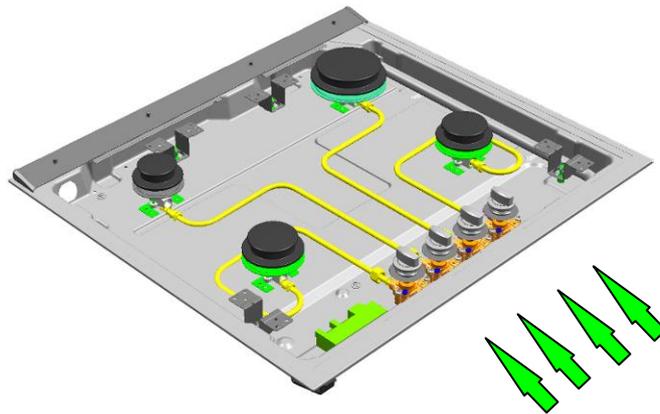
Se trabaja en los nuevos diseños de sistemas de sujeción partiendo de ideas conceptuales, fruto de sesiones de *brainstorming* de un equipo multidisciplinar, en el que participan miembros de este y otros departamentos como ingeniería o calidad y en ocasiones técnicos representando al proveedor. Paralelamente se irán ofreciendo ideas y creando prototipos hasta que se llegue a un modelo que cumpla con las especificaciones de la mejor manera posible y que sea factible tanto económica como técnicamente.

Una vez terminado el desarrollo de los sistemas se planteará la estimación del impacto que tendrá en los costes una vez implantado, así como su coste de implantación y, en base a todo esto, se valorará la rentabilidad del proyecto. Se proponen además posteriores líneas de actuación para continuar con el desarrollo de este tipo de sistemas, como continuación al proyecto.

El proyecto plantea inicialmente la búsqueda de soluciones de sujeción para cuatro sistemas de fijación existentes en el aparato, a los que se referirá como COLECTOR-GRIFO, QUEMADOR-CARCASA, TUBO-GRIFO y TUBO-QUEMADOR. En adelante, se distinguirán los elementos de conducción de gas de la siguiente manera: la palabra TUBO se referirá a los tubos pequeños que van desde los grifos a los quemadores y la palabra COLECTOR se referirá al tubo de mayor diámetro que une todos los grifos con el punto de toma de la red de gas.

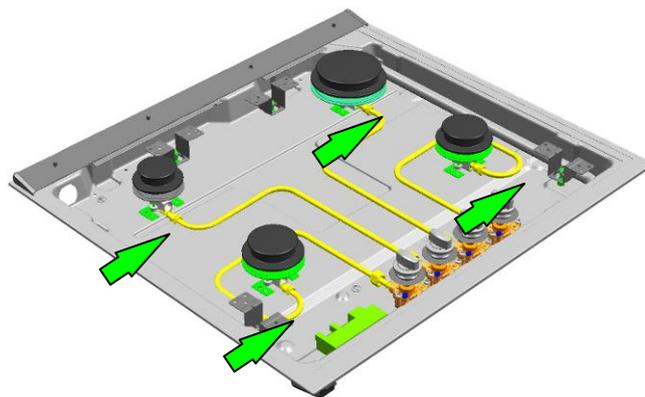
Para un mejor entendimiento del *layout* (disposición física) de cada una de estas sujeciones, se van a describir brevemente a continuación, adjuntando una imagen para ilustrar claramente su disposición en el aparato. Los sistemas de sujeción tratados en este proyecto se describen brevemente a continuación, indicando en las ilustraciones su situación en un aparato genérico mediante flechas verdes.

- **Fijación de grifos a colector (COLECTOR-GRIFO, CG):** sistema de fijación de los grifos al tubo colector principal. Es importante que garantice la estanqueidad.



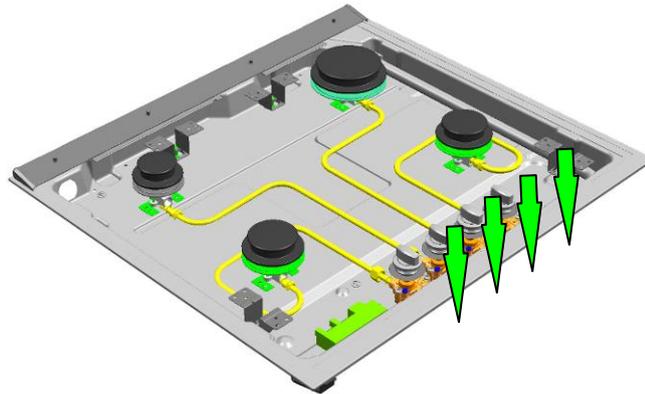
Situación de las fijaciones de grifos a colector

- **Fijación de quemadores a carcasa (QUEMADOR-CARCASA, QC):** sistema de fijación de los quemadores a la carcasa del aparato. Es importante que permita reprocesos para cubrir las posibles holguras tras el montaje.



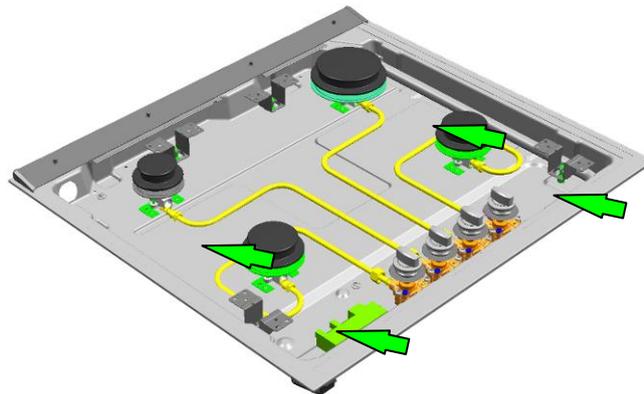
Situación de las fijaciones de quemadores a carcasa

- **Fijación de tubos a grifo (TUBO-GRIFO, TG):** sistema de fijación de los tubos de aluminio por el extremo del grifo. Es importante que garanticen la estanqueidad.



Situación de las fijaciones de tubos a grifos

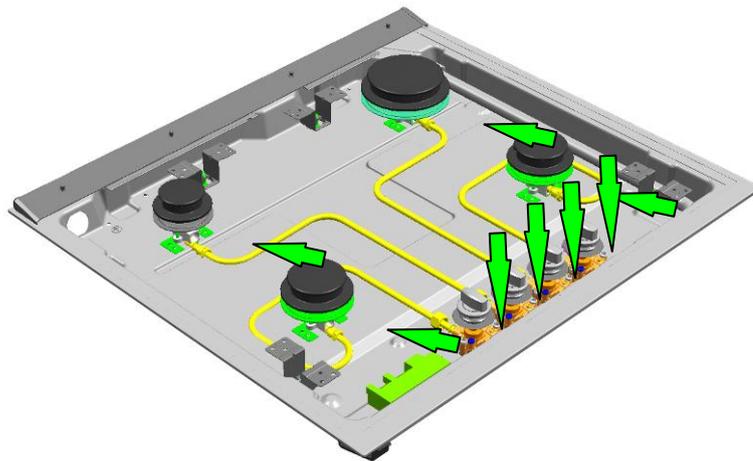
- **Fijación de tubos a quemador (TUBO-QUEMADOR, TQ):** sistema de fijación de los tubos de aluminio por el extremo del grifo. Es importante que garanticen la estanqueidad y que soporten la alta temperatura de la zona.



Situación de las fijaciones de tubos a quemadores

Puesto que se llegó a aplicar la misma solución para dos de estos sistemas, en ocasiones se hará referencia a los sistemas TUBO-GRIFO y TUBO-QUEMADOR conjuntamente como TUBO-EXTREMOS:

Fijación de tubos a extremos (TUBO-EXTREMOS, TE): fijación de los tubos de aluminio en sus dos extremos. Debe cumplir los requisitos de TUBO-GRIFO y TUBO-QUEMADOR.

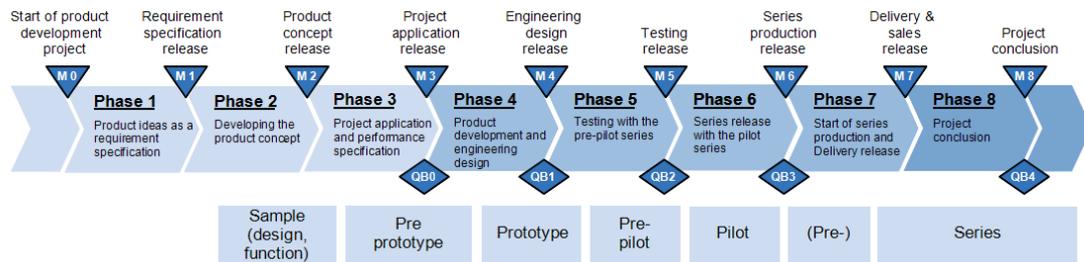


Situación de las fijaciones de tubos en sus extremos

Metodología seguida en el desarrollo del proyecto

El desarrollo de este proyecto se ha llevado a cabo tomando como modelo la metodología PEP que propone BSH para el desarrollo de proyectos y teniendo también en cuenta el índice propuesto por la Universidad de Cantabria (en adelante UC) para este tipo de proyectos, a los que se refiere como “Proyectos de desarrollo de prototipos”.

La metodología PEP está concebida para el desarrollo de productos completos, pero en esta ocasión se hará uso de ella escalándola y adaptándola a las características de este proyecto. Esta metodología propone una división del proceso de desarrollo en varias fases, separadas por hitos (*milestones*) que delimitan claramente cuando termina una fase y empieza otra.



Esquema de las distintas fases e hitos propuestos por el PEP

Las fases que plantea el PEP son:

1. Ideas de producto como especificación de requisitos
2. Desarrollo del concepto del producto
3. Aplicación del producto y especificaciones de rendimiento
4. Desarrollo del producto e ingeniería del diseño
5. Testado de series cero
6. Comercialización de series cero
7. Inicio de producción en serie y apertura a distribución
8. Finalización del proyecto

Mientras que el esquema propuesto por la UC es el siguiente:

1. Antecedentes y objetivos
2. Especificaciones de diseño
3. Diseño del sistema
4. Implementación física
5. Protocolo de pruebas y rediseño
6. Resultados obtenidos
7. Estudio de aplicabilidad
8. Costes
9. Industrialización y fabricación en serie

Como el PEP está orientado al desarrollo de proyectos completos de plataforma, se han redefinido sus fases para este proyecto, orientándolas al desarrollo de la mejora

de un producto existente en la actualidad y teniendo en cuenta el esquema propuesto por la UC.

Las fases en las que se dividió este proyecto fueron finalmente:

1. Análisis de la situación actual y especificación de requisitos
2. Desarrollo de alternativas y conceptos
3. Estudio de la viabilidad de las soluciones propuestas
4. Desarrollo de los componentes e ingeniería del diseño
5. Prototipado, testado y valoración de resultados
6. Estudio de la aplicabilidad y evaluación de costes
7. Industrialización y fabricación en serie

El índice de esta memoria se ha redactado acorde a ellas.

Dado que un proyecto de estas características tarda en completarse varios meses, el presente estudio incluye la fase de prototipado en la medida de lo que ha sido posible con los recursos disponibles pero no la fase de fabricación en serie.

Se recoge en un anexo la planificación temporal (diagrama de Gantt) de las fases de desarrollo del proyecto en el anexo correspondiente, posterior a esta memoria.

Análisis de situación actual y especificación de requisitos

Diseños actuales

La situación de partida de todos los sistemas estudiados en el producto actual BSH tiene un elemento común: las sujeciones se realizan mediante procesos de atornillado, que entrañan unos tiempos de montaje importantes, por lo que eliminarlos/substituirlos será uno de los puntos de acción principales, ya que las medidas serán aplicables en mayor o menor medida a todos los sistemas estudiados.

Sistema de fijación GRIFO-COLECTOR: el amarre del grifo al colector se realiza actualmente situando el colector entre la carcasa y una cavidad del grifo, que luego se unen sólidamente mediante dos tornillos. Interiormente a la unión existe un casquillo y una junta que garantizan la estanqueidad. En general, los aparatos tienen cuatro grifos, con lo que el número total de operaciones de atornillado por aparato son ocho. La brida debe ejercer suficiente presión contra el tubo colector como para garantizar la estanqueidad.

Sistema de fijación QUEMADOR-CARCASA: los quemadores se suelen fijar a la carcasa o bien por un atornillado directo del portainyector a la misma o bien mediante el uso de una pieza “puente” intermedia, también atornillada. En los aparatos hay cuatro quemadores generalmente, lo que supone ocho operaciones de atornillado de este tipo, sin tener en cuenta las de los puentes. Esta unión es ajustable en altura, lo cual es un requisito puesto que deben de poder ajustarse los posibles desniveles entre quemadores debido a diferentes tecnologías de construcción.

Sistema de fijación TUBO-GRIFO: los tubos se fijan al grifo mediante una tuerca que se enroscan externamente a un pequeño cilindro roscado que sobresale del mismo y que se aprietan con un par suficiente para que el bordonado situado cerca del extremo del tubo plastifique y selle de manera estanca la unión. Una anilla de

acero facilita la distribución uniforme de la fuerza durante el apriete. La fijación de estos extremos de los tubos suponen cuatro operaciones de atornillado.

Sistema de fijación TUBO-QUEMADOR: la unión de los tubos de aluminio por el extremo del quemador se realiza de manera similar a la anterior, con la principal diferencia de que en esta ocasión la rosca es interna a la pieza de molde (al portainyector) y de que la unión es más exigente, puesto que la zona trabaja a más temperatura y los materiales son más susceptibles a fenómenos de fluencia. Al igual que en el caso anterior, la fijación de estos extremos de los tubos suponen cuatro operaciones de atornillado.

Antes de pasar a los requisitos que exige el diseño, se quieren destacar algunos aspectos importantes sobre los sistemas actuales y que deben ser tenidos en cuenta, a saber:

- Las uniones de tubos no soportan importantes esfuerzos de tracción, puesto que la presión de los gases que viajan internamente están a una presión del orden de milibares y aunque así fuere, la presión sobre las paredes, ejercería un esfuerzo radial mayoritariamente.
- El alto par de apriete que aparece en algunas uniones está justificado por la necesidad de que el bordonado se deforme y selle la unión. Si se utiliza un material que se deforme con menor tensión, no será necesario emplear fuerzas tan grandes.
- Los requisitos de estanqueidad fijados para las uniones de tubos están controladas en términos de par de apriete de la unión y comprobaciones de estanqueidad en cadena de montaje y por controles de calidad (auditoría de producto terminado, ensayos de vida, etc.). Algunos de estos requisitos deberán ser reformulados para las nuevas uniones, puesto que no serán de tipo atornillado.

- En los sistemas actuales el coste más importante es el asociado al tiempo de posicionamiento de la herramienta de atornillado. Uno de los intereses principales de este proyecto es reducir el tiempo de la operación.
- La geometría de las uniones TUBO-GRIFO y TUBO-QUEMADOR es similar, por lo que son susceptibles de adoptar una solución común, teniendo en cuenta los requisitos específicos de cada una, especialmente de temperatura.

Requisitos de diseño

El proyecto tiene como objetivo reducir el tiempo de ensamblado del producto final, con lo que no se parte de unas especificaciones concretas, sino de una condición de minimización. Los requisitos técnicos y de calidad del resultado de este proyecto se fijaron, una vez se optó por un concepto de diseño, por los departamentos de calidad e ingeniería y se fueron adaptando hasta dar lugar al primero de los prototipos. Se recogen en detalle en los anexos correspondientes.

Ensayos

Los ensayos de estanqueidad para comprobar la fiabilidad del sistema no requieren modificaciones, puesto que lo que se comprueba es la existencia de fugas en el tramo de la fijación y no características resistentes.

El estudio de la vida útil sí que debe ser replanteado, puesto que está definido en términos de par de apriete de los tornillos y en los sistemas que se van a proponer se busca eliminarlos. Esta redefinición queda delegada al laboratorio de calidad y al de desarrollo de producto, que fijarán las condiciones en base a la normativa de aplicación y a su propia experiencia.

Estado del arte // Benchmark

Para tener una visión del panorama actual en cuanto al tema de que trata el proyecto, se hizo uso de la información recopilada en un proyecto de *benchmark* que se llevó a cabo de manera paralela e independiente. Este estudio no era necesario para el desarrollo de este proyecto, pero ya que no suponía ningún esfuerzo adicional y podía arrojar información interesante se decidió añadir.

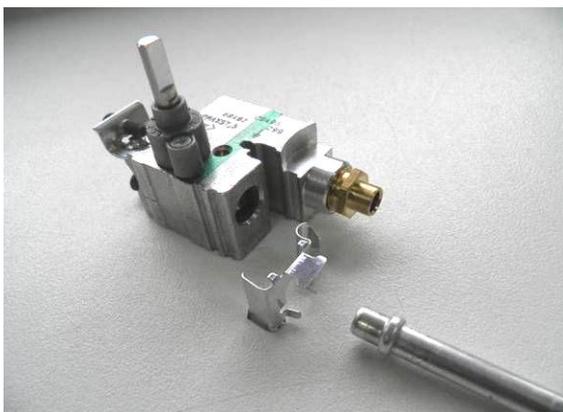
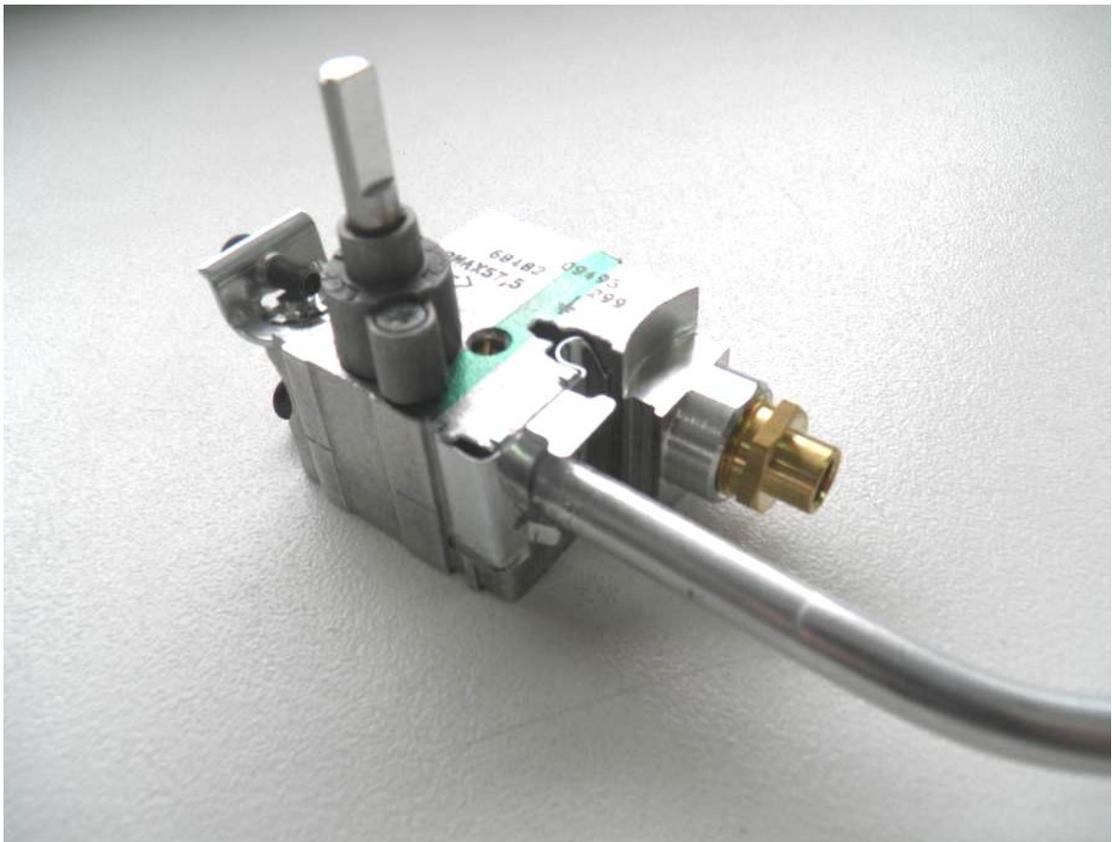
El estudio de *benchmark* recoge información de una serie de placas de gas tanto de la propia BSH como de marcas de la competencia sobre la que se realizan ensayos en el laboratorio del departamento de desarrollo de producto y en el de calidad. También recoge informes de desembalaje y desmontado llevado a cabo por un equipo de miembros de varios departamentos y secciones (desarrollo, mantenimiento, ingeniería, calidad, laboratorios...) en los que se apuntan todas las características más destacables de cada aparato, así como sus características geométricas más destacables y otros datos de interés como *layouts*, características de la grasera, quemadores... También se recoge información sobre el tipo y características del embalaje.

Toda esta documentación va además soportada por fotos tomadas durante los ensayos y desmontaje, con lo que la información es más clara. El estudio completo no está recogido en este proyecto, solo algunas referencias y plantillas (ver anexo correspondiente).

Se recoge un breve resumen de uno de los sistemas alternativos de sujeción que se encontraron en uso, para fijaciones tipo TUBO-EXTREMOS.

El funcionamiento de esta alternativa de sujeción, se basa en un clipaje vertical que se consigue mediante una pequeña chapa de metal conformada por doblado para conseguir la geometría deseada. Este sistema consigue la estanqueidad mediante una junta plástica de sección rectangular que ejerce una presión radial sobre el tubo, obtenida mediante la interferencia que hay entre el tubo y dicha junta. De esto se

deduce que la tolerancia del tubo está muy controlada, lo cual en principio impide que este tipo de métodos sea aplicable al producto objetivo de este proyecto, ya que los tubos usados en el mismo tienen una tolerancia más gruesa asociada a los procesos de doblaje manual a los que se someten para ajustarlos a cada aparato.



Alternativa de sujeción usada por competidores

Aparte del propio estudio de benchmark, también se estudiaron soluciones adaptadas en otras industrias y aplicaciones. Una de las líneas de investigación más interesantes fue la de sistemas de sujeción en sistemas neumáticos. Estas fijaciones soportan altas presiones y son completamente estancas, por lo que desde un punto de vista técnico y su geometría se adapta a la requerida en nuestro caso TUBO-EXTREMOS. No obstante, presentan algunas dificultades técnicas, a saber, que los tubos son de plástico y en nuestro caso no es posible utilizarlos debido a las altas temperaturas y por otra parte que las piezas pueden ser demasiado complejas como para ser alternativas viables al sistema actual.



Boquilla de sujeción neumática

Esta junta neumática presenta dos tipos de uniones, la del tubo al elemento de unión y la del elemento de unión a la boquilla receptora. Nos interesa de estas dos la primera, la otra la descartamos por ser demasiado cara para nuestro caso de aplicación.

Para entender mejor su funcionamiento seccionamos por la mitad este prototipo en el taller de prototipos. Se pudo observar que el funcionamiento de esta sujeción se basa en una serie de pestañas metálicas que se cierran sobre el tubo de plástico cuando se deja de forzar el casquillo del mecanismo. El sistema requiere tubos flexibles, de algún material plástico para su correcto funcionamiento, lo cual es una opción que se ha considerado en el pasado para substituir los actuales tubos de aluminio, pero es una línea de estudio de baja prioridad y sobre la que no se tiene planeado actuar. Se decide no optar por este sistema por esta razón y porque, puesto que las piezas involucradas son más complejas que las usadas en los procesos actuales, son menos económicas desde el punto de vista de fabricación.

Se analizaron sistemas de aplicación vigente en otras industrias tanto de la propia BSH: como por ejemplo, la producción de lavadoras; cómo de industrias externas, como la automovilística.

Se abrió por otro lado la posibilidad de utilizar sistemas de sujeción empleados en componentes electrónicos, que si bien no se llegaron a utilizar propiamente, sirvieron como fuente de ideas a la hora de desarrollar las sesiones de benchmarking y en general para hacerse una idea del estado actual de este tipo de tecnologías.

Desarrollo de alternativas técnicas y conceptos

Como punto de partida al estudio de las posibles soluciones a los problemas planteados, se planifican una serie de sesiones de brainstorming, de las que se obtienen gran cantidad de propuestas que luego serán seleccionadas, reformuladas o descartadas según su viabilidad desde todos los puntos de vista pertinentes.

Al inicio de estas sesiones se formula el problema a resolver como: “Búsqueda de la reducción de los tiempos de ensamblado en las cadenas principales de montaje mediante el desarrollo de nuevos sistemas de sujeción rápida manual o semiautomatizada o aplicación de sistemas ya existentes aplicados en otros ámbitos” y se detallan las siguientes características deseables de las soluciones:

- Eliminar operaciones de atornillado involucradas actualmente en la sujeción de los elementos tratados, por su tiempo y por la habitual necesidad de reajustes posteriores, ambas traducibles en costes.
- Definir un proceso manual/semiautomático para la sujeción de los elementos que sea más rápido que el actual y sencillo para el operario. También ergonómico y seguro.
- Verificar que el sistema cumpla con las condiciones de estanqueidad exigidas tanto por la norma general como por la normativa interna de la empresa y que garantice que no hay escapes de gas en las condiciones más desfavorables.
- Llegar a una propuesta viable tanto técnica como económicamente, intentando alcanzar una solución de sujeción lo más sencilla posible (mínimo número de componentes y de menor complejidad) de modo que el coste del nuevo sistema no supere al del anterior o bien que si lo hace, este incremento se vea compensado y sobrepasado por la reducción en costes por tiempo de fabricación u otro tipo de ventajas.

- Conseguir una solución lo suficientemente flexible como para poder ser adaptada a todos los modelos en producción o, en caso de no ser posible, a la máxima cantidad de variantes que se pueda.

A continuación se recogen, de forma resumida, los conceptos más notables que se obtuvieron de estas sesiones de brainstorming y que serían posteriormente sujeto de desarrollo.

Sesión de brainstorming sobre el sistema GRIFO-COLECTOR

En esta primera sesión se estudiaron posibles soluciones al primer problema de sujeción. Se decidió empezar por esta puesto que involucra dos operaciones de atornillado y es una de las que más impacto podría tener en los tiempos de montaje.

Los conceptos que salieron de esta sesión, podrían resumirse en dos grupos: sistemas de clipado y sistemas de fijación mecánica. Con los primeros nos referimos a elementos similares a la pieza actual pero que se fijen por deformación y posterior vuelta a su posición relajada en una posición en la que queden fijos, mientras que con los segundos nos referimos a sistemas mecánicos de varios componentes que tras hacer palanca para forzar ligeramente un mecanismo quedan fijos en su posición final.

