

E.T.S. de Ingeniería Industrial,  
Informática y de Telecomunicación

# CONTROL DE LA TRAZABILIDAD DE HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS, ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS



Grado en Ingeniería  
en Tecnologías Industriales

Trabajo Fin de Grado

Autor: Garcia Casquete, Jorge Joel

Director: Puertas Arbizu, Iñaki

Pamplona, Junio 2014



## CONTROL DE LA TRAZABILIDAD DE LAS HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS, ELÉCTRICAS Y ELECTRONICAS.

**Jorge Joel Garcia Casquete**

Pamplona, Junio 2014

El objeto de este proyecto fin de carrera es el estudiar, analizar y mejorar el control de la trazabilidad de las herramientas eléctricas, neumáticas y electrónicas. La trazabilidad tiene una gran importancia como mecanismo para el seguimiento y conocimiento de la historia de un vehículo porque tienen implicaciones muy importantes en términos de calidad, seguridad y prevención.

Este objetivo surge de una no conformidad procedente de una auditoria basada en la normativa ISO (International Organization for Standardization) 9001 de Gestión de Calidad. El enfoque del proyecto se desarrolla en una teoría nacida en este proyecto denominada “los pilares de la trazabilidad” en donde a partir de un estudio acerca del control que se estaba realizando actualmente, se realiza unas soluciones de mejora que finalmente se logran a poner en práctica. A continuación de la puesta en práctica, se valoraran los beneficios y las carencias que tienen ayudando a realizar unas propuestas futuras de mejora. Estas propuestas se basaran en utilizar una tecnología actual de identificación como es el RFID (Radio Frequency IDentification), y el código de barras en las herramientas.

## AGRADECIMIENTOS

---

Destacar y agradecer la atención y completa disposición de mi tutor Iñaki Puertas Arbizu (tutor de la Universidad Pública de Navarra del departamento de Ingeniería Mecánica Energética y de materiales) quien me ha supervisado y guiado en la elaboración de este documento y agradecer también la atención prestada por la empresa Volkswagen Navarra, en concreto Jesús Solano Sevilla, quien me ha facilitado enormemente toda la información acerca de los aprietes y herramientas y explicarme detalladamente todo lo referente a los procesos de producción y trazabilidad, y al personal de mantenimiento que me han ayudado con la gestión de las herramientas.

Gracias a mi familia, amistades y a todas aquellas personas que me han apoyado, me apoyan y me apoyaran en todo momento aunque esto me suponga un gran esfuerzo.

## ANTECEDENTES

---

El siguiente trabajo fin de grado se ha realizada paralelamente a las practicas curriculares realizadas en Volkswagen navarra. El objetivo de este trabajo fin de grado fue marcado por la propia empresa con la finalidad de controlar unas determinadas particularidades que hasta el momento no se había prestado toda la atención.

El estudio y análisis de la trazabilidad se puede realizar en varios campos dentro de la empresa, pero el objetivo hace referencia al conocimiento de las trazabilidad únicamente de las herramientas localizadas en el taller de montaje.

Parte del tiempo de las practicas curriculares fue utilizado para poner en práctica las soluciones que se plantean para el control de la trazabilidad en el trabajo fin de grado, que antes de estar en la fábrica era el que se utilizaba. Con esta información se realizan las propuestas futuras.

**PALABRAS CLAVES:**

---

- Trazabilidad
- RFID
- RTLS
- Herramientas de apriete
- Identificación
- Pegatinas
- Código de barras

## INDICE

---

### A. INTRODUCCION

<b>1</b>	<b>INTRODUCCION Y OBJETIVOS.....</b>	<b>8</b>
----------	--------------------------------------	----------

### B. MARCO TEORICO

<b>2</b>	<b>LA EMPRESA VOLKSWAGEN NAVARRA .....</b>	<b>12</b>
2.1	GRUPO VOLKSWAGEN .....	13
2.2	VOLKSWAGEN NAVARRA .....	14
2.2.1	LAYOUT DE LA EMPRESA .....	15
2.2.2	PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA.....	16
2.3	TALLER DE MONTAJE.....	17
2.3.1	PROCESO PRODUCTIVO .....	17
2.3.2	ORGANIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL TALLER.....	22
<b>3</b>	<b>TEORIA SOBRE EL APRIETE.....</b>	<b>25</b>
3.1	HERRAMIENTAS DE APRIETE .....	29
3.1.1	HERRAMIENTAS DE IMPACTO.....	29
3.1.2	HERRAMIENTAS DE IMPULSO.....	30
3.1.3	ATORNILLADORES Y APRIETATUERCAS NEUMÁTICOS.....	31
3.1.4	ATORNILLADORES Y APRIETATUERCAS ELECTRÓNICOS .....	33
3.1.5	HERRAMIENTAS DE BATERÍA .....	34
3.1.6	APLICACIÓN RECOMENDADA .....	35
3.2	CLASIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS POR CATEGORÍAS .....	36
3.3	HERRAMIENTAS MÁS USADAS EN EL TALLER .....	37
3.3.1	HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS .....	38
3.3.2	HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS .....	42
<b>4</b>	<b>REDES INDUSTRIALES .....</b>	<b>44</b>
4.1	SISTEMA DE TRANSMICION: CABLEADA O INALÁMBRICA .....	44
4.2	NIVELES JERÁRQUICOS EN LA INDUSTRIA .....	45
4.3	REDES CABLEADAS .....	47
4.4	REDES INALÁMBRICAS: .....	50
<b>5</b>	<b>TRAZABILIDAD.....</b>	<b>52</b>
5.1	DEFINICIÓN .....	52
5.2	LEGISLACIÓN .....	53
5.3	IMPORTANCIA.....	54

### C. DESARROLLO DEL PROYECTO

<b>6</b>	<b>CONTROL DE LA TRAZABILIDAD ACTUAL .....</b>	<b>57</b>
6.1	INCOVENIENTES OBSERVADOS:.....	61
6.1.1	REGISTRO DE DATOS:.....	61
6.1.2	HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS Y NEUMÁTICAS:.....	61

<b>7</b>	<b>SOLUCIONES REALIZADAS .....</b>	<b>63</b>
7.1.1	<i>Herramientas eléctricas y neumáticas.....</i>	63
7.1.2	<i>Registro de datos.....</i>	67
7.2	<b>PUESTA EN PRÁCTICA.....</b>	70
7.2.1	<i>METODOLOGÍA UTILIZADA PARA IMPLANTAR LA SOLUCIÓN.....</i>	70
7.2.2	<i>TRADUCCION DE LA MEJORA.....</i>	72
7.2.3	<i>PROBLEMAS.....</i>	73
<b>8</b>	<b>PROPUESTAS DE MEJORA.....</b>	<b>76</b>
8.1	CARCASA DE COLORES .....	76
8.2	BASE DE DATOS EDITABLE .....	81
8.3	PEGATINAS CON CÓDIGO DE BARRAS .....	83
8.3.1	<i>REGISTRO DE PARES DE APRIETES: HERRAMIENTAS ELECTRÓNICAS .....</i>	84
8.3.2	<i>MODIFICACIÓN DE LAS PEGATINAS.....</i>	87
8.3.3	<i>LOCALIZACIÓN DE LA PEGATINA.....</i>	88
8.3.4	<i>LOCALIZACIÓN DEL LECTOR DE CÓDIGOS DE BARRAS.....</i>	89
8.3.5	<i>PROBLEMAS PREDECIBLES.....</i>	91
8.3.6	<i>BENEFICIOS.....</i>	92
8.3.7	<i>SISTEMÁTICA .....</i>	92
8.4	PROPUESTA RTLS .....	94
8.4.1	<i>SOLUCIÓN:.....</i>	95
8.4.2	<i>FUNCIONAMIENTO:.....</i>	96
8.4.3	<i>ESQUEMA DEL SISTEMA .....</i>	97

## D. RESULTADO Y CONCLUSIONES

<b>9</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>100</b>
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>104</b>

## E. BIBLIOGRAFIA

<b>11</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>106</b>
11.1	LIBROS.....	106
11.2	PAGINAS WEBS .....	106
11.3	OTROS.....	107

## F. ANEXOS

A.	ANEXO I :MANUAL 1 PARA REALIZAR PEGATINAS PARA LAS HERRAMIENTAS .....	109
B.	ANEXO II: MANUAL DE INSTRUCCIONES DE LA BASE DE DATOS DE LAS HERRAMIENTAS.....	113
C.	ANEXO III:PRAGRAMACION BASE DE DATOS.....	121

## A. INTRODUCCION



## 1 INTRODUCCION Y OBJETIVOS

---

La trazabilidad es un concepto relativamente nuevo para la sociedad, aunque cada día es más utilizado por las empresas. Ante la realización de productos de gran complejidad que conllevan un gran número de operaciones, ha surgido la aparición de una nueva necesidad de conocer en todo momento cómo y con qué se ha realizado cada operación. El control de la trazabilidad a lo largo de toda la elaboración del producto informa constantemente de todos los procesos, y en un caso de que ocurriese algún problema, permite detectarlo y solucionarlo ágilmente. El control de la trazabilidad actualmente es conocido por el seguimiento de los productos a lo largo de la cadena de producción, sin embargo, en este trabajo fin de grado se plantea la idea de realizar el control de la trazabilidad de los “objetos” con que se realiza el producto: Las herramientas de apriete. Un control que se lleva a cabo desde el momento en que la herramienta entra en la fábrica.

Este trabajo fin de grado tiene como objetivo realizar el control de la trazabilidad de las herramientas eléctricas, neumáticas y electrónicas que se encuentran en el taller de montaje, una de las áreas de la empresa Volkswagen localizada en Navarra, que es la que posee el mayor número de herramientas de apriete de la citada comunidad. En un principio, el control de la trazabilidad se hace sobre los tres tipos de herramientas, pero al observar que en las herramientas electrónicas el resultado del control que se les realiza es perfecto, sólo se realizarán las mejoras a las herramientas eléctricas y neumáticas, basándonos en las electrónicas que tan buen resultado han dado.

Este control se va a basar en la definición realizada por la RAE (Real Academia Española) que la define como “La propiedad que dispone el resultado de un valor estándar, que puede vincularse con referencias específicas mediante una seguidilla continuada de comparaciones”. Para llevar a cabo el objetivo planteado, se realiza un estudio del método que actualmente se utiliza para realizar el control. A continuación, se valorarán las carencias y se propondrán algunas medidas para que mejorar lo que actualmente hay, intentando aprovechar todos los recursos que se tienen. Para ello, se van a tener en cuenta en todo momento las consideraciones económicas.

El sistema de trazabilidad se basa en 3 pilares que lo soportan, el sistema de identificación, el de captura de datos, y el de gestión de datos. Para tener implantado este sistema de trazabilidad, como sistema de identificación se utilizan una codificación que se graba en las pistolas y unas etiquetas. Como sistema de gestión de datos acerca de la información de las herramientas se dispone de bases de datos. Por último, el sistema de captura de datos se realiza visualmente observando las etiquetas, y gracias a ello, podemos ver la localización. Se puede observar a simple vista y sin profundizar que el sistema identificativo está bien implantado, pero no ocurre lo mismo con los otros dos pilares del sistema de trazabilidad.

Inicialmente, se observa que la trazabilidad de las herramientas eléctricas neumáticas y electrónicas se controla utilizando el mismo método, es decir, identificándolas del mismo modo y registrándolas en el mismo sitio. El problema surge cuando se observa que el método para identificar visualmente las herramientas es poco fiable (las etiquetas están sujetas a la pistola con cello, que al cabo de poco tiempo, se acaba desprendiendo), y que la base de datos principal donde se registran todas estas pistolas no está actualizada y le falta información.

Ante los problemas observados se elabora una serie de propuestas para buscar soluciones que, posteriormente, se ponen en práctica. La primera propuesta que se elabora es la realización de una base de datos actualizada y completa a partir de bases de datos que nos servirán para contrastar la información. Esta base de datos incluye un sistema que nos permite realizar una comunicación para mantener actualizadas las bases de datos. En segundo lugar, se realiza una propuesta en relación a las etiquetas, consistente en la elaboración de unas pegatinas cuya adhesión a la carcasa de la pistola tiene más durabilidad que el cello. La elaboración de estas pegatinas requiere una programación y la realización un archivo que es algo complejo. Por esta razón, en la base de datos actualmente planteada se introducirá un apartado que nos permitirá realizar el archivo automáticamente. Estas propuestas de mejoras planteadas se aprueban y se ponen en marcha permitiendo posteriormente realizar una valoración en la que se analizarán los beneficios que generan y las carencias que tienen.

Por último lugar, a partir de las valoraciones extraídas de las propuestas planteadas se realizarán unas nuevas propuestas para mejorar las carencias de las

primeramente planteadas. Se echa en falta una aplicación destinada a poder localizar las herramientas en tiempo real, además de un sistema que registre la operación que cada herramienta está realizando, más concretamente el par. Para resolver la falta de algún recurso o sistema que nos permita identificar las herramientas por el par de una manera más llamativa que el introducirla en la pegatina, se plantea la propuesta de pintar la carcasa de diferentes colores, en función del par que tienen. Para resolver la falta de un sistema que nos permita saber si cada herramienta está realizando la operación para la que está asignada, se propone modificar las pegatinas introduciéndoles un apartado de códigos de barras, que con la elaboración de una sistemática nos va a permitir registrar la operación que realiza cada persona. Por último, para resolver el problema de la necesidad de tener un sistema que posibilite conocer la localización de las herramientas en todo momento. Basándonos en una empresa aeronáutica de USA, se elabora la propuesta de utilizar un sistema RTLS, que mediante la implantación de un sistema inalámbrico y añadiendo un elemento a cada pistola, se podrá monitorizar el movimiento de las herramientas.

## **B. MARCO TEORICO**

## 2 LA EMPRESA VOLKSWAGEN NAVARRA

---

El lugar en el que se va a estudiar el proceso de trazabilidad es en una de las plantas pertenecientes a un grupo (grupo Volkswagen) de mayor prestigio en la fabricación de automóviles, VOLKSWAGEN NAVARRA, localizada en CALLE LANDABEN (ARAZURI) s/n, PLANTA BAJA,31170 - ARAZURI/OLZA (NAVARRA).

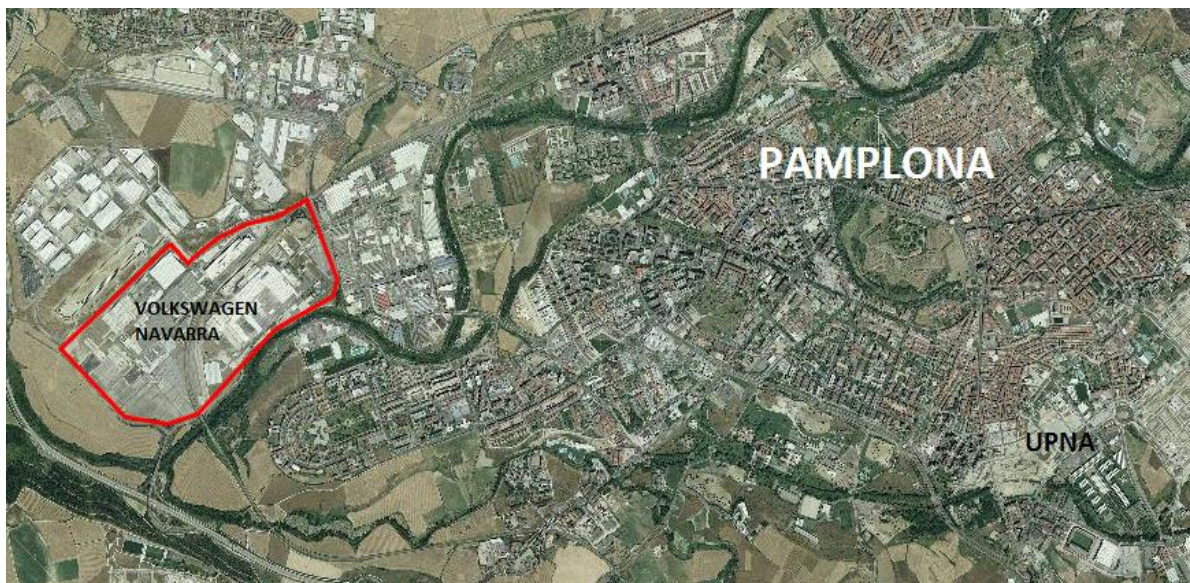


Figura 2.1 .Mapa de localización de la Empresa Volkswagen Navarra

## 2.1 GRUPO VOLKSWAGEN

---

El Grupo Volkswagen, con sede en Wolfsburg, es en la actualidad la compañía líder del mercado europeo al ser el mayor fabricante de automóviles de Europa. Además, es uno de los productores líderes de la industria automovilística en el mundo con 105 plantas, distribuidas por todo el mundo.

El grupo Volkswagen produce a diario una múltiple oferta de vehículos, que se comercializan en 154 mercados diferentes y tiene como objetivo satisfacer las necesidades de cada cliente en particular.

Trece marcas procedentes de seis países europeos componen el Grupo Volkswagen: Volkswagen, AUDI, Bentley, Bugatti, Lamborghini, SEAT, Skoda, Scania, MAN, Porsche, Ducati, Volkswagen Vehículos Comerciales y Volkswagen Finance. Cada Marca mantiene su propio carácter y opera independientemente en el mercado. El objetivo de todas las marcas es la de producir vehículos que parezcan atractivos a todos los clientes además de ser seguros y respetuosos con el medio ambiente



Figura 2.2. Logo de la marca principal del grupo volskwagen y las que la componen.

En 1937 volkswagen fue fundada para fabricar el coche, que posteriormente sería conocido como el Beetle. Posteriormente esta compañía creció rápidamente en los años 1950 y 1960 y en 1965, adquirió Auto Union, que posteriormente produjo los primeros

modelos de Audi. En la década de 1970, Volkswagen lanzó una nueva generación de vehículos de tracción delantera, incluyendo el Passat , Polo y Golf , en donde este último se convirtió en su éxito de ventas. Volkswagen adquirió una participación mayoritaria en el fabricante de automóviles españoles Seat en 1986, convirtiéndose en el primer no-alemán marca de la empresa, y adquirió el control de Škoda en 1994, de Bentley, Lamborghini y Bugatti en 1998 y de Porsche en 2012.

## 2.2 VOLKSWAGEN NAVARRA

---

- Año Contrucción: 1980
- Superficie: 36.207 m<sup>2</sup>
- Capacidad: 1.408 Coches/Día ML1
- Producción:
  - 2012: 287.287
  - 2013: 289.589
- Max. Producción – (Año 2011):**353.353**

La fábrica está compuesta por un equipo humano y una tecnología punteros, que son referentes en el mercado de la automoción.

Su propio nombre evoca automóviles pensados por y para el cliente. La marca Volkswagen es sinónimo de calidad de fabricación, fiabilidad y resistencia que, con el paso de los años, ha configurado una oferta basada en modelos que heredan el nombre generación tras generación, incorporando las últimas tecnologías.



Figura 2.3. Imagen de Volkswagen Navarra

### 2.2.1 LAYOUT DE LA EMPRESA

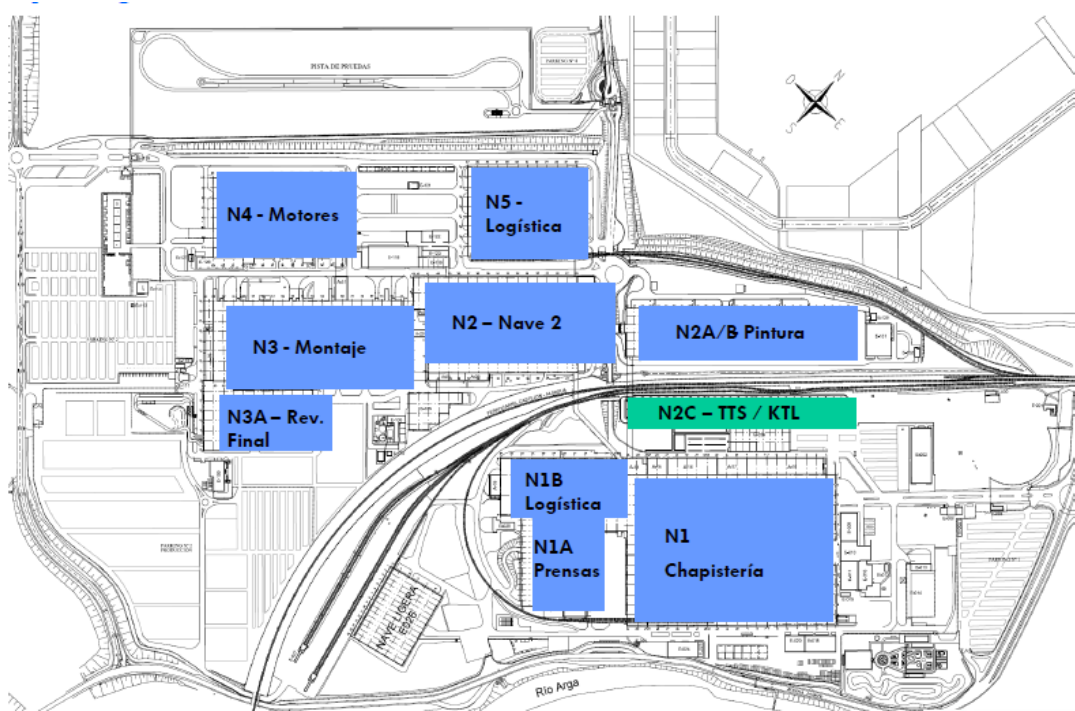


Figura 2.4. Layout general de la fábrica



## 2.2.2 PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA.

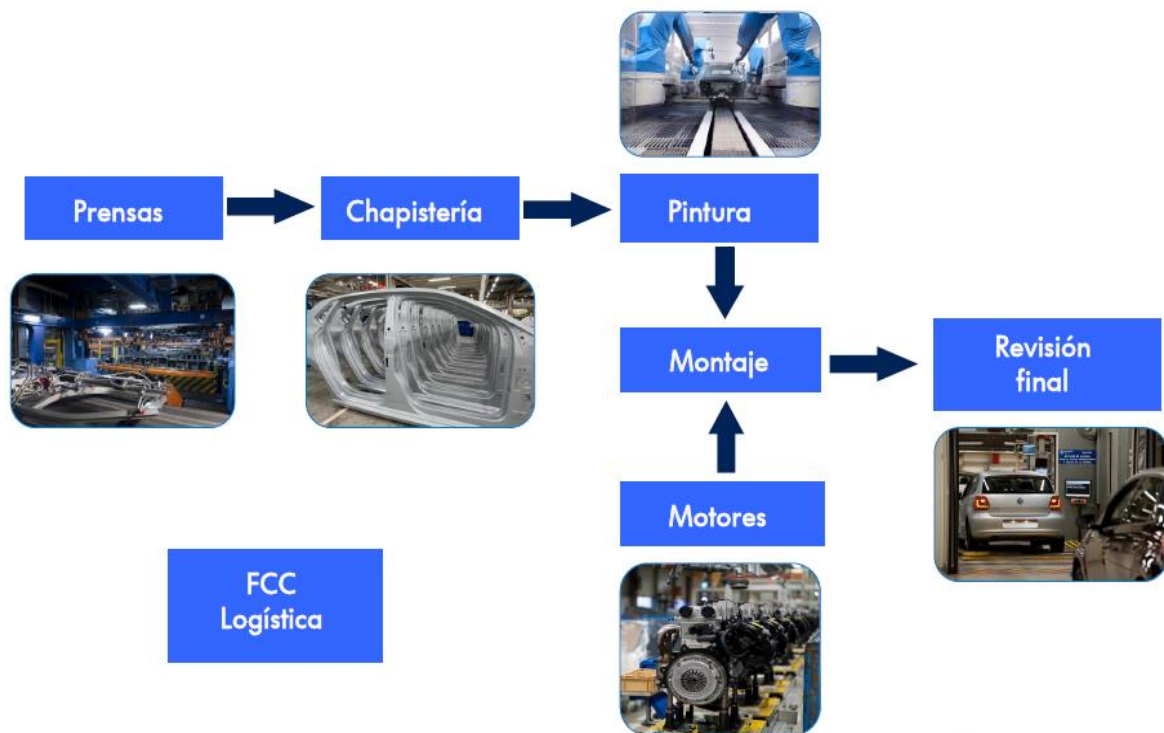


Figura 2.5. Esquema del proceso productivo de la empresa

La fabricación de vehículos constituye la actividad central de la fábrica. Las instalaciones de producción de la fábrica se encuentran estructuradas y organizadas según el proceso productivo del vehículo, dividiéndose en cinco talleres: Prensas, Chapistería, Pintura, Montaje motor y Montaje vehículo.