Dentro del primer grupo de soluciones existe una propuesta intermedia, que consiste en utilizar el sistema actual pero en lugar de dos tornillos utilizar solo uno, fijando el otro extremo mediante una ranura en la brida. Era posible también la posibilidad de aplicar la solución a los dos extremos, pero se descartó por no parecer suficiente robusta la unión entre el colector y el grifo. Por último existe toda una serie de sistemas de clipaje que descartamos por existir actualmente soluciones muy similares en uso por los competidores y protegidas por patente.

El segundo grupo de soluciones propuestas, si bien es más complejo en cuanto a que tiene varios componentes, arroja conceptos quizá algo más caros en cuanto a coste de piezas pero que por contrapartida son más fáciles de instalar y ergonómicos.

Se elige pues, al final de la sesión, la segunda línea de desarrollo para este tipo de sistemas, basándose en la experiencia de los miembros del grupo y en las necesidades del elemento.

Sesión de brainstorming sobre el sistema QUEMADOR-CARCASA

En esta segunda sesión de brainstorming se estudia la fijación de los quemadores. Se llega a varias propuestas que se pueden englobar en los siguientes grupos.

En primer lugar, sistemas de encaje de ranuras, bien deslizando linealmente el quemador sobre la carcasa o bien por un movimiento de torsión. Estos sistemas son muy económicos pero por el contrario impiden reajustar la altura de los elementos fijados, por lo que son finalmente descartados.

Por otra parte, se proponen sistemas de fijación mediante alambres auxiliares, pero son rápidamente descartados por su poca robustez y la complejidad de montaje del posible sistema. Además encontramos de nuevo el problema del ajuste en alturas.

Otra familia de soluciones propone la posibilidad de fijar los quemadores por deformación plástica de alguna parte sobresaliente del portainyector. También es descartada esta opción, puesto que al ser de aluminio, pueden aparecer deformaciones indeseadas. Estos sistemas sí que permitirían ajustar alturas, pero solo inicialmente, no existiendo esa posibilidad en reprocesos.

Se lanzó también la propuesta de que el quemador no se fijase rígidamente, sino que únicamente fuese encajado por geometría sobre un agujero adecuado en la carcasa.

Fue rechazada por dejar parte del quemador visible por el inferior, lo cual esta en contra de los criterios de calidad exigidos.

Otras propuestas que incluían desde sistemas de fijación utilizados en componentes internos de electrónica a otros que se valían de un puente auxiliar premontado en los quemadores, pero la mayoría fueron descartadas por incluir demasiados componentes o no suponer una ventaja notable frente al sistema actual.

Finalmente se decidió optar por un sistema híbrido entre la primera familia de soluciones explicadas en este apartado y el existente en la actualidad. Este sistema, aunque existente en otros productos, no está protegido por patentes sino que es de uso generalizado, por lo que no es un nuevo desarrollo pero su aplicación sí supone una mejora frente al sistema actual.

La idea de este sistema es utilizar dos tornillos unidos al portainyector previamente al montaje y que luego el conjunto se encaje en unas ranuras y quede fijado tras un giro. Además, como los elementos de fijación siguen siendo tornillos, este sistema permite reajustar la altura igual que el anteriormente utilizado.

Sesión de brainstorming sobre el sistema TUBO-EXTREMOS

Para esta sesión se convocó a un técnico en representación de un proveedor de muelles, puesto que ya se tenía una idea de qué tipo de soluciones se querían desarrollar para esta fijación, además del equipo habitual de estas sesiones.

Se quiso en un primer lugar adaptar la solución de un sistema mecánico de palanca que se había propuesto para la fijación GRIFO-COLECTOR (actualmente en proceso de patente) para este tipo de sistemas pero se rechazó posteriormente al aparecer soluciones que resolvían el problema con mayor simplicidad.

Esta fue una de las soluciones más difíciles de concretar, puesto que existían muchos sistemas utilizados por los competidores y esto sumaba a los requisitos técnicos la dificultad de no entrar en conflicto con otras soluciones ya existentes y protegidas.

Se propuso un sistema de resorte que fuera premontado al grifo y que cediese de manera elástica, en dirección radial y de manera temporal durante el montaje para luego relajarse y quedar ligeramente traccionado, garantizando la estanqueidad. Si bien este sistema era bastante sencillo al constar sólo del resorte y una junta de estanqueidad, la geometría requerida para el resorte era bastante complicada, lo cual encarecía la solución. La mayoría de las soluciones de clipaje eran similares a otras adoptadas por los competidores, por lo que existía la posibilidad de que entraran en conflicto con patentes. Fueron descartadas por este motivo.

La más sencilla de las soluciones que se propusieron fue la utilización de un único componente, una junta premontada en el grifo, con una geometría adecuada de tal modo que el tubo se inserta longitudinalmente deformando la junta, que tiene un diámetro interno menor que el tubo, y luego llega a su posición final en la que el bordonado “encaja” con la junta y ejerce una presión radial suficiente para garantizar la estanqueidad. Esta solución se descartó porque los miembros del departamento de calidad determinaron por su propia experiencia que este sistema no garantizaría la estanqueidad de la unión a lo largo de la vida del aparato.

La línea de búsqueda de soluciones más prometedora fue la aplicación de sistemas de fijación de otras industrias a nuestro caso. Aprovechando el asesoramiento técnico de proveedor, se estudió esta posibilidad y se llegó a varios sistemas interesantes, de entre los que se destacó uno en especial, que consiste en la práctica de dos orificios pasantes en la dirección transversal del grifo, a ambos lados del tubo, en los que se alojaría un clip en forma de “U” después de que el tubo se haya insertado y haga presión sobre una junta de estanqueidad. Se elige como solución a desarrollar para este sistema.

Se intenta además que este sistema sea aplicable a los dos extremos del tubo, para lo cual la mayor dificultad que se plantea es encontrar una junta que cumpla con su función a las temperaturas que se dan en el extremo del quemador. Encontramos en productos de la competencia analizados en benchmark que utilizaban juntas en ese

extremo, así que en un principio consideramos que es una opción viable. Se refiere entonces, y siempre que se estén teniendo en cuenta las posibilidades en ambos extremos, a este sistema de sujeción como TUBO-EXTREMOS.

Estudio de la viabilidad de las soluciones propuestas

Desarrollo de los conceptos

Para el desarrollo técnico de los conceptos escogidos se han definido una serie de piezas que emulan ciertas partes de la geometría de los componentes de las placas de gas, concretamente aquellas que corresponden a las zonas que están involucradas directamente en las fijaciones. Todo ello buscando simplificar la elaboración de los posibles prototipos. Se pueden ver esquemas de estos prototipos en los anexos.

Es importante tener en cuenta de cara al diseño el proceso que se utiliza para la manufactura de los elementos involucrados en la unión y que son susceptibles de modificaciones. Se describen las características más relevantes en este aspecto:

- Para los grifos, encontramos que la pieza principal está conformada en latón mediante un proceso de moldeo y posteriores operaciones adicionales de mecanizado. Son piezas compradas a proveedor y montadas en fábrica.
- Los quemadores son fabricados en aluminio, por proceso de moldeo y pequeñas operaciones de mecanizado orientadas especialmente a crear agujeros y agujeros roscados con tolerancias rigurosas. Son piezas compradas a proveedor.
- El material de los tubos es aluminio, procesado por extrusión. Estos componentes se someten a operaciones adicionales de conformado para adaptarlos a la necesidad del producto. Las arandelas y bordonados que requieren las fijaciones actuales se añaden a los extremos mediante una máquina automática.

- Los colectores son comprados a proveedor, fabricados en acero galvanizado y con algunas operaciones de mecanizado para practicar agujeros. Los hay de dos tipologías principalmente: en “L” y en “T”, dependiendo de en qué lugar esté situada la toma de gas del aparato.

Restricciones de diseño

Definimos una lista de condiciones, tanto cualitativas como cuantitativas, que deben cumplir todos los sistemas de sujeción estudiados. Ya se tuvieron en cuenta en las sesiones previas de brainstorming pero ahora se recogen de una forma más ordenada y detallada. Se denominarán de la forma RX, donde X es el identificador de la restricción:

ID	DESCRIPCIÓN	VALOR
R1	Garantizar la estanqueidad del conjunto unido por el sistema*	Cero fugas
R2	Mantener la compatibilidad con los tubos actuales*	Cualitativa
R3	Garantizar la robustez del sistema a lo largo de la vida del producto	Determinado por laboratorio de calidad (ensayos-vida)
R4	Garantizar la ergonomía y seguridad de los sistemas de cara al montaje de los mismos	Cualitativa
R5	Garantizar la resistencia y funcionamiento del sistema a la oxidación y corrosión	Determinado por laboratorio DP (ensayos ácido/corrosión)
R6	Garantizar la resistencia y funcionamiento del sistema a las temperaturas de funcionamiento	~400° (en el quemador) ~80° (en los grifos)

*: Tanto la restricción R1 como la R2 no se aplican a la sujeción QUEMADOR-CARCASA, por no actuar sobre el sistema de conducción de gases.

Variables a optimizar

Se han recogido en el apartado anterior variables que son requisitos de diseño de los sistemas de sujeción, es decir, condiciones que son obligatorias para la validez de cada uno de los sistemas a desarrollar.

Se recogen ahora toda una serie de variables que, si bien no están restringidas estrictamente por el diseño, interesa maximizar o minimizar para mejorar costes, calidad, seguridad y otros aspectos y pueden llegar a ser determinantes en la viabilidad del proyecto. Las variables consideradas en esta categoría se denominan, de manera análoga al caso anterior, con la forma OX y son las siguientes:

ID	DESCRIPCIÓN	SENTIDO
O1	Tiempo de ensamblaje del sistema de sujeción en planta	Minimizar
O2	Coste de operación asociada a mano de obra y maquinaria (en su caso)	Minimizar
O3	Coste de material de los elementos existentes y propuestos	Minimizar
O4	Robustez de la unión, coeficiente de seguridad a igual coste	Maximizar
O5	Cambios requeridos a la geometría de piezas existentes	Minimizar
O6	Número de piezas empleadas en el sistema de sujeción, complejidad	Minimizar

Cuadro de variables a optimizar

En este caso las condiciones son de aplicación común a todos los sistemas, sin excepciones. Cuanto más optimizadas estén cada una de estas variables, más viable será el producto desde un punto de vista práctico.

Variables de actuación

Para conocer las posibles variables de actuación de cara al diseño de los sistemas hay que tener en cuenta los materiales y procesos descritos al principio de este capítulo. Atendiendo a esto, y siguiendo el esquema de nomenclatura de los casos anteriores (en este caso VX), nos encontramos los siguientes puntos en los que se puede actuar para obtener los requisitos exigidos, junto con una valoración cualitativa de en qué medida se pueden modificar (margen de modificación):

ID	DESCRIPCIÓN	MARGEN DE MOD.
V1	Geometría de las piezas moldeadas (grifos y quemadores) en las zonas afectadas	Medio
V2	Adición de nuevos elementos auxiliares de sujeción (clipajes, puentes, tornillos...)	Alto
V3	Posición del bordonado de tubos y uso o no de arandelas	Medio
V4	Geometría de los extremos de los tubos y el colector	Muy bajo
V5	Material y geometría de las juntas de estanqueidad (mantener o usar plástico)	Medio
V6	Cambiar materiales de los componentes existentes o nuevos	Bajo (Existentes) Alto (Nuevos)
V7*	Material de los tubos	Alto

*: En algún punto del desarrollo de este proyecto se consideró la posibilidad de desarrollar conexiones mediante tubos plásticos flexibles resistentes a alta temperatura como alternativa a los clásicos de aluminio, pero se abandonó esta línea de desarrollo por su magnitud, reservándose este estudio para un posterior proyecto específico. No obstante, se recoge aquí puesto que estuvo en la lista original de variables.

Estos márgenes de modificación son mayores de lo habitual en modificaciones correspondientes a mantenimiento o desarrollo de producto puesto que tienen la ventaja de coincidir en el tiempo con un proyecto de cambio de plataforma. Las

estimaciones del margen de modificación y las restricciones son una media aproximada de la opinión recogida de varios expertos de las distintas secciones del departamento de desarrollo de producto.

Caracterización de las soluciones

Todas las variables y objetivos anteriormente expuestos fueron sometidos a una metodología para priorizar variables de actuación. Si bien en las sesiones de benchmark no se disponía de esta información, la experiencia propia de cada miembro del equipo ya aportaba una primera aproximación a estas conclusiones.

Este apartado comprueba si las soluciones a las que se llegó son consistentes desde un enfoque más metodológico, definiendo la relación entre las variables y las características deseadas y estableciendo un orden de prioridad de actuación de una manera más objetiva.

El método elegido para definir la estrategia de diseño se basa en un método de planificación estratégica que trabaja con una matriz de impactos entre causas y efectos, si bien el método ha sido modificado para adaptarse a las características del proyecto.

Se resumen ahora las variables y restricciones que se habían detallado anteriormente, con una nomenclatura más compacta, para mejorar su legibilidad:

ID	VARIABLES	ID	RESTRICCIONES	ID	OPTIMIZACIÓN
V1	Variar geometría	R1	Estanqueidad	O1	Tiempo montaje
V2	Nuevas piezas	R2	Compatibilidad	O2	Coste operación
V3	Mod. bordonado	R3	Vida útil	O3	Coste material
V4	Modificar tubos	R4	Ergonomía	O4	Coef. seguridad
V5	Juntas de plástico	R5	Res. corrosión	O5	Mod. geometría
V6	Materiales piezas	R6	Res. temperatura	O6	Nº de piezas

El método propuesto consiste en enfrentar a cada una de las variables a cada uno de los requisitos de diseño en una matriz de impactos. En las casillas de esta matriz se valoran cada una de estas relaciones con un valor de “+1” si la variable contribuye positivamente a la característica correspondiente, un “-1” si la contribución es negativa o un “0” si la contribución es nula o no están relacionadas.

La aplicación de esta primera fase del método nos da una matriz, a la que se hace una suma ponderada (a las restricciones se les da el doble de peso que a las variables a optimizar) y se les suma un modificador que oscila entre “+1” y “+3” en función del margen de modificación de cada variable de actuación. Se recoge en la siguiente figura la matriz de impactos resultante, asignando a cada variable un color identificativo en adelante.

Variables	Restricciones						Optimización						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	O1	O2	O3	O4	O5	O6	
Mod. geometría	V1	+1	+1	0	0	0	0	0	+1	+1	-1	0	
Nuevas piezas	V2	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	-1	+1	-1	-1	
Modificar bordonado	V3	+1	-1	0	0	0	0	0	-1	+1	-1	0	
Modificar tubos	V4	+1	-1	+1	0	0	0	0	-1	0	-1	0	
Juntas de plástico	V5	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	0	-1
Materiales piezas	V6	0	0	+1	0	+1	+1	0	0	-1	+1	0	-1

Matriz de variables-criterios de diseño

Se realiza la suma horizontal de todos estos valores, atendiendo a los criterios ya explicados para llegar a los impactos globales de cada variable. Este impacto podrá tomar un valor máximo de 12 unidades en el caso perfecto o de -8 en el peor caso posible. De cualquier forma, los valores negativos son poco probables ya que las variables han sido escogidas en base a la experiencia y el sentido común de los miembros.

Aplicando lo anterior, se llega a la siguiente tabla:

Variables		Margen de modificación	Impacto técnico
Variar geometría	V1	+2	+5
Nuevas piezas	V2	+3	+8
Modificar bordonado	V3	+2	+2
Modificar tubos	V4	+1	+1
Juntas de plástico	V5	+2	+3
Materiales de las piezas	V6	+2	+5

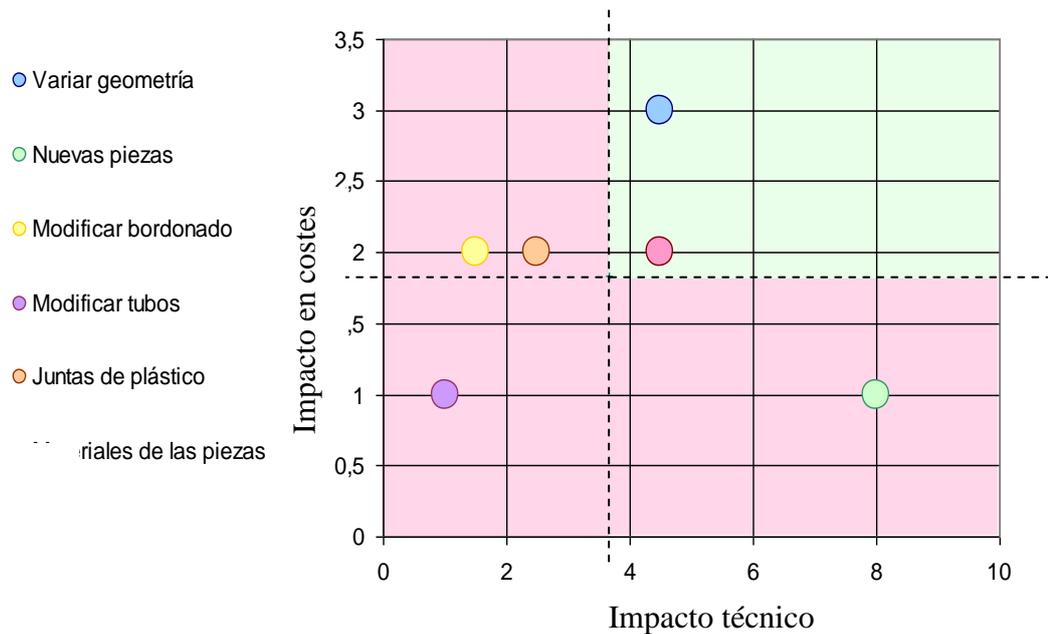
Impacto técnico compensado

Por otra parte se hace una valoración de impacto en costes que puede tener cada una de las variables, en una escala desde +1 hasta +3 (con un criterio de “más es mejor”):

Variables		Impacto en costes
Variar geometría	V1	+3
Nuevas piezas	V2	+1
Modificar bordonado	V3	+2
Modificar tubos	V4	+1
Juntas de plástico	V5	+2
Materiales de las piezas	V6	+2

Enfrentando estas dos magnitudes, se puede obtener un gráfico que nos sirve para discriminar qué variables son estratégicas y por tanto prioritarias y cuales no. Se representa a partir de la matriz resultante el gráfico X-Y correspondiente. Se añade además el punto medio (centro de gravedad) de todas ellas como referencia para discriminar en grupos.

Variables		Impacto técnico	Impacto en costes
Variar geometría	V1	+5	+3
Nuevas piezas	V2	+8	+1
Modificar bordonado	V3	+2	+2
Modificar tubos	V4	+1	+1
Juntas de plástico	V5	+3	+2
Materiales de las piezas	V6	+5	+2

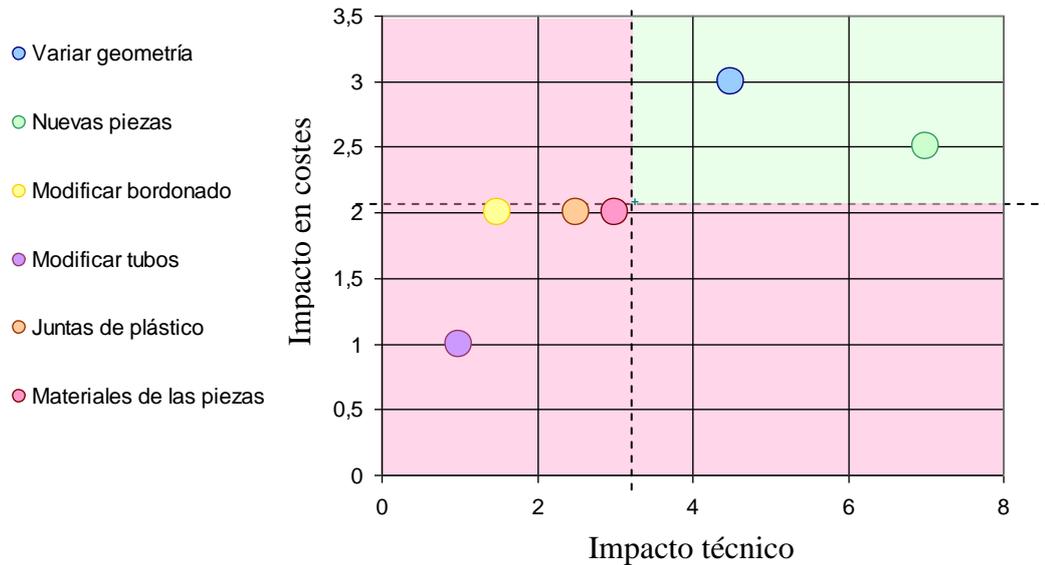


Mapa estratégico de las variables de diseño

Se pueden distinguir cuatro grupos de interés. Ahora bien, estas variables deben analizarse en el contexto en el que se han obtenido sus valores. En una primera valoración cabría decir que las variables que más interés tienen son la variación de la geometría actual y el cambio de los materiales de las piezas. Pero un análisis más cuidadoso hace evidente que esta segunda variable ha quedado sobrevalorada puesto que el estudio no ponderaba la importancia de cada característica. Se ha dotado de excesivo peso relativo a la resistencia del material a pesar de ser una característica que se cumple sobradamente con el material actual. Atendiendo a esto, sería más correcto englobarla en el grupo superior izquierdo, puesto que su impacto no es tan grande, además el coste de cambiar de material no es prácticamente viable.

La variable de diseño “Geometría” sí que es prioritaria puesto que efectivamente tiene un coste muy reducido y su impacto puede ser grande. Otra variable de interés es la posible adición de nuevas piezas, cuyo beneficio en costes se ha infravalorado, puesto que no ha tenido en cuenta que estas piezas sustituirían a las actuales, por lo que el coste de estas nuevas piezas puede ser mucho menor que el de las actuales. Esta variable debería ser considerada como beneficio en coste +3. El resto de

variables tienen muy poco impacto como para ser consideradas y un beneficio en costes pobre, por lo que no se consideran prioritarias. Si se atiende a estas valoraciones, es posible hacer algunas correcciones en el gráfico estratégico, quedando entonces así:



Mapa estratégico de las variables de diseño, reajustado

Por lo tanto, el diseño de los sistemas de sujeción se centrará en utilizar nuevas piezas, variar la geometría de las existentes, o bien una combinación de ambas actuaciones, si bien se admitirán pequeños cambios en el resto de variables de diseño si son realmente necesarias.

Desarrollo de las soluciones propuestas

Atendiendo a estos criterios que hemos fijado mediante el planteamiento estratégico y con los conceptos que desarrollamos en las sesiones de brainstorming, procedemos al desarrollo desde un punto de vista más técnico de las soluciones objeto de este proyecto.

Se establece una priorización interna en función de las necesidades más inmediatas de fábrica, quedando el siguiente orden de prioridad:

1. Sistema de fijación TUBO-EXTREMOS
2. Sistema de fijación GRIFO-COLECTOR
3. Sistema de fijación QUEMADOR-CARCASA

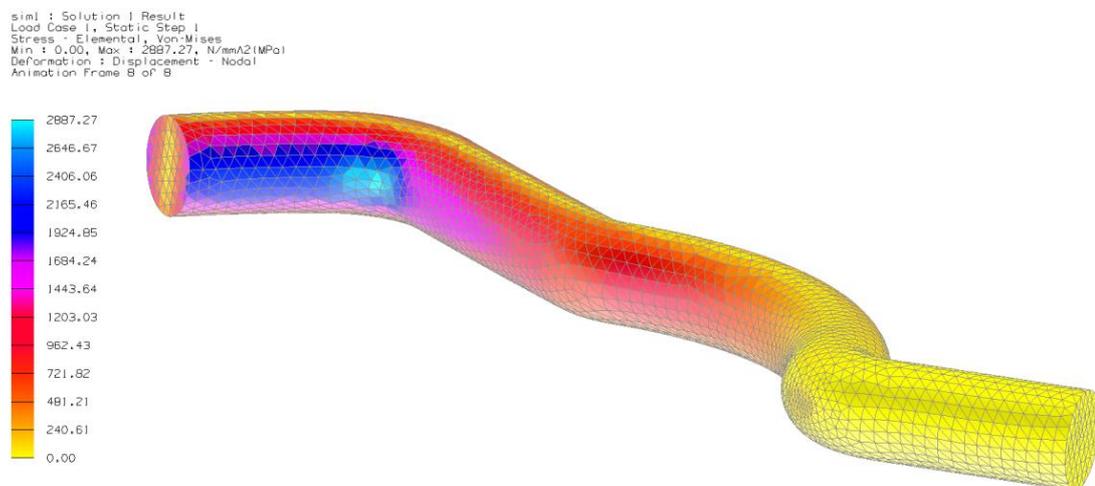
El desarrollo del primero de los sistemas comienza con una visita al proveedor para conocer la tecnología de que dispone y debatir sobre las posibles soluciones que se adaptan al caso de estudio. Después de una breve visita a la fábrica y una sesión de desarrollo de conceptos, se llega a la conclusión de que el sistema más viable es una adaptación de lo que se conoce como circlips y que se utiliza actualmente en la industria del automóvil para fijaciones de tubos estancos a alta presión.

En este caso, la característica de alta presión no resulta de interés especial, pero sí el sistema en general y su facilidad de montaje. Se inicia entonces un proceso de diálogo y desarrollo cualitativo del concepto entre ambas partes, que va dando como resultado distintas iteraciones del diseño (recogidas en el anexo “Evolución del concepto a lo largo del desarrollo”) tras la cual obtenemos un modelo con el que partir para el diseño definitivo.

Desarrollo de componentes e ingeniería del diseño

Simulación

El proceso de desarrollo de los componentes de la sujeción ha sido en base a la experiencia tanto propia de la empresa como de los proveedores involucrados. El desarrollo del clip de fijación y primer prototipo se dejó a manos de estos, pero se realizó una simulación previa e independiente con motivo de tener una estimación previa de la adecuación de la geometría.



Distribución de tensiones en el elemento circlip

La característica más notable que se obtuvo de este estudio es la necesidad de obtener un compromiso en la dimensión de la longitud del asa superior: un asa de menor tamaño supone una reducción de coste material (e incluso de operación si se llega a eliminar), pero dificulta el desmontaje del conjunto para labores de mantenimiento y aumenta la tensión máxima que aparece en el componente.