El primer paso para iniciar el proceso de producción de un automóvil es la estampación de las piezas más voluminosas de la carrocería. Esta operación se realiza en el taller de prensas desde el año 1994. La materia prima son desarrollos de chapa suministrados por un proveedor externo ya cortados y colocados en palés específicos. A partir de este momento, el área de logística es la encargada del transporte de las piezas a su siguiente destino: el taller de chapistería.

En el taller de chapistería tiene lugar la unión de las diferentes piezas de chapa procedentes de prensas y otros proveedores externos para formar la carrocería del

coche. La actividad llevada a cabo en chapistería se caracteriza por su alto grado de automatización. Los robots se encargan de manipular, soldar y aplicar masillas.

El proceso de pintado se realiza en la nave de pintura. Es uno de los procesos más complejos y delicados en la producción de un automóvil.

El Taller de Motores posee todos los medios necesarios para montar todo el conjunto motor propulsor (Triebsatz). En él, también está situada la Línea de Guarneido de Puertas procedente del Taller de Montaje.

La última fase que se contempla en la construcción del coche se produce en la nave de montaje vehículo que, posteriormente, se explicará más detenidamente.

## 2.3 TALLER DE MONTAJE

---

### 2.3.1 PROCESO PRODUCTIVO

La línea de montaje está formada por 4 tramos en donde en cada uno de ellos se la añade algo de valor al coche. A su vez, los tramos están divididos por zonas, habiendo un total de 8 zonas.



Figura 2.6. Imagen de la línea

El área en el que se va a realizar el estudio de la trazabilidad y donde se van a proponer las propuestas de mejora es en la zona de montaje, que es una de las áreas de producción del vehículo, que como el nombre indica, es donde se hace el montaje del vehículo.

En el área de Montaje se completa el vehículo, añadiendo los componentes exteriores e interiores elegidos por el cliente a la carrocería ya pintada. Su construcción se inició en 1979. Esta nave tiene una superficie total de 36 125 m<sup>2</sup> y se trata del taller con el número de trabajadores más numeroso, quienes utilizando una moderna tecnología, son indispensables para obtener un resultado de calidad dentro de un marco de protección medioambiental y de prevención de riesgos laborales.

El proceso comienza cuando la carrocería, que sale en serie del almacén del Taller de Pintura, llega al punto de lanzamiento. A partir de este momento, incorpora un cartel donde se especifican las características del vehículo, según la composición requerida por el cliente. A partir de esta información, todos los grupos de montaje comienzan a trabajar para el coche con las especificaciones demandadas. El montaje se estructura en cuatro tramos paralelos, por donde el vehículo se traslada suspendido en un pulpo que discurre a lo largo de una cadena mecánica. Cuando llega al último tramo, y una vez colocadas las ruedas, la carrocería abandona este sistema para ser trasladada por suelo. En las líneas de montaje se utilizan muebles específicos para suministros just in time (JIT). En cada tramo, se adapta la altimetría de la línea a cada nuevo procedimiento de trabajo y así, se obtiene una mejora importante de la postura.

## Tramos 1 y 2



Figura 2.7. Imagen de la línea

Antes de iniciar el proceso de montaje, un escáner lee la etiqueta del código de barras que porta la carrocería recibida del Área de Pintura y el sistema informático le asigna el número de bastidor correspondiente por medio de una punta de diamante.

Después, las puertas son desmontadas y enviadas al Área de Motores, donde se completan como un subconjunto independiente que se añadirá al vehículo más adelante.

Los primeros elementos en añadirse al vehículo son

1. Los burletes de puerta
2. Los burletes portón
3. Cinturones posteriores
4. Centralita del airbag

El cockpit o salpicadero, conjunto formado por la placa de fijación, pedalera, servofreno, cableados, centralita, columna dirección, calefactor, plancha portainstrumentos, carcasas de volante y llaves (contacto, portón, guantera), es suministrado secuencialmente y en JIT por un proveedor externo. Su instalación y centrado en la carrocería se lleva a cabo mediante manipuladores con centraje mecánico

que se fijan a las bisagras superiores de las puertas. Después, se coloca el revestimiento del techo y otros elementos como parasoles, montantes, luces de cortesía, etc. En último lugar, se montan las lunas, una vez que un robot ha aplicado la masilla necesaria.

Con las operaciones en los bajos (instalación de tubos de frenos y combustible), la carrocería queda preparada para la incorporación del conjunto motopropulsor en la Línea Fahrwerk.

### *Instalación de ensamblaje conjunto mecánico (Fahrwerk)*



Figura 2.8. imagen de la línea fahrwerk

En esta instalación, se une la carrocería y el conjunto mecánico del vehículo que está formado por:

- El conjunto Triebatz procedente del taller de Motores. El hecho de que el Triebatz sea suministrado por el Taller de Motores exige un alto grado de coordinación entre Motores y Montaje para asegurar la secuenciación de carrocerías y conjuntos mecánicos según la composición requerida.
- El puente posterior

- El tubo de escape
- Depósito de gasolina
- Anticalóricos

Antes de acoplar el conjunto mecánico a la carrocería, los bloques suministrados de forma secuenciada por Motores y proveedores externos se incorporan a un patín.

La unión tiene lugar gracias a un elevador hidráulico que asciende con el conjunto mecánico para encajarlo en la carrocería (se conoce como la "boda") Una vez formado el conjunto, después éste atraviesa diversas estaciones de apriete automáticas, que garantizan la correcta sujeción de los distintos elementos.

### *Tramos 3 y 4*



Figura 2.9. Zona 8 de la línea de montaje

En los tramos restantes (3 y 4) se completa el montaje del coche, una vez que ya se han unido la carrocería y el conjunto mecánico. A partir de aquí, se le añadirán los últimos componentes antes de que el vehículo arranque y abandone la línea.

El siguiente conjunto significativo que se incorpora en el proceso es el frontal del coche, suministrado JIT por un proveedor externo en el que se incluyen faros, radiador, etc.

A continuación, las llaves se graban con un nº aleatorio fijado por un sistema centralizado. Este nº es comunicado a la centralita principal del vehículo. De esta forma, sólo arrancará con las llaves cuya clave sea reconocida por la centralita. Los equipos que realizan las codificaciones de las diversas centralitas se llaman MPS (sistema de producción modular), y también se utilizan para otras operaciones de comprobación a lo largo de todo el proceso. Se trata de ordenadores portátiles que chequean el coche, y en función de su equipamiento, indican al operario las tareas precisas a realizar para la comprobación de la funcionalidad del coche.

El paso siguiente es el llenado de los circuitos de frenos, refrigeración y lavaparabrisas, y tras ello se montan las ruedas. El proceso continúa con el montaje de las butacas, el volante y las puertas que se quitaron a la entrada del taller para ser completadas en la nave de Motores.

El vehículo ya montado llega al punto de control ZP6, donde los equipos MPS revisan los funcionamientos eléctricos finales, se hacen los ajustes de los elementos móviles y tiene lugar a verificación del guarnecido final. Con ello, el coche está preparado para su paso por el último taller que es Revisión Final.

### **2.3.2 ORGANIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL TALLER**

En la nave de montaje una de las características que más la destaca es que posee el mayor número de operarios. El número total es de 1207.

Las líneas de montaje están físicamente divididas en tramos, los cuales están también divididos en zonas (habiendo un total de 8 zonas) y estas a su vez tienen GRCs (grupos de regulación de calidad). Cada zona tiene un responsable al que se le denomina como mando.

En general los operarios están agrupados en 3 grupos (A, B, C) debido a que en la línea se funciona a turnos. Hay 3 turnos: mañana (6:00h-14:00h), tarde (14:00h-22:00h) y noche (22:00h-6:00h). Cada semana van rotando los grupos. Los grupos de turno los forman los operarios, los mandos y los de mantenimiento. El personal de oficina no tiene un horario basado en un solo turno, es decir, solo están en el mismo horario de 7.00h-15.00h aunque a veces suelen estar más tiempo (en general, tienen un horario más flexible)

Cada zona está compuesta por un número de operarios, que realizan las operaciones asignadas a la zona, y tiene un responsable (llamado “mando de la zona”) que tiene a su cargo a los operarios de aquella zona y, si en un caso, se localiza algún defecto procedente de operaciones que se han realizado en esa zona, él es el que tiene la obligación de dar las explicaciones. Los mandos en lo que tiene que ver con las herramientas, tienen que asegurar que cada operario tenga los instrumentos adecuados y en buenas condiciones para que realicen la operación a la que están asignados correctamente y con buena ergonomía.

Los GRCs son el elemento básico para el control de la calidad de los vehículos fabricados. Su misión es garantizar la calidad de las operaciones realizadas en su propia zona y en zonas o talleres anteriores.

Otros integrantes en la nave de montaje son el personal de mantenimiento, que la principal función que tienen es llevar el control de las instalaciones de la nave y, en caso de avería, son los que tienen los conocimientos para solucionarlas. En mantenimiento, se dividen en 3 grupos según sus conocimientos: eléctricos, mecánicos y electrónicos.

En lo que tiene que ver con las herramientas, la función que tienen son:

- Se encargan de la calibración de las herramientas
- En el caso de que alguna pistola no funcione son los que las intentan arreglar.
- Son los que tienen el acceso a poder editar la base de datos oficial en la empresa de las herramientas: GMAO. Por esta razón, son los que se encargan en dar de alta o dar de baja herramientas.



Otros integrantes de la nave de montaje son los que forman parte del personal de oficina. Cada uno de los trabajadores de esta zona tiene una función específica en el taller, es decir, cada uno cuenta con una serie de responsabilidades. Respecto a las herramientas, hay una persona que es el que tiene la responsabilidad de las herramientas y aprietes que se realicen. Este responsable tiene que asegurar que haya todas las herramientas necesarias para realizar la operaciones y además, que esas herramientas cumplan con las especificaciones del vehículo en lo que tiene que ver con el apriete ( se encarga que todas las pistolas tengan el par necesario para la operación).Tiene la potestad de poder dar nuevas herramientas o quitarlas. Por esta razón, cuando esta persona da una orden de quitar o de añadir una herramienta, tiene que comunicárselo al personal de mantenimiento para modificar la base de datos.

### 3 TEORIA SOBRE EL APRIETE

---

Las herramientas presentes en la línea de montaje son principalmente herramientas de apriete que después en ocasiones también se le da la función de soltar invirtiendo el giro del apriete. El principal objetivo de las herramientas es realizar el apriete específico de la operación a la que ha sido destinada. Por esta razón, al controlar la trazabilidad de las herramientas, uno de los principales objetivos que se tiene es asegurar que cada herramienta está realizando la operación a la que ha sido asignada. En este apartado del trabajo fin de grado, se va a realizar un estudio sobre el apriete y las herramientas que se usan en la línea de montaje.

A pesar de que existen diversos sistemas para unir piezas y componentes, como pueden ser los remaches, los adhesivos y la soldadura, el método más habitual consiste en usar un tornillo para mantener unidos a los miembros de la unión, ya sea mediante una tuerca o directamente en un orificio roscado en uno de los componentes. Las ventajas de utilizar estos métodos son la sencillez de diseño y montaje, la facilidad de desmontaje, la productividad y, en último término, el coste.

Un tornillo está expuesto a carga de tracción, a torsión y a veces, también a carga de cizalladora.

La tensión en el tornillo cuando éste ha sido apretado a su valor de diseño se conoce como pretensión.

La carga de tracción corresponde a la fuerza que mantiene unidos a los miembros de la junta. Una carga externa menor que la fuerza de amarre no cambiará la carga de tracción en el tornillo. Por otra parte, si la unión está expuesta a cargas externas superiores a la pretensión en el perno, se separará y la carga de tracción en el tornillo aumentará, naturalmente, hasta que se rompa el tornillo.

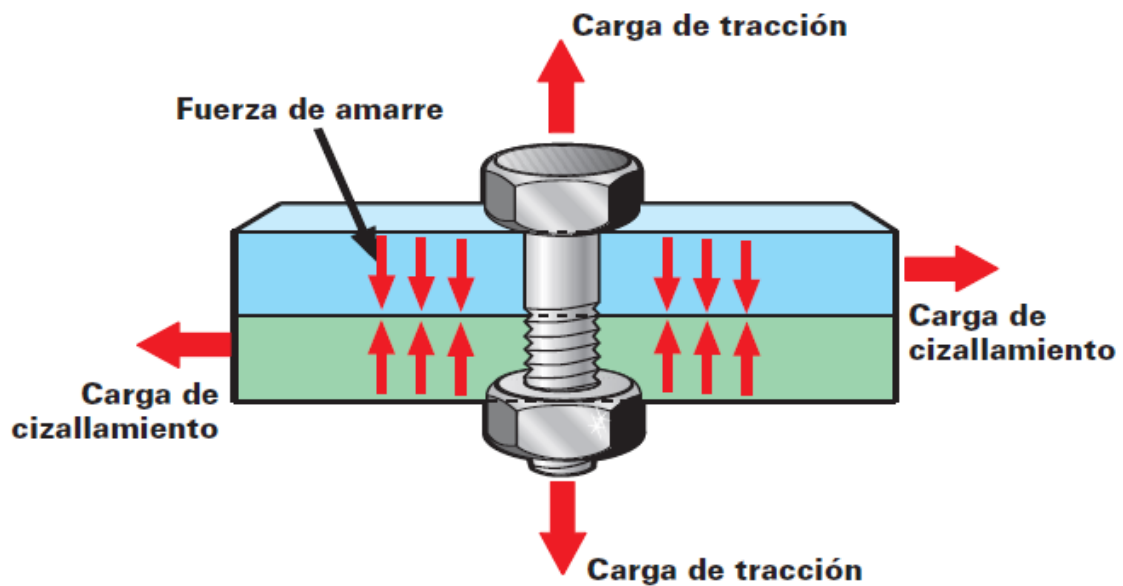


Figura 3.1. Esquema que representa la carga de cizallamiento y la carga de tracción

La torsión en el tornillo es el resultado del rozamiento entre las roscas del tornillo y la tuerca.

Algunos tornillos también están expuestos a las cargas de cizallamiento que se producen cuando la fuerza externa desplaza a los miembros uno en relación al otro y perpendicularmente a la fuerza de amarre. En una unión correctamente diseñada, toda la fuerza de cizalladura externa debería ser resistida por el rozamiento entre los componentes. Las uniones de este tipo se denominan juntas de rozamiento.

Si la fuerza de amarre no es suficiente para crear el rozamiento necesario, el tornillo también quedará expuesto a carga de cizalladura. Con frecuencia, las uniones están diseñadas para una combinación de carga de tracción y de cizalladura.

### *Tipos de uniones*

Las uniones roscadas no varían sólo en su tamaño, sino también en el tipo, que hace que cambien sus características.

Desde el punto de vista del apriete, la cualidad más importante de una unión es la “rigidez”. Se puede definir como el “incremento de par”, es decir, el ángulo de apriete necesario para alcanzar el par recomendado de acuerdo con la dimensión y la calidad del tornillo en cuestión, medido desde el nivel de asentamiento – el punto en el cual se unen los componentes y la cabeza del tornillo.

El incremento de par puede variar considerablemente para el mismo diámetro de tornillo. Un tornillo corto para unir componentes metálicos planos alcanza el par nominal en sólo una fracción de vuelta. Este tipo de unión se define como “junta rígida”. En el caso de una unión con un tornillo largo que deba comprimir componentes blandos, como empaquetaduras o arandelas elásticas, es necesario un ángulo mucho mayor, posiblemente varias vueltas del tornillo o de la tuerca, para alcanzar el par nominal. Este tipo de unión se conoce como “junta elástica”.

Lógicamente, los dos tipos de uniones se comportan de manera diferente en el proceso de apriete.

### *Par y ángulo*

Como se ha dicho antes, el par de apriete es, por motivos prácticos, el criterio que se emplea normalmente para especificar la pretensión en el tornillo. El par, o el momento de fuerza, se puede medir o bien dinámicamente, mientras se aprieta el tornillo, o estáticamente, comprobando el par con una llave dinamométrica después del apriete.

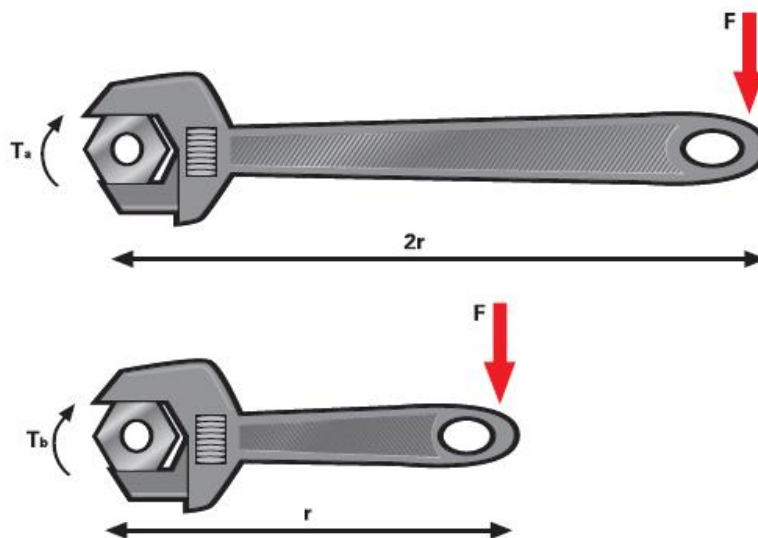


Figura 3.2. Apriete con llave dinamométrica

Las especificaciones de par varían considerablemente en función de los requisitos de calidad de la unión. No se puede permitir que falle una junta de seguridad en un automóvil, por ejemplo en la suspensión. Por tanto, estas uniones están sujetas a unos requisitos de tolerancia muy rigurosos. Por otra parte, una tuerca utilizada para fijar la longitud del tornillo de ajuste de un banco de trabajo no se considera crítica desde el punto de vista de la fuerza de amarre, por lo que no es necesario especificar ningún requisito de par.

El control de calidad mejorará sensiblemente si se añade el ángulo de apriete a los parámetros medidos. En la zona elástica del tornillo, esto puede servir para verificar que están presentes todos los miembros de una unión. Por ejemplo, que no falta una arandela. Igualmente, se puede verificar la calidad de la unión midiendo el ángulo, antes del nivel de asentamiento, así como en el apriete final.

En procesos de apriete sofisticados, también se puede usar el ángulo para definir el límite elástico y permitir el apriete en la zona plástica del tornillo.

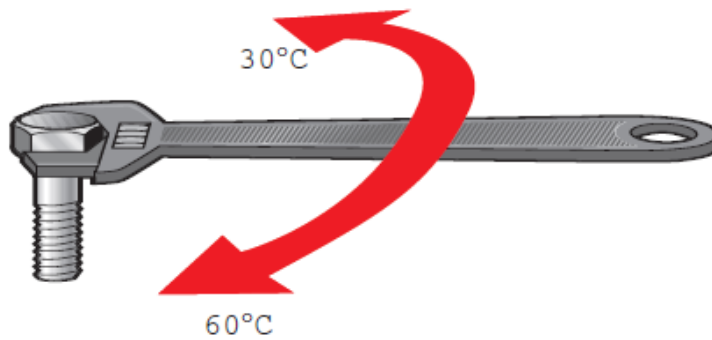


Figura 3.3. Angulo de rotación del tornillo

### 3.1 HERRAMIENTAS DE APRIETE

---

#### 3.1.1 HERRAMIENTAS DE IMPACTO

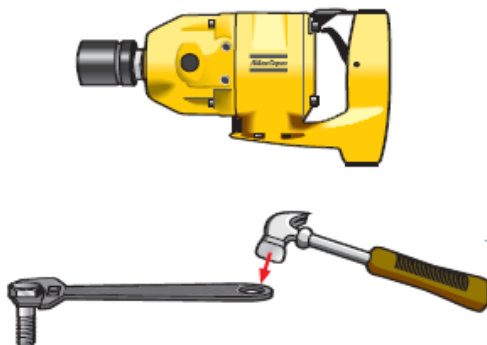


Figura 3.4 .Principio de las herramientas de impacto.

Las llaves de impacto se basan en el mismo principio que cuando se golpea una llave con un martillo para apretar un perno o un tornillo, incrementando el par impacto tras impacto. En el caso de una llave de impacto neumática, el martillo es la masa combinada del rotor y del mecanismo de impacto que suministra su energía cinética,

una o dos veces por revolución, al yunque y a la boca, que representan la llave en esta comparación.

La ventaja de las llaves de impacto es que tienen una capacidad muy elevada en relación con su peso y tamaño.

Como el par de reacción no es mayor que el necesario para acelerar el martillo, la fuerza de reacción que se transmite al operario es muy pequeña, lo cual hace que la llave de impacto sea muy flexible y fácil de usar.

Las desventajas son el nivel sonoro relativamente alto y la dificultad de medir el par aplicado, lo cual lleva aparejado lógicamente cierta limitación para conseguir un control de par exacto.

Por consiguiente, la llave de impacto es la herramienta ideal para aflojar pernos oxidados y atascados durante las tareas de mantenimiento en plantas químicas, refinerías y otras industrias pesadas. También resulta adecuada para una variedad de aplicaciones que no precisan un gran nivel de precisión.

### 3.1.2 HERRAMIENTAS DE IMPULSO



Figura 3.5 .Principio de las herramientas de impulso.

La herramienta de impulso tiene todas las ventajas de la llave de impacto, es decir, una alta velocidad y potencia, en una máquina ligera y manejable, sin fuerzas de

reacción, pero ninguna de las desventajas, excepto la dificultad de la verificación dinámica del par aplicado.

En las herramientas de impulso, el par no se genera por golpes de metal con metal, sino a través de un colchón hidráulico.

El resultado es un bajo nivel de ruido, un mínimo de vibración y, sobre todo, una buena precisión de apriete. Esto se consigue controlando la presión hidráulica en el mecanismo de impulsos, que limita el par aplicado una vez que se ha alcanzado el valor preajustado.

Por su sencillez de manejo, velocidad, bajo nivel de ruido y vibración, y precisión de par, las herramientas de impulso han tenido muy buena acogida en el sector de producción, incluida la industria del motor. La limitación reside en las aplicaciones que precisan documentación de los valores de par aplicado.

### 3.1.3 ATORNILLADORES Y APRIETATUERCAS NEUMÁTICOS

Las herramientas neumáticas de accionamiento directo para apretar tornillos y tuercas incluyen desde los atornilladores más pequeños, para tamaños de tornillo de hasta M6 (1/4"), hasta aprietatuercas de alto par para varios miles de Nm. El par se genera transformando la potencia de un motor neumático de alta velocidad en una salida de baja velocidad y alto par, mediante engranajes. Se emplean normalmente engranajes planetarios.

#### Atornilladores



Figura 3.6. Atornillador LUM



El término “atornillador” define las herramientas que se utilizan para los tornillos más pequeños, donde el par necesario es suficientemente bajo para permitir que el par de reacción que se genera durante el apriete sea absorbido por el operario simplemente sujetando la herramienta. En la práctica, esto limita la gama a una capacidad de entre 4 y 12 Nm (M5- M6), dependiendo del tipo de herramienta, el tipo de unión y la posición de trabajo.

El atornillador más simple es el de tipo de ahogo, donde el par aplicado se determina por la capacidad de apriete del motor desde que engrana hasta que se detiene. El ajuste del par se realiza regulando la presión del aire que acciona la herramienta. Este tipo de herramienta se emplea con frecuencia en aplicaciones con requisitos de par variables, como tornillos de rosca-chapa, donde el operario detiene el proceso de apriete por control ocular.

Sin embargo, los atornilladores están equipados, generalmente, con un embrague mecánico que actúa por el par. El embrague puede ser de tipo deslizante o de desconexión. En el caso del embrague deslizante, un acoplamiento cargado por muelle se libera cuando se alcanza el par preajustado, pero se vuelve a acoplar mientras el gatillo esté activado.

Es una solución relativamente económica y ofrece cierta posibilidad de añadir par o compensar la relajación, aunque son bastante ruidosos y el control de par no es demasiado bueno. Los atornilladores de desconexión tienen una buena precisión.

### Aprietatuercas

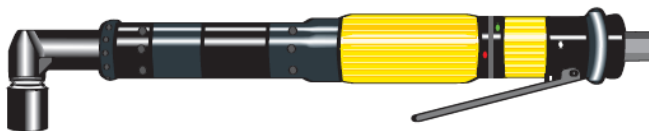


Figura 3.7. Aprietatuercas angular LTV

En el caso de un par de apriete superior al de la gama normal de atornilladores, el par de reacción es tan alto que el operario no puede absorber la fuerza con una empuñadura normal recta o de pistola. Es necesario algún tipo de barra de reacción.