Este análisis completo, así como sus conclusiones detalladas, se recogen en el anexo “Simulación”, posterior a esta memoria.

Prototipado, testado y valoración de resultados

Selección de componentes y materiales

Para el prototipo de los extremos a sujetar se ha decidido utilizar materiales de *rapid prototyping*. Se ofrecieron dos alternativas tecnológicas: estereolitografía y sinterizado.

Se optó por la estereolitografía en ambas piezas por su mejor acabado y por ser la diferencia de precio marginal.

Para la junta se utilizó una junta toroidal estándar para tubos de 8 mm de diámetro, de 1,4 mm de diámetro de sección. El material utilizado es un polímero (más concretamente una goma) y es el mismo que observamos en sistemas similares utilizados por los competidores. Suponemos por esto que aguanta la temperatura (aunque es una característica que no se va a poner a prueba en el prototipo). Será imprescindible la realización de posteriores ensayos para confirmar esta hipótesis.

El diseño del prototipo de muelle lo desarrolla el proveedor de muelles, por lo que el material del mismo se ha decidido en función de sus criterios y experiencia.

Ensayo del prototipo

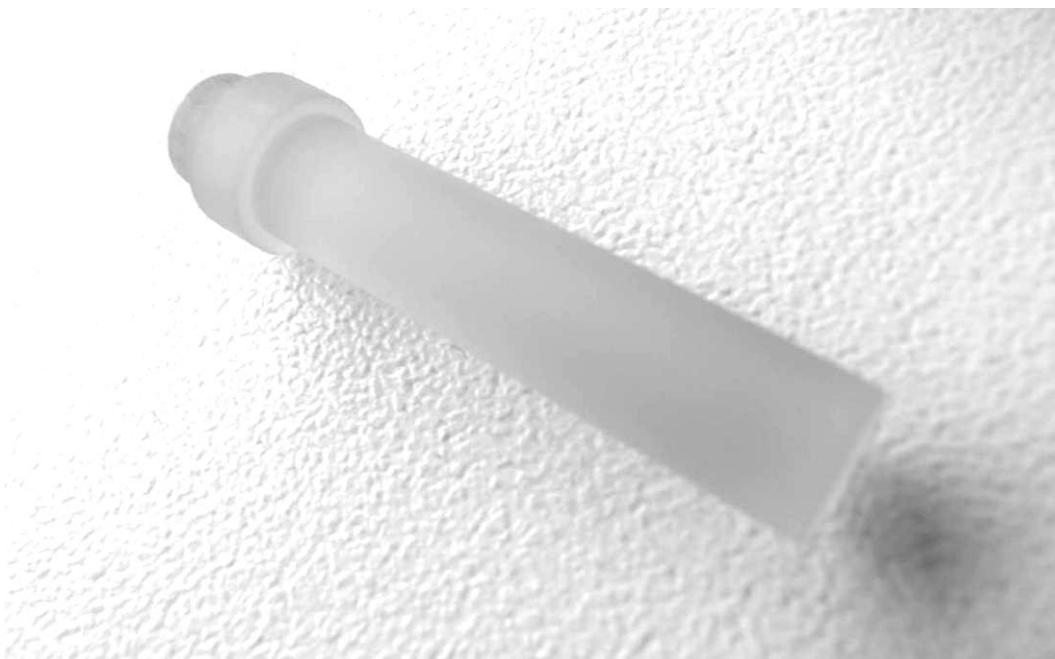
El primer prototipo que se realizó comprende cuatro piezas: una cilíndrica, simulando el tubo; una hueca, simulando el extremo a unir del grifo; una junta toroidal de estanqueidad y el clip de sujeción metálico.

Se encargaron dos copias del mismo para enviar una al proveedor de resortes y permitir así que las dos partes trabajen sobre el prototipo de forma simultánea.

Tras la recepción del prototipo, se comprueba con un calibre que las dimensiones críticas cumplen con las especificaciones deseadas y posteriormente se instala la junta sobre el componente que emula al grifo.

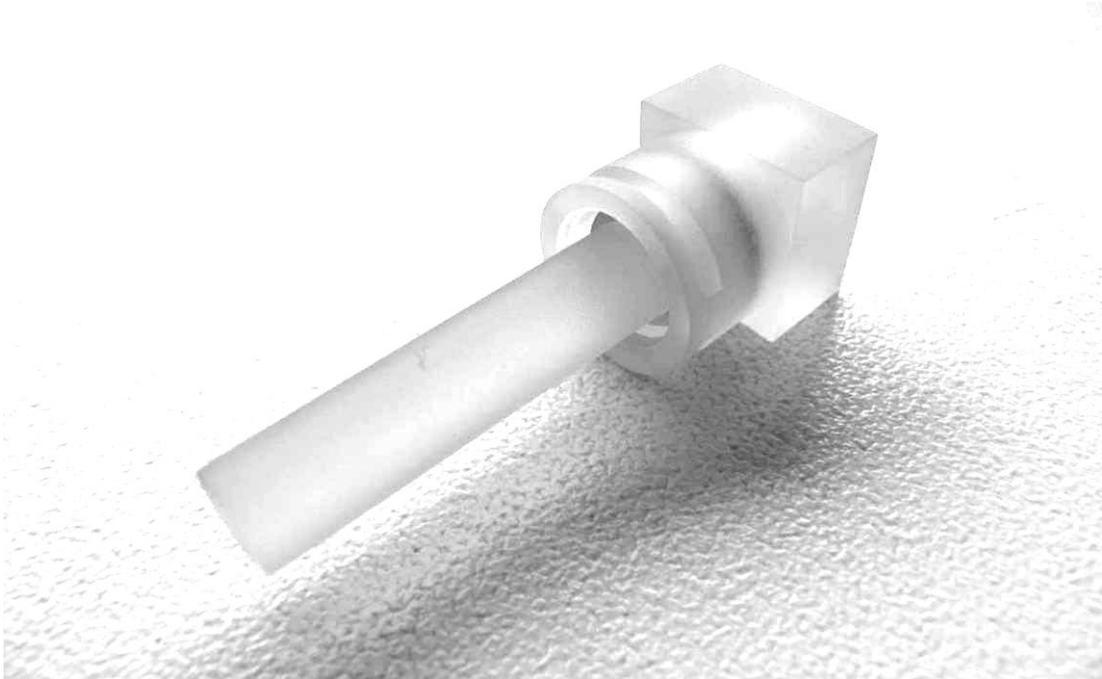


Prototipo de la unión: extremo del grifo



Prototipo de la unión: extremo del tubo

Tras esto, se realiza el montaje del conjunto y se observa que la junta tiene un diámetro de sección ligeramente sobredimensionado, lo que dificulta en cierta medida su introducción en la cavidad. Se anota como un posible punto de mejora en posteriores iteraciones de diseño.

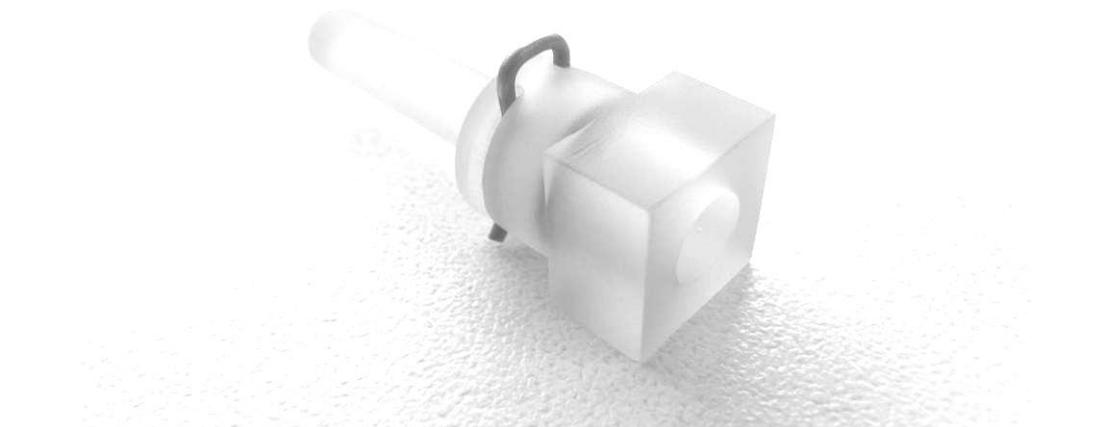
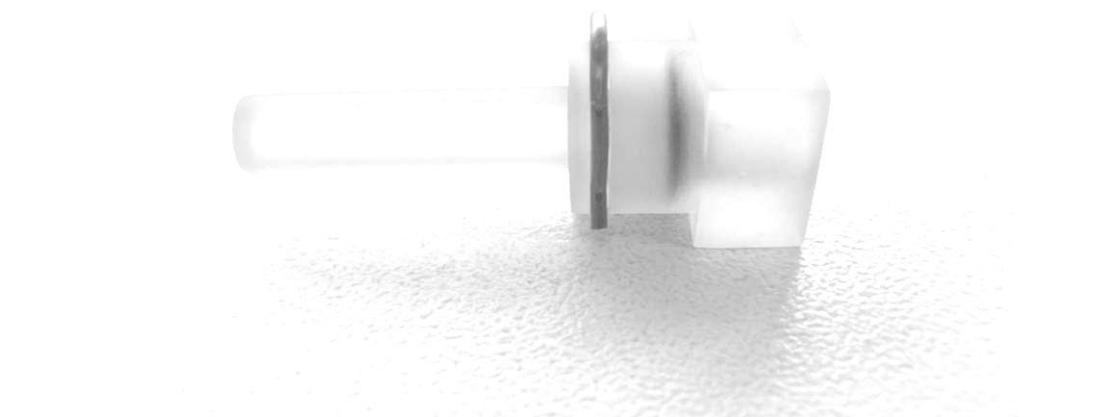


Prototipo de la unión: ensamblaje sin clip

El espacio de la ranura del grifo que cubre el bordonado es el esperado, siendo necesaria una pequeña presión para que la junta se deforme y cubra todo el perímetro, garantizando la estanqueidad. Esta deformación y un incremento realizado en la longitud del bordonado del tubo, han sido calculadas y diseñadas para garantizar que la introducción del clip metálico se realice en la posición adecuada (sistema *poka-yoke*).

Otro de los puntos de interés del prototipo son las alas del cilindro del grifo, que dejan una sección crítica en su base, además de recibir en este punto una concentración de tensiones. El prototipo es suficientemente robusto a pesar de estar fabricado en un material notablemente más endeble que el latón con el que se realizará finalmente. Por esto se deduce que la resistencia del elemento será suficiente, si bien se deja la optimización de este punto abierto como posibilidad de mejora.

Unos días más tarde de que el proveedor de resortes recibiese su copia del prototipo de elementos a fijar, envió 200 unidades del primer prototipo de clip de sujeción.



Prototipo de la unión: ensamblaje completo



Prototipo de clip metálico de fijación rápida, circlip

Se instaló el clip junto al resto de componentes. Se observa que el clip entra sin dificultad y queda fijado rígidamente en su posición esperada. Si bien la fuerza requerida para instalarlo no es muy grande, se observa que será necesario emplear un utillaje adecuado para que la repetición de esta tarea por los operarios sea lo más ergonómica posible.

Se prueba también el funcionamiento de uno de los clips sobre el tubo de aluminio actual. Se observan ligeros rayones en la superficie tras la inserción, que se lleva a cabo sin problemas.

Conclusiones sobre el prototipo

El funcionamiento del prototipo es adecuado, superando incluso las expectativas en cuanto a firmeza de sujeción. Se deja abierta una línea de desarrollo para hacer un utillaje adecuado que facilite la inserción y la haga más ergonómica.

Estudio de aplicabilidad y valoración de costes

Aplicabilidad

En teoría el sistema es susceptible de ser aplicado en todos los modelos existentes, puesto que todos los grifos poseen una geometría similar. A pesar de esto, el sistema solo se aplicará inicialmente en una familia reducida de aparatos de gas, por ser un sistema nuevo y como medida de cautela. Se elige para este propósito de muestra/test la gama “Domino Básica”.

Posteriormente, y siempre que los resultados avalen al sistema, se ampliará su uso al resto de gamas bien de manera directa o de forma paulatina en base a la planificación estratégica que se lleve a cabo y teniendo en cuenta el impacto en costes de su implantación.

Medición de los costes materiales

De manera paralela al desarrollo técnico, se realiza un estudio del impacto que puede tener la implementación de este sistema. Se valoran dos tipos de costes: los asociados a los materiales utilizados y los correspondientes a los tiempos de mano de obra que requiere el montaje del sistema actual.

Para valorar los primeros (costes materiales), se parte de la lista base de materiales, de varios modelos de placa tipo obtenidos de la base de datos de la empresa.

Para este estudio, se parte de una consulta de BOM (Bill Of Materials) extraída del sistema ERP de la empresa mediante una consulta que atiende a ciertos criterios. La BOM obtenida es filtrada para mostrar solo los campos de interés, quedando recogida en una tabla que se exporta a una hoja de cálculo para ser tratada con mayor comodidad.

A continuación se ilustra el aspecto de parte de una de estas tablas de materiales así como los campos más significativos.

Los datos aquí mostrados son ficticios, teniendo validez solo como ilustración del aspecto general que presenta una de estas tablas.

Salida dinámica de lista, 23/02/2012	
Estructura:	Varios niveles
Material:	PRPXXXXXX
Centr/Util./Alt:	14/03/5221
Denominación:	ENC.PRXXXXXX 4G C60F BO IH5

Nv.	Pos.	TpP	ID objeto	Texto breve-objeto	TpMt	Cnj	Cantidad	UM	Nº mod.	Validez de	Válido a	Documento
.1	123	L	3413203513	MATERIAL 1	ROH		1	UN	1X07TR	30.11.2011	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.1	456	L	3413501502	MATERIAL 2	ROH		1	UN	1X07TR	30.11.2011	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.1	789	M	3413650113	MATERIAL 3	ROH		4	UN	1X07TR	30.11.2011	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.1	1122	L	3413650113	MATERIAL 4	ROH		4	UN	1X07TR	30.11.2011	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.1	1455	L	3413650114	MATERIAL 5	ROH		1	UN	1X07TR	30.11.2011	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.1	1788	L	3413650114	MATERIAL 6	ROH		1	UN	1X07TR	30.11.2011	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.1	2121	L	3413790162	MATERIAL 7	ROH		8	UN	1X07TR	30.11.2011	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.1	2454	M	3413790162	MATERIAL 8	HALB	X	2	UN	1X07TR	30.11.2011	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.2	2787	L	3414180043	MATERIAL 9	HALB	X	2	UN		01.04.2007	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
...3	3120	L	3414180043	MATERIAL 10	ROH		0,054	KG		01.04.2007	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.2	3453	L	3414180073	MATERIAL 11	ROH		4	UN		01.04.2007	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.2	3786	L	3414180095	MATERIAL 12	ROH		2	UN		01.04.2007	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.2	4119	L	3424400292	MATERIAL 13	ROH		2	UN		01.04.2007	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.1	4452	L	3424400414	MATERIAL 14	HALB	X	2	UN	1X07TR	30.11.2011	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.2	4785	L	3424400418	MATERIAL 15	HALB	X	2	UN		01.04.2007	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
...3	5118	L	3455100129	MATERIAL 16	ROH		0,048	KG		01.04.2007	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.2	5451	M	3471500133	MATERIAL 17	ROH		4	UN		01.04.2007	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.2	5784	L	3472400123	MATERIAL 18	ROH		2	UN		01.04.2007	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.2	6117	L	3472400124	MATERIAL 19	ROH		2	UN		01.04.2007	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.1	6450	L	3478100389	MATERIAL 20	ROH		4	UN	1X07TR	30.11.2011	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.1	6783	L	3483001020	MATERIAL 21	ROH		1	UN	1X07TR	30.11.2011	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.1	7116	L	3483001023	MATERIAL 22	ROH		1	UN	1X07TR	30.11.2011	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.1	7449	L	5750203149	MATERIAL 23	ROH		1	UN	1X07TR	30.11.2011	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.1	7782	L	9000058394	MATERIAL 24	ROH		1	UN	1X07TR	30.11.2011	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.1	8115	L	9000088039	MATERIAL 25	ROH		1	UN	1X07TR	30.11.2011	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.1	8448	L	9000088040	MATERIAL 26	ROH		2	UN	1X07TR	30.11.2011	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.1	8781	L	9000088041	MATERIAL 27	ROH		2	UN	1X07TR	30.11.2011	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.1	9114	L	9000170494	MATERIAL 28	ROH		1	UN	1X07TR	30.11.2011	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.1	9447	L	9000346546	MATERIAL 29	ROH		1	UN	1X07TR	30.11.2011	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.1	9780	L	9000374370	MATERIAL 30	ROH		1	UN	1X07TR	30.11.2011	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.1	10113	L	9000432444	MATERIAL 31	ROH		2	UN	1X07TR	30.11.2011	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.1	10446	L	9000432445	MATERIAL 32	ROH		2	UN	1X07TR	30.11.2011	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.1	10779	L	9000432446	MATERIAL 33	ROH		4	UN	1X07TR	30.11.2011	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX
.2	11112	L	9000494016	MATERIAL 34	ROH		1	UN		01.04.2007	31.12.9999	5440XXXXXXXXXX

Resultado de la consulta de la BOM

Llegado a este punto del proyecto, se decide posponer el estudio de las demás soluciones de sujeción, por motivos de priorización interna de fábrica y centrar el estudio en las soluciones de fijación TUBO-EXTREMOS en detalle. Se decide entonces protegerlo mediante patente. No obstante y, dado que también se encontraba en un estado de desarrollo importante, se decide proteger, también mediante patente, el sistema de fijación GRIFO-COLECTOR para garantizar su

disponibilidad exclusiva en el futuro. Ambas solicitudes de patente están recogidas en el anexo correspondiente.

Entendido esto, todo el desarrollo referente a partir de aquí, hace referencia exclusiva al sistema de fijación TUBO-EXTREMOS.

Tras haber obtenido la lista de componentes de dos placas representativas (una de ellas de cuatro fuegos y la otra de cuatro fuegos más wok) se filtra con arreglo a qué componentes pueden ser eliminados gracias al sistema de sujeción que se está estudiando, para así poder ver el impacto que tiene en la estructura de la misma. Para estos dos tipos aparatos se obtienen estas dos listas de piezas:

Salida dinámica de lista
23.02.2012
Estructura - a varios niveles
Material: PRP626B70E
Centr/Util./Alt: 14/03/5221
Denominación: ENC.PRP626B70E 4G C60F BO IH5

Nv.	Pos.	TpP	Texto breve-objeto	TpMt	Cn	ID objeto	Precio	Cant	UM	Validez de	Válido a	Documento
.2	20	L	ARAND.PLANA D10,5XD7,5X0,8 ZN.	ROH		3413790162		4	UN	01.04.2007	31.12.9999	54400000065137
.2	30	L	RACORD M-12 PARA TUBO D.7	ROH		3413650114		2	UN	01.04.2007	31.12.9999	54400000037102
.2	40	L	TUERCA EXAG.M-13 PARA TUBO D.7	ROH		3413650113		2	UN	01.04.2007	31.12.9999	54400000066247
.2	20	L	ARAND.PLANA D10,5XD7,5X0,8 ZN.	ROH		3413790162		4	UN	01.04.2007	31.12.9999	54400000065137
.2	30	L	RACORD M-12 PARA TUBO D.7	ROH		3413650114		2	UN	01.04.2007	31.12.9999	54400000037102

Salida dinámica de lista
23.02.2012
Estructura - a varios niveles
Material: PRR726F90E
Centr/Util./Alt: 05/03/5221
Denominación: ENC.PRR726F90E 4G+1W FLAME C70F IH5 BOSC

Nv.	Pos.	TpP	Texto breve-objeto	TpMt	Cn	ID objeto	Precio	Cant	UM	Validez de	Válido a	Documento
.2	10	L	ARANDELA TUBO D.8	ROH		9000191570		1	UN	23.01.2008	31.12.9999	54400000065124
.2	20	L	CASQUILLO PARA TUBO AL DIAM.8	ROH		3478000042		1	UN	23.01.2008	31.12.9999	54400000042136
.2	30	L	RACORD M-13 PARA TUBO D.8	ROH		3413650098		1	UN	23.01.2008	31.12.9999	54400000067105
.2	40	L	TUERCA EXA.M14 A=12MM.TUBO D=8	ROH		3413650073		1	UN	23.01.2008	31.12.9999	54400000067090
1	430	L	RACORD M8 IH2.3	ROH		3483500623		2	UN	10.10.2007	31.12.9999	54400037000901
.2	20	L	ARAND.PLANA D10,5XD7,5X0,8 ZN.	ROH		3413790162		4	UN	01.04.2007	31.12.9999	54400000065137
.2	30	L	RACORD M-12 PARA TUBO D.7	ROH		3413650114		2	UN	01.04.2007	31.12.9999	54400000037102
.2	40	L	TUERCA EXAG.M-13 PARA TUBO D.7	ROH		3413650113		2	UN	01.04.2007	31.12.9999	54400000066247
.2	20	L	ARAND.PLANA D10,5XD7,5X0,8 ZN.	ROH		3413790162		4	UN	01.04.2007	31.12.9999	54400000065137
.2	30	L	RACORD M-12 PARA TUBO D.7	ROH		3413650114		2	UN	01.04.2007	31.12.9999	54400000037102
.2	40	L	TUERCA EXAG.M-13 PARA TUBO D.7	ROH		3413650113		2	UN	01.04.2007	31.12.9999	54400000066247

Cuadros de materiales susceptibles a ser reemplazados

El siguiente paso es obtener, para cada componente de estas listas, su precio actual. Este dato viene dado de forma implícita por una magnitud de uso interno denominada MAK.

El MAK total de cada conjunto de piezas está calculado en la tabla de la siguiente página, donde se recogen solamente los datos de interés en este aspecto.

Material: PRP626B70E

Denominación: ENC.PRP626B70E 4G C60F BO IH5

Nv.	Descripción	ID objeto	Precio	Cant	Parcial	Peso
..2	TUERCA EXAG.M-13 TUBO D.7	3413650113	80,7	4	322,8	50,03%
..2	RACORD M-12 TUBO D.7	3413650114	63	4	252	39,06%
..2	ARAND.PLANA D10,5XD7,5X0,8 ZN.	3413790162	8,8	8	70,4	10,91%
Total MAK:					645,2	

Material: PRR726F90E

Denominación: ENC.PRR726F90E 4G+1W FLAME C70F IH5 BOSC

Nv.	Descripción	ID objeto	Precio	Cant	Parcial	Peso
..2	TUERCA EXAG.M-13 D.7	3413650113	80,7	4	322,8	29,77%
.1	RACORD M8 IH2.3	3483500623	138,2	2	276,4	25,49%
..2	RACORD M-12 TUBO D.7-8	3413650114	63	4	252	23,24%
..2	TUERCA EXA.M14 A=12M/M.	3413650073	74,9	1	74,9	6,91%
..2	RACORD M-13 PARA TUBO D.8	3413650098	71,7	1	71,7	6,61%
..2	ARAND.PLANA D10,5XD7,5X0,8 ZN.	3413790162	8,8	8	70,4	6,49%
..2	ARANDELA TUBO D.8	9000191570	9,7	1	9,7	0,89%
..2	CASQUILLO TUBO AL.DIAM.8	3478000042	6,4	1	6,4	0,59%
Total MAK:					1084,3	

Cuadro de costes actuales de los materiales susceptibles a reemplazo

Se observa que el coste estimado para un aparato de cuatro quemadores anda en torno a las 650 unidades y en el caso de los aparatos cuatro quemadores más wok, este coste es de unas 1100 unidades. Este dato es el coste en euros para 1000 unidades, por lo que estos costes resultan ser en la práctica en torno a 0,65 € y 1,1 € por aparato respectivamente.

Se puede ver en el desglose que la mayoría del coste está asociado a las tuercas y racores, siendo el impacto de las arandelas y casquillos marginal (en ambos casos inferior al 10%).

De esta información se puede obtener además una primera estimación de que el coste medio por cada quemador en el que se aplica el sistema actual oscila entre las 0,14 € y 0,22 € en función del tipo del quemador que se esté valorando.

Aunque se espera que la alternativa propuesta suponga una mejora con respecto a coste material, se espera una mejora mucho mayor en cuanto a coste de mano de obra.

Por supuesto, a este ahorro de materiales hay que sumarle el costo de las nuevas piezas. Se realizó una petición de oferta del clip de sujeción al proveedor para 300.000 unidades con opción a ampliar a 3.000.000 de unidades durante los siguientes 3 años si se decide finalmente implantar el sistema de forma general. Los precios unitarios que se ofertaron rondan la cifra de los 13 MAK (0,013 €), lo que supone unos 0,10 € por cada producto completo (suponiendo 8 unidades en cada uno), por lo que el ahorro neto por aparato en concepto de materiales se cifra finalmente en torno a 0,5 € y 1,0 €. En base a estos datos, se tomará 0,17 € como valor promedio del ahorro por cada sujeción en la que se utiliza el sistema.

Medición de los costes de mano de obra

La medición de los costes de mano de obra la realiza el Departamento de Ingeniería. Esta información, así como la metodología utilizada para su obtención no se recogen aquí por motivos de confidencialidad, solo los valores finales obtenidos. Hay que recordar que, como se explica al principio de esta memoria, todos los valores van multiplicados por una constante para ocultar su auténtico valor.

Con la información disponible hasta el momento y los prototipos disponibles, Ingeniería elabora una estimación de reducción de los costes de mano de obra de en torno a 1700 unidades por aparato, es decir, de alrededor de 1,70 €. Se observa que el ahorro en este concepto puede ser notablemente superior al ahorro en materiales. Si bien la información disponible en este momento no permite una estimación tan precisa como la de materiales, sí que se puede asegurar, a falta de realizar pruebas de montaje, que en cualquier caso el ahorro en concepto de mano de obra será igual o mayor al correspondiente a materiales.

Se desea una estimación de ahorro por cada clip usado, de modo que se dividirá dicho ahorro por la cantidad usada en los aparatos, que puede ser 8 o 10 unidades. Se toma entonces 9 unidades como valor promedio, con lo que resulta un ahorro unitario de 0,19 €.