Un tipo común de herramienta en el rango comprendido entre M6 y M14, es decir, un par de apriete de 10 N.m a 150 N.m, es el aprietatuercas angular. Aquí, la propia herramienta está diseñada para actuar como palanca y permitir que el operario soporte las fuerzas de reacción.

Los aprietatuercas de pistola, rectos y angulares para un par de apriete más elevado deben estar equipados con una barra de reacción fija o un brazo articulado que absorba las altas fuerzas producidas.

Los aprietatuercas de accionamiento directo están disponibles como herramientas de ahogo o de desconexión. Tienen una precisión muy buena y se prestan muy bien para verificación continua del par y ángulo de apriete. Con transductores de par y codificadores de ángulo integrados, se puede controlar el proceso de apriete y guardar los datos electrónicamente.

Un tipo especial de aprietatuercas de pistola es el de doble motor, para pares de hasta 1 500 N.m. Un motor realiza la aproximación a través de un engranaje de alta velocidad, y el segundo motor, de baja velocidad, aprieta al par final. Los modelos de este tipo ofrecen un apriete rápido y una alta capacidad de par en una herramienta muy pequeña y manejable, con una excelente precisión debido a la reducida velocidad final.

### 3.1.4 ATORNILLADORES Y APRIETATUERCAS ELECTRÓNICOS



Figura 3.8. Herramientas electrónicas con unidad de control.

En las cadenas de montaje que no disponen de aire comprimido, o cuando se deben evitar las impurezas del aire de escape, son muy habituales los atornilladores eléctricos, alimentados principalmente por un motor DC de baja tensión a través de un transformador. Los atornilladores y aprietatuercas eléctricos también tienen preferencia en el montaje de automóviles y en industrias con requisitos similares en cuanto a control de juntas de seguridad y registros de calidad. Son sistemas muy sofisticados, con posibilidad de controlar continuamente el proceso de apriete mediante control de corriente.

### 3.1.5 HERRAMIENTAS DE BATERÍA



Figura 3.9. Atornillador angular de batería.

Los atornilladores de batería son muy habituales entre trabajadores manuales, carpinteros y aficionados al bricolaje, donde la movilidad es esencial. En los últimos años, también han cambiado los métodos de trabajo en las cadenas de montaje de automóviles, con un mayor uso de herramientas de batería. Las ventajas son la libertad de movimiento a lo largo de la cadena de montaje, y la posibilidad de trabajar en cabinas cerradas sin interferencias de mangueras de aire ni riesgo de cables eléctricos atascados.

Las versiones industriales de las herramientas de batería están representadas por atornilladores angulares y de pistola, así como atornilladores de impulso.

### 3.1.6 APLICACIÓN RECOMENDADA

HERRAMIENTA	APLICACIÓN RECOMENDADA
Llaves de impacto	Aflojar y apretar pernos de grandes dimensiones en trabajos de mantenimiento. Altos pares con requisitos de precisión moderados.
Herramientas de impulso	Montaje de tornillos de maquinaria donde la velocidad y la manejabilidad sean importantes.  Precisión media.
Atornilladores pequeños	Montaje de tornillos pequeños con un par bajo y precisión media a alta.
Aprietatuercas angulares	Montaje de tornillos de maquinaria y tuercas con unos requisitos de precisión altos. Pernos con accesibilidad limitada.
Aprietatuercas con transductor	Montaje de tornillos de maquinaria donde, durante el proceso de apriete, se deba verificar el par y/o el ángulo a efectos de control de calidad y certificación.
Aprietatuercas y atornilladores eléctricos	Operaciones de montaje donde, durante el control de proceso de apriete, sea necesario un alto nivel de precisión.
Ejes fijos	Aplicaciones donde se utilicen brazos articulados para soportar el par de reacción con aprietatuercas múltiples y sistemas automáticos.  Herramientas neumáticas o eléctricas de acuerdo con el control del proceso requerido.
Herramientas de batería	Para la máxima movilidad y cuando la manguera  De aire o el cable eléctrico puedan limitar el acceso o plantear riesgos.

Tabla 3.1 Aplicación recomendada de los distintos tipos de herramientas

En la línea de montaje se utilizan todos los tipos de herramientas de apriete pero las más comunes son Aprietatuercas y atornilladores eléctricos y las Herramientas con batería.

A los atornilladores eléctricos se les conoce popularmente en la empresa como herramientas electrónicas debido a que el par que realizan estas herramientas es programado desde un controlador electrónicamente, al contrario de las herramientas con batería que se varía el par que ejercen mecánicamente. Además las herramientas electrónicas tienen un sistema que almacena el par que realizan a cada vehículo en una base de datos.

### **3.2 CLASIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS POR CATEGORÍAS**

---

Los aprietes que se realizan a las piezas que componen el vehículo, según la importancia que tengan, se agrupan en categorías.

Categorías:

- CatA. Aprietes con mayor importancia. Este tipo de apriete tienen una gran importancia a nivel de seguridad y movilidad. Si se realiza este apriete mal, habría una reclamación segura e incluso podría haber denuncia porque podría ocasionar algún accidente.
- CatB. Son aprietes en los que existe el 70 % de probabilidad de que haya alguna reclamación.
- CatC. Aprietes con menor importancia. Generalmente, si se produce algún apriete mal de esta categoría, no hay reclamación

En el proceso de agrupación de los aprietes en categorías influye la calidad. Si considerásemos todos los aprietes que se les realiza al coche de categoría A, tendríamos la máxima calidad en este campo ya que se estaría considerando que todos los aprietes tienen una gran consideración y son igual de importantes. Actualmente, los aprietes que se consideran de categoría A se realizan con herramientas electrónicas porque tienen un alto nivel de precisión y proporcionan mucha información acerca del apriete. El

funcionamiento de este tipo de herramientas es el más completo para la trazabilidad porque almacena toda la información del apriete que se le aplica a cada coche en una base de datos. De esta misma manera, almacena el operario que realiza aquel apriete. Una de las ventajas que tiene este sistema es que da avisos si algún apriete se ha realizado incorrectamente. Este registro permite asegurar los aprietes en cada coche y si hubiese algún problema, se podría conocer con facilidad el lugar del error y el responsable del error. El conocimiento del responsable será beneficioso para todos, ya que si se observase que ocurre constantemente, se podría proporcionar mayor formación para realizar el trabajo de mejor manera.

### **3.3 HERRAMIENTAS MÁS USADAS EN EL TALLER**

---

Las herramientas electrónicas tienen un buen sistema que nos permite controlar la trazabilidad perfectamente en todos los sentidos, y además proporciona información acerca del apriete que ayuda a controlar la trazabilidad del coche ya que este sistema registra el par y Angulo que realizan y lo asocian al coche en una base de datos. Por esta razón en este trabajo fin de grado nos vamos a centrar en las herramientas de batería (que se les conoce como eléctricas) y con las herramientas neumáticas.

Entre las herramientas eléctricas y neumáticas las que más problemas de control tienen son las eléctricas debido a que las neumáticas generalmente se encuentran localizadas donde están las mangueras que proporcionan aire comprimido y se utilizan para aplicaciones de soltar. Sin embargo, las eléctricas al ser todas parecidas, puede haber intercambios de unas a otra provocando que herramientas realicen una operación distinta a la que han sido asignadas. El problema de que se produzca una confusión entre las herramientas eléctricas tiene gran importancia ya que estas generalmente se utilizan para realizar aprietes.

### 3.3.1 HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS

#### Atornilladora FEIN

Este tipo de atornilladoras son de alta calidad debido a:

- **Rentabilidad:** Gracias a la utilización de una técnica moderna y fiable este tipo de atornilladoras ofrecen una alta rentabilidad. Utilizan motores sin escobillas que no requieren mantenimiento y que además suelen tener una mayor durabilidad frente a los motores convencionales. De esta manera, este tipo de herramienta se puede utilizar más tiempo reduciendo los costes de mantenimiento y los costes por si se requiere una nueva herramienta.

- **Precisión.** Este tipo de herramienta cumple con los requisitos de la industria automovilística a lo que se refiere a las tolerancias de atornillado al poseer un par de apriete preciso y uniforme. Están homologadas según la norma ISO 5393 (Instrumentos rotatorios para sujetadores roscados)

- **Manejabilidad.** Este tipo de herramienta tiene una excelente ergonomía. Para indicar que el par de apriete deseado ha sido alcanzado, se ilumina un Led verde y para los atornillados inadecuados, se indican mediante un led rojo y una señal acústica.

En la línea podemos encontrar dos tipos de atornilladoras según la empuñadura:

#### *Empuñadura central*



Figura 3.10. Imagen de un atornillador de empuñadura central

El diseño equilibrado y detallado ofrece una alta funcionalidad y, a la vez, un mando sencillo. Las características que las definen son:

- Pares de apriete precisos y constantes para cualquier atornillado. Estas herramientas están equipadas con un arranque suave. El par de apriete alcanzados en combinación con un acoplamiento patentado permiten tolerancias mínimas de apriete.
- Motor EC sin escobillas. No requiere mantenimiento y tiene mayor vida útil.
- Trabajo sin cansancio gracias a una distribución equilibrada del peso y ergonomía óptima.
- Activación de modo giro a izquierda con pulsador. Permite conmutar rápidamente a este modo de giro en caso de un atornillado erróneo para soltarlo y volver a apretarlo de nuevo.



Modelo	ASM 9-2	ASM 9-4	ASM 9-6-150	ASM 9-6	ASM 9-9	ASM 12-9	ASM 12-12	ASM 9-4-2ST	ASM 9-6-2ST
Rango de par de apriete (Nm)	0,5-2	1-4	1-6	1-6	1,5-9	1,5-9	1,5-12	1-4	1-6
Rango de prueba (Nm)	0,9-2,0	1,5-4,0	1,5-6,0	1,5-6,0	2,0-9,0	2,0-9,0	3,0-12,0	1,5-4	1,5-6
Velocidad en vacío (1/min)	380	800	150	600	380	590	460	800	600
Tensión (V)	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	12	12	9,6	9,6
Peso con acumulador (kg)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,3	1,3
Portaherramienta	¼"	¼"	¼"	¼"	¼"	¼"	¼"	¼"	¼"
Número de pedido 7 112 .. con acumulador NiCd-Akku	.. 07 50 01 0	.. 06 50 01 0	.. 05 50 01 0	.. 04 50 01 0	.. 03 50 01 0	.. 02 50 01 0	.. 01 50 01 0	.. 10 50 01 0	.. 11 50 01 0
Número de pedido 7 112 .. sin acumulador	.. 07 00 98 0	.. 06 00 98 0	.. 05 00 98 0	.. 04 00 98 9	.. 03 00 98 3	.. 02 00 02 8	.. 01 00 02 2	.. 10 00 38 0	.. 11 00 98 0

En el folleto AccuTic encontrará un sinóptico detallado de modelos.

Figura3.11. Modelo de herramientas marca FEIN con empuñadura central

Visualmente aunque parezcan parecidas no todas las pistolas son iguales. Se diferencian unas a otras según el modelo. Se puede observar en la figura que el par



máximo al que llegan es de 12 N.m. Generalmente por la forma en la que se utiliza este tipo de herramientas (con una mano) se utilizan para pares de poco valor.

### ***Llave angular***

Las llaves angulares permiten el acceso a lugares estrechos y pueden realizar un atornillado hasta un par de apriete de 25 N.m.

Las ventajas de este tipo de herramienta son:

- Pares de apriete precisos y constantes para cualquier atornillado.
- Motor EC exento de mantenimiento y sin escobillas.
- Desconexión suave con poca reacción al conjunto mano / brazo.
- Trabajo sin cansancio gracias a una distribución equilibrada del peso y ergonomía óptima.
- Iluminación del lugar de atornillado integrada.
- Arranque suave.
- El diseño angular permite realizar atornillados en lugares de difícil acceso y la cabeza angular puede girar hasta +-180 grados.



Modelo	ASW 12-16	ASW 12-16	ASW 12-16	ASW 12-25	ASW 9-10	ASW 9-10	ASW 9-10
Rango de par de apriete (Nm)	5-16	5-16	5-16	8-25	1,5-10	1,5-10	1,5-10
Rango de prueba (Nm)	6,0-16,0	6,0-16,0	6,0-16,0	10,0-25,0	3-10	3-10	3-10
Velocidad en vacío (1/min)	300	300	300	240	340	340	340
Portaherramienta	¼" Hexágono interior	¼" Cuadrado exterior	½" Cuadrado exterior	¾" Cuadrado exterior	¼" Hexágono interior	¼" Cuadrado exterior	¾" Cuadrado exterior
Tensión (V)	12	12	12	12	9,6	9,6	9,6
Peso con acumulador (kg)	2,0	2,0	2,0	2,0	1,5	1,5	1,5
Número de pedido con acumulador NiCd-Akku	7 113 05 50 01 9	7 113 04 50 01 3	7 110 93 50 01 7	7 110 94 50 01 3	7 112 08 50 01 0	7 112 09 50 01 0	7 112 00 50 01 0
Número de pedido con acumulador NiMH					7 112 08 50 02 0	7 112 09 50 02 0	7 112 00 50 02 0

En el folleto AccuTec encontrará un sinóptico detallado de modelos.

Figura 3.12. Modelo de atornillador con llave angular

Este tipo de modelo a diferencia que el anterior destaca por su utilización en lugares de difícil acceso y porque puede implementar para aprietes de mayor par ya que la forma de este tipo de modelo permite sujetarla con las dos manos. El sujetarla con las dos manos ayuda a que cuando se realice el apriete la herramienta, no te de un tirón en la muñeca.

### **Atornilladoras ATLAS COPCO**

Todas las herramientas neumáticas del taller de montaje son de ATLAS COPCO y, generalmente, la aplicación que tienen es de soltar. También poseen un modelo que es parecido a los atornilladores de empuñadura central de la marca FEIN

### ***Atornilladores de empuñadura central de batería BCP***



Figura 3.13. Atornillado altas copco

El atornillador BCP sin cable es ideal para aplicaciones críticas para la calidad que requieren la máxima flexibilidad. La empuñadura de pistola ergonómica y bien equilibrada del atornillador BCP es muy cómoda de sostener. Su tamaño compacto y las baterías de ion litio lo sitúan entre los atornilladores de batería más ligeros del mercado. Los atornilladores BCP también ofrecen velocidad variable y mucha potencia, con unos niveles de par que oscilan entre 0,8 y 12 Nm. Todos estos conceptos ergonómicos convierten al atornillador BCP en el tipo de herramienta con el que se puede trabajar todo el día.

Los atornilladores Atornilladores BCP Atlas Copco se paran automáticamente en el par preestablecido, y si el apriete es correcto, el indicador LED superior muestra una luz verde; si no es correcto, una luz roja avisará al usuario. También usa LEDs para mostrar el estado de la batería.

MODELO	RANGO DE PARES	RANGO DE VELOCIDADES
<b>BCP BL-12L-I06</b>	3 - 12 Nm	150 - 440 rev/min
<b>BCP BL-2L-I06</b>	0,80 - 2,50 Nm	150 - 440 rev/min
<b>BCP BL-6L-I06</b>	1,50 - 6 Nm	150 - 440 rev/min
<b>BCP BL12-I06</b>	5 - 12 Nm	250 - 600 rev/min
<b>BCP BL2-I06</b>	0,80 - 2,50 Nm	500 - 1550 rev/min
<b>BCP BL6-I06</b>	2-6 Nm	300 - 1000 rev/min
<b>BCP BL8-I06</b>	3 - 8 Nm	300 - 800 r/min

Tabla 3.2. Modelos de Atornilladores de empuñadura central de batería BCP

### 3.3.2 HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS

Las herramientas más usadas son:

#### Destornillador eléctrico de tuercas



Figura 3.14. Imagen destornillador eléctrico de tuercas

Se emplea en aplicaciones críticas para la calidad que no precisan un valor de par medido trazable. Este tipo de herramientas ofrece una gran productividad y calidad que las herramientas convencionales. El rango de pares es de 4 N.m a 12 N.m

### **Destornillador neumático de tuercas**



Figura 3.15. Destornillador neumático de tuercas

El utilizar esta herramienta nos proporciona las siguientes ventajas:

- Buena accesibilidad gracias al tamaño mínimo de la cabeza angular.
- Alta precisión de par
- Bocas integradas para reducir la altura de la cabeza angular
- Empuñadura blanda y cómoda
- Fácil de invertir
- Barja fuerza de reacción

## 4 REDES INDUSTRIALES

---

### *Definición*

Definición de comunicaciones industriales: área de la tecnología que estudia la transmisión de información entre sistemas electrónicos utilizados para tareas tales como:

- Domótica
- Manufactura discreta (cadena de montaje)
- Manufactura continua (templado del acero, control de procesos biológicos)
- Medios de transporte
- Sistemas integrados o embedded systems (automóvil)

### 4.1 SISTEMA DE TRANSMICION: cableada o inalámbrica

---

Una red cableada se conecta por medio de cables y los cuales son llamados cables de datos; en cambio la red inalámbrica no utiliza nodos físicamente sino que su comunicación está basada por ondas electromagnéticas y se elimina por completo el uso de los cables de datos. Las ventajas y desventajas que llevan a la utilización de uno u otro es la siguiente.

RED CABLEADA	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Proporcionan a los usuarios una buena seguridad</li> <li>➤ Tienen la capacidad de mover muchos datos de manera rápida y efectiva</li> <li>➤ Es muy resistente a los ambientes pesados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se debe planear la distribución física de las maquinas</li> <li>▪ Si un cable se desconecta puede quedar completamente inutilizada.</li> </ul>

Tabla 4.1: Ventajas y desventajas de la red cableada

RED INALAMBRICA	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tiene flexibilidad( no está atado a un cable para poder estar comunicado)</li> <li>➤ No necesita un medio físico para funciona</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tiene cierta cobertura la red</li> <li>▪ Tienen velocidades que no superan habitualmente los 10 Mbps</li> <li>▪ Su costo es más elevado</li> </ul>

Tabla 4.2: Ventajas y desventajas de la red inalámbrica

## 4.2 NIVELES JERÁRQUICOS EN LA INDUSTRIA

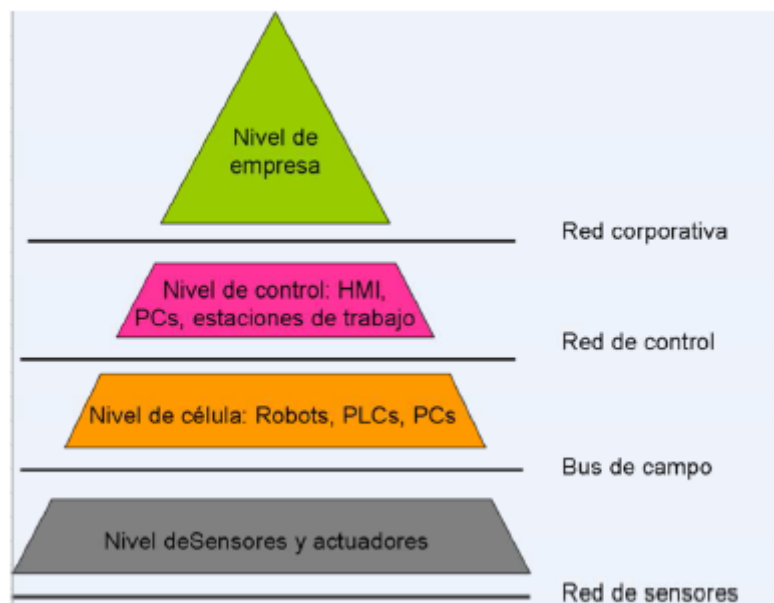


Figura 4.1: Imagen piramide que representa los niveles de la empresa

***Nivel de gestión.***

Es el eslabón más alto en la jerarquía de la pirámide, integra los demás niveles de la fábrica, como por ejemplo el campo de mantenimiento, de maquinaria y parte administrativa. Por ende, encierra gran cantidad de datos a almacenar.

***Nivel de planta.***

Es el encargado de dirigir a las distintas zonas de trabajo las órdenes a ejecutar. Aquí se puede situar los API, PC, SCADA, con el fin de brindar un direccionamiento, un control y supervisión de los demás niveles.

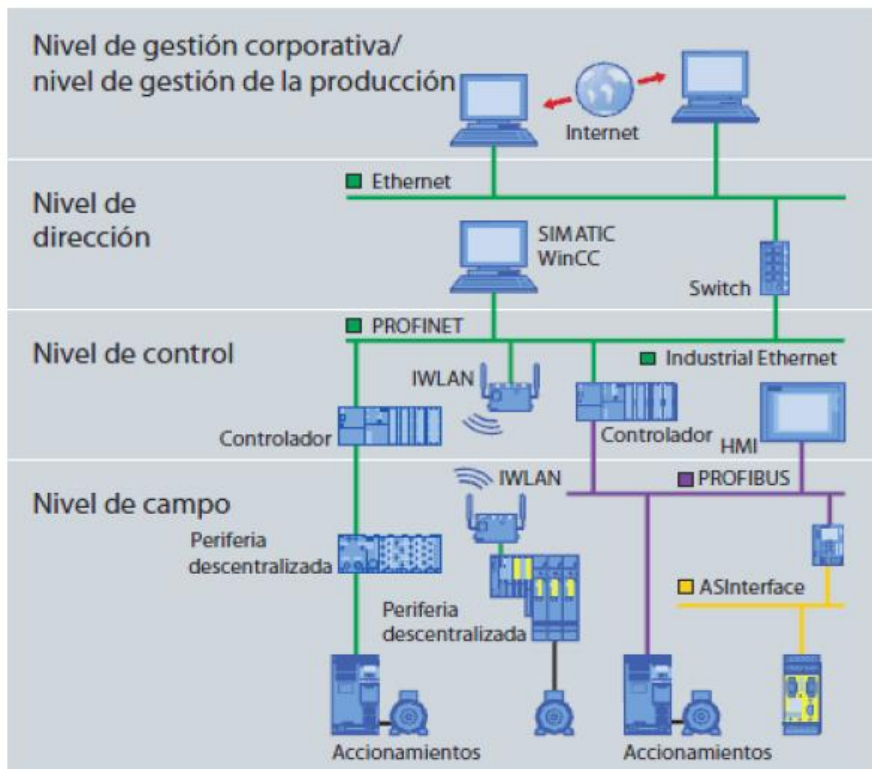
Tiene la facultad de poder almacenar gran información de datos, así como una buena velocidad de transferencia de los mismos.

***Nivel de célula.***

Es el ejecutor directo de los procesos por intermedio de los API, los cuales son direccionados desde el nivel de planta, aquí se emplean diferentes tipos de buses, siendo los más utilizados Ethernet y Profibus.

***Nivel de campo o de sensores y actuadores.***

En este nivel se ejecutan todas las órdenes enviadas desde los diferentes niveles, lo más importante de este eslabón es la rapidez que se necesita para realizar el proceso. Intervienen sensores, actuadores, entre otros.



Fuente. Siemens

Figura 4.2: Esquema visual de la pirámide de niveles de la empresa

Se describirán más detenidamente las redes que se van a utilizar en el proyecto.

### 4.3 REDES CABLEADAS

#### Redes corporativas:

- Se les denomina también redes de datos u ofimáticas y predomina Ethernet con el protocolo TCP/IP.
- Esta red debe tener la capacidad para manejar grandes cantidades de información, sin que haya tráfico de la misma, pues desde aquí se enviarán y llegarán paquetes de datos hacia y desde los demás niveles de la pirámide.
- Esta red para el control del apriete no se utiliza en la empresa



### Redes de control:

• Como ya se ha mencionado, este nivel recibe y envía toda la información hacia los demás niveles de la pirámide, así como a los controladores. Por ende, se necesita de una red que tenga la capacidad de soportar transferencia de datos sin provocar un tráfico del mismo, pero que a su vez tenga una velocidad de transferencia de datos considerable. Para cumplir con lo anterior mencionado, se seleccionó el protocolo Ethernet.

#### ➤ Profinet:

- Creada por el grupo PROFIBUS & PROFINET
- Parte del tráfico utiliza TCP/IP y otra sólo utiliza las capas 1 y 2 de TCP/IP
- PROFINET es compatible con PROFIBUS

#### ➤ *Ethernet/IP*

- Estandar desarrollado gracias a la colaboración de cuatro importantes grupos:
  - Open DeviceNet Vendors Association (ODVA)
  - la Industrial Open Ethernet Association (IOANA)
  - Control Net International (CI)
  - Industrial Ethernet Association (IEA).
- Toma, con pequeñas modificaciones, herencia del Ethernet empleado en redes ofimáticas y lo completa en las capas superiores con el Common Industrial Protocol (CIP)
- Emplea protocolos estándar de Ethernet con conectores que soportan condiciones extremas como vibraciones, humedad, altas temperaturas, etc.