Evaluación del impacto económico

Como el sistema no se ha probado nunca en placas de gas, se elige una gama de aparatos “piloto” para ponerlo a prueba en montaje durante el primer año. Se elige la gama dominó básica, cuyas producciones para el año de implantación se estiman en 35.000 unidades para ampliarlo después al resto de gamas si la experiencia resulta satisfactoria.

La oferta emitida al proveedor supone el escenario de que así sea, por lo que la estimación de uso del sistema para los cuatro primeros años sería:

- 300.000 unidades el primer año
- 3.000.000 unidades el segundo año
- 3.000.000 unidades el tercer año
- 3.000.000 unidades el cuarto año

En total, 9.300.000 unidades.

Los ahorros estimados en los apartados anteriores, correspondientes a materiales y mano de obra, se cifraron en los valores de 0,17 € y 0,19 € respectivamente, en total 0,36 € por cada sistema de sujeción reemplazado. Suponiendo una defectuosidad del 90% (conservadora, atendiendo a la experiencia que se tiene) este ahorro se ve minorado a 0,324 €.

Para este ahorro unitario y las cantidades mencionadas, se tiene el siguiente ahorro para cada año:

- 97.000 € el primer año
- 970.000 € el segundo año
- 970.000 € el tercer año
- 970.000 € el cuarto año

El ahorro total que supone el proyecto se sitúa en torno a los 3.000.000 €.

En el apartado de inversión necesaria y costes, se encuentra que se debe adquirir una nueva máquina para el nuevo tipo de bordonado requerido por el sistema, cuyo precio se estima en 300.000 €. El resto de costes son costes de personal de desarrollo e implantación, pero no tienen un impacto significativo aparte de estar incluidos en el proyecto de desarrollo de la nueva plataforma.

Estudio sobre la rentabilidad del proyecto

En base a las cifras anteriores, se hace un estudio de la rentabilidad de este proyecto de forma aislada. Hay que tener en cuenta que este proyecto se engloba en uno mayor, el cambio de plataforma, por lo que no se consideran los costes que tendría su implantación ya que se aprovecha la “inercia” de este cambio.

Volviendo a los anteriores apartados, se pueden estimar unos flujos de caja suponiendo los ahorros como ingresos y los costes como inversión para poder darle un enfoque con varias de las metodologías de valoración de inversiones.

Los flujos de caja serían:

- -203.000 € el primer año
- +970.000 € el segundo año
- +970.000 € el tercer año
- +970.000 € el cuarto año

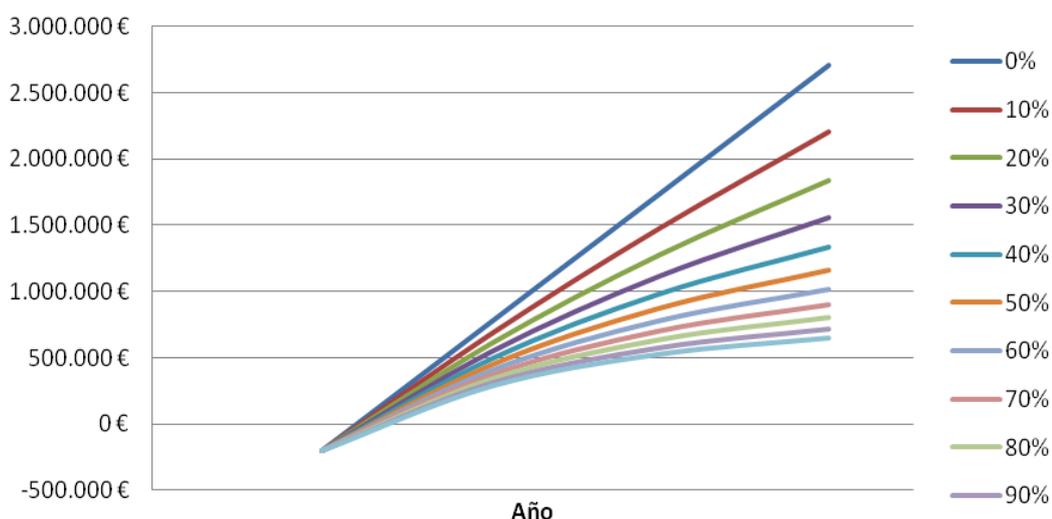
El plazo de retorno de la inversión es de 2 años (inferior realmente, si se atiende a que la reducción de costes no es anual, sino continua).

Valorando distintos escenarios de tasas de actualización, se elabora la siguiente tabla comparativa:

VAN Acumulado (posibles escenarios)

Tasa de actualización	VAN Año 1	VAN Año 2	VAN Año 3	VAN Año 4
0%	-203.000 €	767.000 €	1.737.000 €	2.707.000 €
10%	-203.000 €	678.818 €	1.480.471 €	2.209.246 €
20%	-203.000 €	605.333 €	1.278.944 €	1.840.287 €
30%	-203.000 €	543.154 €	1.117.118 €	1.558.629 €
40%	-203.000 €	489.857 €	984.755 €	1.338.254 €
50%	-203.000 €	443.667 €	874.778 €	1.162.185 €
60%	-203.000 €	403.250 €	782.156 €	1.018.973 €
70%	-203.000 €	367.588 €	703.228 €	900.664 €
80%	-203.000 €	335.889 €	635.272 €	801.595 €
90%	-203.000 €	307.526 €	576.224 €	717.644 €
100%	-203.000 €	282.000 €	524.500 €	645.750 €

VAN Acumulado



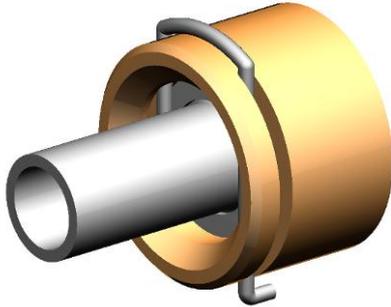
De ella se extrae que, en todos los casos, la inversión es rentable.

Si se desea utilizar otro indicador de rentabilidad, se puede calcular el TIR de esta inversión. Este índice resulta ser muy superior al 100%, de en torno al 400-500%, por lo que la inversión resulta muy rentable bajo este criterio.

2. ANEXOS

Anexo 1: Evolución del concepto

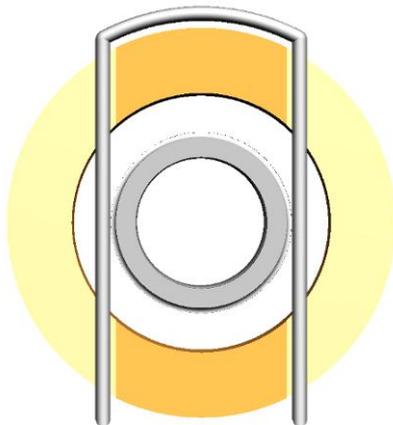
Sujeción TUBOS-EXTREMOS, 1ª iteración



El diseño de partida es un modelo de clip existente que nos proporcionó el proveedor, de uso actual en otras industrias.

El tubo se introduce y se presiona contra una junta plástica de cierto polímero, deformándose este y proporcionando la estanqueidad.

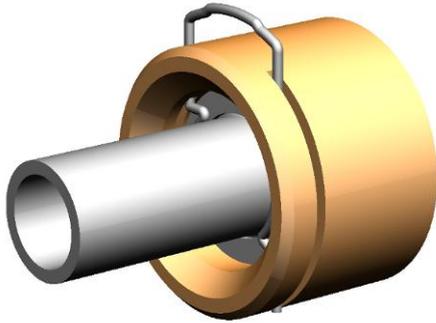
Se fija la posición introduciendo por la parte superior el clip metálico, orientado por dos canales practicados a los laterales del cilindro del grifo.



Entre el clip y el bordonado del tubo, existe una arandela de acero, de uso en los tubos actualmente, que se usa para mejorar el contacto y distribución de la fuerza.

La flexión que se estima que aparecerá para este sistema en las esquinas del clip metálico es muy alta, por lo que se decide actuar para mejorar este aspecto.

Sujeción TUBOS-EXTREMOS, 2ª iteración

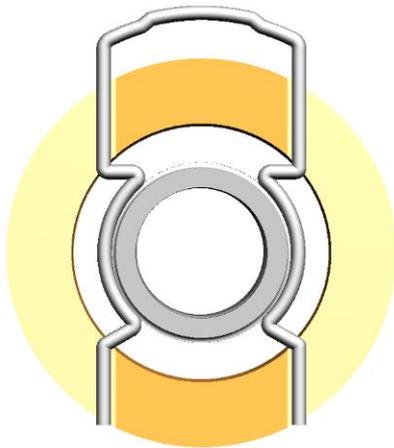


Se decide dejar un gap en la parte superior para reducir la tensión en las esquinas del clip.

Se añade un tramo más recto en la parte superior para facilitar el desmontado.

Se cambia la fijación del clip, abrazando ahora al tubo y creándose un tope contra la parte superior del grifo.

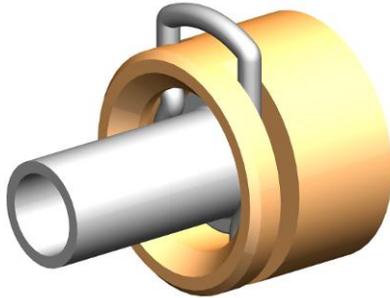
La geometría del clip tiene radios de curvatura muy cerrados, lo cual puede dar lugar a deformaciones plásticas muy altas.



Los criterios de calidad exigen un sistema más robusto. Se aumentará el diámetro de la sección del clip.

Se elimina la arandela de contacto, por considerarse innecesaria.

Sujeción TUBOS-EXTREMOS, 3ª iteración



Se aumenta el diámetro de la sección del clip para que la sujeción sea más robusta. Se aumenta la ranura en la misma medida.

Se elimina el tramo recto en la parte superior, puesto que con el gap es suficiente para facilitar el desmontaje. Esta característica aumentaba el coste de la pieza innecesariamente.

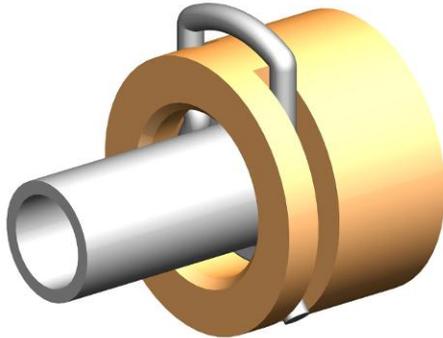
Se reducen las curvaturas a unas mucho más suaves. Esto reduce la penetración del “enganche” con el grifo, pero al aumentar la rigidez de la pieza se espera que el efecto sea compensado.



Se reduce el gap, puesto que aumenta la rigidez de la pieza y disminuye la deformación requerida para el montaje.

Se añade biseles en la parte superior del cilindro del grifo para facilitar el montaje.

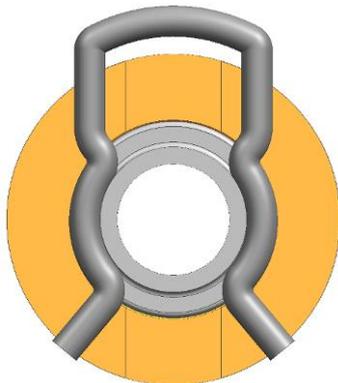
Sujeción TUBOS-EXTREMOS, 4ª iteración



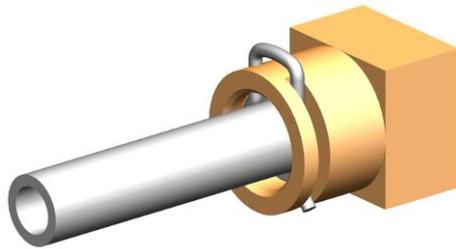
Se han ajustado las ranuras del grifo para que la sección crítica tenga el mismo espesor en la parte superior y en la inferior y, de este modo, sea más fácil de mecanizar.

También para abaratar su manufactura, se han eliminado los biseles de la parte superior y en su lugar se ha actuado sobre el clip.

Se ha modificado el clip para facilitar su inserción, mediante un cambio en el ángulo de las patillas inferiores. El resto del clip se mantiene sin modificaciones.



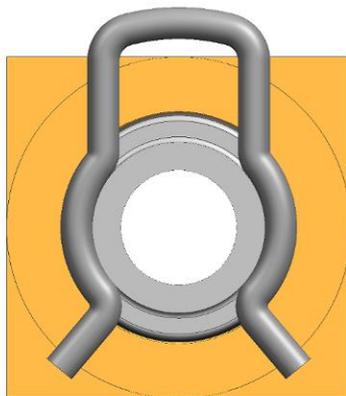
Se plantea la posibilidad de que la sección crítica del extremo de unión del grifo sea demasiado estrecha y se deja pendiente de valoración.

Sujeción TUBOS-EXTREMOS, 5ª iteración

Se ha eliminado el resalte intermedio del clip, para abaratar su coste de manufactura.

Se añade volumen a los conceptos de prototipos de ambos extremos de la unión para facilitar su agarre mediante mordazas y con ello su posterior montaje.

Se han variado ligeramente algunas cotas para ajustarse a estos cambios.



Se ha adoptado el mismo radio de curvatura en todos los codos del clip.

Anexo 2: Requisitos técnicos

Requisitos de estanqueidad

Se describen en esta tabla los requisitos de estanqueidad definidos por el departamento de calidad y que deben ser verificados para todos los sistemas desarrollados en el marco de este proyecto.

1. Estanqueidad a grifos cerrados

Colocar la manguera de entrada de aire del Equipo de Control en codo de encimera. Seleccionar en equipo de control la posición del microfugómetro.

Equipo de control < 40 c.c./hora
ATEQ a 150 mbar

El valor de la fuga detectada en el Equipo de Control será < de 40 cc/hora y se deberá encender la luz verde, señalando que la estanqueidad es CORRECTA. La luz roja indicará falta de estanqueidad y conjunto INCORRECTO.

2. Estanqueidad a grifos abiertos

Una vez fijada la tubería a grifos y quemadores, se abrirán los grifos a su posición máxima y se colocarán los obturadores correspondientes a cada quemador.

El valor de la fuga detectada en el Equipo de Control, será < de 40 cc/hora y se deberá encender la luz verde, señalando la estanqueidad CORRECTA. Se tendrá en cuenta que el valor de la fuga debe ser de la totalidad del circuito y no de cada quemador por independiente.

Equipo de control < 40 c.c./hora
ATEQ a 150 mbar

En los modelos de encimeras con seguridad, durante esta prueba se deben tener todos los grifos pulsados en su posición máxima. Toda manipulación en grifos, tubería o quemadores debe realizarse antes de comprobar la estanqueidad.

3. Estanqueidad a grifos abiertos final

Tras la comprobación funcional, conectar pinza de aire y con los mandos en posición de máximo se comprobará que antes de transcurridos 10 segundos el microfugómetro no detecte una fuga superior a 40 cc/hora.

Equipo de control < 40 c.c./hora
ATEQ a 150 mbar

Otros requisitos de calidad

La estanqueidad tal y como ha sido expuesta, es un criterio de calidad crítico para este proyecto, por esto se ha mostrado de manera aislada al resto de requisitos de calidad. Se recogen ahora estas otras especificaciones fijadas por el mismo departamento de calidad que tienen un carácter más cualitativo. Algunas de ellas no tienen implicación directa sobre los sistemas desarrollados pero tienen un valor informativo del contexto del proyecto de plataforma. Son las siguientes:

- Los elementos de fijación no deben ser accesibles por el usuario
- Cierre de la grasería en todo el perímetro
- Temperaturas de mandos optimizadas
- Distancias de parrilla optimizadas
- Aislamiento del cableado
- Eliminar desprendimiento de rebabas del ensamblaje de grifos a colector

Requisitos de fabricación

Desde el punto de vista de proceso de fabricación, el departamento de ingeniería establece una serie de criterios en arreglo a las necesidades observadas en los productos actuales y a la normativa vigente, a saber:

- Reducción de los costes de mano de obra a través del desarrollo de producto
- Eliminar la inspección de componentes en la línea de montaje
- Desarrollar sistemas de fijación rápida para las tuberías, grifos y quemadores
- Tornillos comunes en todo el producto (reducción de complejidad)
- Salida común para el colector (posición y tipo)
- Sistema funcional independiente y completamente automatizado
- Fijación de los quemadores y grifos en un único punto
- Fijación estándar para grifos, independiente del proveedor o sistema
- Mismo método de montaje para todos los quemadores

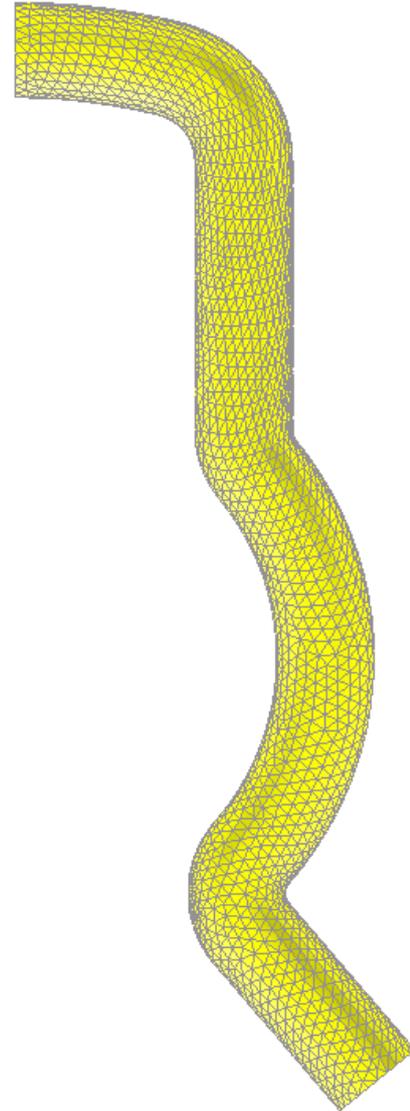
Anexo 3: Simulación

Para el cálculo de las tensiones críticas que aparecen en el circlip se ha decidido prescindir de cálculos analíticos y utilizar directamente simulación por elementos finitos, por estar a disposición en la empresa y no requerir apenas tiempo adicional al ya disponer del modelo.

En el análisis se ha utilizado una densidad de malla suficiente para reflejar la geometría de la pieza (elementos de de 0,1 mm de arista aproximadamente), especialmente las zonas con menor radio de curvatura que, se estima a priori, serán en las que aparezcan los mayores valores de tensión.

Como condiciones de contorno se ha fijado en primer lugar el plano de simetría del circlip, que equivale a una restricción de empotramiento en la sección del clip cortada por el plano de simetría. Esta simplificación proporciona los mismos resultados y reduce el coste computacional a la mitad. La otra restricción es el desplazamiento forzado en el codo inferior de modo que la distancia mínima entre este y su simétrico sea igual al diámetro del tubo (ligeramente mayorado para tener en cuenta las tolerancias así como mantener un cierto coeficiente de seguridad).

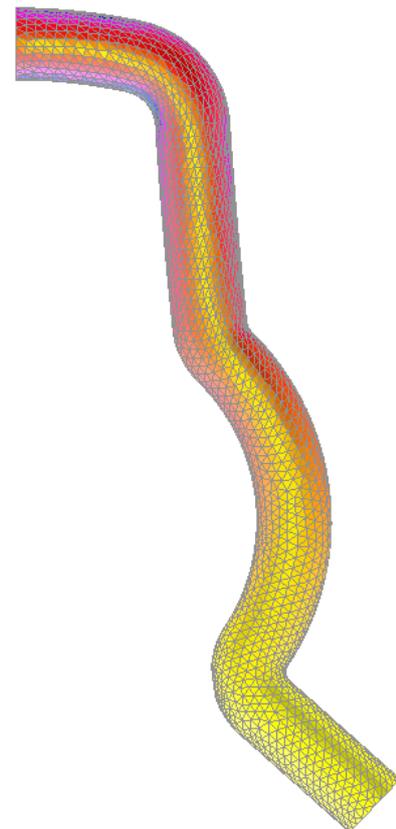
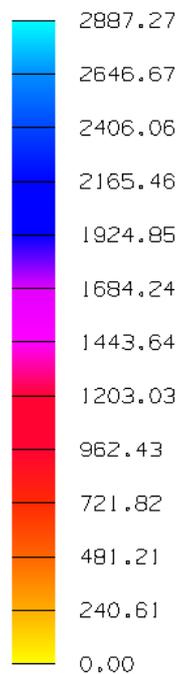
El material usado para las simulaciones es un acero para resortes cuyas características nos ha proporcionado el proveedor.



Después de introducir adecuadamente la información del problema en el software de elementos finitos ANSYS, escogemos una serie de *outputs* que nos den la información más característica del comportamiento.

La información de más interés es la tensión en cada punto. Escogiendo la tensión de Von Misses como criterio, se obtiene una representación en escala de color:

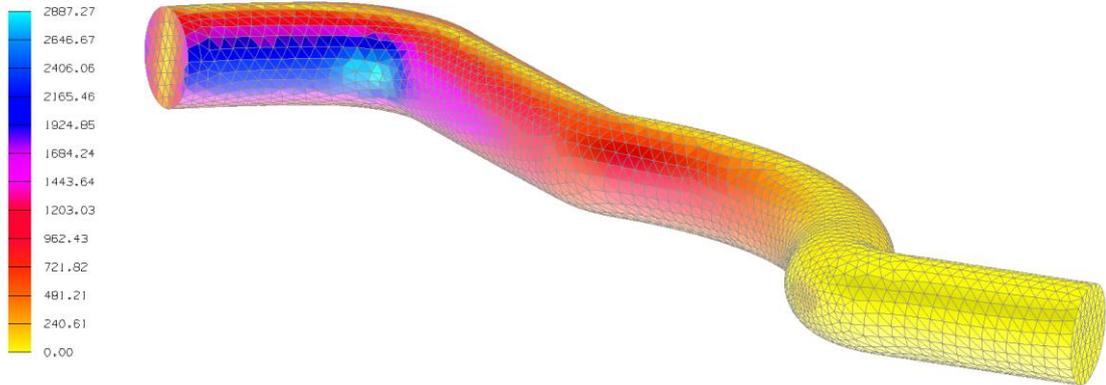
```
sim1 : Solution 1 Result  
Load Case 1, Static Step 1  
Stress - Elemental, Von-Mises  
Min : 0.00, Max : 2887.27, N/mm^2 (MPa)  
Deformation : Displacement - Nodal  
Animation Frame 8 of 8
```



Tensión de Von Misses

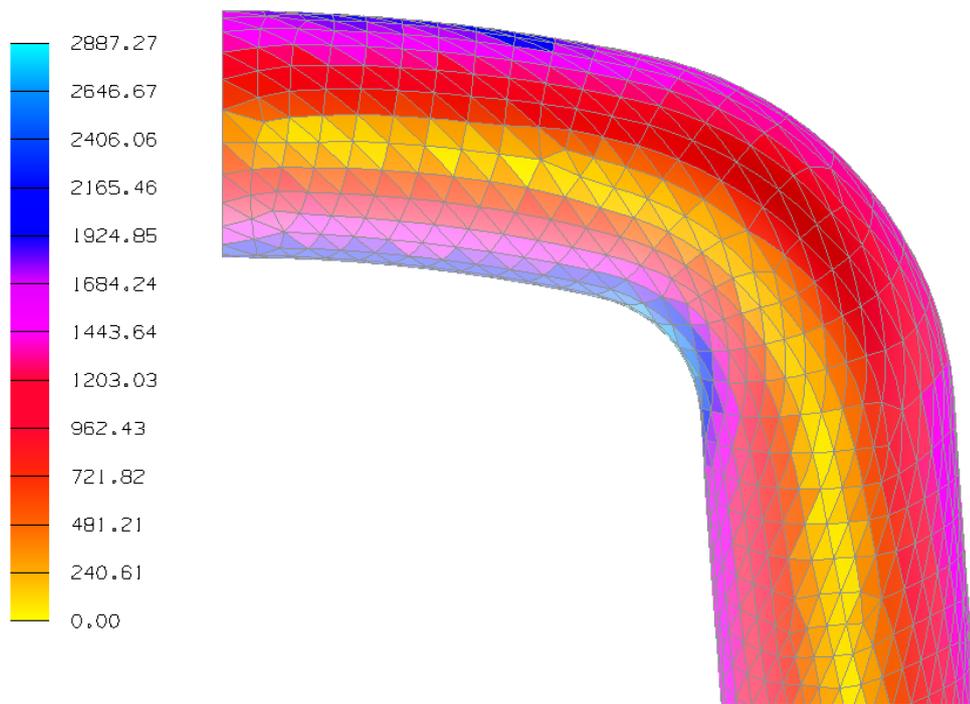
Se observa que en los codos superior e intermedio aparecen las mayores tensiones, asociadas al momento flector al que da lugar la fuerza. Una vista en detalle de cada uno de estos codos revela que la mayor de las tensiones aparece en el codo superior, lo cual es lógico teniendo en cuenta que el momento flector aumenta a medida que aumenta la distancia a la fuerza aplicada.

sim1 : Solution 1 Result
 Load Case 1, Static Step 1
 Stress - Elemental, Von-Mises
 Min : 0.00, Max : 2887.27, N/mm²(MPa)
 Deformation : Displacement - Nodal
 Animation Frame 8 of 8