**Buses de campo o redes de controladores:**

- Comunican controladores entre sí (HART, PROFIBUS, Fieldbus Foundation, DeviceNet)
- Este nivel se caracteriza por ser la conexión con los niveles de campo y de planta. Aquí se hacen efectivas las órdenes enviadas desde el maestro. Su direccionamiento, está compuesto en este caso por dos controladores API, aquí no se manejan gran información de datos ni tampoco gran velocidad de transferencia, prima la seguridad del envío. En este eslabón, se supervisa directamente los procesos de campo.

**➤ Profibus:**

- Control de la automatización de la producción en fábrica.
- Velocidades: 9.6, 19.2, 45.45, 93.75, 187.5 y 500 kbps; y de 1.5, 3.0, 6.0 y 12.0 Mbps.
- Medio de transmisión: par trenzado, fibra óptica
- Acepta hasta 30 nodos

**Redes de sensores y actuadores:**

- Comunican los equipos de control con los sensores y actuadores (CAN, AS-I, IO-link)
- Este nivel se caracteriza por que debe tener una gran velocidad de transmisión de datos más que una buena capacidad de almacenar datos, que sea versátil y de fácil manejo
- Esta red para el control del apriete no se utiliza en la empresa

## 4.4 REDES INALÁMBRICAS:

### WI-FI

Tradicionalmente el medio utilizado para las redes LAN ha sido el cable de cobre, pero el trabajo es cada vez más dinámico y se apuesta por evitar el cableado en aplicaciones como:

- El domicilio
- Las oficinas
- Bibliotecas y edificios públicos

Las redes WLAN estándar 802.11 atienden estas necesidades y, prácticamente, no tienen competidor ya que los estándares que existían han decaído.

### RFD

Se basa en el empleo de etiquetas de radiofrecuencia en los que se puede almacenar información que podrá ser leída si se interroga de forma adecuada

Tiene un alcance de entre 1 cm y varios metros

El sistema está compuesto por un puesto de control con un software al que se conectan una serie de lectores que reciben las señales de las etiquetas

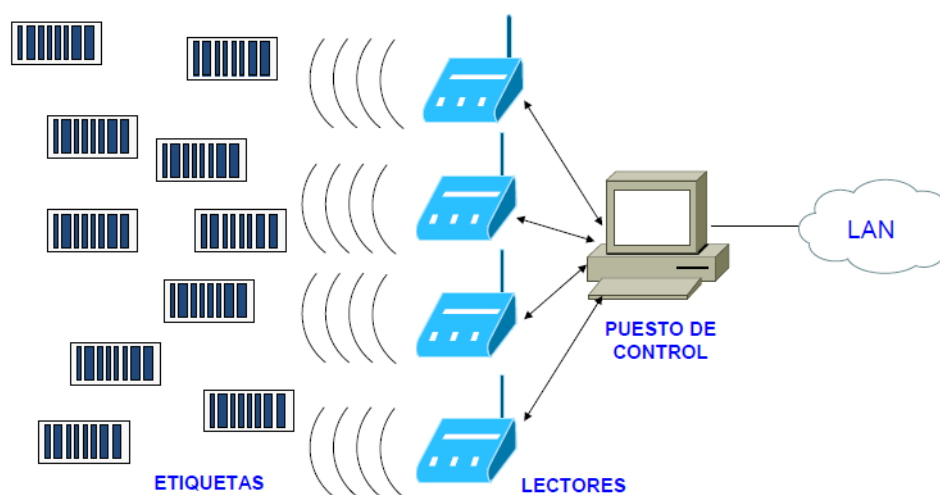


Figura 4.3: Esquema red RFID

Las etiquetas son de dos tipos:

• **Activas:**

- Envían por sí solas los datos que almacenan.
- La etiqueta requiere fuente de alimentación (incluida en el propio módulo).

• **Pasivas:**

- El lector las interroga
- No requiere fuente de alimentación (reflejan la señal del interrogador)

El lector dispone de una antena para recibir señales, de un modulador/demodulador en radiofrecuencia y de un módulo de control que interactúa con el software.

Después de un estancamiento inicial, actualmente existe una gran demanda de servicio RFID.

Los lugares que más demandan RFID son los grandes almacenes, hospitales y servicios de alquiler de objetos.

## 5 TRAZABILIDAD

---

### 5.1 DEFINICIÓN

---

➤ Según la norma UNE 66.901-92 de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) , define trazabilidad como la "capacidad para reconstruir el historial de la utilización o la localización de un artículo o producto mediante una identificación registrada"

➤ Según la RAE se define la trazabilidad como “la propiedad que dispone el resultado de un valor estándar, que puede vincularse con referencias específicas mediante una seguidilla continuada de comparaciones”.

➤ Según la AECOC se define trazabilidad como los "Procedimientos que permiten controlar el histórico, la situación física y la trayectoria de un producto o lote de productos a lo largo de la cadena de suministro en un momento dado, a través de unas herramientas determinadas" (AECOC: Asociación Española de Codificación Comercial. Logística Inversa Trazabilidad. p. 5)

Se podría llegar a la conclusión de las definiciones anteriores que La trazabilidad está compuesta por procesos prefijados que se llevan a cabo para determinar los diversos pasos que recorre un producto, desde su nacimiento hasta su ubicación actual en la cadena de abasto. Para el control de la trazabilidad de la herramienta el nacimiento de la herramienta es cuando se introduce en la empresa y se le asigna un código.

El sistema de trazabilidad que se va a introducir en este trabajo fin de grado se va a soportar en 3 pilares:

1. Identificación: Un sistema que nos permita identificar a los productos de manera única ya demás nos permita conocer la funcionalidad del producto de manera visual

2. Sistemas para la captura y de comunicación de datos. Un sistema que nos permita adquirir información acerca del producto a tiempo real y nos permita comunicárselo a los demás agentes de la cadena

3. Gestión de datos. Consiste en un sistema informático en donde se pueda realizar la gestión de la información acerca de la trazabilidad del producto en cada momento. Por ejemplo que pueda proporcionar información, imprimir pegatinas...

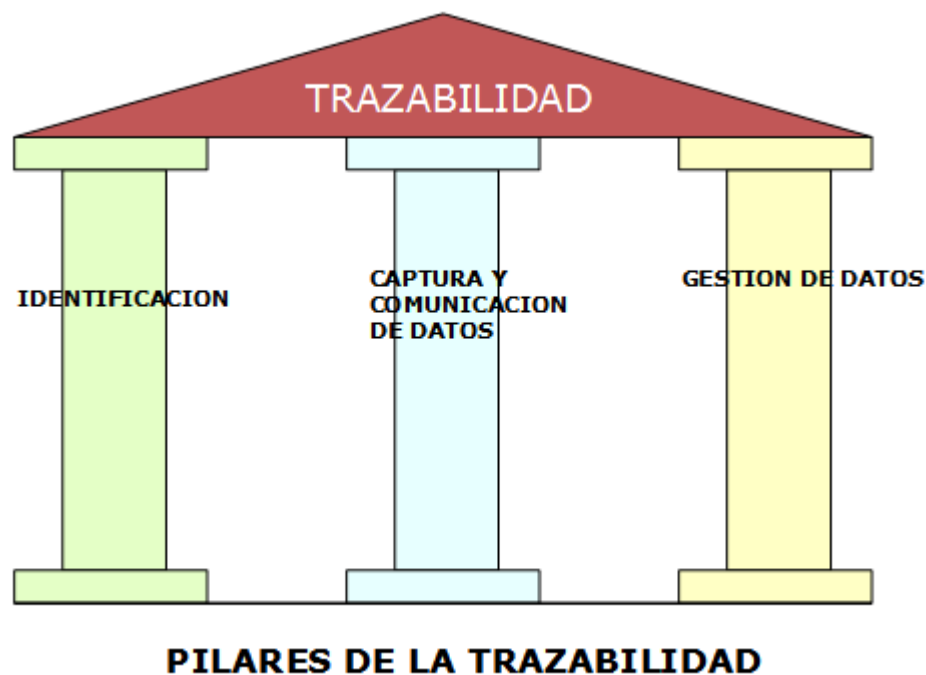


Figura5.1. Imagen de los pilares de la trazabilidad

## 5.2 LEGISLACIÓN

---

El objetivo de este proyecto surge de una no conformidad procedente de una auditoria basada en la normativa ISO 9001 de Gestión de Calidad

El concepto de trazabilidad que debe aplicarse en el ámbito de las herramientas se encuentra reflejado en la norma UNE-EN ISO 9001 apartado 7.5.3 “Identificación y trazabilidad” que dice:

*“Cuando sea apropiado, la organización debe identificar el producto por medios adecuados, a través de toda la realización del producto.*

*La organización debe identificar el estado del producto con respecto a los requisitos de seguimiento y medición a través de toda la realización del producto.*

*Cuando la trazabilidad sea un requisito, la organización debe controlar la identificación única del producto y mantener registros”.*

### 5.3 IMPORTANCIA

---

En una empresa el tener un proceso de trazabilidad completo y fiable a lo largo de la cadena de suministro de un producto es una de las herramientas imprescindible a la hora de prevenir y detectar un problema y lugar donde se produce, repercutiendo en un ahorro de costes.

#### ***Ejemplo real:***

En una marca de coches actualmente descubrió que una pieza que anteriormente (5 años) se introdujo en un coche estaba en mal estado, debido a que se empezaban a dar casos de que ahora estaban empezando a aparecer coches en mal estado, en donde la empresa tenía la obligación de hacerse cargo con los gastos. La empresa antes de que apareciesen más coches dañados, observando la trazabilidad pudo observar a que coches les introdujo esa pieza y se las cambio al momento, antes de que se dañasen y supusiese más gastos. La trazabilidad en este caso supuso un ahorro de costes.

Registrándose todos los datos en bases de datos y cumpliendo todas las reglas de identificación, se podría asegurar que se tendría toda la información necesaria para conocer el origen de cualquier problema. Al estar todo identificado, se previene los problemas y se mejora la realización del trabajo por parte del operario ya que tendrá toda la información que necesite para realizar correctamente su trabajo sin que le produzca cualquier incertidumbre ni pérdida de tiempo.

En el taller de montaje se lleva a cabo el control de la trazabilidad de varios aspectos pero en el presente trabajo fin de grado se va a estudiar y analizar la trazabilidad de las herramientas de las herramientas en el taller de montaje.

En el taller de montaje es importante realizar este control ya que se realiza una gran cantidad de operaciones. El realizar un control de las herramientas nos va a permitir conocer la ubicación y el estado de cada una de ellas para asegurarnos que en el momento en que el operario vaya a realizar la operación, éste tenga disponible la herramienta adecuada para la realización de la tarea a la que ha sido asignada. Las ventajas que va a proporcionar este sistema en el taller son:

- Control individualizado de las herramientas.
- Mejora de la gestión de Stocks y Producto almacenado.
- Controlar la evolución del estado del producto.
- Permite detectar, acotar y analizar problemas con gran celeridad.
- Permite retirar selectivamente y ágilmente productos con alguna incidencia.



## **C. DESARROLLO DEL PROYECTO**

## 6 CONTROL DE LA TRAZABILIDAD ACTUAL

---

El control de la trazabilidad de las herramientas tiene una gran importancia y por esta razón, la empresa ha seguido una serie de medidas para realizar su control. Los pilares de la trazabilidad está compuesto por:

1. Sistemas de identificación:
  - a) Codificación: Se introduce una codificación exhaustiva y rigurosa. Se realiza mediante el grabado de un código de 9 dígitos en la pistola con un grabador neumático.
  - b) Identificación visual: Se realiza mediante etiquetas que nos permiten la identificación automática de la herramienta visualmente.
2. Sistemas para la captura y de comunicación de datos: visualmente observando las etiquetas y también mediante la comunicación verbal.

Con las herramientas electrónicas se tiene un sistema de captura completo. Se explicara en el apartado 8.3.1 (Registro de pares de apriete de las herramientas electrónicas).

3. Software para la gestión de datos (registro de información). Se almacena la información acerca de las herramientas en unas bases de datos que únicamente sirve para informar .Una única persona tiene acceso a modificar la información.

El control de la trazabilidad que actualmente se lleva a cabo es el mismo para cada tipo de herramienta. En la línea se utilizan 3 tipos de herramientas:

- Eléctricas .En la fábrica se considera herramientas eléctricas a aquellas cuyo motor es eléctrico (de ahí el nombre) y el par se controla mecánicamente.
- Neumáticas. Aquellas que funcionan con aire comprimido.
- Electrónicas. Se considera a aquellas herramientas que tiene el motor eléctrico y el par se controla electrónicamente mediante un controlador.

### **Codificación:**

La correcta identificación de las pistolas es la base que permite garantizar que sólo se incorporarán al proceso de producción las herramientas indicadas en la documentación de trabajo. Es responsabilidad del Responsable, asegurar que todos los elementos están debidamente identificados de forma correcta.

Para identificar cada herramienta con su correspondiente operación se utiliza un código que tiene las siguientes características:

- Es único para cada herramienta, es decir, es imposible encontrar dos herramientas con el mismo código.
- Tiene 9 dígitos que se encuentran distribuidos de la siguiente manera en los que todos son números: xxxx-xxx-xxx.
- Los números que se utilizan como código para identificar las herramientas no se elige aleatoriamente, sino que depende de las características de la pistola y de la operación a la que es elegida.
- Este número es permanente para la carcasa de la pistola porque se realiza con un grabador que incide sobre su superficie marcándola.
- El número se localiza en una zona de la pistola que es muy visible

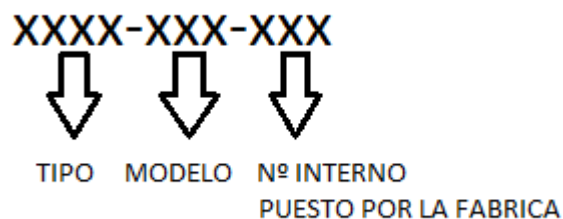


Figura 6.1: Campos del código

La figura muestra el significado que tiene cada campo de número. Se observa que los 7 primeros dígitos hacen referencia a las características de la pistola y los 3 últimos dígitos corresponden a un número que es puesto por la fábrica y que tiene relación con la operación.

### *Identificación visual*



Figura 6.2 .Imagen real de la etiqueta adherida a la pistola con cello

Para identificar visualmente la herramienta y asociarla a su operación se utilizan unas etiquetas realizadas a ordenador y que se adhieren a la herramienta mediante cello. Estas etiquetas muestran información acerca del número del código de la pistola, operación y el par distribuidos en la pegatina como muestra la figura x. Estos campos se consideran que son suficientes para que el operario tenga la suficiente información para asegurar que la pistola haga la operación a la que ha sido documentada. Esto también nos sirve para identificar visualmente la herramienta y para saberlas distinguir, ya que en la línea de montaje hay un gran número de herramientas y muchas son muy parecidas.

El código es importante, porque es algo único de cada herramienta y conociendo el número podemos conocer toda su documentación. Esto nos permite que no haya

confusión entre todas ellas porque si solo estuviera la operación y el par podría darse el caso de que hubiese más herramientas con la misma operación provocando así una incertidumbre.

La operación es muy importante que se encuentre reflejada en la pegatina porque es lo que va a posicionarla su lugar de trabajo. Esta indicación proporcionara información al operario para que si en uno de los casos que la operación que está realizando no corresponde con el que pone en la pegatina, se dé cuenta y la haga cambiar inmediatamente por la que está asignada a esa operación.

El par es probablemente lo más indispensable que debe de tener la etiqueta de la pistola porque es su función principal. De esta manera, se asegurara que los aprietes que se les van a realizar al vehículo, sean correctos.

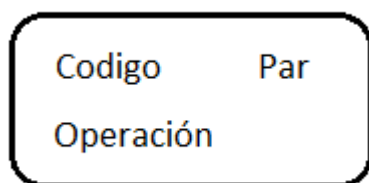


Figura 6.3 .Modelo que representa los campos que tiene la etiqueta

### ***Registro de información***

El registro de la herramienta se realiza introduciendo en una base de datos toda la información correspondiente a la herramienta. Esta información depende de otras bases de datos que vienen determinadas por el grupo Volkswagen, sobre todo, a lo que tiene que ver con los proceso (Un ejemplo son los PDM que es una base de datos técnica que nos permite obtener toda la información de todo las operaciones y el par de apriete que requiere cada una).

## **6.1 INCOVENIENTES OBSERVADOS:**

---

### **6.1.1 REGISTRO DE DATOS:**

- Utilización de bases de datos diferentes para realizar el control.
- No actualización de las bases de datos. Es debido a la falta de comunicación y al cambio de modelo porque al cambiar de modelo muchas operaciones han cambiado y con ello, muchas pistolas sobran o hay que dar de alta.
- Ausencia de información. Ejemplo: Control de históricos.
- Aparición de información contradictoria a la línea.
- Dificultad de manipular las bases de datos.
- Acceso restringido. Hay muchas bases de datos en las que se tienen acceso únicamente desde un determinado departamento o desde un determinado grupo de persona.

### **6.1.2 HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS Y NEUMÁTICAS:**

Estos inconvenientes afectan al pilar de identificación y al de comunicación de datos

- Movilidad de las pistolas entre las distintas fases. La consecuencia es la utilización de estas en una operación en la que no están destinadas, pudiendo realizar un par distinto al que deberían hacer.
- Movilidad de las pistolas entre las distintas zonas.
- Aparición de herramientas sin identificar.
- Aparición de herramientas que no están dadas de alta.
- Falta de una estandarización y mejora de las etiquetas actualmente implantadas.

- Dificultad en localizar las herramientas.
- En modo resumen, se tiene:

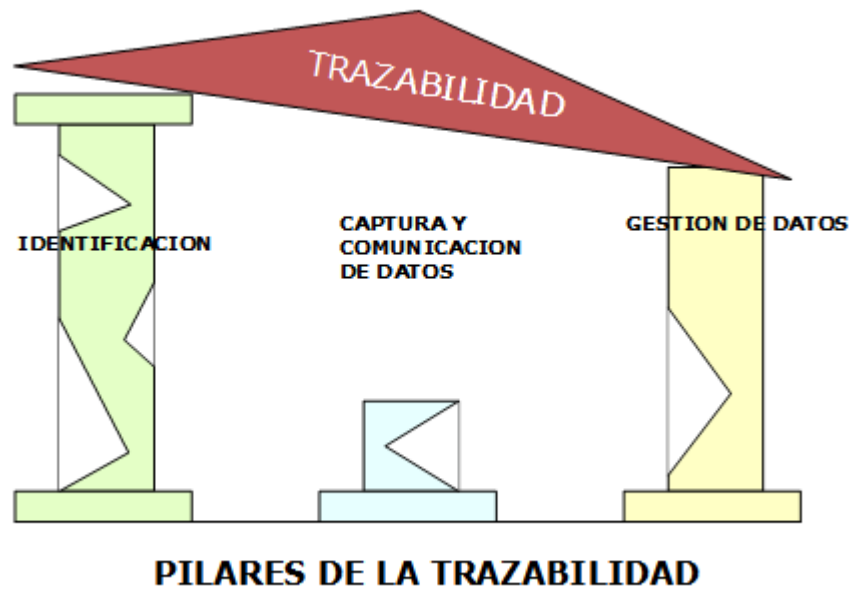


Figura 6.4: Representación de los pilares de la trazabilidad actuales

El control de la trazabilidad se puede observar en la representación de la figura 6.4 que aún se está manteniendo. El control es muy justo y necesita mejora. El pilar de la identificación está algo estable pero el pilar de la gestión de datos está muy incompleta. Por esta razón, se van a realizar soluciones que se tienen que poner en marcha porque si el pilar de la identificación empezase a fallar un poco, la construcción se caería y quedará la trazabilidad en el suelo.

## 7 SOLUCIONES REALIZADAS

---

### 7.1.1 Herramientas eléctricas y neumáticas

En las herramientas electrónicas, el control de la trazabilidad es muy bueno. Estas herramientas llevan un control por medio de redes industriales, por donde se trasmite toda la información a una base de datos.

En las eléctricas y neumáticas no existe un sistema tan sofisticado como el de las electrónicas. Los problemas que se observan en este campo son los siguientes:

- Movilidad de las pistolas entre las distintas fases. La consecuencia es la utilización de estas en una operación en la que no están destinadas, pudiendo realizar un par distinto al que deberían hacer.
- Movilidad de las pistolas entre las distintas zonas.
- Aparición de herramientas sin identificar.
- Aparición de herramientas que no están dadas de alta.
- Falta de una estandarización y mejora de las etiquetas actualmente implantadas.
- Dificultad en localizar las herramientas.

Estos posibles problemas podrían tener muchas consecuencias que podrían afectar principalmente al control del par que se aplica en cada operación. Este hecho puede afectar gravemente a la seguridad y movilidad del vehículo, ya que se podría dar el caso de que se realice un apriete inferior al que se debería de dar o también, un apriete mal realizado podría afectar a la estética, ya que se podría dar el caso de que se produzca una deformación en la pieza al apretarla demasiado.



Para que se controle la trazabilidad de las herramientas eléctricas y neumáticas de la mejor forma posible, se comenzara identificándolas de una manera que perdure la etiqueta lo más posible. Con la finalidad de cumplir aquel objetivo, surge la idea de utilizar unas pegatinas hechas con una etiquetadora láser localizadas en Producción. Esta idea surge de la observación de unas pegatinas que se localizan en el coche para marcar el número de bastidor del vehículo.

Las dos características más importantes que se llevó a la utilización de este tipo de pegatinas son:

- No se despegan con facilidad. Para quitar este tipo de pegatinas y desprenderla de la carcasa, habría que rascar mucho quitándola a trozos.
- Dificultad de manipulación. Debido a que se realiza con una etiquetadora láser, es imposible cambiar el contenido de la pegatina ya que pocas personas tienen acceso a ésta impresora y es imposible manipular la pegatina manualmente, a no ser que se realice otra pegatina y se la pegue encima de la anterior.

### **Diseño de la pegatina**

Para el diseño de las pegatinas, se ha tenido varios factores en cuenta:

1. La herramienta. La pegatina debe de ser pequeña para se pueda pegar los en alguna zona adecuada de la pistola y además, deberá saber todos los campos de la anterior etiqueta
2. Tamaño de la pegatina del bastidor. La pegatina del bastidor tiene una dimensión muy grande como para ponerla en la pegatina.

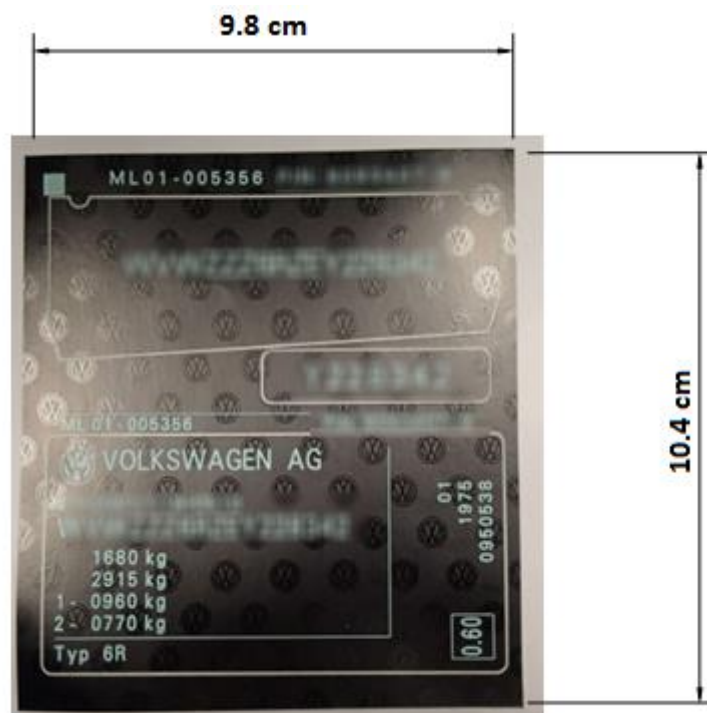


Figura 7.1: Imagen de las dimensiones de la pegatina del bastidor

3. Ahorro de papel y energía. Hay que tener en cuenta las pegatinas que se podrían hacer a la vez utilizando el mismo ancho de papel. Esto es debido a que al imprimir en la impresora láser, el tamaño de ancho del papel siempre tiene que ser el mismo de la pegatina del bastidor si queremos aprovechar el papel. Para facilitar el despegue de la pegatinas el tamaño de la pegatina es inferior a la mitad.