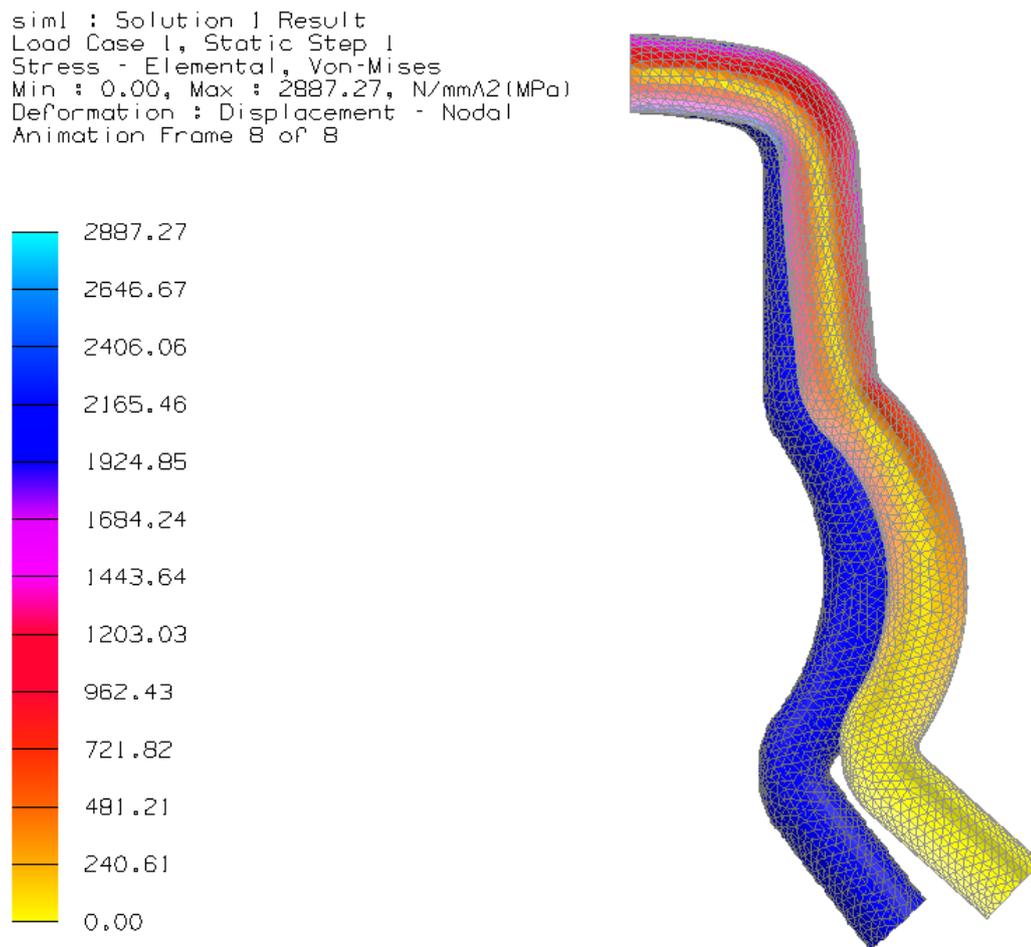
Distribución de tensiones en la zona interior

sim1 : Solution 1 Result
 Load Case 1, Static Step 1
 Stress - Elemental, Von-Mises
 Min : 0.00, Max : 2887.27, N/mm²(MPa)
 Deformation : Displacement - Nodal
 Animation Frame 8 of 8



Detalle de la distribución de tensiones en el codo superior

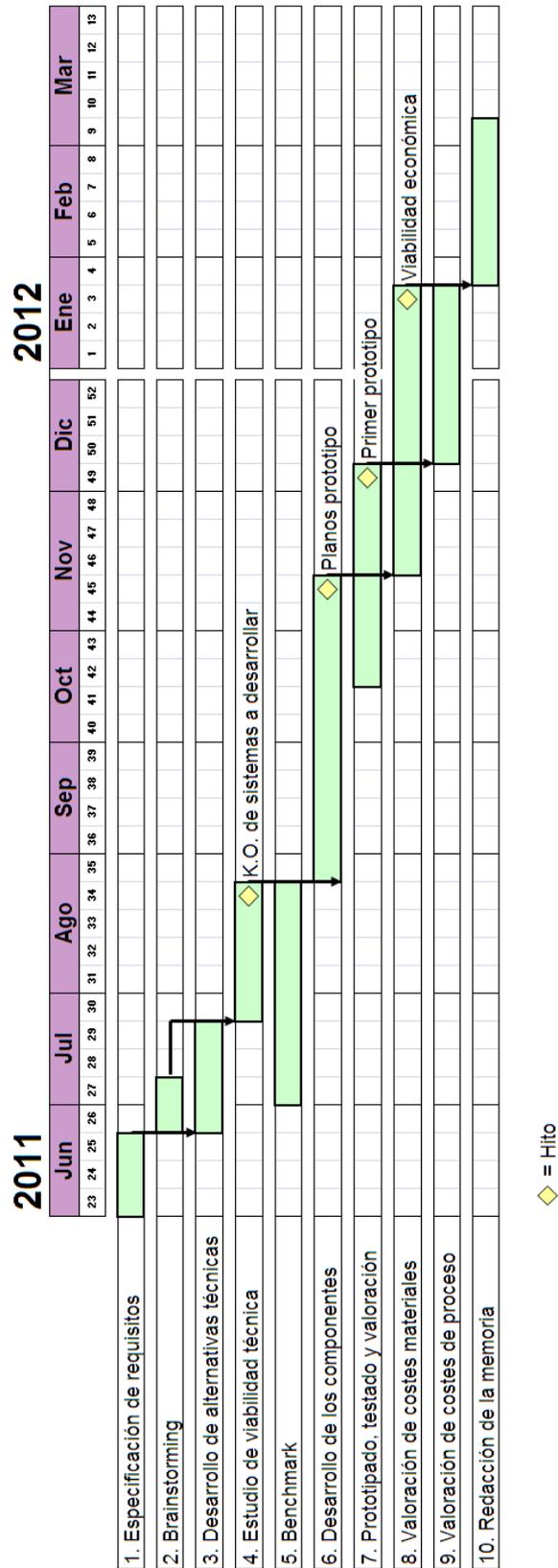
Se observa que la mayor tensión aparece en la cara interna del codo superior, y que toma un valor máximo de 2887.27 N/mm^2 , valor muy inferior a la tensión de fluencia del material, por lo que se deduce que la geometría y material elegidos son adecuados. No obstante, se toma nota de estas observaciones y se abre la posibilidad de alargar el asa superior como posibilidad para reducir esta tensión.



Estado inicial (en azul) y deformación final

Nótese que la considerada como posición final del circlip en este análisis no es su situación final en el montaje real, sino el punto más desfavorable de una situación transitoria (durante el clipado).

Anexo 4: Planificación (diagrama Gantt)

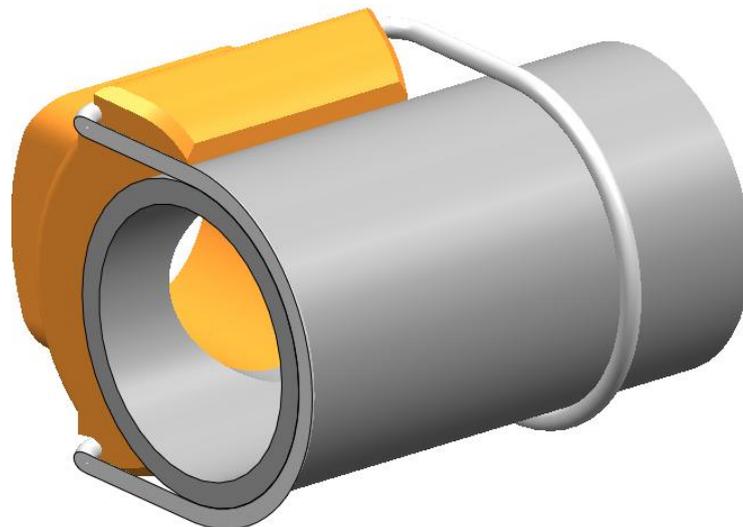
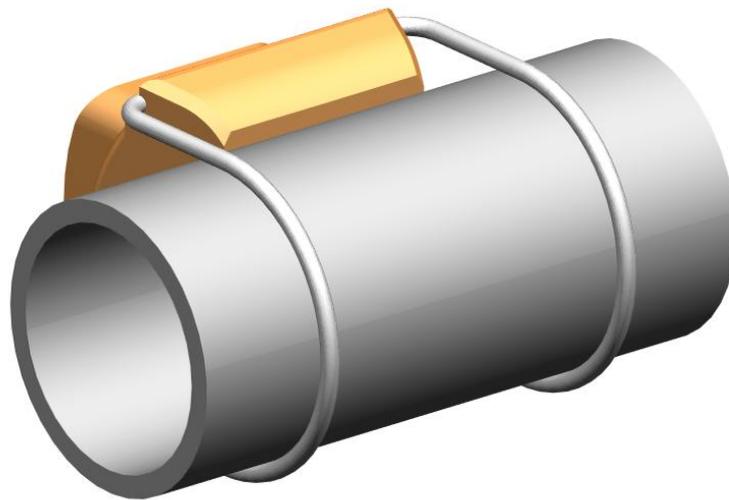


Anexo 5: Propuestas no desarrolladas

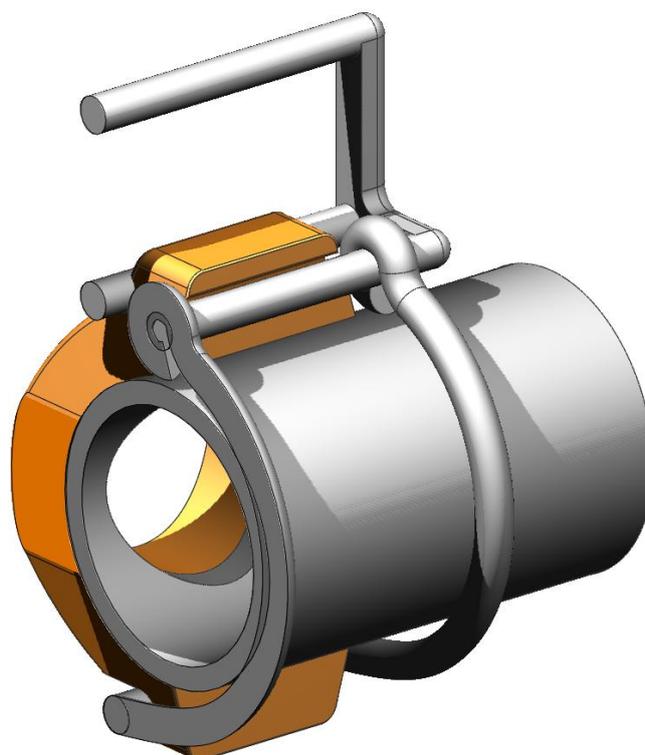
NOTA: Los esquemas incluidos en esta sección tienen un carácter meramente cualitativo

Conceptos de soluciones no desarrolladas (GRIFO-COLECTOR)

Solución 1: Concepto

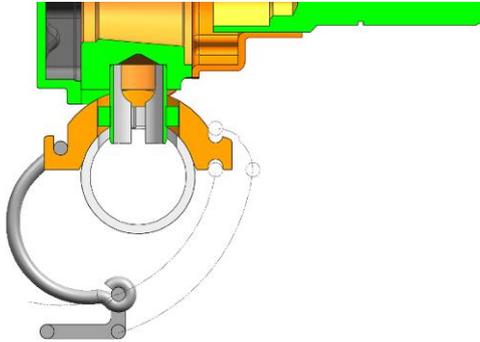


Solución 2: Concepto

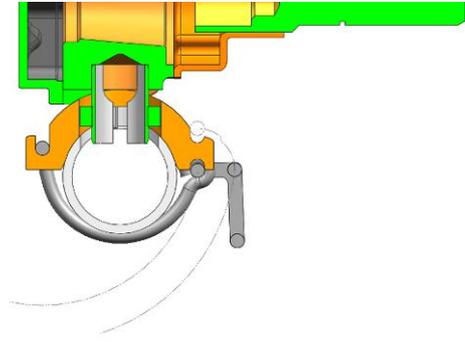


Solución 2: Esquema de montaje

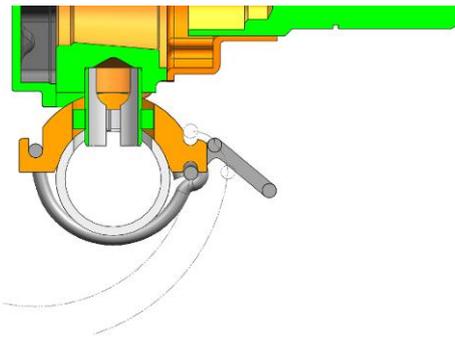
1



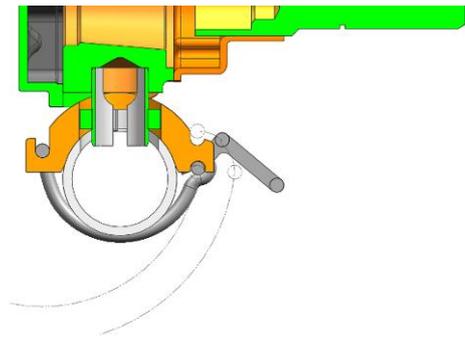
2



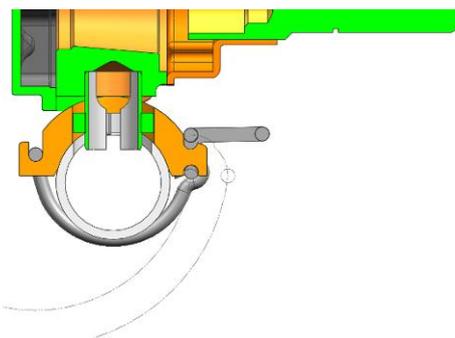
3



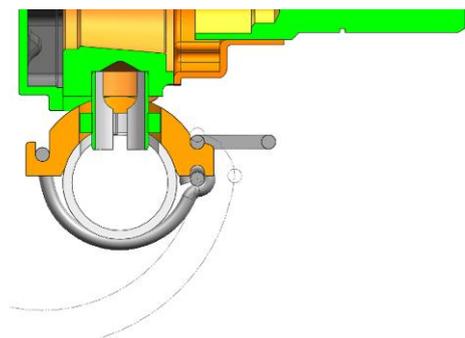
4



5

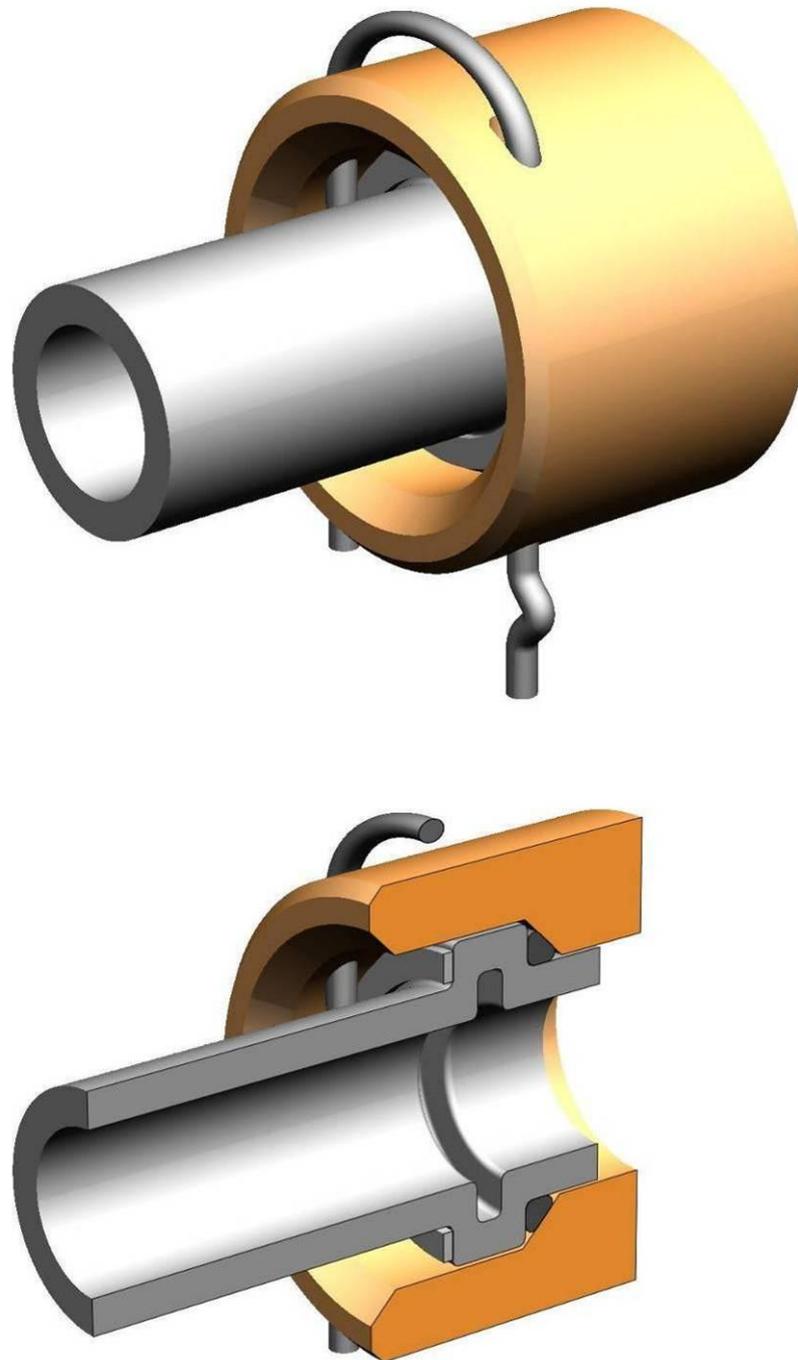


6

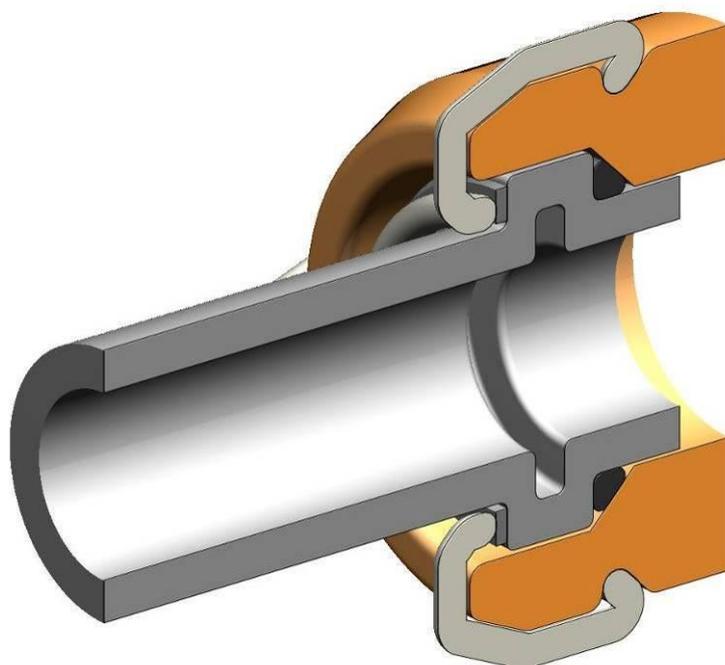
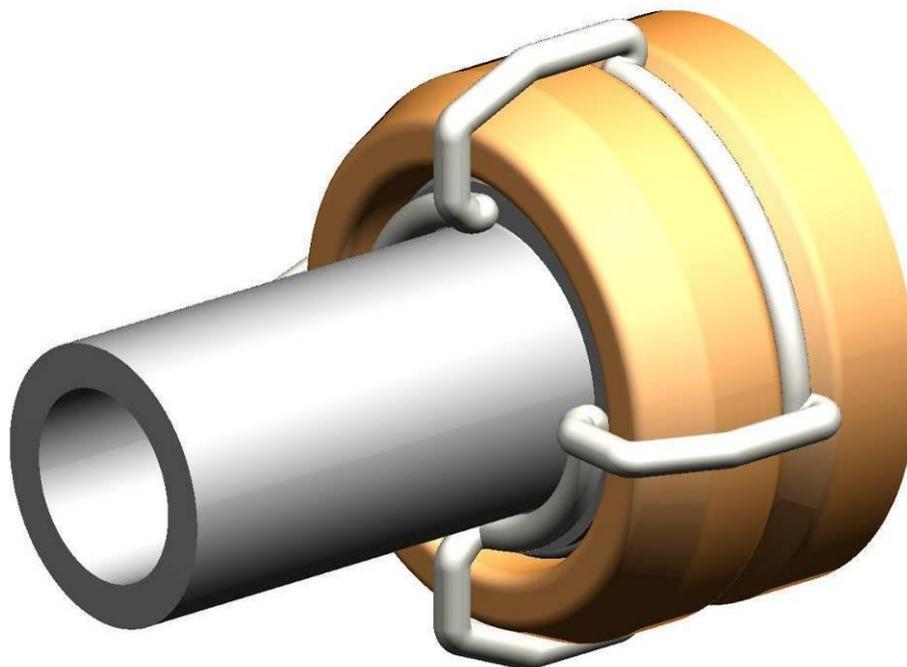


Conceptos de soluciones no desarrolladas (TUBO-EXTREMOS)

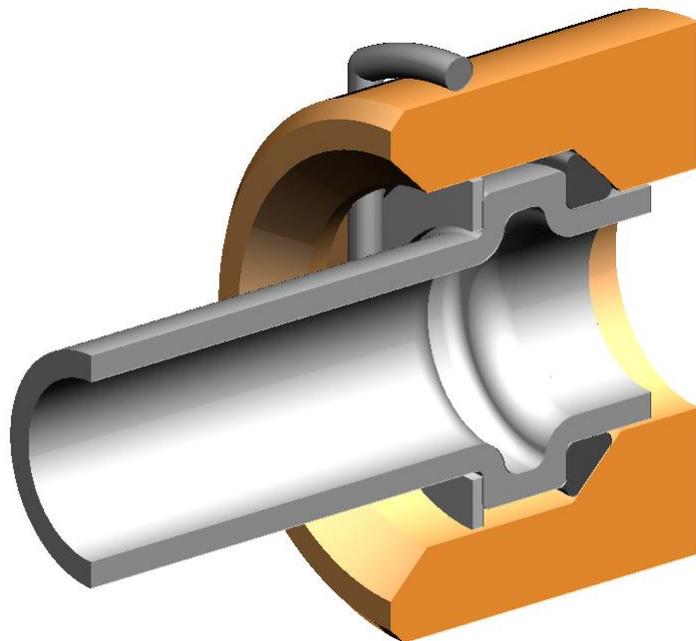
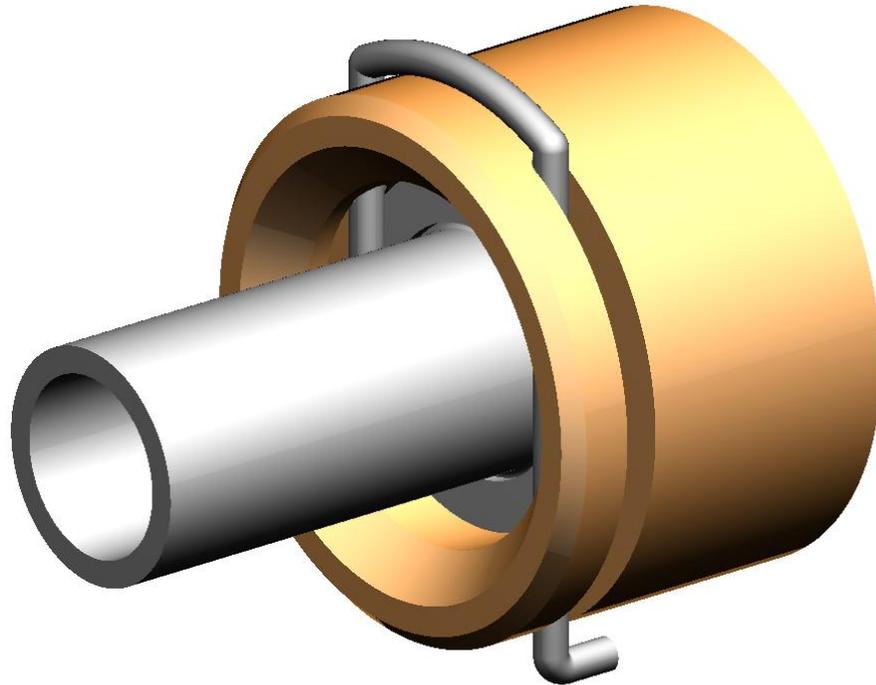
Solución 3: Concepto



Solución 4: Concepto



Solución 5: Concepto



Anexo 6: Colaboración con proveedores

A lo largo del proyecto se ha colaborado con proveedores externos a la empresa de distintos ámbitos, que han proporcionado asesoramiento sobre las posibilidades de mejora y fabricabilidad de las soluciones que les propusimos, así como otras propuestas por ellos.

Como proveedor de muelles y resortes se contactó con el proveedor PM (se usará en adelante este nombre en lugar del auténtico, por ser confidencial) por ser uno de los proveedores actuales de BSH Santander y por tener buena experiencia con él en el pasado. Uno de los técnicos de dicha empresa realizó una visita a la planta de BSH, para familiarizarse en general con el producto y concretamente con las soluciones de sujeción en las que estábamos trabajando.

Nos propuso una solución para el sistema TUBO-EXTREMOS que se aplicaba actualmente en la industria del motor y que podríamos adaptar para nuestro caso de estudio. Se desarrolló más en profundidad este concepto los siguientes días y semanas más tarde hicimos una visita a su planta de producción para conocer la tecnología de la que disponían y tener un mejor conocimiento de que tipo de piezas podríamos llegar a fabricar con ella. Este proveedor ofrece una gran variedad de tipos de resortes, tanto en forma como en materiales y de un volumen y tecnología de fabricación importantes.



Muestra de soluciones de resortes del proveedor

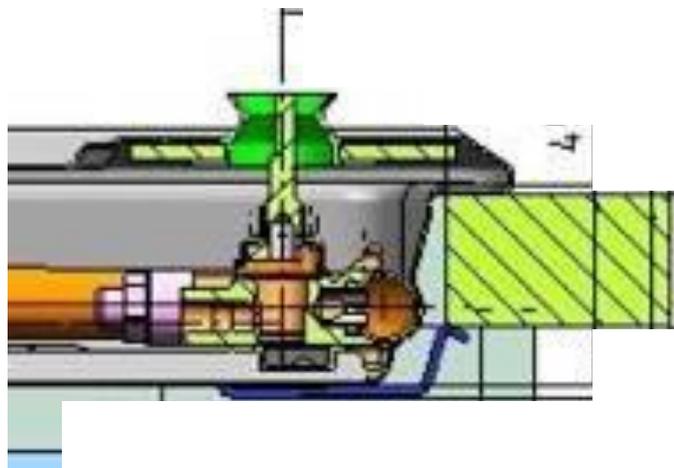
Description of the Invention

- | | |
|---|--|
| a) Underlying technical function
(purpose of invention) | c) Description of invention, different embodiments of the invention, drawing(s)
(Please also include one set of drawings without reference marks of captions) |
| b) Starting point for the invention and similar known solutions
(particularly products and suggestions from in-house sources and from competitors) | d) Advantages of the invention, particularly compared with known solutions |

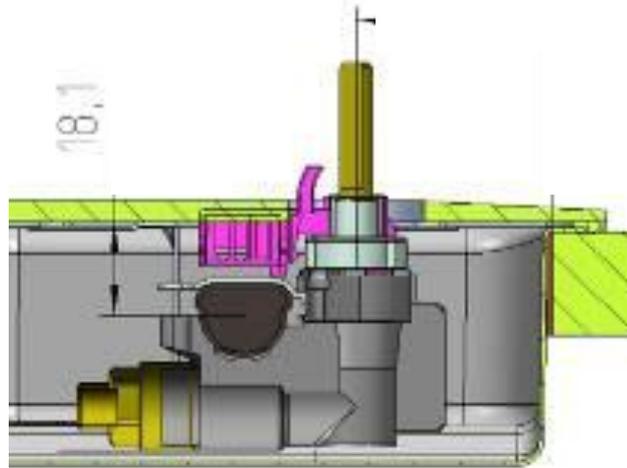
Nowadays, the fixation of the gas valves to the bottom sheet of the appliance is made with one or two screws, depending on the technical solution selected for the construction of the appliance. If we use, the so called, dependent functional system, the gas valve is fixed with two screws to the bottom sheet. The main pipe is hold between the bottom sheet and the gas valve itself. On the other hand, if we use the so called, independent functional system, the gas valve is assembled with one screw and one bracket to the main pipe. It creates a sub assembly that later on can be fixed to the bottom sheet (through several pieces welded to the main pipe). There are some other ways of doing this assembly, but are not as common as this one.

In all this solutions, the gas valve is assembled with screws.

Example of dependent functional system (with two screws):



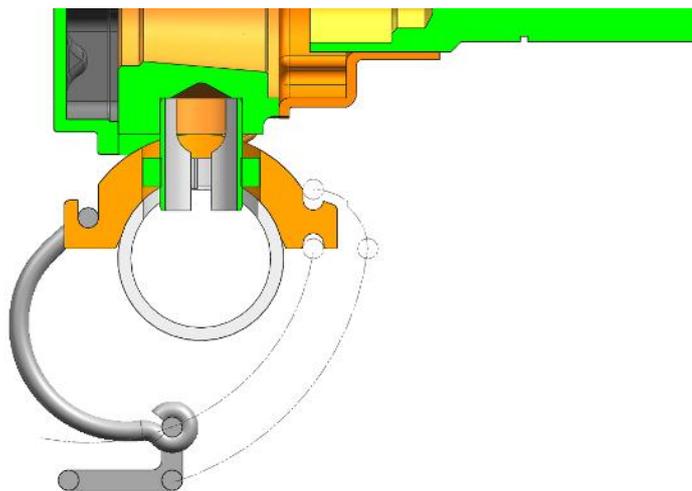
Example of independent functional system (with one screw + bracket):



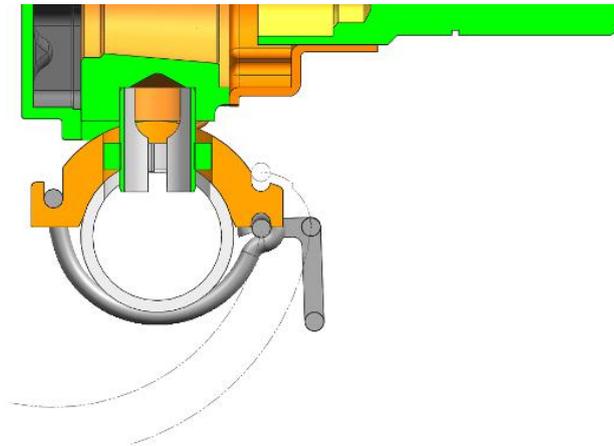
So far, we haven't found a solution like the one described in this document.

The solution consists on one part (called flex-bracket) that is attached/assembled to the main body of the gas valve (this part can be made out of metal wire or drawn steel). This part has the capability of rotating, holding the main pipe in place, and, later, using its flexibility, be fixed to the opposite part of the gas valve main body. This device will give us enough strength to keep everything perfectly held and to avoid gas leakages. The pictures enclosed can give a better description of the system.

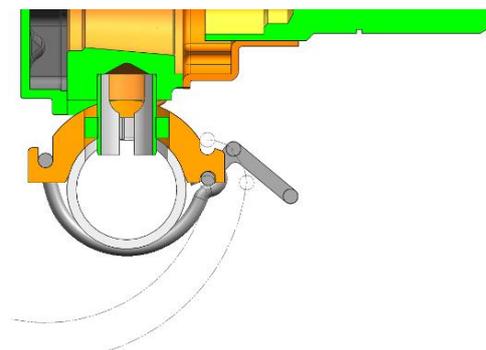
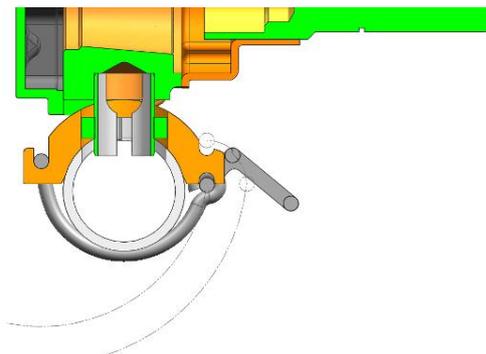
Open position:



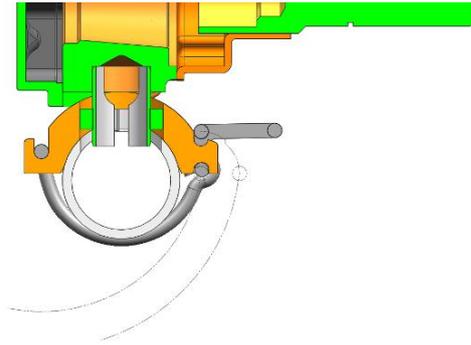
Begin the rotation movement to the outside part of the fixing place:



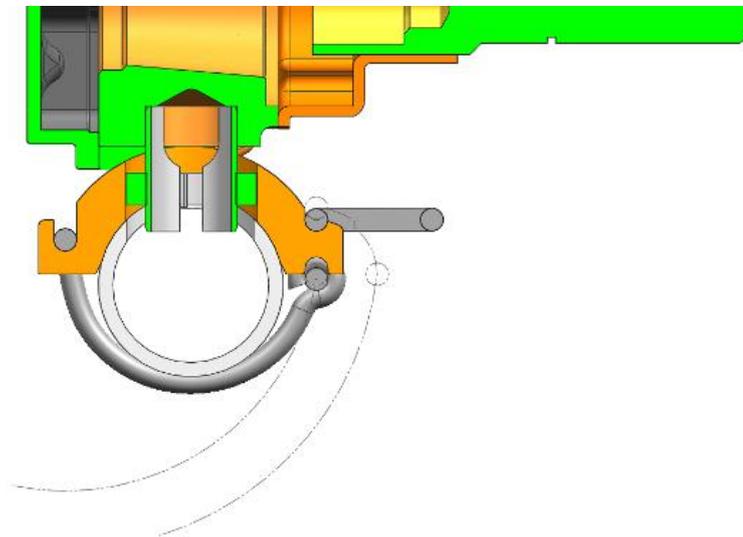
You have to push a little bit to introduce the element in the outside part of the fixing place:



Then, you can rotate the lever to place the second fixing element in front of the inner part of the fixing place:



At the end, release the lever, and, the part will be fixed in its final position:



The main advantage for the invention is that you can assembly and disassembly the system completely by hand, without external devices (screw drivers). This reduces the time needed to do the operation (fast fixation method). You avoid the use of screws in the assembly and, due to that, possible risks of leakages that can appear by perforation of sensible parts of the gas valve.

Solicitud de patente de la fijación TUBO-EXTREMOS**INVENTION****DISCLOSURE**

Please print after completion and forward the fully signed original in a sealed envelope

E

Received by IPD on :

to	(enter name of BSH company)	
via 1.	Next Higher Department:	
	Mr./Ms. <u>Javier Ortubia</u>	<u>EWK-G</u>
	Name	
	Invention	Disclosure
	The commercial interest of the Invention to BSH is: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> (small -> great)	
	I declare that the information given by the inventors is	
	Date: <u>22/11/2011</u>	Signature: _____
via 2.	Debit to Cost Center / Product Division:	
	Mr./Ms. _____	Department _____
	Name	
	Costs for applications are to be charged to: _____	
	Date: _____	Signature: _____
to 3.	IPD	
	Product Class: _____	Cost Center of Origin: _____
	Also relates: _____	
Brief title of the invention: <i>Fast pipe-to-tap fixation system</i>		
Inventors' Data		
	1	2
Family Name:	Cepa Sandi	González Celis
Given Name:	Javier	Jesús Raúl
Profession / Academic	EST. ING. INDUSTRIAL	ING. TEC. INDUSTRIAL
Nationality:	Española	Española

Description of the Invention

- | | |
|---|--|
| <p>a) Underlying technical function
(purpose of invention)</p> | <p>c) Description of invention, different embodiments of the invention, drawing(s)
(Please also include one set of drawings without reference marks of captions)</p> |
| <p>b) Starting point for the invention and similar known solutions
(particularly products and suggestions from in-house sources and from competitors)</p> | <p>d) Advantages of the invention, particularly compared with known solutions</p> |

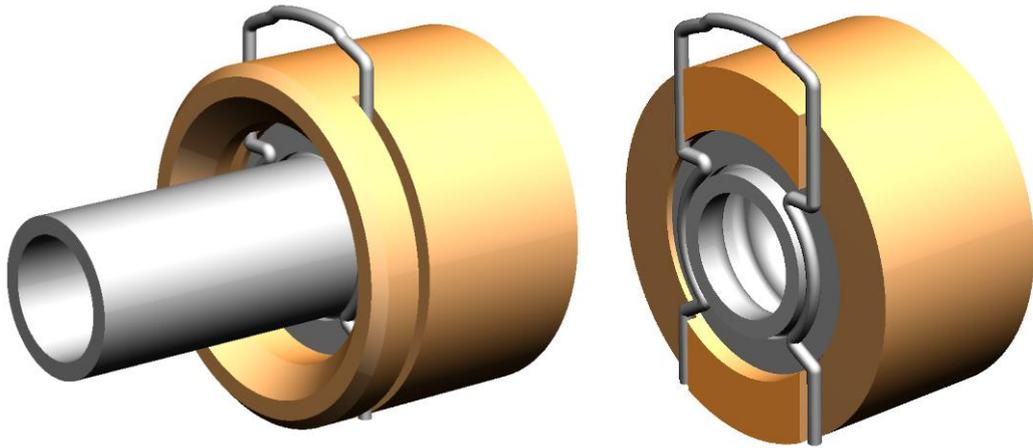
a) The current competence standards in the gas cooktop market today makes cost reduction a necessity given that the material costs are in continuous increase. This invention/new application is geared towards this goal by achieving better assembly times and so, making better use of the available resources (ratio).

This solution is part of a family of fixation systems developed to solve this. In particular, this one solves the fixation between the appliance internal pipes and the knobs. In this case, the fixation is critical due to security against a possible gas escape so it requires a solution that is an improvement in times but also keeps the system as secure as with other alternatives.

The existing systems involve screw operations that require accurate tolerances, preparation times and also occasional reprocessing while the proposed system takes less time and is as effective as the current ones. It takes advantage of oversized dimensions (specially the axial force the joint has to resist) to improve the overall cost of the product.

b) We have seen similar fixation systems in some other industrial fields, such as automobile, and also improvements over the most common fixation systems in our current taps but we consider this a totally different approach as it eliminates the need of automatism that take longer and are more subject to breakdowns than this manual/assisted system.

c) The proposed system consists on a fixation clip that locks the pipe into a machined slot made into the tap preventing static displacement and also giving enough security against possible deformations over time. The clip is easy to assembly and doesn't require any physical effort to install, so it's comfortable and easy to use for the worker.



d) The main advantage of the proposed solution is, as mentioned before, the reduction of the required assembly time and part costs over the current system. It also enhances other characteristics like ease of installation and reduces the required number of parts of the whole product platform.

Anexo 8: Plantilla de acuerdos de confidencialidad con los proveedores

ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD

entre

**BSH Electrodomésticos España S.A., Itaroa 1, 31620 HUARTE
(NAVARRA), España, CIF: A-28-893550,
- en adelante, “BSHE-E” -**

y

**[PROVEEDOR]
- en adelante, “RECEPTOR” -**

**- - ambos, BSHE-E y el RECEPTOR nombrados conjuntamente PARTES en lo
sucesivo - -**

Ambas PARTES están considerando una colaboración en el área de:

[NOMBRE DEL PROYECTO]

A este respecto y con este objeto podría ser necesario que BSHE-E, durante sus negociaciones con el RECEPTOR, revele y/o haga accesible al RECEPTOR, INFORMACIÓN técnica o no-técnica (por ejemplo: dibujos, bocetos, ideas, diseños, conceptos, datos, soportes de datos, otras informaciones técnicas, no- técnicas o comerciales, conocimientos prácticos, know how, documentos y modelos, cualquiera que sea su forma, y cualquier otra información respecto a la definición de problemas u objetivos y/o soluciones de problemas u objetivos, invenciones y/o derechos de propiedad industrial e intelectual). Para proteger esta INFORMACIÓN las PARTES acuerdan lo siguiente:

1. Cualquier revelación de INFORMACIÓN o el hacerla accesible así como el hecho en sí mismo de la revelación o de hacer accesible la INFORMACIÓN por parte de BSHE-E al RECEPTOR tendrá carácter confidencial salvo que BSHE-E renuncie expresamente por escrito al carácter confidencial de dicha INFORMACIÓN.
-

2. El RECEPTOR se compromete a mantener en secreto el hecho de la revelación de INFORMACIÓN o de hacerla accesible por parte de BSHE-E además de la INFORMACIÓN recibida de BSHE-E y todos los resultados y conocimientos que surjan de la misma, y a no revelarlos a terceras partes sin el previo consentimiento por escrito de BSHE-E. Los Afiliados del RECEPTOR, los cuáles se hayan obligado con el mismo a mantener la confidencialidad correspondiente, no serán considerados terceras partes. La INFORMACIÓN revelada y/o hecha accesible por BSHE-E al RECEPTOR y cualquier resultado y/o conocimiento derivados de la misma permanecerán / serán propiedad exclusiva de BSHE-E, incluidos los derechos exclusivos a presentar solicitudes de propiedad industrial e intelectual tanto en el propio país como en el extranjero.
3. Estas obligaciones no se aplicarán a la INFORMACIÓN que ha sido o sea legalmente puesta en conocimiento del o hecha accesible al RECEPTOR por una tercera parte o a la que él mismo posea de antemano, fuera de la colaboración considerada, o a aquella que ya es demostrablemente de conocimiento público o vaya a ser de conocimiento público sin que infrinja este Acuerdo. El RECEPTOR de dicha INFORMACIÓN aportará la prueba al respecto.
4. El RECEPTOR de la INFORMACIÓN sólo podrá utilizar la INFORMACIÓN recibida de BSHE-E para poder evaluar la posibilidad de la colaboración y/o para la colaboración en sí misma, especialmente no podrá ni utilizar ni modificar ni desarrollar posteriormente dicha INFORMACIÓN ni con fines técnicos ni con cualquier otro fin, salvo que BSHE-E le haya comunicado previamente por escrito su consentimiento expreso para hacer cualquier otra utilización distinta de la misma.
5. Por el presente Acuerdo no se concede ni se transmite al RECEPTOR ningún derecho (en particular ninguna licencia o derecho de uso bajo cualquier derecho de patente o derecho susceptible de protección por patente, copyright, marca o cualquier otro derecho de propiedad industrial e intelectual o derecho de propiedad de BSHE-E). La revelación de INFORMACIÓN no supondrá ninguna obligación para BSHE-E de conceder al RECEPTOR ningún derecho al respecto de la INFORMACIÓN.
6. El RECEPTOR revelará o dará acceso a la INFORMACIÓN solo a aquellos empleados y personas que la necesiten para los propósitos de este Acuerdo siempre y cuando y una vez que el RECEPTOR les haya notificado la obligación de

mantener la INFORMACIÓN confidencial y se hayan obligado a su correspondiente cumplimiento. El RECEPTOR se responsabilizará de su obligado cumplimiento.

7. En el caso en el que BSHE-E revele y/o haga accesible al RECEPTOR cualquier INFORMACIÓN, ambas PARTES elaborarán y firmarán un acta de reunión (**Anexo** a este Acuerdo) detallando la INFORMACIÓN revelada y/o hecha accesible. La firma de dicha acta se llevará a cabo por los participantes de la conversación de ambas PARTES. No obstante, el hecho de que esta acta no se llevara a cabo no afectará en modo alguno a la vigencia y validez del presente Acuerdo.
8. En el caso de que la colaboración considerada entre las PARTES no llegara a tener lugar, independientemente de cual fuera la razón, el RECEPTOR devolverá inmediatamente a BSHE-E la INFORMACIÓN recibida de BSHE-E, o la destruirá previo consentimiento por escrito de BSHE-E. En ambos casos el RECEPTOR entregará un testimonio por escrito a BSHE-E en el cual el RECEPTOR declarará que ninguna copia u otro documento de esta INFORMACIÓN han sido hechos y/o retenidos.
9. En el caso de que las PARTES acuerden una colaboración concreta, los detalles de esta colaboración se regularán por un contrato separado, el cual, a partir de la fecha de su entrada en vigor, enmendará o reemplazará el presente Acuerdo.
10. Este Acuerdo entrará en vigor en la fecha en la que sea firmado por ambas PARTES y estará sujeto a las leyes españolas, bajo la jurisdicción de los Juzgados y Tribunales de Zaragoza, España.
11. Este Acuerdo expirará a los ____ (__) años desde la fecha de su entrada en vigor. Las condiciones expuestas en la última frase del párrafo 2, y en el párrafo 9 permanecerán en vigor tras la expiración del Acuerdo.

Lugar: _____

Fecha: _____

Nombre: _____

Título: _____

Lugar: _____

Fecha: _____

Nombre: _____

Título: _____

Anexo 9: Oferta de prototipos

NOTA: Se omite toda referencia al proveedor (confidencial)

Ciente	OFERTA Nº 14992
BSH Electrodomésticos España, S.A.	Fecha 02/03/2012
Avda. Eduardo García del Río, 30	S/solicitud de Sr. Roberto Carballo
39011	Telefono 942 24 90 78
Santander (Santander)	Su Referencia

Respondiendo a su petición, nos complace entregar el siguiente presupuesto:

Pos.	Referencia	Concepto	Uds.	€ ud.	€ total
.1	conex1	SLA 11122XC	G1 2		
.2	conex2	SLA 11122XC	G1 2		
				€ total	126
Pos.	Referencia	Concepto	Uds.	€ ud.	€ total
.3	conex1	Sinterizado PA (HR-0,1)	2		
.4	conex2	Sinterizado PA (HR-0,1)	2		
				€ total	114

Particularidades de proceso:

La generación de las piezas de estereolitografía incluye la fabricación de las piezas en resina epoxi Somos 11122 XC/NeXt y acabado de piezas según el grado de acabado solicitado. Los distintos grados son:

- Grado 1 (G1) Eliminación de soportes y granallado de arena de las superficies.
- Grado 2 (G2) Eliminación de soportes, eliminado capas cara vista, granallado de las superficies.
- Grado 3 (G3) Eliminación de soportes, eliminado capas en ambas caras, granallado de las superficies.

Las piezas de sinterizado se fabricarán en material EOS PA2200 blanco con espesor de capa 0,15/0,1. Opcionalmente se puede realizar un acabado superficial suavizado.

Plazo de entrega:

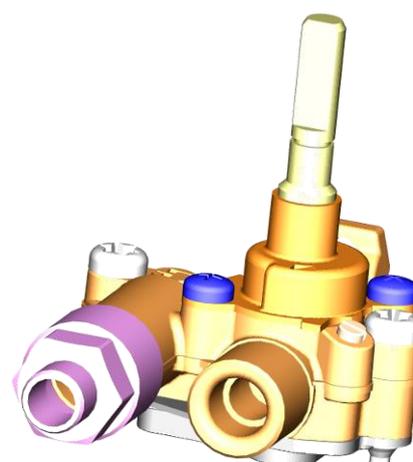
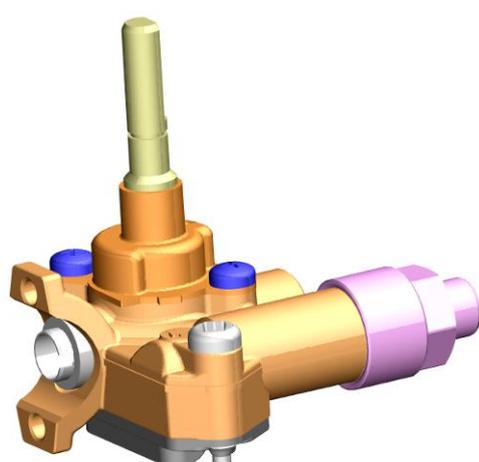
- SLA's, 2-3 días hábiles tras confirmación de pedido y entrega 3D.
- Sinterizado PA, 4-5 días hábiles tras confirmación de pedido y entrega 3D.

Se emitirá fecha concreta con recepción de pedido.

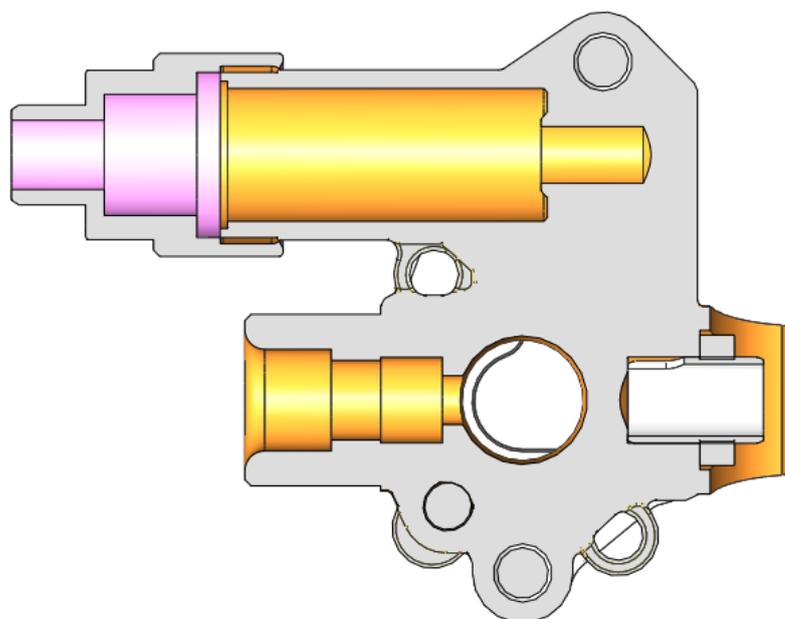
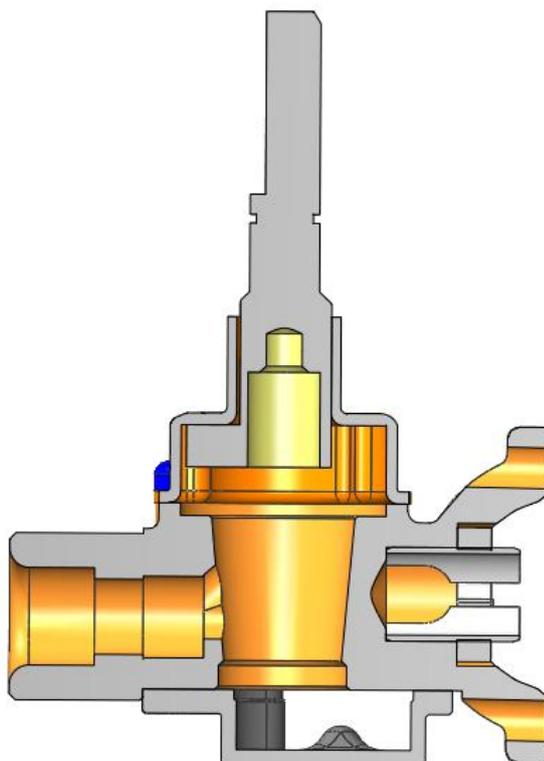
- Portes: Una entrega pagada tarifa MRW-14 (recepción antes de la 14h)
- Condiciones de pago: 30 días f.f.
- Validez de la oferta: 2 semanas

Anexo 10: Aspecto de los grifos

Perspectivas generales



Secciones destacables



Anexo 11: Benchmark

Introducción

Este estudio de Benchmark fue llevado a cabo en paralelo con el proyecto principal. El objetivo inicial de este estudio era valorar la situación de ciertas características de los principales competidores en el mercado.

Se decidió aprovechar que este estudio estaba ya en marcha para adaptarlo a las necesidades de este proyecto y obtener de él la información adicional. Puesto que el estudio ya había considerado posibles casos como este, únicamente se tuvo que llevar a cabo el trabajo de recopilar la información ya redactada y hacer un análisis de ella.

Metodología

Este estudio se hizo sobre catorce modelos distintos de placa de gas, tanto de competidores externos como de otras plantas del grupo en otros países. Se utilizaron además una serie de placas propias como referencia para contrastar las diferencias y valorar posibles mejoras.

Se resume ahora brevemente el proceso que se llevó a cabo durante el estudio. En una primera fase se hizo lo siguiente:

- Se decidió qué modelos de placas eran representativos del mercado actual, especialmente aquellos que tenían las características en las que se centraba el estudio.
- Se hicieron pedidos de tres unidades de cada modelo para que pudieran ser ensayadas y estudiadas.

- Se hace un programa de características a ensayar para cada modelo de Benchmark estudiado.

Debido a que surgieron dificultades para obtener algunos de los modelos, el estudio se ajustó en tiempos, de modo que se fue llevando a cabo en la medida que iban llegando los aparatos. Para cada grupo de tres aparatos de un mismo modelo que llegaba, se hacía lo siguiente:

- *Tarea A:* Una de las placas se envía al laboratorio de calidad, donde se somete a los ensayos de funcionamiento programados para ese modelo. Tras el ensayo, se emite un informe que recoge toda la información obtenida en el mismo y se envía al departamento de desarrollo de producto.
- *Tarea B:* Otra de las unidades se envía al laboratorio de desarrollo de producto, donde es sometida a ensayos de naturaleza variada, desde resistencia a ácidos hasta colorimetría, en función de las características de interés del modelo. Al igual que en el caso anterior, tras los ensayos se emite un informe y se envía a desarrollo de producto.
- *Tarea C:* La tercera unidad la recibe el departamento de desarrollo de producto y realiza un estudio del embalaje y posteriormente, en un equipo multidisciplinar con miembros de otros departamentos, se realiza una sesión de desmontaje y análisis de las características principales. La información se recoge en una plantilla de características.