Teniendo en cuenta todos los factores y teniendo en cuenta un poco la estética, se llegó a la conclusión de realizar unas pegatinas que como ancho tuvieran menos de la mitad del ancho de la pegatina del bastidor para que de esta manera imprimir dos al momento y de largo  $x$ . Observando las pistolas y mirando los campos que tendría la etiqueta, se llegó a la conclusión que sería el tamaño más idóneo. También se añadió el logo de Volkswagen por estética y para identificar que la herramienta pertenece a la empresa.

El resultado final fue el siguiente:

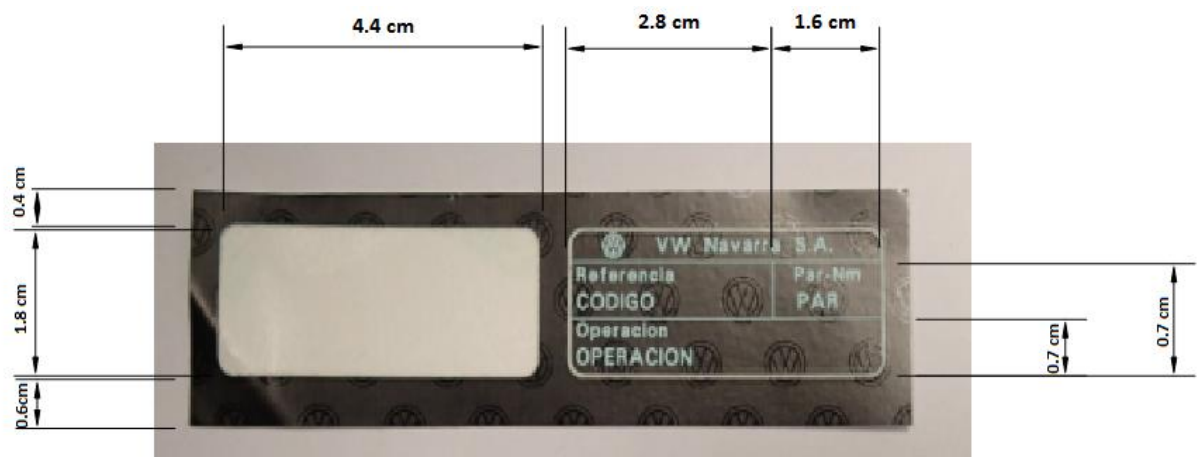


Figura 7.2: Imagen de las dimensiones de la pegatina de las herramienta. La pegatina del lado izquierdo esta despegada.

### Etiquetadora laser:

La etiquetadora sirve para el etiquetado de láminas. El etiquetado se realiza conforme a las condiciones definidas en las distribuciones en planta.

El etiquetado de las láminas se realiza con un láser de estado sólido. Este láser emite luz de longitud de onda de 1 064 nm (infrarrojo). Es decir, que la radiación láser emitido no es visible para el ojo humano.



Figura7.3. Imagen etiquetadora laser

El mando y la monitorización del equipo se realizan a través de una PC con sistema operativo Windows XP Profesional. El ordenador administra los datos de layout y los de activación para el láser.

Se pueden realizar diseños propios con el software del etiquetado.

En cada diseño se administran los datos requeridos (por ej. Texto, velocidad de escritura, tipo de escritura, frecuencia y energía del etiquetado).

### 7.1.2 Registro de datos

La calidad del producto, que cada vez es más valorada por las empresas, exige continuas mejoras en la recogida de información y en su presentación ante las personas que la quieren consultar. Al aumentar la calidad, las frecuencias de consultas aumentan y existen ocasiones en que la velocidad de consulta tiene que ser la más rápida posible.

En la fábrica, existen un número elevado de bases de datos de datos donde en cada una de ellas se registran información diferente acerca de los procesos. Las bases de datos más importantes que repercuten en la trazabilidad del apriete son:

- PDM, Base de datos técnica. Este archivo muestra información acerca de todo el montaje del vehículo como son las piezas que se requieren, los tornillos y el par que hay que aplicar. Este último es el que repercute a la trazabilidad de la herramienta ya que nos va a indicar el par que tiene que realizar cada atornillador en cada operación.

- GMAO, base de datos de control de procesos y apriete. Esta base de datos recoge todas las herramientas que se utilizan en la línea de montaje, con la operación que realiza y el par que hace. A este registro únicamente tienen acceso los de mantenimiento y es el sistema que actualmente se utiliza para controlar la trazabilidad de todas las pistolas.

- Enlace del intranet (Par de apriete), base de datos de control técnica. Esta base de datos, que recoge menos información que GMAO, tiene la misión de proporcionar la información suficiente a todos los operarios

- FISQ. Se trata de un sistema que almacena información acerca de los pares de apriete que se realiza a cada coche y lo asocia en el propio sistema al propio vehículo. Este sistema registra los pares que realiza exclusivamente las herramientas electrónicas.

Este programa tiene como objetivo proporcionar información acerca de cualquier vehículo que se haya producido. Este sistema, además de recoger información acerca de los pares de apriete, recoge información acerca de otros parámetros de seguridad en otros talleres (en el taller de montaje, otro ejemplo de la información que recoge es acerca de los defectos reparados en los grupos de retoque).

Al haber una gran variedad de bases de datos, se podría deducir que pudiese haber una falta de actualización de unas a otras. Actualmente, existe la complicación que para conocer cualquier dato, se tenga que mirar en varias bases porque cada una tiene una información diferente y esto supone una pérdida de tiempo. La solución de mejora que se propone es la realización de un registro que facilite una información completa acerca de todas las herramientas para que, de una única manera se adquiera toda la información necesaria y no se precise mirar en varias bases de datos suponiendo una pérdida de tiempo. La solución que se va a proporcionar en este campo es la realización de una base de datos con más información que las anteriores y actualizada, a partir de la información de todos los registros que hay y con ayuda de lo que se observe en la línea. Esta base de datos únicamente servirá de control para los responsables. Esta base de datos se va a hacer con ayuda de Excel. Esta base de datos es un paso intermedio a la base de datos que, posteriormente, se va a proponer como mejora.

Para la elaboración de la nueva base de datos, se intentará que tenga toda la información necesaria para que la herramienta haga la operación satisfactoriamente. Para ello, se observa la información que recogen las diferentes bases de datos y se llega a la conclusión que los campos que deberían tener son los siguientes:

- Código
- N° de O.P.
- Descripción de la O.P.
- Localización:
  - Fase

- Zona
- Tramo
- Par
- Tipo
- Imagen de la herramienta
  - Modelo
  - Marca
  - Multi-descriptor
- Histórico
- Estado:
  - Fecha de dada de alta
  - Fecha de ultima calibración
  - Fecha en próxima calibración
- Imagen de la herramienta

Los campos anteriores se considera los suficientes para controlar la trazabilidad, ya que tenemos información técnica, de la posición e información acerca del estado de cada herramienta

Debido a tiempo únicamente los campos realizados han sido:

- Código
- N° de O.P.
- Descripción de la O.P.
- Localización:

- Fase
  - Zona
  - Tramo
- Par
- Tipo

## 7.2 PUESTA EN PRÁCTICA

---

### 7.2.1 METODOLOGÍA UTILIZADA PARA IMPLANTAR LA SOLUCIÓN

Esta metodología se llevó a cabo zona a zona. En total en la fábrica se pueden diferenciar 8 zonas.

Para implantar las soluciones, los pasos que se llevaron a cabo son:

A. Planificar: Se establece los objetivos y procesos necesarios para conseguir los resultados que se quiere.

B. Hacer: implantar los procesos planificados

Procesos planificados:

1. Se analizan las herramientas que están localizadas en la línea, observando el código que tienen grabado en la carcasa. Con esto, se elabora una lista de todas las herramientas presentes.
2. Se contrasta la lista de las herramientas presentes en la línea con las bases de datos y se observa las herramientas que hay, cuales sobran, cuáles hay que dar de alta, cuáles están haciendo una operación que no deberían y cuáles son de otras zonas.

3. Para dar de alta a las herramientas, se observa la operación que están realizando. A partir de conocer la operación, se realiza una consulta en GMAO, una base de datos técnica, para obtener el par. También sabiendo la operación. Se adquiere el nº de la operación con ayuda de la carga de trabajo que se encuentra en la fase.
4. Las herramientas que sobran se quitan de la base de datos y se introduce en histórico. Con esto, se tendría la base de datos actualizada.
5. Se realiza una nueva base de datos en Excel para agilizar posteriormente la impresión de las pegatinas. Con la nueva base de datos se elabora un programa con visual Basic para realizar el archivo que necesita la etiquetadora de pegatinas para imprimirlas. Esta base de datos se explicará más detenidamente en anexos
6. Se localizan las herramientas y se pegan las pegatinas
7. Las pistolas que estaban haciendo otra operación diferente a la que ha sido asignada se devuelven a su operación. Esto conlleva otro problema ya que habría que sustituir la pistola que no estaba haciendo la operación correcta, por la pistola a la que le correspondiente aquella operación.
8. Devolución de las pistolas que no pertenecían a la zona a sus zonas.
9. Elaborar pegatinas de repuesto.

C. Verifica y solucionar: Se Realiza el seguimiento del proceso de implantación y se observan los problemas que surgen. Estos problemas (obstáculos) posteriormente se solucionan.

Los problemas al realizar la metodología son:

1. Aparición de herramientas sin código en la carcasa porque al haberse roto en algún momento la herramienta, no ha sido posible volver a grabar el número.
2. Pistolas escondidas por los propios operarios. En la Volkswagen los operarios funcionan a turnos, es decir, cada semana va a un horario diferente por lo que si cada operario funciona con una pistola, cada semana aparecen herramientas



diferentes. Esto influyó en que se tuvo que repasar varias veces la línea para estar seguro de las herramientas que hay, es decir, para dar como válida la lista que se ha realizado.

3. Desaparición de pistolas por robo.
4. Operaciones que no tienen asignadas herramientas. Se introducen herramientas nuevas.
5. Herramientas rotas y baterías rotas. Ya actualizada la base de datos y todas las herramientas identificadas, se prueban todas las herramientas de cada zona con una batería nueva, para descartar las estropeadas, y todas las baterías con una pistola nueva para ver cuáles de ellas están rotas. Una vez que se localizan las herramientas que no funcionan, se sustituyen por nuevas y se las mandan a arreglar.

La duración que ha se ha tenido para implantar las soluciones ha sido de 4 meses.

## 7.2.2 TRADUCCION DE LA MEJORA

Pegatinas con impresora láser: Se observa que dura más que las anteriores. Los operarios con ayuda de las pegatinas están bien informados de la operación a la que las pistolas están destinadas. Se ve que hay mayor orden y que las pistolas están realizando su propia operación y no otras.

Base de datos: El realizar una nueva base de datos sirve para tener mejor controlada las herramientas. Al realizar esto, se ha hecho una actualización en los registros, que después del cambio de modelo hacía falta hacerlo, ya que se han cambiado varias operaciones respecto al modelo antiguo. Esta base de datos ha ayudado a quitar herramientas que por el cambio de modelo, ya no se utilizan porque las operaciones a la que estaban destinadas han desaparecido. Esta eliminación de las herramientas que no se usan es beneficioso porque permite tener más espacio en el almacén y eliminar elementos que, al fin, son estorbos en la línea (más si son

herramientas neumáticas). Por ejemplo, las mangueras de aire de las herramientas neumáticas.

### 7.2.3 PROBLEMAS

Los problemas que se observan son:

- Las pegatinas no duran permanentemente. Finalmente, al cabo de un tiempo las pegatinas, debido a la fricción, se acaban quitando.
- El colocar las pegatinas ha mejorado la situación anterior, pero no es perfecta. Se puede observar que varias pistolas no se encuentran haciendo su operación.
- La base de datos que actualmente se está haciendo posee información actualizada pero no se tiene un sistema que nos permita actualizarla constantemente.
- Las bases de datos necesitan más campos para conocer mejor el estado de la pistola y esto necesita ser visible para todos los operarios para que estos estén informados en todo momento.
- Falta de un sistema de comunicación (el 2º pilar).
- Se necesita un sistema que nos permita conocer en todo momento la posición de las herramientas y registrarla en un sistema la utilidad que se le ha dado, es decir, la operación a la que ha sido utilizada asociada al coche. Si se consiguiese realizar esto, se tendría un control de la trazabilidad completo.

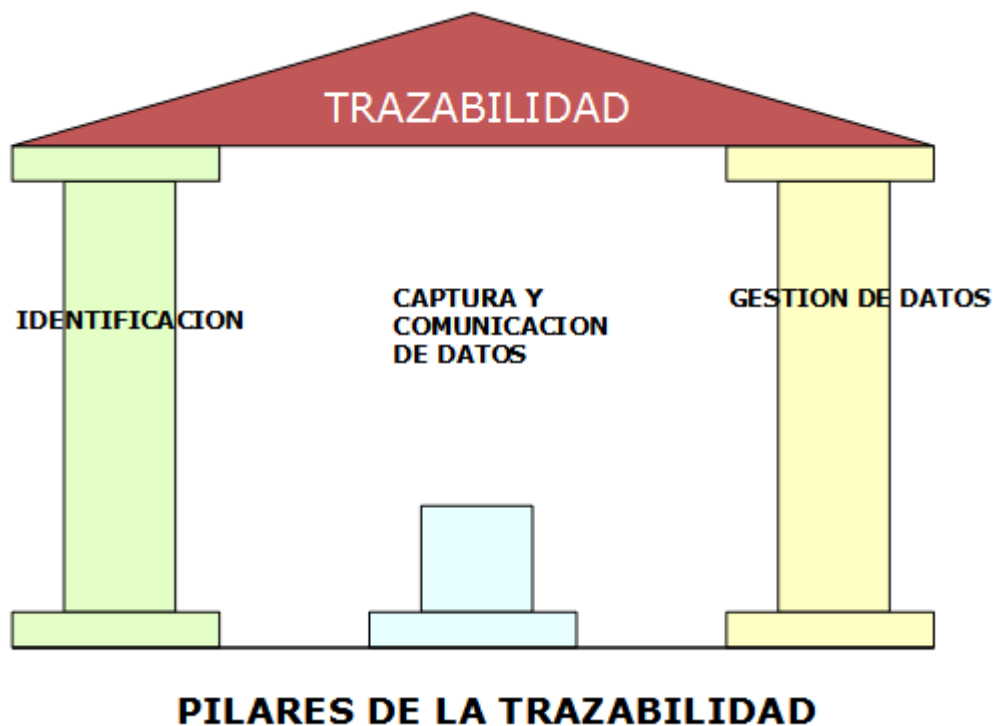
RESUMEN:

Figura 7.2: Representación de los pilares de la trazabilidad con las soluciones implementadas.

Después de poner en práctica las soluciones, se llega a la conclusión que se está realizando un control suficiente de la trazabilidad porque con los pilares de identificación y gestión, si se realizan correctamente, son suficientes para mantener el control. Sin embargo si alguno de ellos dejase de funcionar por falta de actualización o porque se deje de realizar, dependiendo la gravedad, se podría venir a bajo el edificio.

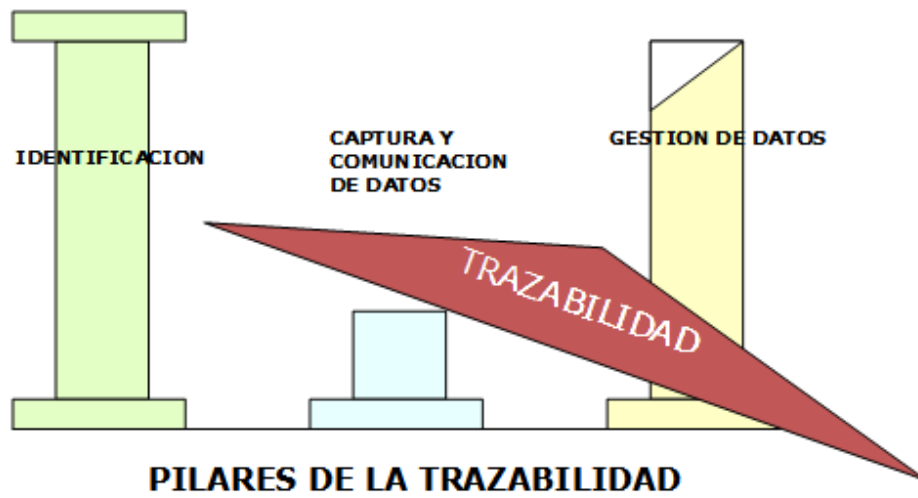


Figura 7.3: Representación de los pilares de la trazabilidad en caso que se dejase de cumplir la sistemática.

Por esta razón, tenemos que intentar poner el pilar de la captura y comunicación de datos.

## 8 PROPUESTAS DE MEJORA

---

En este apartado se van a realizar unas propuestas para solucionar los problemas del apartado anterior.

### 8.1 CARCASA DE COLORES

---

Uno de las principales consecuencias que podría ocurrir por no tener bien identificada la herramienta es la de utilizar para una operación una pistola que no poseyese el par que requiere aquella operación, dejando el apriete mal hecho. Esto podría producirse cuando se produjese un intercambio de pistolas por equivocación entre las distintas fases o incluso entre las distintas zonas.

Esta propuesta se elabora para mejorar la identificación y prevenir la posibilidad de que se produzca la transferencia de herramientas entre distintas fases, a lo que tiene que ver únicamente con las herramientas eléctricas. La propuesta consiste en asignar a un rango de pares un color determinado, pintando la carcasa de aquella pistola con el color correspondiente al par al que está destinada la operación de la pistola.

Esta propuesta surge de intentar mejorar la idea de las pegatinas resaltando la característica más importante de la pistola, el par, ya que es en definitiva la finalidad de la pistola es proporcionar el correspondiente apriete. Para comenzar a explicar esta propuesta, primero se va a explicar la importancia de utilizar los colores y después el mecanismo con el que vamos a adherir el color a la pistola.

La idea de introducir colores nace de que hay estudios en los que se cree que los colores son estímulos visuales que pueden producir diversas reacciones en nuestro organismo y en nuestro estado de ánimo.

Efecto del color:

La psicología del color ha estudiado los efectos que producen el utilizar colores sobre la percepción y la conducta humana, aunque como ciencia resulte inmadura, no se puede negar la importancia y las aplicaciones en la publicidad y en diseños arquitectónicos. Según los estudiosos del color, los efectos se deben a nuestra

percepción de las distintas frecuencias de onda de luz, dentro del espectro visible, que incide sobre la materia, En esto se halla involucrado el cerebro y el mecanismo de la vista. El color no es una característica de una imagen u objeto, sino una apreciación subjetiva nuestra, una sensación que se produce en respuesta a la estimulación del ojo y de sus mecanismos nerviosos, por la energía luminosa de ciertas longitudes de onda.

Según este estudio el utilizar colores no únicamente va a permitir ayudar a identificar la pistola sino que, además, va a mejorar el estado de ánimo de los trabajadores que la utilicen.

Estos son los colores que se utilizarían por lo llamativos que son:

- Celeste
- Verde
- Azul
- Violeta
- Rosa
- Marrón

No se puede utilizar el amarillo ni el naranja porque son los colores de las pistolas eléctricas.



Figura 8.1: Imagen de las herramientas eléctricas que se utilizan en el taller.

Para relacionar la pistola con un color visualmente, se pensó en dos opciones. Estas dos opciones son:

1. Pintura. Se pintarían las carcasas de las pistolas en una zona de poca fricción y que sea muy visual
2. Pegatinas. Se comprarían pegatinas de colores de tamaño reducido (o la impresora) y se pegarían sobre la carcasa de las pistolas.

De las dos opciones se optó por la opción de la pintura. Las ventajas de utilizar esta opción es que la identificación se consideraría permanente para la pistola, ya que la pintura sería muy difícil de quitarla, y sería imposible manipular el color sino es porque se lleve a la persona encargada de pintar las pistolas. En cambio, utilizando las pegatinas, la permanencia es menor y existe la posibilidad de manipularlas ya que se podría dar el caso de que se quiten de alguna carcasa y se pusiese en otra.

La desventaja de utilizar la pintura es que, si en caso se quisiese cambiar la operación de una pistola con diferente par, se tendría que cambiar la carcasa o se tendría que utilizar un líquido para quitar la pintura suponiendo mayor trabajo. Por otra parte, con las pegatinas sería tan sencillo como el colocar encima de la anterior otra pegatina de otro color.

Esta propuesta únicamente se utilizaría para las pistolas eléctricas por los siguientes motivos:

- Son más complejas en controlar el movimiento de las pistolas entre las fases
- Si se utilizase las neumáticas, sería más complejo el proceso de asignación de color porque el rango de pares de las neumáticas es más amplio que el de las eléctricas y no habría suficientes colores llamativos para asignar.
  - Eléctricas. Par máximo = 20 N.m
  - Neumáticas. Par máximo = 120 N.m

En las pistolas eléctricas podemos encontrar varios valores de pares por lo que no podemos asignar para cada valor de par un color porque si no tendríamos que necesitar muchos colores. Lo que se ha decidido es asignar un color a un rango de pares para que si en un caso se utiliza una pistola que no es la destinada a la operación que se está realizando, el valor del par que se estaría aplicando estaría cerca del valor del par que se debería de aplicar, habiendo menos margen de error.

El par máximo que se realiza con las eléctricas es de 20 N.m. A partir de este valor máximo, se divide entre el número de colores que se tiene y se determina el intervalo .Habrá un intervalo que estará sin color

- N° de colores: 7 + rango sin color = 8
- Par máximo: 20 N.m
- Valor del intervalo =  $20/8 = 2.5$  N.m

<b>COLOR</b>	<b>RANGO(Nm)</b>
<b>Sin color</b>	0 - 2.5
<b>Celeste</b>	2.6 - 5
<b>Verde</b>	5.1 - 7.5
<b>Azul</b>	7.6 - 10
<b>Rojo</b>	10.1 – 12.5
<b>Violeta</b>	12.6 - 15
<b>Rosa</b>	15.1- 17.5
<b>Marrón</b>	17.5 - 20

Tabla 8.1: Asociación de los rango de aprietes con los colores



En la tabla 7.1 consideramos el valor de par 0 a aquellas pistolas en las que no se asigna par porque su operaciones no es de apriete. Por ejemplo, soltar un tornillo.

El intervalo de 0 a 2,5 es el intervalo que se ha elegido de manera objetiva sin color porque es el intervalo más numeroso, ya que son pistolas destinadas a operaciones de retocar, de soltar o simplemente están de repuesto y por lo tanto, nos ahorraríamos pintura y tiempo.

El lugar donde se pintarían sería en la parte posterior de la pistola, como se puede mostrar en la 7 Figura 7.4.

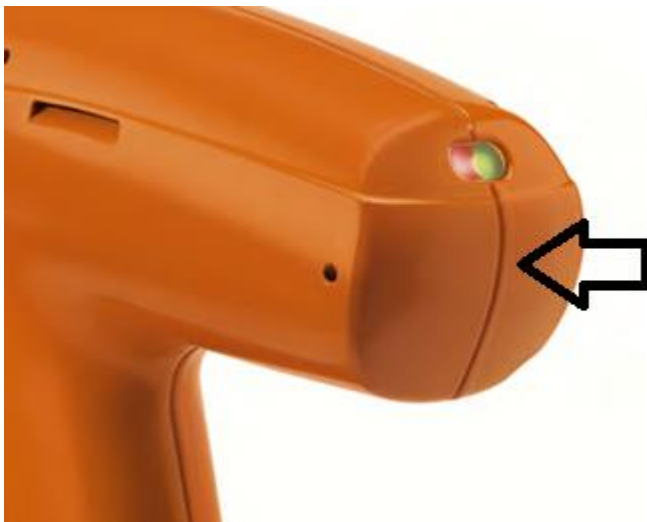


Figura 8.2. Indicación del lugar de la pistola donde se pintaría.

Este lugar es el más idóneo por los siguientes motivos:

- Es una superficie reducida, por lo tanto, supone un gasto de poca pintura
- Cuando se coloca la pistola en el lugar donde sirve para sujetarlas, la parte superior es la que queda visible por lo que es la parte, en general, que más se ve de la pistola

## 8.2 BASE DE DATOS EDITABLE

---

El controlar las herramientas permitirá conocer el estado de cada una de ellas, las herramientas que faltan en los procesos y las que desaparecen para que, de esta forma, asegurar que todas las operaciones tienen una herramienta adecuada para la función.

En el apartado anterior se ha realizado una base de datos a la que únicamente tenían acceso los responsables de las herramientas. Esta propuesta se centrará en proporcionar información suficiente a cualquiera que lo requiera para de esta manera conseguir que las operaciones se realicen de la forma correcta, además de controlar las herramientas.