Una vez se tuvo la información de todos los aparatos de estudio, se llevaron a cabo las dos últimas tareas por parte del departamento de desarrollo de producto:

- Volcado de la información en una tabla de datos-resumen.
- Análisis de la información recogida y conclusiones.

Modelo de plantilla de características

Esta plantilla fue la utilizada en los estudios de embalado y desmontaje (Tarea C):

PACKAGING												
PACKAGING	COMPONENTS		NUMBER & COMMENTS.									
	<input type="checkbox"/>	CARDBOARD										
	<input type="checkbox"/>	ADHESIVE TAPE										
	<input type="checkbox"/>	PLASTIC COVER										
	<input type="checkbox"/>	POLYSTIRENE										
	<input type="checkbox"/>	RETRACTABLE FILM										
	<input type="checkbox"/>	PROTECTIVE FILM										
	<input type="checkbox"/>	OTHERS 1:										
	<input type="checkbox"/>	OTHERS 2:										
		DESCRIPTION OF OTHERS										
LABELS (Number)												
MADE IN												
APPEARANCE/COMMENTS BEFORE OPENING												
ACCESORIES & BAGS												
ACCESORIES & BAGS	ADDITIONAL BAGS	LOCATION	CONTENT						COMMENTS			
		ADDITIONAL ACCESORIES										
	INSTRUCTION MANL'S BAG		DESCRIPTION									
			LANGUAGES									
			GB	FR	ES	IT	DE	NL	PT	TR		RU
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
					YES						NO	
	PLASTIC COVER IN MAIN PIPE				<input type="radio"/>						<input type="radio"/>	
	STIROFOAM/DUST/DEBRIS INSIDE MAIN PIPE				<input type="radio"/>						<input type="radio"/>	
			YES			NO						
	LOOSE PARTS				<input type="radio"/>						<input type="radio"/>	

APPLIANCE								
APPEARANCE / COMMENTS AFTER OPEN.								
LABELS INSIDE THE APPLIANCE								
KIND OF APPLIANCE:		BS	TG	BUILT IN	TABLE COOKTOP			
DIMENSIONS (w x h x l)								
WEIGHT (kg)								
SKETCH: LAY-OUT, DISTANCES AND LOGIC OF OPERATION								
APPLIANCE								
	Dimensions (mm)		Dimensions (mm)		Sketches			
	A		H					
	B		I					
	C		J					
	D		K					
	E		L					
	F		M					
	G		N					
KNOB (from left to right)		BURNER	POWER					
		1						
		2						
		3						
		4						
<input type="checkbox"/> ELECTRIC PLATE								
LIGHT POSITION	UP ○	DOWN ○	OTHERS ○	Distance to closest knob				
POWER				LAYOUT				
1 KW ○	1,5 KW ○	OTHERS ○	RF ○	RR ○	LF ○	LR ○		
BUILT IN DIMENSIONS (wxlxh)								

TOP SHEET					
OVERALL ASPECT	Scratches <input type="checkbox"/>	Bumps <input type="checkbox"/>	Bends <input type="checkbox"/>	Burrs <input type="checkbox"/>	Others <input type="checkbox"/>
COMMENTS					
MATERIAL					
<input type="radio"/> STAINLESS STEEL	THICKNESS	COLOUR	TYPE	DEBURRED	COMMENTS
<input type="radio"/> ENAMEL STEEL					
<input type="radio"/> TEMPERED GLASS			X	X	
<input type="radio"/> CERAMIC GLASS			X	X	
STEEL WING / FRAME <i>(please, draw sketch)</i>					
MANUFACTURE	Hard Tool <input type="radio"/>	Bended <input type="radio"/>	Other <input type="radio"/>		
COMMENTS					
PRESS STEPS	<input type="button" value="▲"/> <input type="button" value="▼"/>				
COMMENTS					
FIXATION / DESCRIPTION					
GLASS FINISHING	Front Profile <input type="checkbox"/>	Rear Profile <input type="checkbox"/>	Side Profiles <input type="checkbox"/>		
	Front Bevel <input type="checkbox"/>	Rear Bevel <input type="checkbox"/>	Side Bevels <input type="checkbox"/>		
GLASS FIXATION / DESCRIPTION					
CONTROL PANNEL	Flat <input type="radio"/>	Leaned <input type="radio"/>			
SERIGRAPHY	Printed <input type="radio"/>	Lasered <input type="radio"/>	Other <input type="radio"/>		
PAN SUPPORT FIXATION - DESCRIPTION					
APPLIANCE CLEANABILITY	Easy + <input type="radio"/>	Neutral <input type="radio"/>	Hard - <input type="radio"/>		
BURNER SEAL	Yes <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>			
KNOBS SEAL	Yes <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>			

BOTTOM SHEET						
BOTTOM SHEET	MATERIAL THICKNESS					
	MAINTOP MANUFACT.	Hard Tool <input type="radio"/>	Bended <input type="radio"/>	Bend+Weld <input type="radio"/>	Other <input type="radio"/>	
	COMMENTS					
	PRESS STEPS.		▲▼			
COMMENTS						

PAN SUPPORTS						
PAN SUPPORTS	NUMBER		▲▼			
	MATERIAL	Flat wire axb <input type="radio"/>	Stamped pieces <input type="radio"/>	Cast iron <input type="radio"/>	Round bar ØX mm <input type="radio"/>	Others <input type="radio"/>
	COMMENTS					
	SYMMETRIC		YES <input type="radio"/>	NO <input type="radio"/>		
	ENAMELL	COLOUR			MATT <input type="radio"/>	GLOSSY <input type="radio"/>
	FEET		YES <input type="radio"/>	NO <input type="radio"/>		

KNOBS						
KNOBS	NUMBER OF PARTS		▲▼			
	IF MORE THAN ONE PART - PARTS ASSY?		Clipped <input type="checkbox"/>	Glued <input type="checkbox"/>	Ultrasound <input type="checkbox"/>	
	KNOB COLOUR	Piece 1	Piece 2	Piece 3	Others	
	MATERIAL	PA <input type="radio"/>	PBT <input type="radio"/>	ZAMAK <input type="radio"/>	Others <input type="radio"/>	
	FINISHING	Painted <input type="radio"/>	Nickel <input type="radio"/>	Cromium <input type="radio"/>	Others <input type="radio"/>	
INDEX		PAINTED <input type="radio"/>	RELIEF <input type="radio"/>	EXTRA PART <input type="radio"/>		

BURNERS				
MANUFACTURED BY				
BURNERS MATERIAL	GD ALSI <input type="radio"/>	PIRAL <input type="radio"/>	Others <input type="radio"/>	
NUMBER OF PARTS				
FLAME SPREADER FINISHING	Regular <input type="radio"/>	Polished <input type="radio"/>	Others <input type="radio"/>	
BURNER LIDS	MATT <input type="radio"/>	GLOSSY <input type="radio"/>		
BOTH SIDES ENAMELLED BURNER LIDS	YES <input type="radio"/>	NO <input type="radio"/>		
BURNER FIX. (TOP)				
BURNER FIX. (BOTTOM)				
SPARK PLUG FIXATION TO BURNER	With clamp <input type="radio"/>	W/o Clamp <input type="radio"/>		
SPARK PLUG SEAL	Yes <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>		
THERMOCOUPLE FIXATION TO BURNER	With clamp <input type="radio"/>	With nut <input type="radio"/>		
THERMOCOUPLE SEAL	Yes <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>		
FUNCTIONAL SYSTEM	FUNCTIONAL SYSTEM			
	FUNCTIONAL SYSTEM	Independent <input type="radio"/>	Integrated <input type="radio"/>	Others <input type="radio"/>
	SCREWS ACCESSIBILITY FROM OUTSIDE	Yes <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>	Others <input type="radio"/>
	BURNER FIXATION TO DISTRIBUTION GAS PIPES	Fast <input type="radio"/>	Like FSH <input type="radio"/>	Others <input type="radio"/>
	TAPS FIXATION TO DISTRIBUTION GAS PIPES	Fast <input type="radio"/>	Like FSH <input type="radio"/>	Others <input type="radio"/>
	DISTRIBUTION GAS PIPES MATERIAL	Aluminum <input type="radio"/>	Others <input type="radio"/>	
	DISTRIBUTION GAS PIPES GEOMETRY	Symmetric2-2 <input type="radio"/>	NonSymm2-2 <input type="radio"/>	Others <input type="radio"/>
	TAPS FIXATION TO MAIN PIPE	Bracket <input type="radio"/>	Like FSH <input type="radio"/>	Others <input type="radio"/>
MAIN PIPE MATERIAL	Steel <input type="radio"/>	Aluminum <input type="radio"/>	Others <input type="radio"/>	

TAPS				
MANUFACTURED BY				
TAPS	GAS FLOW REGULATION	0°-160° <input type="radio"/>	0°-210° <input type="radio"/>	
	PROGRESSIVE REGULATION	Yes <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>	Unknow <input type="radio"/>
	ACCESIBLE BY-PASS (Without remove maintop)	Yes <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>	
IGNITION SYSTEM				
IGNITION SYSTEM	IGNITION	One hand <input type="radio"/>	Two hand <input type="radio"/>	
	IGNITION TYPE	ROTATION <input type="radio"/>	PUSH <input type="radio"/>	
	SWITCH HARNESS MANUFACTURER			
	SWITCH HARNESS FIXATION TO TAP	With clamp <input type="radio"/>	W/o Clamp <input type="radio"/>	
	TWO HAND SWITCH MANUFACTURER			
	INTERNAL WIRES ROUTED	ROUTED <input type="radio"/>	CLAMPED <input type="radio"/>	FREE <input type="radio"/>
	DIAMETER/MATERIAL OF INTERNAL WIRES			
	MATERIAL OF INTERNAL WIRING			
	GROUND SYSTEM / DESCRIPTION			
	EXTERNAL/MAIN WIRE WITH PLUG	Yes <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>	
	DIAMETER/MATERIAL OF MAIN WIRING			
	IGNITOR MANUFACTURER			
	IGNITOR FIXATION			

Tabla de datos-resumen

Este es el aspecto de la tabla obtenida como output del estudio. Los datos se omiten, por ser confidenciales.

La tabla se puede filtrar por grupos de características y permite elegir entre dos niveles de detalle, para una vista general o una específica de algún modelo.

The image shows a complex data table with multiple filters and columns. The filters on the left include: GRASERA, SISTEMA DE ENCENDIDO, GRIFOS, QUEMADORES, COMENTARIOS, EXTRAS, and POTENCIA. A dropdown menu is open for 'POTENCIA' with options: '< Desplegar categorías', '< Desplegar detalles', and 'Mostrar imágenes >'. The columns are: Total, Reencen, Soporte, Colorime, Limpieza, Resisten, Planitud, Serigrافی, Disposici, Proveedo, Tipo, Material, Regulaci, Progresiv, Acceso a, Amarre, Proveedo, Amarre, Protector, Proveedo, Amarre, Pastilla, Cat., Prestació, Rebatida, Rebabas, Material, Serigrافی, Espesor, and Recubrim. The table contains four rows of data, each starting with 'MARCA MODXXXXXX' and '90F 4G+1W Bandera, HF', followed by 'PAIS', 'DIMENSIONES', and 'PRECIO'.

Hoja resumen del Benchmark

NOTA: En esta imagen aparece plegada únicamente la categoría “QUEMADORES”

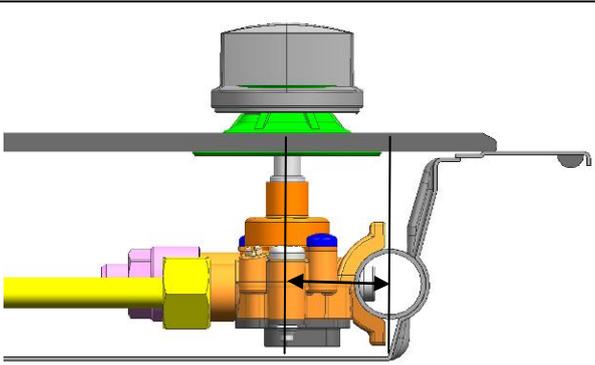
Anexo 12: Six Sigma (6σ)

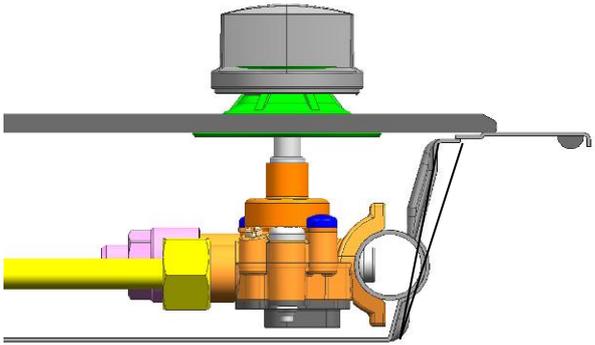
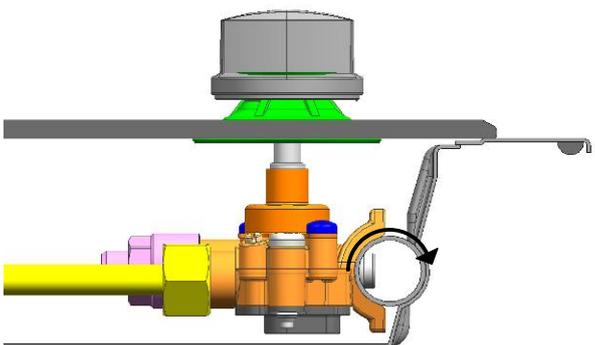
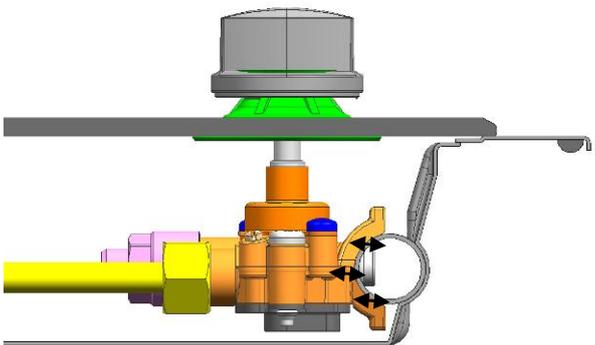
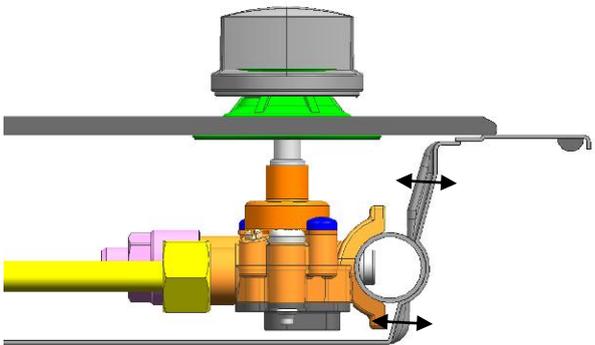
Introducción

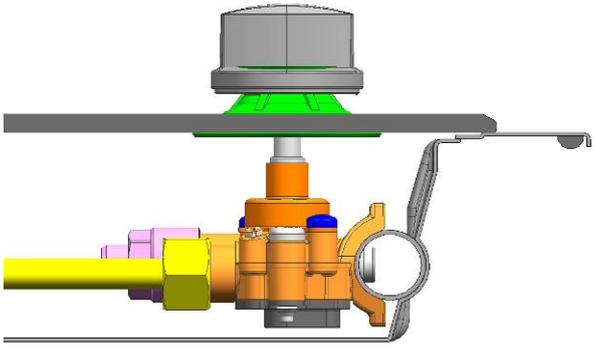
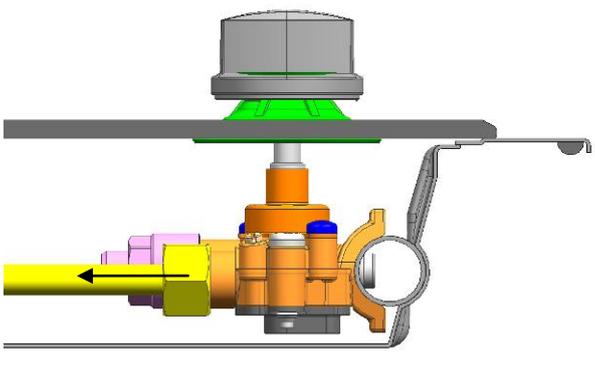
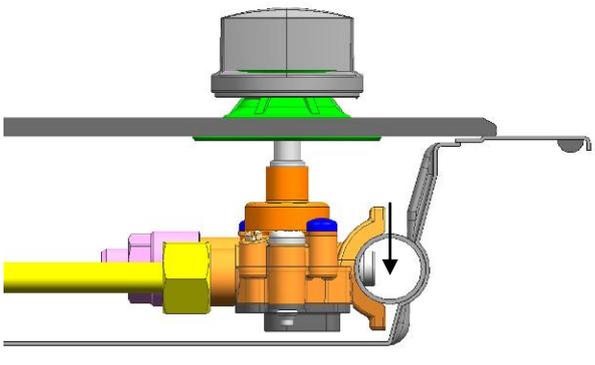
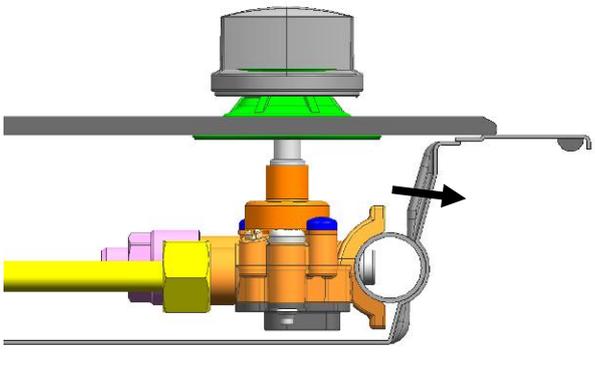
Este estudio six sigma se llevó a cabo de manera independiente hace un año para garantizar la robustez del sistema funcional. En esta ocasión no se recoge el estudio en su totalidad por no ser pertinente, sino solo la parte referente a las variables que tienen impacto sobre la alineación de los mandos, que fueron tenidas en cuenta en los desarrollos llevados a cabo.

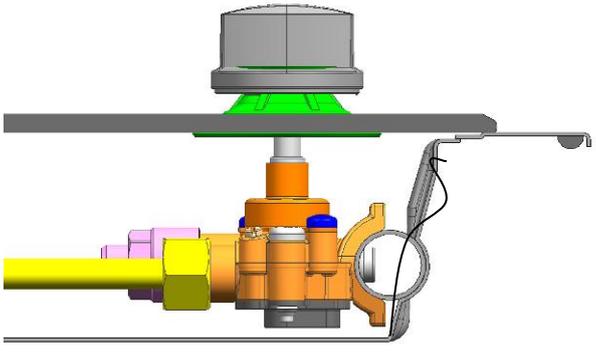
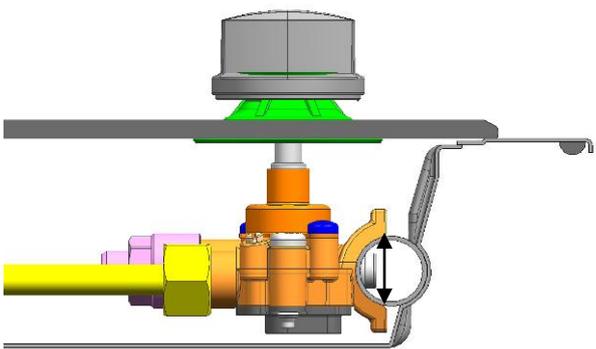
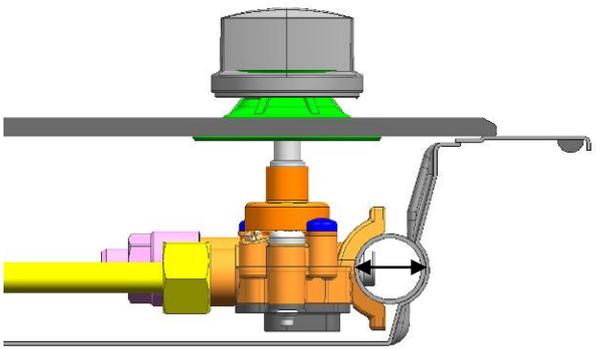
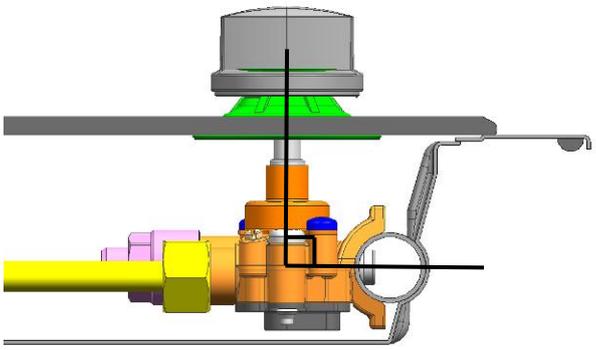
Un estudio six sigma tiene por objeto garantizar una zona de control del proceso superior a seis veces la desviación típica, con un gran aparato estadístico, pero en este caso no nos interesa ese nivel de detalle, solo las variables de influencia. El sistema funcional considerado es de tipo dependiente. Se enumeran a continuación algunas de las variables consideradas relevantes y se adjuntan pequeños esquemas orientativos para mejorar la explicación.

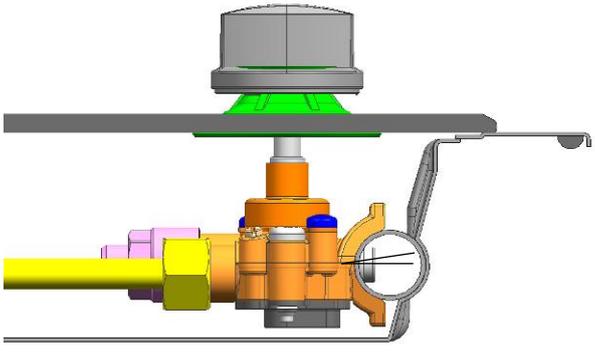
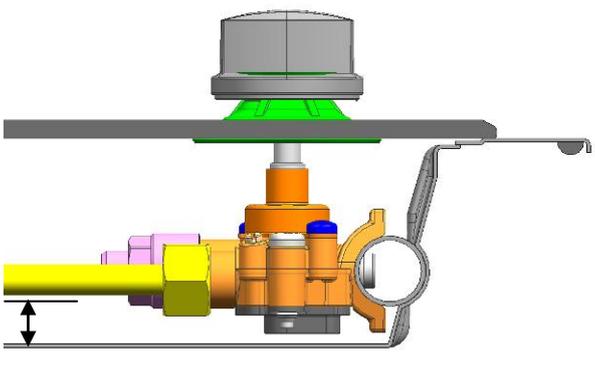
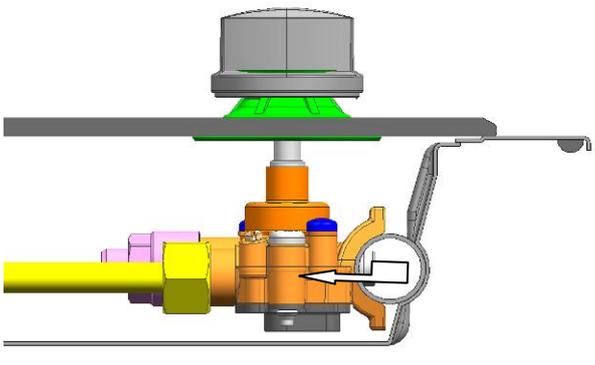
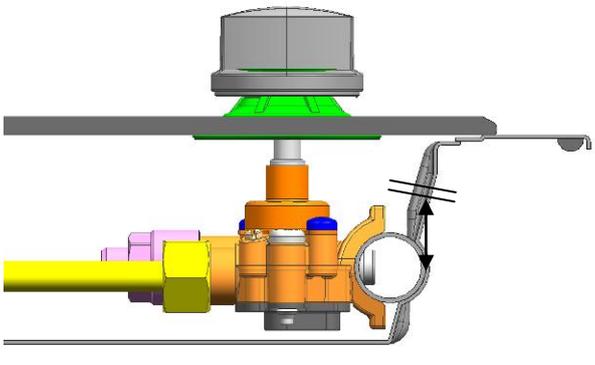
Variables estudiadas

	<p>Distancia del vástago al punto de apoyo</p> <p>Cuanto mayor es la distancia, mayor es el par que se ejerce al apretar los mandos y, por tanto, mayor la deformación.</p>
---	--

	<p>Inclinación de la carcasa</p> <p>Error de posición de la carcasa tras el montaje.</p>
	<p>Giro del colector</p> <p>Giro del conjunto grifo-colector con respecto a la posición teórica.</p>
	<p>Amarre de grifos a colector</p> <p>La fuerza con la que se realiza la fijación influye en la robustez del sistema a lo largo del tiempo.</p>
	<p>Sentido de amarre</p> <p>Influencia de atornillar el conjunto desde fuera o desde dentro.</p>

	<p>Secuencia de amarre</p> <p>Influencia de amarrar los grifos en orden o salteadamente.</p>
	<p>Tensión axial de los tubos tras montaje</p> <p>Tracción de los tubos por ajuste manual del montaje.</p>
	<p>Flecha y giro del colector</p> <p>Flecha y giro del colector, en su dirección longitudinal, causada por los elementos montados sobre él. Determinante para la distancia entre fijaciones a carcasa.</p>
	<p>Par de apriete de los tornillos</p> <p>Par de apriete de los tornillos de los elementos de fijación.</p>

	<p>Deformación de la carcasa</p> <p>Deformación de la carcasa tras montaje.</p>
	<p>Diámetro de la cuna del grifo</p> <p>Diámetro de la cuna que alberga la conexión del grifo al colector.</p> <p>Influencia de la tolerancia en esta cota.</p>
	<p>Diámetro del colector</p> <p>Diámetro real del colector.</p> <p>Influencia de la tolerancia en esta cota.</p>
	<p>Perpendicularidad del vástago</p> <p>Perpendicularidad del vástago del grifo con respecto al plano superior en el submontaje/conjunto del grifo.</p>

	<p>Ángulo de punzonado del colector</p> <p>Desviación de los agujeros punzonados sobre el colector con respecto a la especificación. Ajuste de la tolerancia.</p>
	<p>Altura entre valle y meseta</p> <p>Diferencia de cotas entre la parte baja y la parte alta de la carcasa. Sólo influye para colectores en "L".</p>
	<p>Desviación del codo del colector</p> <p>Desviación del ángulo del codo del colector. Influencia de la tolerancia.</p>
	<p>Posición de los agujeros de carcasa</p> <p>Situación de los agujeros de la carcasa sobre los que se fija el conjunto.</p>

Algunas de estas variables se escogieron para un nuevo estudio que se desarrolló a finales del pasado año, aplicado a un sistema funcional independiente.