A esta base de datos podrá acceder todo el personal de Volkswagen desde la intranet. Después se explicará como los operarios van a poder acceder a esta información desde la línea en la propuesta “Pistolas con pegatinas”

Los campos que va a tener esta nueva base de datos son los mismos que las anteriores más unos apartados extras que sirven para que el operario de su opinión acerca de la herramienta, tenga más información acerca de la operación que realiza y se produzca una comunicación instantánea en el caso de se cambie la operación a alguna pistola o se introduzca una nueva.

Los campos que tendría la base de datos son:

- Código
- N° de O.P.
- Descripción de la O.P.
- Fase
- Par de apriete nominal
- Estado
  - Imagen de la herramienta
  - Modelo

- Marca
- Multi-descriptor
- Histórico
- Estado:
  - Fecha de dada de alta
  - Fecha de ultima calibración
  - Fecha en próxima calibración
- Enlaces directos
  - PDM: base de datos técnica de los procesos.
  - Comentarios de responsables (acceso restringido)
  - Video de la operación
  - Satisfacción del operario. El operario tendrá la opción de evaluar su herramienta a través del intranet(los operarios tendrán acceso únicamente para realizar encuestas y recibir información). Esto permitirá prevenir cualquier avería.

El acceso a la base de datos será diferente para cualquier personal de la fábrica. Servirá como medio informativo para todo el personal pero únicamente los podrán editar aquellas personas a las que se les dé el acceso.

Accesos:

- Para el responsable de producción y para el de mantenimiento de las herramientas, el acceso es total, es decir, pueden editar la información

- Los mandos de las distintas zonas tendrán clave y contraseña para poder dejar comentario en el apartado “comentarios de responsables en cada zona abra un espacio de comentario de responsable.

- Todo el personal de Volkswagen: podrán dejar su comentario introduciendo su número de identificación de la fábrica.

Al estar esta base de datos en la intranet, esta documentación puede proporcionar información a todo aquel que lo requiera porque todo el personal tendrá acceso de lectura. Para poder modificar cualquier dato o simplemente para informar que algo se ha roto, anteriormente se tenía que informar a varias personas para modificarlo en el registro. En cambio con esta nueva base que se encuentra a disposición de todos, hay un apartado que es “comentario (de responsable o del operario)” en el que se podrá informar al responsable de la base de datos de cualquier cambio que se haya producido en la línea para que, de esta manera, se actualice constantemente la documentación

### **8.3 PEGATINAS CON CÓDIGO DE BARRAS**

---

La forma de controlar la trazabilidad del par de apriete que realizan las herramientas electrónicas es muy eficaz. Por esta razón, esta propuesta se basa en una modificación de esa red para satisfacer otra necesidad.

El objetivo de esta propuesta es conocer la localización de la pistola en cada turno y almacenar esta información. Esta propuesta, como resumen general, consiste en la modificación de las pegatinas que actualmente se están colocando, introduciendo un nuevo campo que será un código de barras que servirá para identificar la pegatina informáticamente con ayuda de un lector de códigos de barras que se colocara en un poste localizado en cada fase. Posteriormente, esta información se enviaría a través de una red que es la misma que por donde envían el par de apriete las herramientas electrónicas y se almacenaría en una base de datos en donde quedaría registrada la pistola que se ha utilizado para cada coche. Esto no supondrá mucho trabajo para el operario ya que la sistemática para llevar a cabo este control es sencilla. Al empezar cada turno, el operario tendrá que pasar la pistola que va a utilizar por el lector. El PC

(que está a poca distancia del poste) al que está conectado mostrara toda la información necesaria al operario por lo que si el operario necesita información podría verla. El lector directamente tendrá unos LEDS que nos mostraran si estamos utilizando la pistola correcta de un modo que posteriormente se explicara más detenidamente. Además, en el poste habrá un lector de tarjetas en donde el operario también deberá de colocar su tarjeta de acceso a la fábrica para quedar registrado en la base de datos que, automáticamente, le asociaría la utilización de aquella pistola en los coches que pasen por esa fase durante el turno. La pantalla del PC se programara de tal manera que proporcione toda la información acerca de la pistola y la operación que realiza, para que así, el operario en caso de duda pueda consultar.

Para realizar esta propuesta, se van a utilizar varios elementos que se encuentran en la línea.

Antes de empezar a explicar esta propuesta, se explicará el funcionamiento de la red que controla la trazabilidad de los aprietes de las herramientas electrónicas.

### **8.3.1 REGISTRO DE PARES DE APRIETES: HERRAMIENTAS ELECTRÓNICAS**

El sistema de captura de pares de apriete consta de 13 puestos de recogida de pares de apriete y retoque (cada puesto realiza ambas funciones de recogida de pares de apriete y de retoque). Todos ellos se comunican con los dos ordenadores centrales de la sala de mantenimiento para recibir las unidades de montaje y operaciones que necesitan y para enviar los resultados obtenidos a su paso por cada puesto.

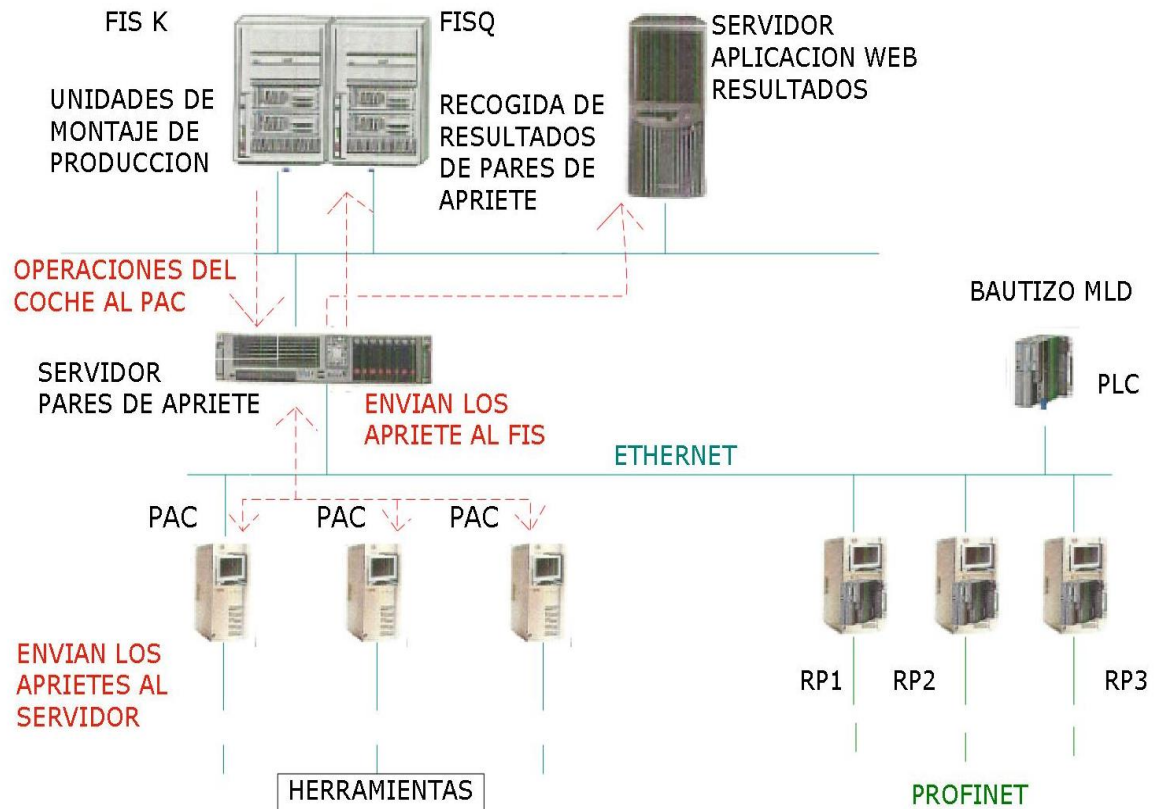


Figura 8.3: Esquema de la red industria del registro de pares

## *PAC*

Cada puesto denominado por estas siglas (Puesto de atornillado centralizado) recoge los aprietes de varias máquinas manuales, los inserta en su base de datos y envía los resultados a los ordenadores centrales de la sala de mantenimiento. A su vez, muestra en la pantalla del PC los resultados de los aprietes recibidos y gestiona el retoque de los coches que han salido erróneos.

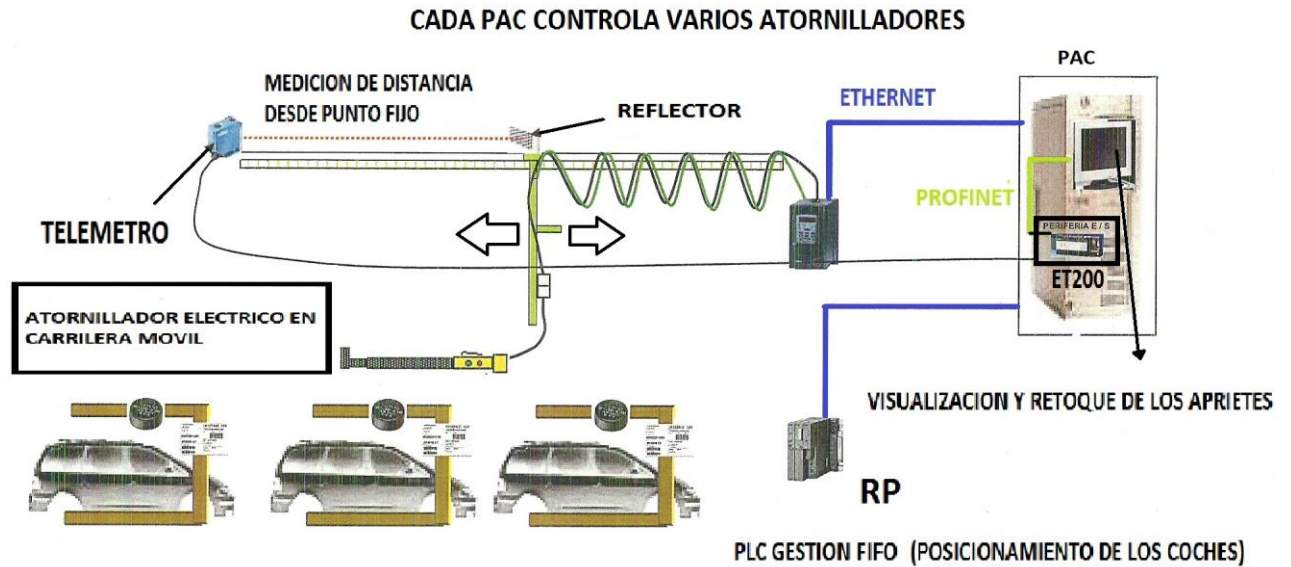


Figura 8.4: Esquema 2 de la red industria del registro de pares

### *Modo de operación*

1. El PC de cada puesto comunica con un PLC (RP1, RP2 O RP3) que controla la FIFO de coches de cada zona. Con el posicionamiento de los coches en la línea (controlado por cada RP) y las señales analógicas de las fotocélulas que marcan el posicionado de cada mástil-Atornillador, se realiza la asignación de los aprietes recibidos con las unidades de montaje a las que pertenecen. Esto lo hace por medio de una tarjeta Profinet de la que cuelga una ET200 con las señales analógicas de una fotocélula (Telemetro).
2. Los aprietes se reciben en cuanto se hacen mediante un telegrama Ethernet. También existe una herramienta (abrazadera neumática) que envía una señal digital (ok o No-ok) y se recoge en la ET200 DEL PAC
3. Por otro lado, se muestra en pantalla del ordenador una lista con los coches que están pasando por delante y mediante un código de colores se distinguen los aprietes correctos de los incorrectos. Así, los incorrectos se deben retocar físicamente y se puede validar el retoque mediante un botón para que se envíe ese retoque primero al ordenador central y, posteriormente, al FIS.

4. La red PROFIBUS sirve para comunicar las ET200 por motivos de seguridad y contrastar información

### ***Procesos utilizados***

En los PACs existen 4 procesos vinculados al sistema de pares de apriete:

1. Aplicación de control: Se encarga de recoger aprietes y asignarlos a la UM correspondiente, controlar alarmas, etc, manejando la periferia para entradas analógicas y digitales y comunicando con el PLC de gestión de FIFO de vehículos correspondiente (RP).
2. Aplicación en comunicaciones: Envía los resultados de aprietes, retoques, alarmas y avisos a los ordenadores centrales.
3. Aplicación de usuario: Aplicación de visualización con las pantallas de producción y mantenimiento.

### **8.3.2 MODIFICACIÓN DE LAS PEGATINAS**

Esta propuesta comienza modificando las pegatinas existentes en las que se introducirán un nuevo campo. Esta adición va a repercutir en las dimensiones de la etiqueta.

La pegatina resultante con su respectiva distribución de campos sería:

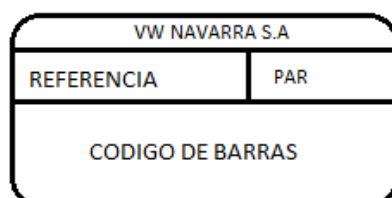


Figura 8.5: Imagen de que representa los campos de la nueva pegatina.



Se puede observar en la figura que debido a la extensión del código de barras, el tamaño de la pegatina se ha visto afectado aumentando.

El nuevo formato de la nueva pegatina tiene los mismos campos que el anterior menos el campo de la operación que es sustituido por el código de barras. El motivo de esta supresión es el tamaño. En la pegatina podríamos introducir los campos que se quisiera, pero esto en realidad, no se puede realizar porque posteriormente en la realización de la pegatina, el objetivo, es adherirla en la pistola, por lo que si el tamaño es muy grande no se podría colocar ya que no habría superficie donde colocarla. Además nos interesa que la pegatina tenga poco tamaño ya que de esta forma no entraría mucho en fricción con el operario, impidiendo que se despegue o se rompa. A mayor superficie, mayores probabilidades de que por fricción se rompa

### 8.3.3 LOCALIZACIÓN DE LA PEGATINA



Figura 8.6: Imagen de la localización de la pegatina con código de barras

La colocación de la pegatina estaría sobre la superficie de la carcasa donde se indica en la imagen. Esta posición se eligió después de realizar una observación de la forma que tienen los operarios en sujetarla, al realizar la operación que le corresponde a la herramienta

### 8.3.4 LOCALIZACIÓN DEL LECTOR DE CÓDIGOS DE BARRAS.

En todas las fases donde hay herramientas hay un lugar para sujetarlas como se muestra en la imagen. Este recurso se va a utilizar para sujetar el lector de código de barras y el de tarjetas.

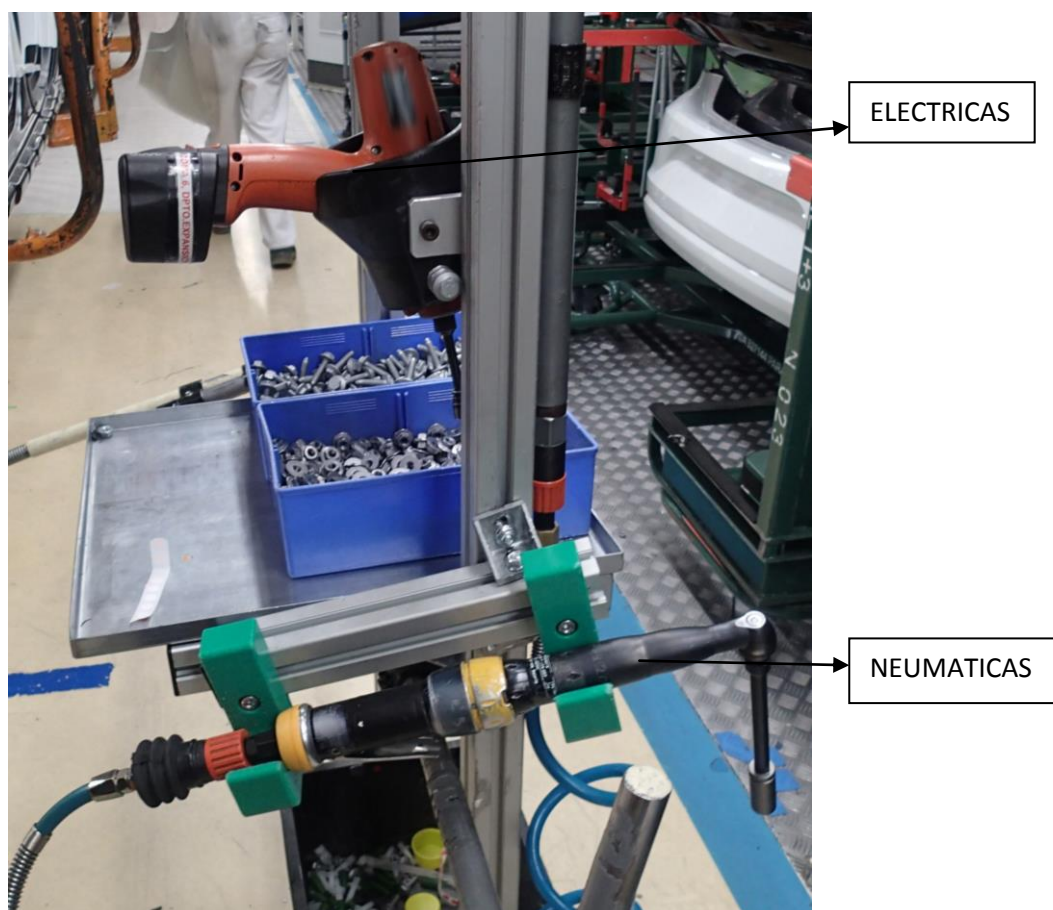


Figura 8.7: Imagen de la localización del lector de código de barras

La información que se captaría a través de estos lectores se transmitiría, de la misma manera de cómo se transmiten los aprietes, a una ET 200, que después los enviará por PROFINET al PC donde, posteriormente, se gestionara para conseguir los objetivos previstos.

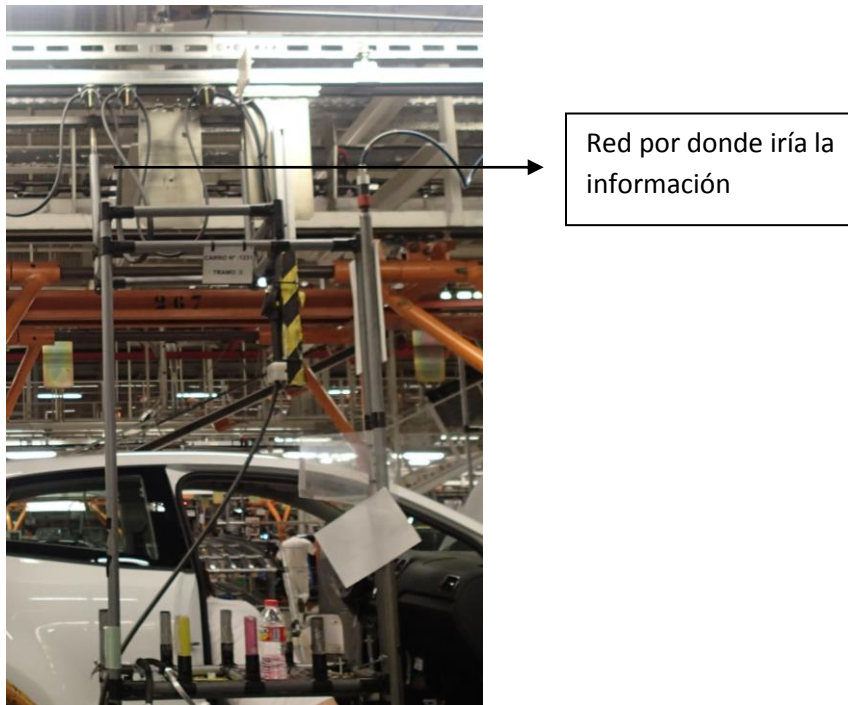


Figura 8.8: Imagen de la localización de la red por donde el código de barras transmitirá la información.

Estos objetivos son:

- Registrar la pistola que se utiliza en cada operación de cada fase
- Asociar al coche todas las pistolas que se han utilizado para realizar algún apriete. Durante el intervalo de tiempo desde que el operario pasa por el lector de código de barras la pistola al comienzo del turno hasta que la vuelve a pasar al final del turno, la pistola será registrada, asociándola al coche para la operación donde se encuentra el lector.
- Conocer la utilidad de cada herramienta observando el tiempo que se ha estado utilizando.

- Cuando la pistola sea leída, poder ver la información de la pistola y la operación en la pantalla.

Al final, realizando esto lo que se consigue es intentar dar información acerca de la operación, prevenir fallos y en el caso de que los haya, localizar fácilmente la procedencia para intentar dar alguna solución. También nos va a permitir localizar las pistolas que están funcionando, y saber la frecuencia con que se usan. Otro aspecto importante que se adquiere es intentar que la cada pistola este en la fase que le corresponde haciendo la operación a la que está asignada.

### 8.3.5 PROBLEMAS PREDECIBLES

Los problemas que se darían son los siguientes:

1. Las pegatinas al cabo del tiempo acabarían desgastándose por la fricción al estar en contacto con los operarios, por lo que dificultaría la lectura del dispositivo lector.
2. No se podría asegurar que se va a utilizar la pistola que pasamos por el lector ya que se podría dar el caso de que se pase la pistola por el lector y, por ejemplo, improvisadamente se apriete otro tornillo porque se le ha escapado al anterior operario.
3. No asegura que la pistola esté bien calibrada, es decir, que la pistola haga el apriete que teóricamente debería de realizar.
4. Al colocar muchos postes, reducimos el espacio en la línea.

### 8.3.6 BENEFICIOS

Los beneficios que se consiguen son:

1. Se da toda la información que necesita el operario para realizar correctamente el trabajo, información tanto visual como escrita.
2. Facilita la búsqueda del lugar del fallo en el caso de que lo haya
3. Previene la utilización en una operación de pistolas que no están destinadas a aquel uso.
4. Facilita la búsqueda de las herramientas ya que una vez que empieza el turno se pueden observar las herramientas que están siendo utilizadas. Teniendo este conocimiento, se puede buscar ágilmente las pistolas ya que si está en la línea, el registro con el código de barras dirá donde se ha empezado trabajando y si no está en el registro, entonces estará en el almacén.

### 8.3.7 SISTEMÁTICA

La sistemática que se debería de llevar a cabo para que esta propuesta funcione es la siguiente.

1. Para mantener el estado de la pegatinas: Cada 3 meses se tendrá que realizar un cambio de pegatina (si fuese necesario) y una revisión del par para que de esta manera se asegure que la pistola está realizando el apriete al que va determinado. Habrá un paquete de pegatinas en la zona de mantenimiento y en la propia línea, de tal manera que cuando el operario vea desgastada su pegatina y no le es posible que el dispositivo lector de código de barras lea el código, realice el cambio de pegatina encima de la anterior.
2. Para registrar la pistola: El operario al comenzar el turno pasara el código de barras de la pistola por el lector, registrando la pistola. A partir de ese

momento a todos los coches que pasen por esa fase, se registrara que se ha realizado con la pistola leída la operación propia de esa fase. Cuando acabe el turno el operario pasara de nuevo la pistola por el lector. Cuando esto pasa la pistola por el lector, es para registrarla y la segunda vez para indicar el fin de la utilización de la pistola.

El lector tendrá en su superficie 3 LEDS que van a indicar:

- Rojo: Indica que no se puede usar la pistola porque no es para la operación de esa fase, ni tiene el par que se requiere.
- Naranja: Indica que se puede usar la pistola porque tiene el par que se requiere pero no está asignada para esa operación, etc.
- Verde: Indica que se puede usar la pistola porque es propia de la operación de aquella fase.

Si en un caso el operario tuviese alguna duda, podrá tener toda la información que requiera en la pantalla del PC localizado en el PAC, que le podrá mostrar videos de la operación, imágenes de la pistola, el par, operación, etc.

El operario podrá también en el PC dar su opinión acerca de la herramienta.

## 8.4 PROPUESTA RTLS

---

La idea de trazabilidad indica identificar, registrar y poder localizar la herramienta en todo momento. Identificar lo conseguimos con ayuda de la pegatinas y registrar lo conseguimos creando la base de datos actualizada por lo que el único aspecto que nos queda por resolver es aspecto de localizar la herramienta en todo momento. Para conseguir este objetivo, la mejor manera de localizar las herramientas es mediante la monitorización a través de una pantalla mediante la tecnología RTLS.

La tecnología RTLS es una solución que permite el monitorización en tiempo real de los dispositivos Tags (etiquetas) que estén relacionados a objetos o recursos. En la actualidad, podemos decir que es viable la utilización de este tipo de tecnología ya que cada vez la electrónica es más barata y cada vez es más fácil implementar este tipo de tecnologías en la industria porque los dispositivos que se están realizando cada vez se compatibilizan con estas tecnologías nuevas.