No se va a detallar todo este proceso, pero sí se adjuntará un diagrama Gantt del mismo para tener una idea de en qué plazos de tiempo se fue desarrollando.

	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				
	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Definición de variables																					
Medición de grifos (20 uds) y carcasas (30 uds)																					
Reproceso de carcasas (zona trasera)																					
Recepción de colectores																					
Medición de colectores																					
Construcción de utillajes para montaje																					
Definición de puesto de montaje																					
Montaje de piezas (30 muestras)																					
Medición de los montajes																					
Introducción de datos y análisis																					
Análisis de tolerancias en planos																					
Resultados y conclusiones																					

Diagrama Gantt de la planificación del estudio 6 sigma

El estudio completo se inició el 16 de agosto de 2011 y su desarrollo finalizó el 2 de diciembre del mismo año.

Descripción del método

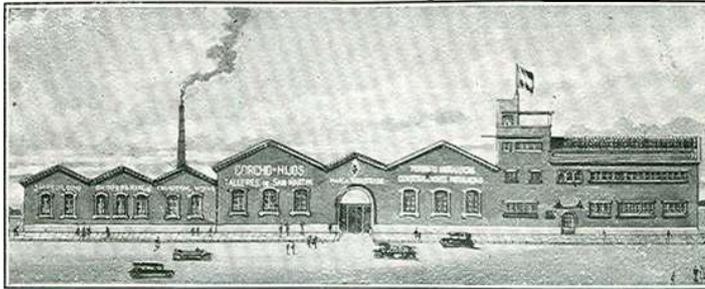
Para el estudio se realizan medidas de todas las variables de interés, dimensionando el tamaño de muestra en función de la estimación que se tenga de su impacto.

Después, se introducen en el software minitab y se analizan, obteniendo como output una serie de datos de los que se deducen las variables que más impacto tienen en las desviaciones del sistema (en su pérdida de robustez/alineación).

Estas variables se analizan y a partir de ese análisis, se obtienen las correcciones que hay que hacer en procesos, tolerancias y otras características para obtener el grado de controlabilidad deseado.

Anexo 13: Historia de la fábrica y el producto

1855

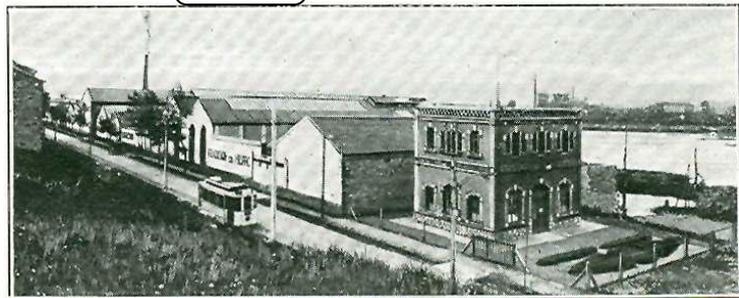


En 1855 Domingo Corcho instala en un taller de metalistería, plomo y calderería de cobre. En 1872 Leonardo Corcho se incorpora como Director

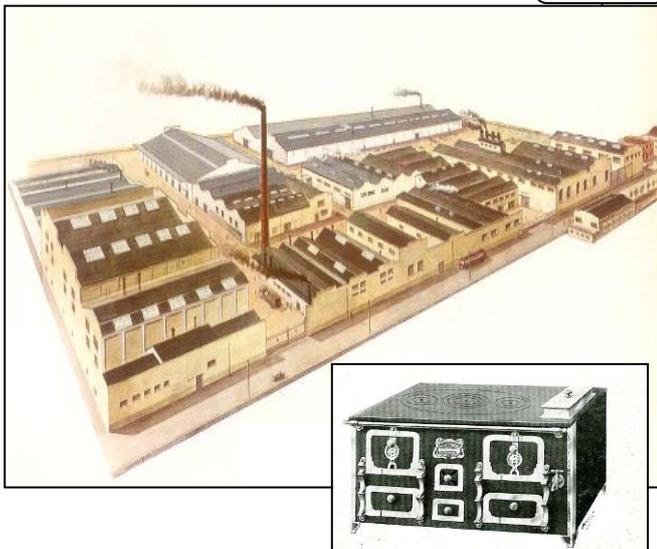
Técnico al negocio paterno.

1910

En 1900, la empresa, ahora “Corcho Hijos”, compra un terreno de la finca La Reyerta, donde se ubica actualmente la fábrica. En 1921 muere Leonardo Corcho.



1928



La empresa pasa a adquirir una estructura administrativa más moderna. El quiebre de la bolsa de Wall Street hace que se revitalice la producción para uso doméstico en menoscabo de la ingeniería mayor.

1950



Durante la Guerra Civil, se incautan las instalaciones fabriles, reconvirtiendo su producción a la industria militar.

1960

En 1948 la Compañía Transatlántica adquiere la mayoría accionarial de Corcho Hijos, S.A.



1970



En 1967 se funda la joint venture BSH entre Robert Bosch GMBH y Siemens AG, sin ser aún Corcho Hijos, S.A. perteneciente al grupo.

1980

En 1983 Corcho se integra como sociedad cartera de SAFEL y posteriormente, en 1989, Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH adquiere el grupo SAFEL.



1990



En 1994, BSH especializa la fábrica de Corcho en el mercado gasístico, recuperando un mercado que no había evolucionado debido a la competencia de elementos eléctricos de última generación.

2000

En 2001 se reestructura la fábrica "Corcho" de BSH con el fin de abandonar la fabricación de la cocina tradicional de gas. En 2003 se inicia la producción de encimeras de gas y eléctricas y hornillos de gas para los mercados nacionales e



internacionales.

2009



Los resultados del grupo BSH Electrodomésticos España en el ejercicio 2010 alcanzaron una cifra global de ventas de 1.382 millones de Euros. Las ventas en España ascendieron a 673 millones de Euros y 709 millones en exportaciones.

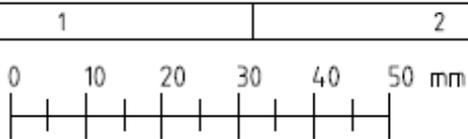
2012

En la actualidad, la planta está especializada en el desarrollo y fabricación de encimeras de gas y, de hecho, fue pionera y abrió nuevos caminos en la fabricación de aparatos de cocción a gas en España. En vista de la acumulación de competencias en el desarrollo, calidad y compras en esta factoría, se ha convertido en el centro de competencia de encimeras de gas del Grupo BSH. La gama de productos actual se vende en toda la península ibérica además de exportarse a todo el mundo.

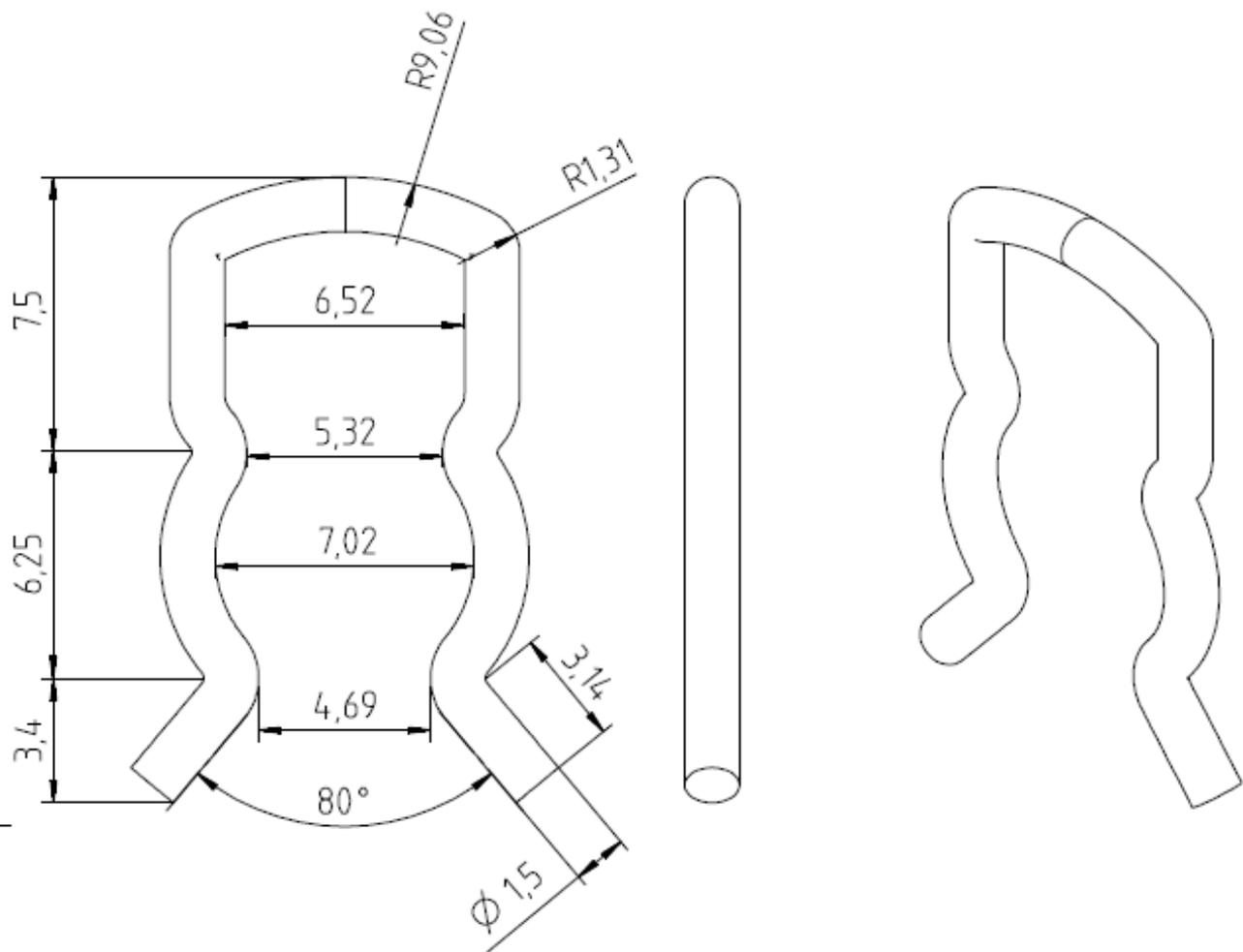
3. PLANOS

Plano del prototipo del circlip

[Siguiete página]



Intended changes opposing release specimen or specification offer must be advised in time and may only be introduced following written clearance. Deviating designs will be refused.



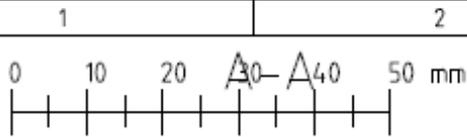
Non-Toleranced Dimensions According to DIN-ISO 2768-m									Values in mm
Tolerance Class		Deviation Limits for Nominal Dimension Range							
Grammarlogue	Designation	from 0,5 up to 3	above 3 up to 6	above 6 up to 30	above 30 up to 120	above 120 up to 400	above 400 up to 1000	above 1000 up to 2000	above 2000 up to 4000
m	medium	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2
Deviation limits for edges and angular dimensions: refer to standard DIN-ISO 2768 Part1									

Do not use hazardous substances banned by law and notice the list of prohibited substances and of substances to be avoided listed by BSH.

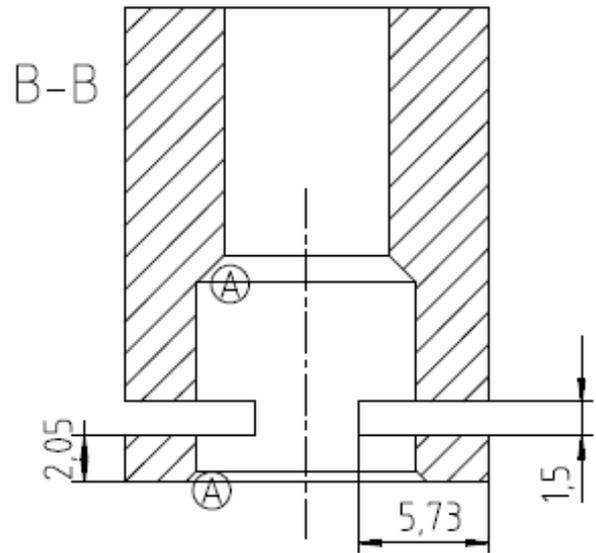
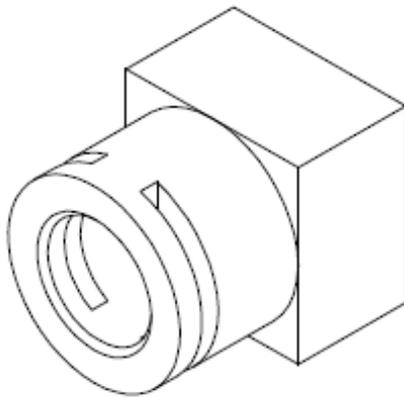
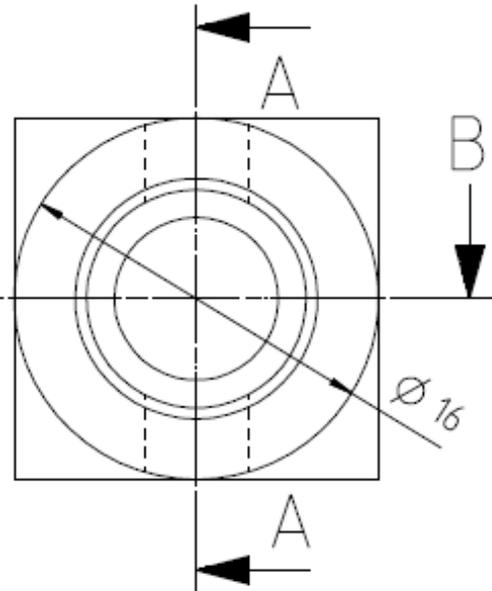
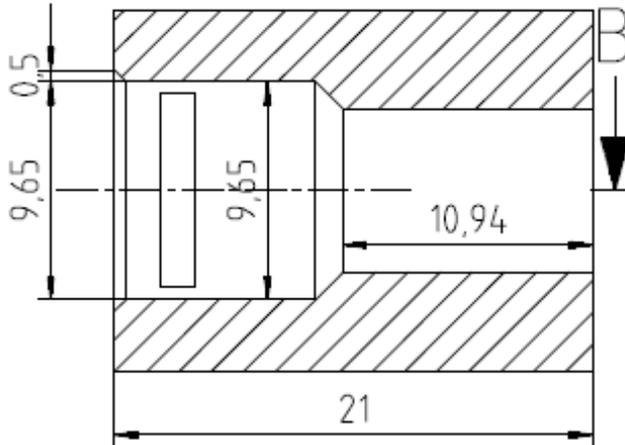
Packing Directive		Technical Directive		Material			Form	
Checking Directive		Project					A4 CAD	
Missing Details		Scale 5:1	Weight	Class	Allowed Tolerances - ISO 8015		Surface	
Status			Control dimensions must be validated expressly				Designation	
			Date	Name	5440 - Clip fij. rap. (tubos)			
			DR. 28/02/2012	Javier Cepa				
			CK.					
			APP.		Document No.			Sheet-No. 1
Rev.			Change No.	DR.	Valid	CK.	BSH Electrodomesticos Espana, S.A. FACTORA SANTANDER	
					Supers. No.		First Appl.	
								of 1

Plano del extremo hembra (sujeción TUBO-EXTREMOS)

[Siguiete página]



Intended changes opposing release specimen or specification offer must be advised in time and may only be introduced following written clearance. Deviating designs will be refused.



Ⓐ Biseles a 45°

Non-Toleranced Dimensions According to DIN-ISO 2768-m

Values in mm

Tolerance Class		Deviation Limits for Nominal Dimension Range							
Grammologie	Designation	from 0,5 up to 3	above 3 up to 6	above 6 up to 30	above 30 up to 120	above 120 up to 400	above 400 up to 1000	above 1000 up to 2000	above 2000 up to 4000
m	medium	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2

Deviation limits for edges and angular dimensions: refer to standard DIN-ISO 2768 Part1

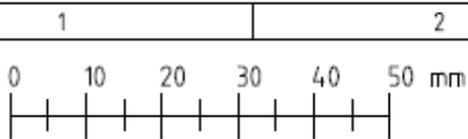
Do not use hazardous substances banned by law and notice the list of prohibited substances and of substances to be avoided listed by BSH.

Packing Directive		Technical Directive		Material			Form	
Checking Directive		Project					A4 CAD	
Missing Details		Scale 3:1	Weight	Class	Allowed Tolerances - ISO 8015		Surface	
Status		Control dimensions must be validated expressly				Designation 5440 - Prototipo conexión, hembra		
		DR.	01/03/2012	Name Javier Cepa				
		CK.						
		APP.						
		BSH Electrodomésticos España, S.A.			Document No.		Sheet-No. 1	
		FACTORIA SANTANDER			Supers. No.		of 1	
Rev.	Change No.	DR.	Valid	CK.	First Appl.			

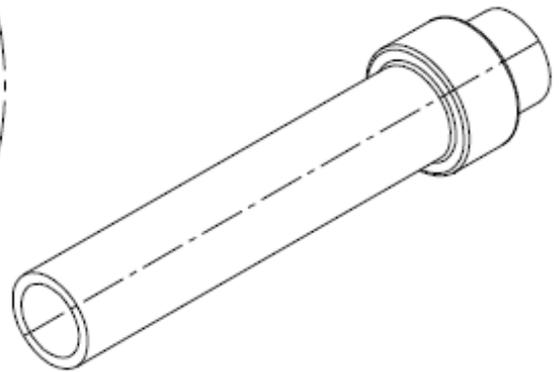
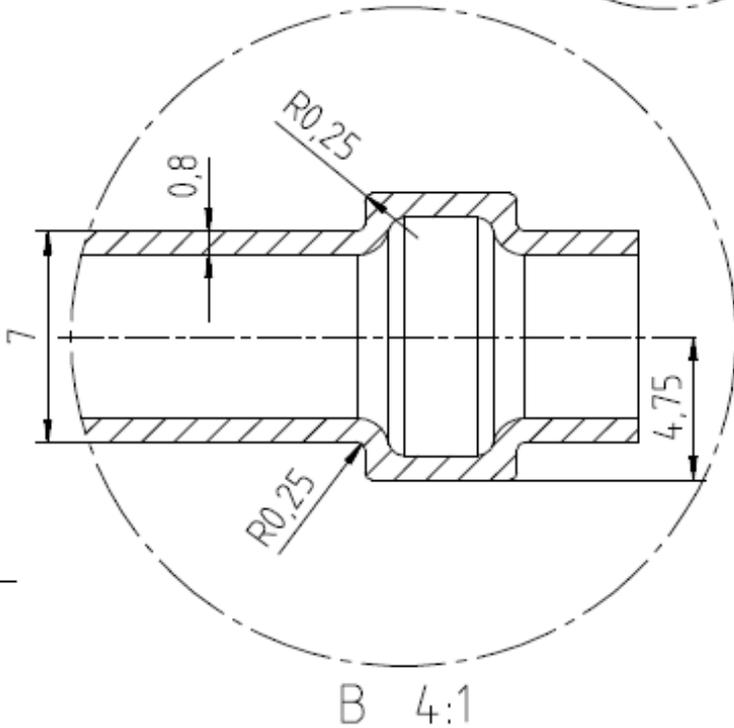
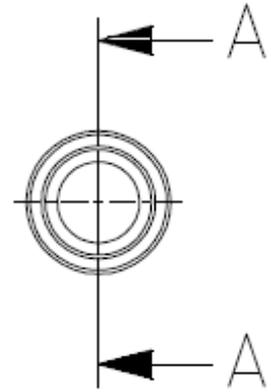
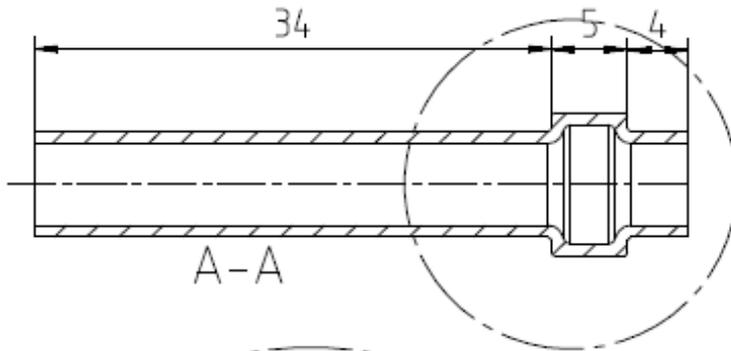
The reproduction, transmission or use of this document or its contents is not permitted without express written authority. Offenders will be liable for damages. All rights including rights created by patent grant or registration of a utility model or design are reserved. Copyright reserved.

Plano del extremo macho (sujeción TUBO-EXTREMOS)

[Siguiete página]



Intended changes opposing release specimen or specification offer must be advised in time and may only be introduced following written clearance. Deviating designs will be refused.



Non-Toleranced Dimensions According to DIN-ISO 2768-m										Values in mm
Tolerance Class		Deviation Limits for Nominal Dimension Range								
Grammologie	Designation	from 0.5 up to 3	above 3 up to 6	above 6 up to 30	above 30 up to 120	above 120 up to 400	above 400 up to 1000	above 1000 up to 2000	above 2000 up to 4000	
m	medium	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2	

Deviation limits for edges and angular dimensions: refer to standard DIN-ISO 2768 Part1

Do not use hazardous substances banned by law and notice the list of prohibited substances and of substances to be avoided listed by BSH.

Packing Directive		Technical Directive		Material			Form A4 CAD		
Checking Directive		Project							
Missing Details		Scale 2:1	Weight	Class	Allowed Tolerances - ISO 8015		Surface		
Status			Control dimensions must be validated expressly				Designation 5440 - Prototipo conexión, macho		
				Date DR. 01/03/2012	Name Javier Cepa				
				CK.					
				APP.					
				BSH Electrodomésticos España, S.A. FACTORÍA SANTANDER			Document No.		Sheet-No. 1
Rev.							Supers. No.		of 1
Change No.	DR.	Valid	CK.				First Appl.		

4. REFERENCIA

Bibliografía // Normativa utilizada

- Castillo, M. de Cos: *Teoría General del Proyecto*. Síntesis. 1998.
- Richco, *Catálogo fijaciones*. Ed. 2011.
- Dexter . *Catálogo fijaciones*. Ed. 2010.
- *Criterios generales de elaboración de proyectos*. UNE 157001
- *Dibujos técnicos. Principios generales de representación*. UNE 1032
- *Normativa para tolerancias dimensionales*. ISO 2768
- *Normativa para embalajes* PATT
- *BSH Guidelines*.
 - *Product Development Process (PEP)*. K1 02 01
 - *Strategic Innovation Process (SIP)*. K1 01 03
 - *Roadmap Process (RMP)*. K1 01 04
 - *Predevelopment Process (VEP)*. K1 02 09
 - *Project Management*. U5 05 01
 - *Investments*. M1 03 02
 - *Prototype testing* EN 30 00

Sitios web

- Electrodomésticos Bosch: www.bosch-ed.com
- Electrodomésticos Siemens: www.siemens-ed.com
- Electrodomésticos Neff: www.neff.es
- Electrodomésticos Balay: www.balay.es
- Catálogo Schott: www.schott.com
- Información económica: www.alimarket.es

Software utilizado

- Modelado y planos *Unigraphics 6.0*
- Cálculo general *Mathworks MATLAB*
- Simulación MEF *ANSYS*
- Cálculos económicos *Microsoft EXCEL*
- ERP (consultas Bill Of Materials) *SAP*
- Consulta de referencias a material *PDM*
- Consulta de normativa interna *BSH OrgDoku*
- Gestión de planos *BSH Teamcenter*
- Edición de imágenes *Paint.net*
- Planificación Gantt *Microsoft Project*
- Diagramas *Microsoft Visio*
- Redacción *Microsoft Word*

NOTA: Todas las licencias del software utilizado son propiedad de BSH

Agradecimiento a colaboradores

- Sergio Aguado Muñoz –Dpto. Desarrollo de Producto *BSH*
- Raúl González Celis –Dpto. Desarrollo de Producto *BSH*
- Roberto Carballo Fernández –Dpto. Desarrollo de Producto *BSH*
- Beatriz Palazuelos Cagigas –Dpto. Desarrollo de Producto *BSH*
- Javier Ortubia Nogués –Dpto. Desarrollo de Producto *BSH*
- Eduardo Borbolla Jiménez –Dpto. Desarrollo de Producto *BSH*
- Carlos J. Álvarez González –Dpto. Ingeniería *BSH*
- Ignacio López Bolado –Dpto. Compras *BSH*
- José Ramón Llata –Dpto. TEISA *UNICAN*
- Aitor Fernandez Orbeta –Colaborador externo *EXT*

Agradecimientos especiales

- Manuel Ruiloba Franco –Dpto. Desarrollo de Producto *BSH*
- Álvaro Martínez Díez –Dpto. Desarrollo de Producto *BSH*
- Bárbara Uranga Martínez –Dpto. Desarrollo de Producto *BSH*
- Héctor Buenaga Cotera –Dpto. Desarrollo de Producto *BSH*
- Roberto Saiz González –Dpto. Desarrollo de Producto *BSH*
- Alicia García Muñoz –Dpto. Desarrollo de Producto *BSH*
- Nuria Beivide Sansegundo –Dpto. Desarrollo de Producto *BSH*
- Lucía Miguélez Martínez –Dpto. Montaje *BSH*
- Gabriel Gutiérrez Ruiz –Dpto. Montaje *BSH*
- Jordi García Pórtoles –Dpto. Premontaje *BSH*
- Walid Zakkour Martínez –Dpto. Premontaje *BSH*
- Beatriz Martínez Hornero –Dpto. Compras *BSH*