Esta propuesta nace de la idea de intentar controlar a tiempo real las herramientas por siguiente motivo:

- Facilitar la búsqueda de las herramientas
- Conocer de manera real las herramientas que se usan.
- Evitar que se roben las herramientas.
- Conocer en todo momento si la herramienta está haciendo la operación a la que está asignada.

En el mercado podemos encontrar muchas tecnologías que pueden realizar un sistema RTLS, pero barajando todas las alternativas, las que más se usan para una aplicación inalámbrica como la que se quiere hacer, son las tecnologías RFID Y WIFI.

Entre las dos alternativas, la más óptima es la tecnología WIFI por los siguientes motivos:

- RFID tiene poco alcance, aproximadamente 2 m los mas comunes. Si quisiésemos instalar esta tecnología tendríamos que poner muchos lectores por toda la nave, de tal manera que la distancia entre ellos sea como máximo de 2 m, suponiendo esto un alto costo. Existe tecnología RFID de más alcance pero el coste es muy elevado.
- En general la infraestructura de la tecnología RFID es muy costosa
- La red WIFI es la red inalámbrica más utilizado a nivel mundial, haciendo esto que sus dispositivos generalmente sean más baratos
- La utilización de WIFI para sistemas RTLS es una opción válida, teniendo como ventaja extra el aprovechamiento de las infraestructuras WIFI que se tienen en la empresa. Esto repercute en una reducción significativa de los costes

#### 8.4.1 SOLUCIÓN:

Para realizar el realizar la tecnología RTLS vamos a contar con la re WIFI y tags activos.

El realizar esta aplicación nos permite aprovechar la infraestructura WIFI que posee la nave de montaje. Para tener mayor precisión, tendríamos que colocar más puntos de acceso para poder detectar perfectamente la señal.

Utilizaremos tags activos por los siguientes motivos:

- Unas de las aplicaciones importantes es el seguimiento de objetos
- Los tags activos emiten radiación que puede captar una red inalámbrica. El hecho de que emita radiación nos permite tener mayor precisión, por lo que a mayor emisión, mayor exactitud tendremos para localizar las herramientas.



### 8.4.2 FUNCIONAMIENTO:

Una vez instalada la infraestructura que se necesita, el sistema requiere una fase de puesta a punto. Esta calibración se realiza una única vez. En ella se deberá escanear la nave en busca de información que alimente el sistema y, posteriormente, aquella información será utilizada para calcular la posición de las herramientas.

El proceso que se utilizara para lo localizar las herramientas se reduce a tres pasos:

- Periódicamente la etiqueta (tag activo) envía una señal a un intervalo regular
- La señal es recibida por los puntos de acceso WIFI y de ahí, tras procesar la información, se envía al servidor RTLS. En el caso de que se quisiera conocer alguna otra información, como puede ser la temperatura, también se podría enviar.
- Haciendo uso de la información capturada durante la puesta a punto el servidor RTLS calcula la posición de la etiqueta WIFI.
- Posteriormente, se puede enviar esta información a los sistemas de gestión que tenga la empresa, como pueden ser los PDAs, móviles o simplemente otros ordenadores.

Tras calcular la posición de la etiqueta o dispositivo, el servidor comprueba si ha ocurrido algún evento que el sistema deba controlar (e.g.herramientas que salen fuera de la nave, batería baja de la etiqueta WIFI, está localizada en una fase donde no está la operación a la que ha sido asignada, etc.). Una vez procesados los eventos (por ejemplo, anotar la incidencia, avisar a un determinado usuario o lanzar una alarma), el server selecciona el activo asociado a la etiqueta que envió el paquete e informa a los usuarios que estén monitorizando dicho activo la localización y los eventos que éste haya generado.

Ejemplos de control con el sistema RTLS:

1. Robo: Cuando la herramienta salga de la nave de montaje se enviara una señal de alarma a los responsable de seguridad (mediante el móvil o cualquier dispositivo WIFI) y además, les enviara información acerca de la posición del ladrón.
2. Herramienta localizada en una fase donde la operación a la que ha sido asignada no está. En este caso se enviaría un aviso a la persona responsable de la zona de dónde es la herramienta, para que sitúe la herramienta, en la operación que tiene asignada.
3. Inventario. Se conocerá constantemente las herramientas que se tiene en el almacén controlando de esta manera las herramientas que se tienen.

### 8.4.3 ESQUEMA DEL SISTEMA

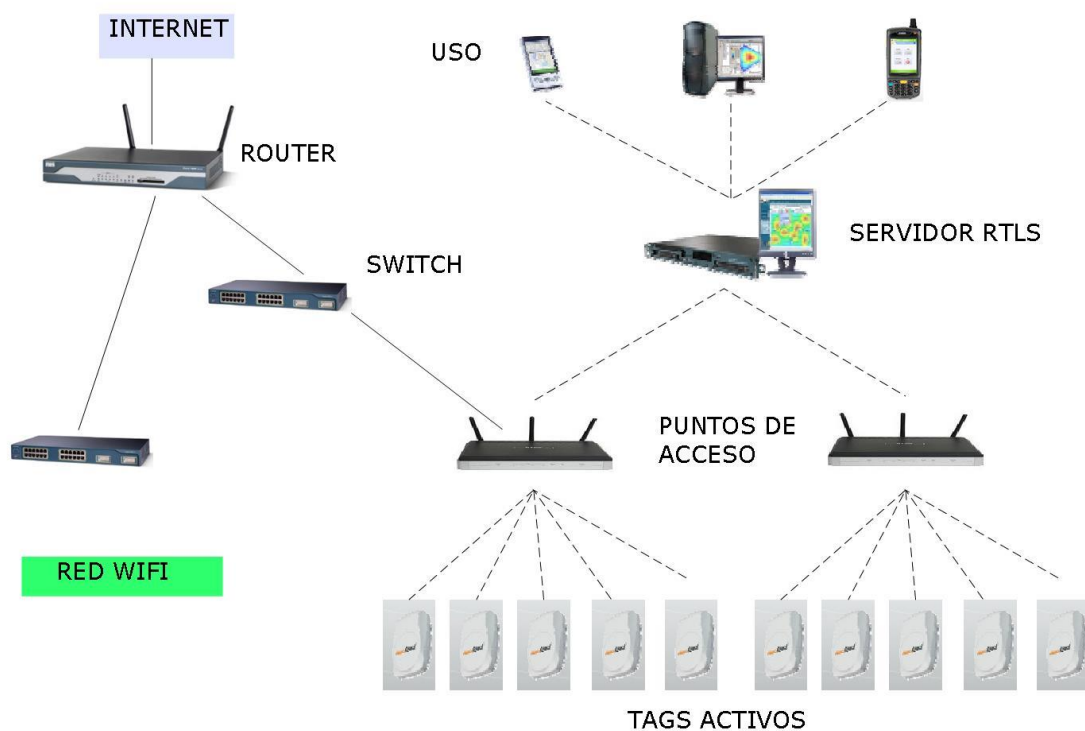


Figura 8.9: Esquema general del RFID

Para mejorar la precisión del RTLS se colocaran muchos puntos de acceso inalámbricos para localizar con mayor precisión la herramienta.

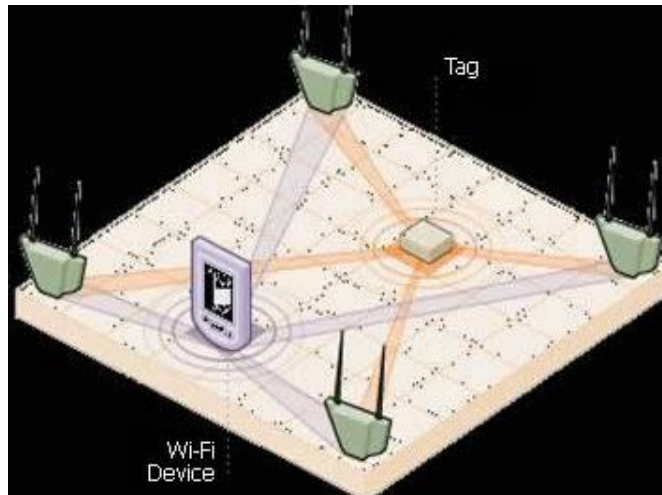


Figura 8.9: Esquema de la comunicación RTLS.

## **D. RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

## 9 RESULTADOS

---

Como resumen general, la empresa realizaba un control de la trazabilidad de las herramientas suficiente para asegurar la calidad requerida. Se controlaba fundamentalmente la trazabilidad de las herramientas destinadas a la realización de los aprietes importantes, y además se las controlaba de una manera poco precisa. Aplicando las propuestas de mejora sobre lo que se tenía, se observa que hay una mejora importante, pero estas mejoras están limitadas por la necesidad de una inversión material extra que permitiría mejorar un pilar sumamente importante como es el “sistemas de captura de datos”. Para ello, se realizan una serie de propuestas de mejora del sistema, que posibiliten la optimización de todos los pilares de la trazabilidad.

Entre las distintas propuestas, se destacan la de utilizar el sistema de carcasas de colores, que no supone mucho gasto, y la propuesta RFID-WIFI, porque proporciona más información que la utilización de códigos de barras. Los motivos porque elegiría el RFID, en vez del código de barras, son los siguientes:

Funciones	RFID	CODIGO DE BARRAS
Lecturas correctas	100%	<100% puede ocurrir que una pistola sea leída varias veces.
Rapidez de lectura	Rápida. Es automática.	Lenta. Hay que pasar la herramienta por el lector.
Flexibilidad de la etiqueta	Mucha se puede programar la etiqueta para que signifique otra cosa.	La etiqueta es única. Habría que cambiar de pegatina si se le cambia la operación a la herramienta.
Costes	Medio	Bajo
Utilidad para otros ámbitos	Mucha. Una vez que se tiene el sistema se puede realizar para controlar todo lo que se quiera además de las herramientas ( por ejemplo, personas.)	Poca. El sistema de código de barras está pensado únicamente para las herramientas.
Información que proporciona	Mucha. Más de la que se necesita	Suficiente.
Complejidad de la puesta en marcha	Poca. Una vez instalado no conlleva más trabajo. Como mucho el mantenimiento.	Media. Habría que renovar las pegatinas, intentar que los operarios lo pongan en práctica la sistemática...
RESULTADO	Excelente.	Suficiente.

Tabla 9.1: Tabla comparativa entre la propuesta código de barras y RTLS

Haciendo el análisis se puede llegar a la conclusión de que la tecnología RFID da un resultado excelente que engloba la información que nos proporciona, su utilidad y su fiabilidad. Sin embargo, el utilizar la propuesta de código de barras es suficiente para realizar la aplicación que se quiere.

Haciendo un balance general, se tiene como resultado de que se estaría controlando de una manera correcta la trazabilidad. Los pilares de la trazabilidad de objetos estarían completos.

- Sistemas de identificación:

- Identificación mediante código que es único para cada herramienta
- Identificación visual. Pegatinas que muestra información acerca de la operación que se ha de realizar
- Si se utiliza la propuesta Carcasas de colores: Identificación del par de apriete de la herramienta asociándolo al color de las carcasas de las herramientas

- Sistemas para la captura de datos:

- Si se utiliza la propuesta de RFID con WIFI: Sistema RFID que indica en todo momento los datos de la localización de la herramienta. Con esta información, se captura datos acerca de la utilidad de la herramienta, la ubicación, la presencia en la nave, lo que permitirá calcular el stock de las herramientas.
- Localización visual con las pegatinas

- Software para la gestión de datos:

- La nueva base de datos permite realizar pegatinas, obtener información, y agilizar la comunicación entre el personal de la nave.
- La base de datos RFID activaría alarmas, almacenaría información, etc.

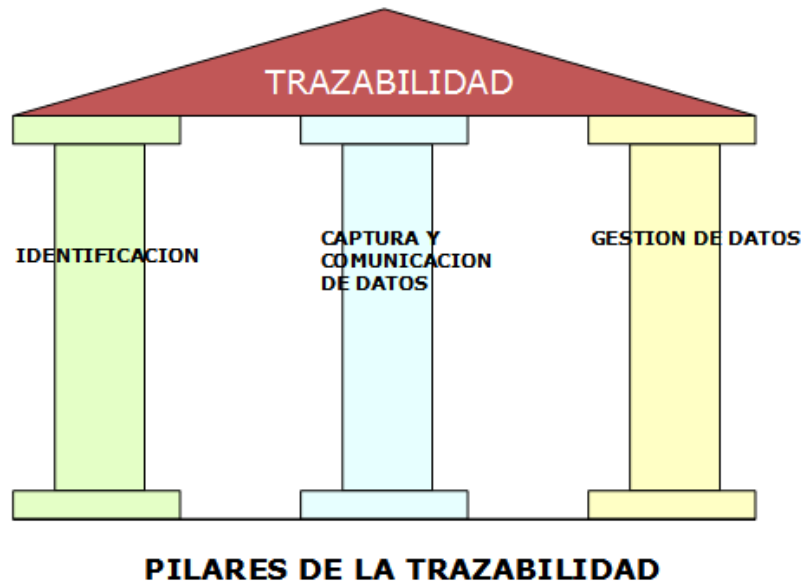


Figura 9.1: Imagen de los pilares de la trazabilidad tras usar el sistema RFID

Completar los 3 pilares de la trazabilidad, supone muchos beneficios para la empresa. Los más importantes son:

- Mejora de la calidad del producto (vehículo), cumpliendo la normativa ISO 9001.
- Reducción en gastos de herramientas. El tener un buen control de trazabilidad nos permitirá evitar la desaparición de robos de herramientas y se les podrá realizar un mejor mantenimiento, aumentando su durabilidad.
- Reducción de la búsqueda de las herramientas. Generalmente se suele realizar y supone una pérdida de tiempo.
- Reducción de defectos. Los operarios están más informados acerca de la operación y se tiene más controlado que todos los aprietes que se tienen que realizar al coche, estén realizado con la herramienta adecuada.



## 10 CONCLUSIONES

---

Conocer la trazabilidad de la elaboración de un producto en la línea de montaje es algo habitual. La empresa tiene la necesidad de conocer al momento toda la información de la que dispone sobre los procesos y sus recursos, ya que así puede averiguar cuáles son los defectos o recursos en mal estado. El objetivo es la elaboración de un sistema que igualmente nos permita controlar la trazabilidad de los dispositivos utilizados en la elaboración del producto. Se trata por lo tanto de una idea novedosa que fundamenta este trabajo fin de grado, ya que generalmente la trazabilidad se orienta exclusivamente al producto en sí registrándose todos los procesos que se le realizan, pero no de los componentes que intervienen en dicho proceso de fabricación, como puede ser el recorrido de una herramienta.

Como resumen final, se puede afirmar que realizar el control de la trazabilidad de las herramientas, es fundamental para la empresa si se quiere satisfacer los estándares de calidad que demandan los mercados, ya que en definitiva, las herramientas tienen una importancia vital en la trazabilidad general del vehículo. Ya que uno de los objetivos primordiales de la empresa es la mejora del control de los activos y de la calidad, este trabajo tiene una gran importancia ya que añade valor al producto final. Este trabajo ha tenido la suerte de haber podido llevarse a la práctica, quedando demostrada su eficacia y su efectividad.

## **E. BIBLIOGRAFIA**

## **11 BIBLIOGRAFIA**

---

### **11.1 LIBROS**

---

- Alan Gidekel (2006).Introducción a la tecnología RFID
- Steven Shepard (2005).RFID: Radio frequency identification
- ITENE. (2007). Trazabilidad RFID en la cadena logística
- Active RFID Systemes. (2006). Building a Case for Active RFID ROI: Cost Benefit Analysis
- Victoria de las Cuevas Insua (2006):Trazabilidad avanzado : guía práctica para la aplicación de un sistema de trazabilidad en una empresa

### **11.2 PAGINAS WEBS**

---

- [www.upct.es](http://www.upct.es)
- [www.vw-navarra.es](http://www.vw-navarra.es)
- [www.cosasdelainfancia.com](http://www.cosasdelainfancia.com)
- IDENA
- <http://sede.aecoc.es>
- [www.aeroscout.com](http://www.aeroscout.com)
- [www.pincosolutions.com](http://www.pincosolutions.com)
- [www.Cleantecsoftware.com](http://www.Cleantecsoftware.com)
- [www.htk-rfid.com](http://www.htk-rfid.com)
- [www.redes-wifi.es](http://www.redes-wifi.es)
- [www.moviltrack.com](http://www.moviltrack.com)
- [www.onendis.com](http://www.onendis.com)
- <http://productos.circontrol.com>
- <http://productos.circontrol.com>

- [www.slideshare.net](http://www.slideshare.net)
- [www.eetimes.com](http://www.eetimes.com)
- [www.zebra.com](http://www.zebra.com)

### **11.3 OTROS**

---

- Norma ISO 9001 Gestión de Calidad
- Manual macros de Excel 2010. Volkswagen
- Manual Básico de VBA Excel 2010
- Manual de herramientas altas copco
- Manual de herramientas FEIN
- Bases de datos Volkswagen
- Artículos uniones mecánicas: Universidad Carlos III

# F. ANEXOS

# A. ANEXO I :MANUAL 1 PARA REALIZAR PEGATINAS PARA LAS HERRAMIENTAS

## 1. PROCEDIMIENTO BASICO PARA LA ELABORACION DE PEGATINAS LAS HERRAMIENTAS DE MONTAJE

- Elaborar un archivo Texto Unicode en donde el contenido tenga la siguiente estructura:

**LAYOUT				008PROCESOSREF1				012	C	O	D	I	G	O					PAR1					004	P	A	R		ERLAUBNI1		025	O	P	E	R	A	C	I														
O	N		2	5		C	A	R	A	C	T	E	R	E	S					REF2					012	C	O	D	I	G	O	2					PAR2					004	P	A	R	2		ERLAUBNI1		025		
O	P	E	R	A	C	I	O	N	2																																											

- La estructura sirve para realizar dos pegatinas. El color rojo indica los campos que hay que rellenar, el azul los campos obligatorios y los cuadros en blanco simbolizan los espacios

EJEMPLO:

**LAYOUT				008PROCESOSREF1				012	6	8	1	1	-	8	9	2	-	2	1	0	PAR1					004	4			ERLAUBNI1		025	G	R	C		4	.	3												
																					REF2					012	6	8	1	5	-	6	0	7	-	2	0	3	PAR2					004	2			ERLAUBNI1		025	
G	R	C	7	.	1																																														

### Resultado

\*\*LAYOUT 008PROCESOSREF1 0126811-892-210PAR1 0044 ERLAUBNI1 025GRC 4.3 REF2 0126815-607-203PAR2 0042 ERLAUBNIS 025 GRC7.1

- Si copias el ejemplo anterior (Resultado) en un bloc de notas, estaría el archivo listo para llevarlo a la etiquetadora laser.
- La introducción del archivo a la impresora se encarga la persona de producción que tiene acceso a la etiquetadora

## 2. PROCEDIMIENTO RAPIDO CON AYUDA DE EXCEL

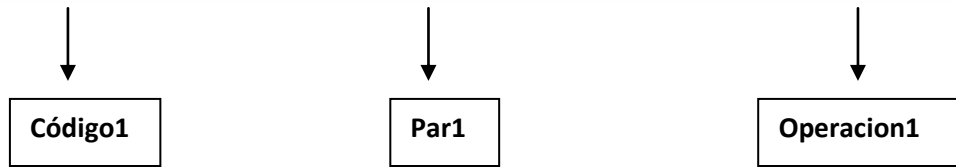
- El archivo Excel cuenta con 3 hojas.
- En la **hoja1** hay que introducir 3 campos: Par, código y operación(25 caracteres). Estos campos son los que varían( los que están en color rojo en el procedimiento básico).La imagen de la primera hoja es la siguiente:

	A	B	C	D	E	F	G
1	ZONA1						
2							
3	<b>CODIGO</b>	<b>PAR</b>	<b>OPERACIÓN</b>	<b>CODIGO2</b>	<b>PAR2</b>	<b>OPERACION2</b>	
4	6811-448-280	20	M.TAPA PROT.BAJOS RUSA	6815-243-204	30	F. FRONTAL P. ANT. DCHA	
5	6815-271-234	12.8	CABLE MASA MOTOR	6815-432-237	30	FIJAR TRAVIESA FRONTAL	
6	6815-619-200	30	F. TRAVIESA FRONTAL	6815-619-201	30	FIJAR TRAVIESA	
7	6815-629-201	20	M.SOPORTE BATERIA	6815-630-202	12	F.T. G. A.A. CONDESADOR	
8	6815-729-219	2.2	F. PLANCHA BAJOS IZQ.	6815-729-220	2.2	F. PLANCHA BAJOS IZQ.	
9	6815-729-221	1.5	F. PLANCHA BAJOS IZQ.	6815-770-202	1.5	FIJAR PASARUELDAS POST	

En la imagen se puede observar la forma de cómo se introduce los datos. Se introduce de esa manera para facilitar posteriormente la transmisión de datos. Esta facilidad tiene que ver con que las pegatinas se imprimen de dos en dos.

- En la **hoja2** con ayuda de la programación de Excel se introduce los datos de esta tabla en celdas con el fin de realizar la estructura de impresión que se ha explicado en el apartado anterior.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	CARGA EL JOB	REF1	012	PAR1		PAR1	004			ERLAUBNI1	025			REF2
2	**LAYOUT 008PROCESOSREF1	6811-448-280	012	PAR1	0126811-448-280PAR1	20	004	ERLAUBNI1	00420	ERLAUBNI1	M.TAPA PROT.BAJOS RUSA	025	REF2	025M.TAPA PROT.BAJOS RUSA REF2 6815-243-204
3	**LAYOUT 008PROCESOSREF1	6815-271-234	012	PAR1	0126815-271-234PAR1	12.8	004	ERLAUBNI1	00412.8	ERLAUBNI1	CABLE MASA MOTOR	025	REF2	025CABLE MASA MOTOR REF2 6815-432-237
4	**LAYOUT 008PROCESOSREF1	6815-619-200	012	PAR1	0126815-619-200PAR1	30	004	ERLAUBNI1	00430	ERLAUBNI1	F. TRAVIESA FRONTAL	025	REF2	025F. TRAVIESA FRONTAL REF2 6815-619-201
5	**LAYOUT 008PROCESOSREF1	6815-629-201	012	PAR1	0126815-629-201PAR1	20	004	ERLAUBNI1	00420	ERLAUBNI1	M.SOPORTE BATERIA	025	REF2	025M.SOPORTE BATERIA REF2 6815-630-202
6	**LAYOUT 008PROCESOSREF1	6815-729-219	012	PAR1	0126815-729-219PAR1	2.2	004	ERLAUBNI1	0042.2	ERLAUBNI1	F. PLANCHA BAJOS IZQ.	025	REF2	025F. PLANCHA BAJOS IZQ. REF2 6815-729-220
7	**LAYOUT 008PROCESOSREF1	6815-729-221	012	PAR1	0126815-729-221PAR1	1.5	004	ERLAUBNI1	0041.5	ERLAUBNI1	F. PLANCHA BAJOS IZQ.	025	REF2	025F. PLANCHA BAJOS IZQ. REF2 6815-770-202



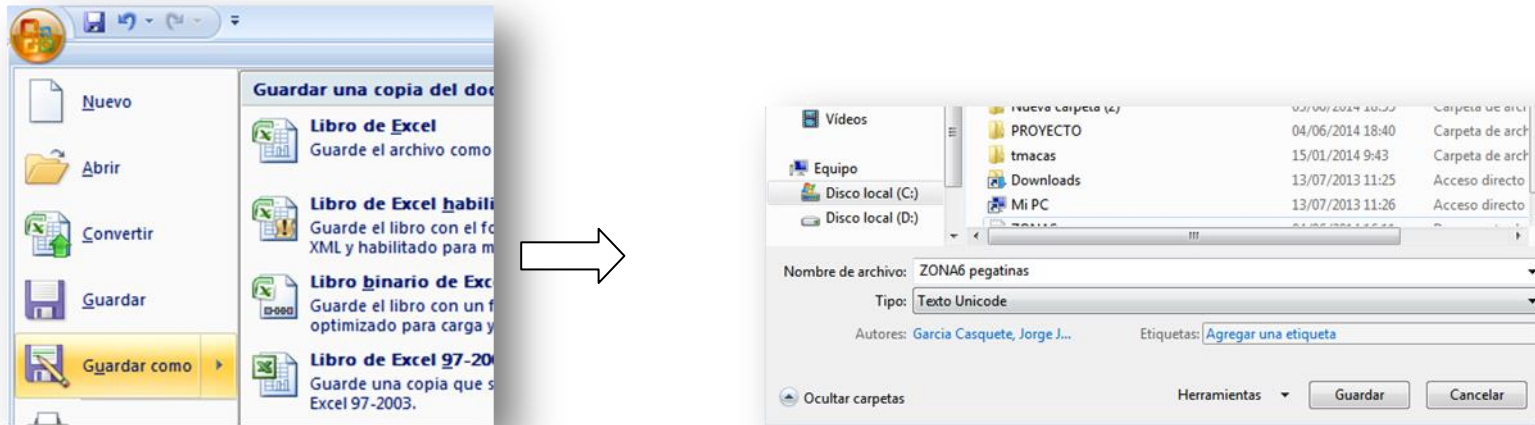
- En la **hoja3** con ayuda de la función concatenar de Excel unimos todas las celdas que se necesita para formar la estructura deseada, en una.

	A													B
1	**LAYOUT 008PROCESOSREF1	0126811-448-280PAR1	00420	ERLAUBNI1	025M.TAPA PROT.BAJOS RUSA	REF2	0126815-243-204PAR2	00430	ERLAUBNIS	025F. FRONTAL P. ANT. DCHA				
2	**LAYOUT 008PROCESOSREF1	0126815-271-234PAR1	00412.8	ERLAUBNI1	025CABLE MASA MOTOR	REF2	0126815-432-237PAR2	00430	ERLAUBNIS	025FIJAR TRAVIESA FRONTAL				
3	**LAYOUT 008PROCESOSREF1	0126815-619-200PAR1	00430	ERLAUBNI1	025F. TRAVIESA FRONTAL	REF2	0126815-619-201PAR2	00430	ERLAUBNIS	025FIJAR TRAVIESA				
4	**LAYOUT 008PROCESOSREF1	0126815-629-201PAR1	00420	ERLAUBNI1	025M.SOPORTE BATERIA	REF2	0126815-630-202PAR2	00412	ERLAUBNIS	025F.T. G. A.A. CONDESADOR				
5	**LAYOUT 008PROCESOSREF1	0126815-729-219PAR1	0042.2	ERLAUBNI1	025F. PLANCHA BAJOS IZQ.	REF2	0126815-729-220PAR2	0042.2	ERLAUBNIS	025F. PLANCHA BAJOS IZQ.				
6	**LAYOUT 008PROCESOSREF1	0126815-729-221PAR1	0041.5	ERLAUBNI1	025F. PLANCHA BAJOS IZQ.	REF2	0126815-770-202PAR2	0041.5	ERLAUBNIS	025FIJAR PASARUEDAS POST.				
7	**LAYOUT 008PROCESOSREF1	0126815-770-204PAR1	0041.5	ERLAUBNI1	025FIJACION PASORUEDAS	REF2	0126815-770-211PAR2	0041.5	ERLAUBNIS	025FIJAR PASORUEDAS				
8	**LAYOUT 008PROCESOSREF1	0126815-770-217PAR1	0041.5	ERLAUBNI1	025FIJACION PASORUEDAS	REF2	0126815-770-220PAR2	0041.5	ERLAUBNIS	025FIJACION PASORUEDAS				

Posteriormente se tiene que guardar el archivo en formato de texto Unicode. PASOS: INICIO-GUARDAR COMO-FORMATO TEXTO UNICODE.

Dato importante: Para guardar el archivo se tiene que estar en la hoja **Imprimir (hoja3)**.





Despues de guardar abrimos el archivo y borramos los elementos que no tienen datos variables.

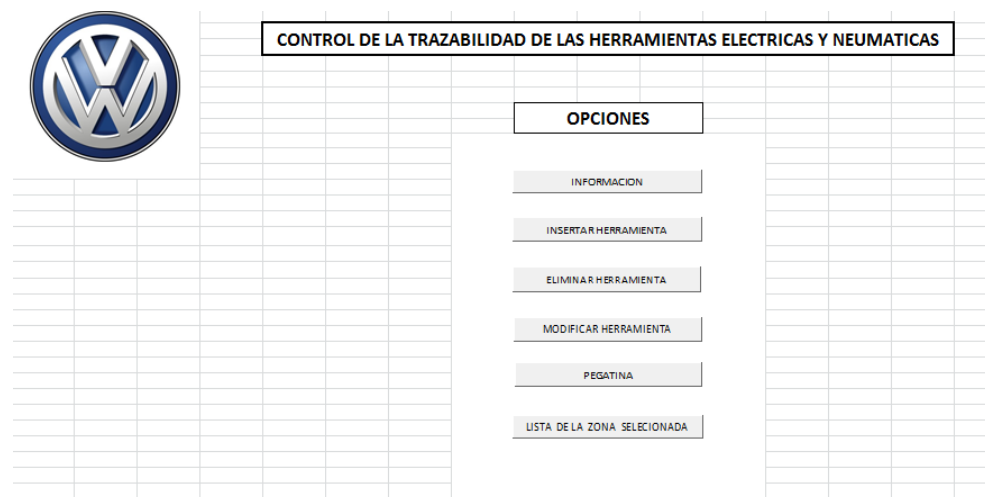
Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
**LAYOUT	008PROCESOSREF1	0126811-448-280PAR1	00420	ERLAUBNII 025M. TAPA PROT. BAJOS RUSA
**LAYOUT	008PROCESOSREF1	0126815-271-234PAR1	00412.8	ERLAUBNII 025CABLE MASA MOTOR
**LAYOUT	008PROCESOSREF1	0126815-619-200PAR1	00430	ERLAUBNII 025F. TRAVIESA FRONTAL
**LAYOUT	008PROCESOSREF1	0126815-629-201PAR1	00420	ERLAUBNII 025M. SOPORTE BATERIA
**LAYOUT	008PROCESOSREF1	0126815-729-219PAR1	0042.2	ERLAUBNII 025F. PLANCHA BAJOS IZQ.
**LAYOUT	008PROCESOSREF1	0126815-729-221PAR1	0041.5	ERLAUBNII 025F. PLANCHA BAJOS IZQ.
**LAYOUT	008PROCESOSREF1	0126815-770-204PAR1	0041.5	ERLAUBNII 025FIJACION PASORUEDAS
**LAYOUT	008PROCESOSREF1	0126815-770-217PAR1	0041.5	ERLAUBNII 025FIJACION PASORUEDAS
**LAYOUT	008PROCESOSREF1	0126815-774-207PAR1	00416	ERLAUBNII 025M. CONSOLA BATERIA
**LAYOUT	008PROCESOSREF1	0126815-907-200PAR1	0042	ERLAUBNII 025FIJACION PASORUEDAS

Con este archivo, se va a la etiquetadora laser y el responsable de producción de la etiquetadora te imprime las pegatinas.

## B. ANEXO II: MANUAL DE INSTRUCCIONES DE LA BASE DE DATOS DE LAS HERRAMIENTAS

Al abrir la base de datos nos encontramos con la imagen que se representa en la imagen siguiente. Podemos ver que tenemos 6 opciones para elegir:

1. Información
2. Insertar herramienta
3. Eliminar herramienta
4. Modificar herramienta
5. Pegatina
6. Lista de la zona seleccionada



1º INFORMACION

Se inserta en el espacio en blanco el código de la pistola y se presiona buscar, mostrándonos posteriormente toda la información acerca de la herramienta

**OPCIONES**

INFORMACION


INSERTAR HERRAMIENTA

ELIMINAR HERRAMIENTA

MODIFICAR HERRAMIENTA

PEGATINA

LISTA DE LA ZONA SELECCIONADA



**REGISTRO DE HERRAMIENTAS ELECTRICAS Y NEUM**  
**TALLER DE MONTAJE/ VOLKSWAGEN NAVARRA**

**CODIGO:**

**LOCALIZACION**

Nº OPERACION  PAR  FASE  ZONA  TRAMO

OPERACION

**HERRAMIENTA**

TIPO  MODELO  MARCA

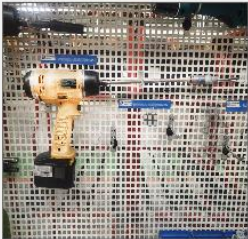
**ESTADO**

FECHA DE ALTA

FECHA DE ULTIMA CALIBRACION

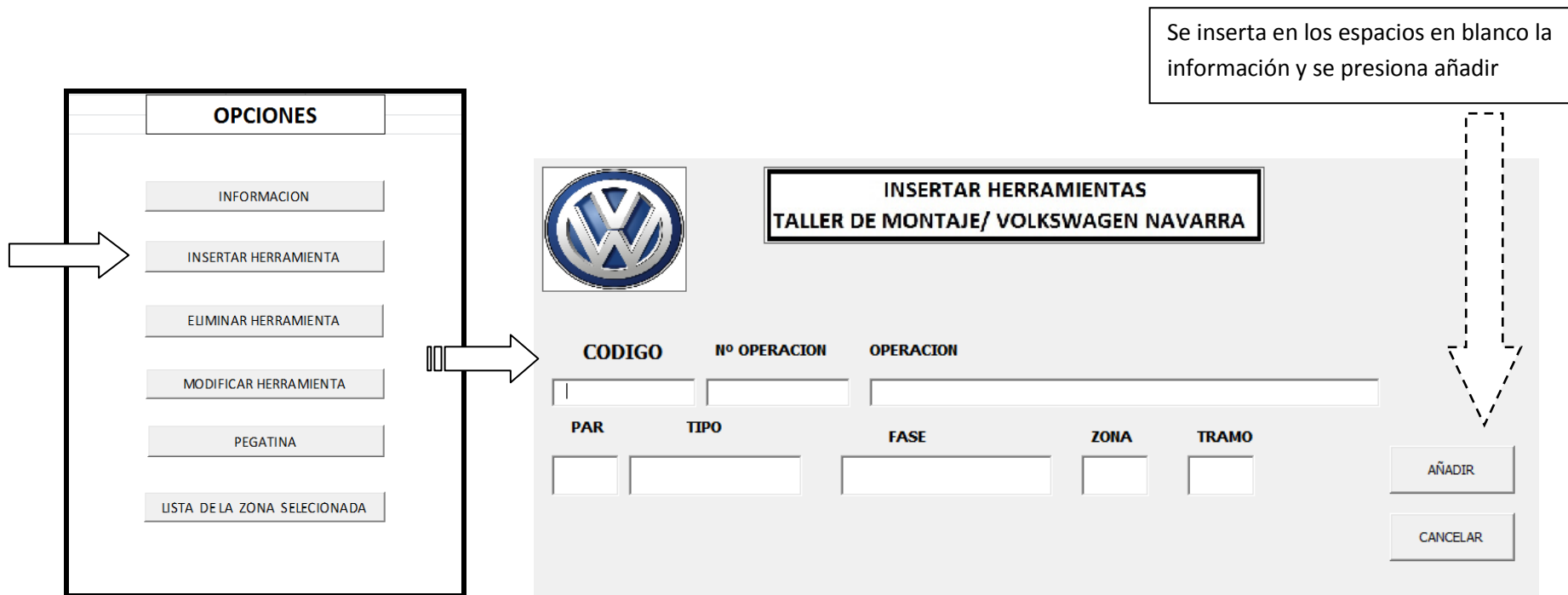
FECHA DE PROXIMA CALIBRACION

**IMAGEN**

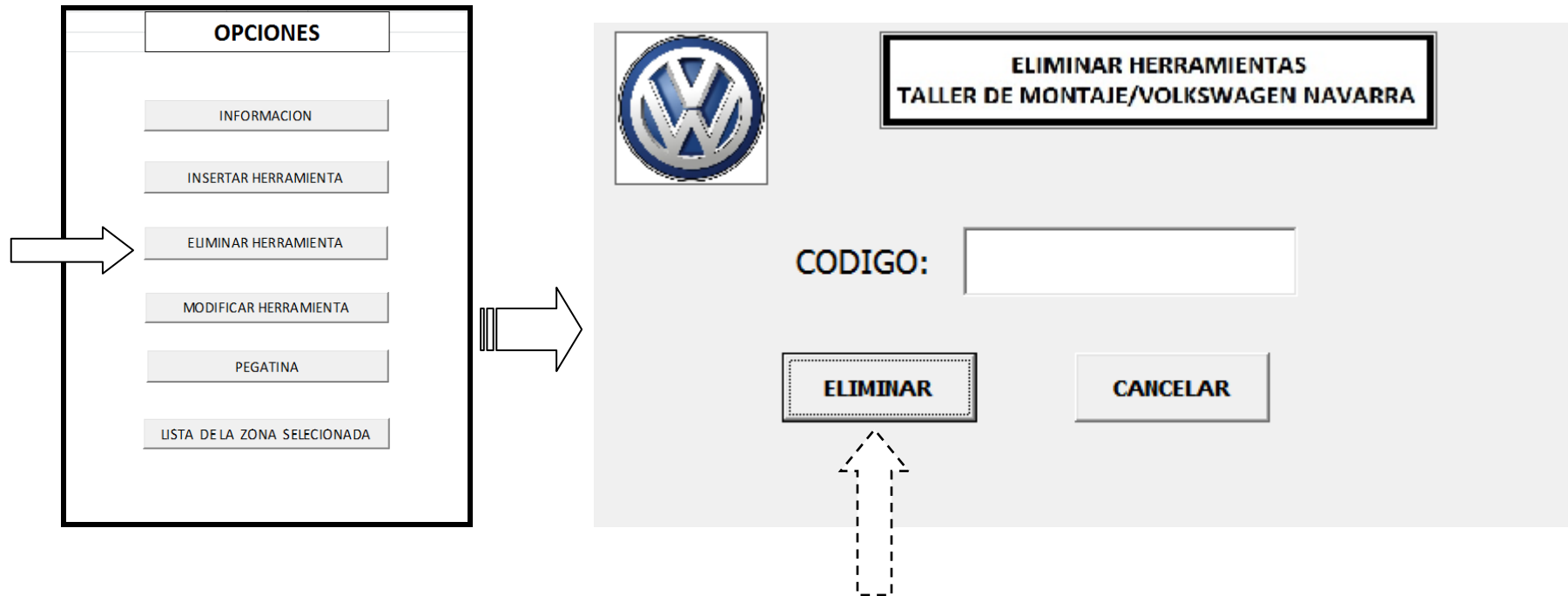


**HISTORICO**

2º INSERTAR HERRAMIENTA



3º ELIMINAR HERRAMIENTA



Se inserta en el espacio en blanco el número del código de la herramienta que se quiere eliminar y posteriormente se presiona el botón ELIMINAR

4ºMODIFICAR HERRAMIENTA

5º PEGATINA

Se inserta en todos los espacios en blanco la información nueva de la herramienta (pertenciente al código) y se pulsa el botón MODIFICAR. Si algún campo no se rellena se modificara la información antigua, y se pondrá en blanco.

**OPCIONES**

- INFORMACION
- INSERTAR HERRAMIENTA
- ELIMINAR HERRAMIENTA
- MODIFICAR HERRAMIENTA
- PEGATINA
- LISTA DE LA ZONA SELECCIONADA

**REALIZACION DE PEGATINAS PARA HERRAMIENTAS TALLER DE MONTAJE/ VOLKSWAGEN NAVARRA**

**DE QUE ZONAS QUIERES LAS PEGATINAS?**

ZONA1	AÑADIR
ZONA2	AÑADIR
ZONA3	AÑADIR
ZONA4	AÑADIR
ZONA5	AÑADIR
ZONA6	AÑADIR
ZONA7	AÑADIR
ZONA8	AÑADIR

**ESCRIBIR EL CODIGO DE LAS HERRAMIENTAS INDIVIDUALMENTE**

HERRAMIENTA 1	<input type="text"/>	ACEPTAR
HERRAMIENTA 1	<input type="text"/>	ACEPTAR
HERRAMIENTA 1	<input type="text"/>	ACEPTAR
HERRAMIENTA 1	<input type="text"/>	ACEPTAR
HERRAMIENTA 1	<input type="text"/>	ACEPTAR
HERRAMIENTA 1	<input type="text"/>	ACEPTAR
HERRAMIENTA 1	<input type="text"/>	ACEPTAR

**SIMPLIFICAR**

**CANCELAR**

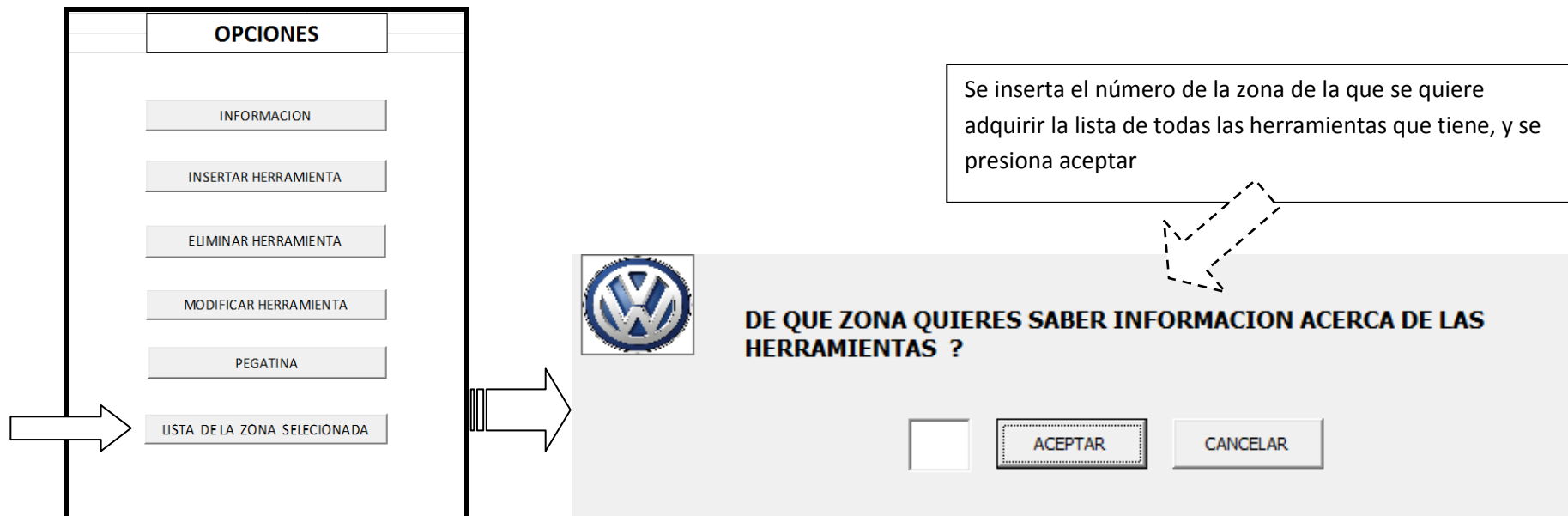
Se puede imprimir las pegatinas correspondiente a cualquier zona teniendo en cuenta que solo se puede elegir 1. Se selecciona la zona pulsando el botón añadir y, posteriormente se pulsa el botón SIMPLIFICAR. Otra opción es introducir individualmente las herramientas. Es posible introducir hasta 6.

Una que se pulsa el botón simplificar nos saldrá el documento, con los datos listos para realizar el procedimiento 2 (Procedimiento rápido con ayuda de Excel) del manual 1.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	ZONA3							
2								
3	CODIGO	TIPO	OPERACIÓN	NºOPERACIÓN	PAR	FASE	ZONA	TRAMO
4	6811-538-200	NEUMATICA	REMACHAR			77	3	2
5	6811-538-201	NEUMATICA	REMACHAR ALARMAS.	6R0E3C3214		78	3	2
6	6811-836-354	NEUMATICA	QUITAR REMACHES ALARMA.		NO	78	3	2
7	6815-206-253	NEUMATICA	M. BASTONES Y CINTURONES.	6R0A2B0214		ALMACEN COMUN	3	2
8	6815-206-266	NEUMATICA	RETO VERI.1.3			78	3	2
9	6815-630-205	NEUMATICA	AFLOJAR TUERCAS DE MASAS COP	6R0E1B1208		78	3	2
10	6816-214-252	ELECTRICA	REPUESTO. 1.3.1			ALMACEN COMUN	3	2
11	6816-214-296	ELECTRICA	AFLOJAR TUERCAS DE MASAS COP	6R0E1B1208.		78	3	2
12	6816-214-318	ELECTRICA	RETOVERI. 1.3.1			78	3	2
13	6816-214-319	ELECTRICA	RETOVERI. 1.3.1			ALMACEN COMUN	3	2
14	6816-468-209	ELECTRICA	ATORNILLAR PERNO PUERTA ANT	6R0K6C6200	2	ALMACEN COMUN	3	2
15	6816-468-211	ELECTRICA	M. TECHOS.	6R0K7A7012	3	ALMACEN COMUN	3	2
16	6816-468-226	ELECTRICA	ATORNILLAR PERNO PUERTA ANT	6R0K6C6200	2	79	3	2
17	6816-468-269	ELECTRICA	GUIA TRASERA	6R0K3B3108	2,5	GRC 5.2	3	2
18	6816-468-272	ELECTRICA	COLOCAR IMPERIAL.	6R0K7A7012	3	85	3	2
19	6816-468-341	ELECTRICA	M. PERNO PUERTA POST.	6R0K6C6201	2	ALMACEN COMUN	3	2
20	6816-468-343	ELECTRICA	M. PERNO PUERTA POST.	6R0K6C6202	2	ALMACEN COMUN	3	2
21	6816-468-403	ELECTRICA	ATORNILLAR PERNOS IZQUIERDA	6R0K6C6200	2	76	3	2



6º LISTA DE ZONA



## C. ANEXO III:PRAGRAMACION BASE DE DATOS

### 1 BOTON INFORMACION:

```
Private Sub CommandButton1_Click()  
UserForm1.Show  
End Sub
```

#### 1.1 PROGRAMACION DEL BOTON BUSCAR

```
Private Sub CommandButton1_Click()
```

*'Defino las variables*

```
Dim codigo As String  
Dim numop As Variant  
Dim operacion As Variant  
Dim par As Variant  
Dim tipo As Variant  
Dim fase As Variant  
Dim zona As Variant  
Dim tramo As Variant  
Dim modelo As Variant  
Dim marca As Variant  
Dim fechaalta As Variant  
Dim fechaultmacalibracion As Variant  
Dim fechaproximacalibracion As Variant  
Dim historico As Variant  
Dim foto As String
```

Dim value As Variant

Dim lookupRange As Range ' define un rango

Worksheets("zonas").Activate

value = TextBox1.value *'celda con el valor que buscamos*

Set lookupRange = Sheets("zonas").Range("A2:N1000") *' definimos un rango lo suficientemente grande. muy superior al número de pistolas*

Sheets("ZONAS").Select

For j = 2 To 1000

If Cells(j, 1) = TextBox1.Text Then

numop = Application.WorksheetFunction.VLookup(Me.TextBox1,  
lookupRange, 4, False) *' vlookup nos va a permitir localizar el código y nos va a dar el valor que esta*

TextBox2 = numop

operacion = Application.WorksheetFunction.VLookup(Me.TextBox1,  
lookupRange, 3, False)

TextBox3 = operacion

par = Application.WorksheetFunction.VLookup(Me.TextBox1, lookupRange, 5,  
False)

TextBox10 = par

tipo = Application.WorksheetFunction.VLookup(Me.TextBox1, lookupRange,  
2, False)

TextBox15 = tipo

fase = Application.WorksheetFunction.VLookup(Me.TextBox1, lookupRange,  
6, False)

TextBox4 = fase

```
zona = Application.WorksheetFunction.VLookup(Me.TextBox1, lookupRange,  
7, False)
```

```
TextBox5 = zona
```

```
tramo = Application.WorksheetFunction.VLookup(Me.TextBox1, lookupRange,  
8, False)
```

```
TextBox6 = tramo
```

```
modelo = Application.WorksheetFunction.VLookup(Me.TextBox1,  
lookupRange, 9, False)
```

```
TextBox12 = modelo
```

```
marca = Application.WorksheetFunction.VLookup(Me.TextBox1, lookupRange,  
10, False)
```

```
TextBox14 = marca
```

```
fechaalta = Application.WorksheetFunction.VLookup(Me.TextBox1,  
lookupRange, 11, False)
```

```
TextBox7 = fechaalta
```

```
fehaultmacalibracion =  
Application.WorksheetFunction.VLookup(Me.TextBox1, lookupRange, 12,  
False)
```

```
TextBox8 = fehaultmacalibracion
```

```
fehapproximacalibracion =  
Application.WorksheetFunction.VLookup(Me.TextBox1, lookupRange, 13,  
False)
```

```
TextBox9 = fehapproximacalibracion
```

```
historico = Application.WorksheetFunction.VLookup(Me.TextBox1,  
lookupRange, 14, False)
```

```
TextBox18 = historico
```

```
End If
Next
If operacion = "" Then
    MsgBox ("La herramienta que busca no esta en la base de datos")

End If
Sheets("INICIO").Select
End Sub
```

## 2 BOTON INSERTAR HERRAMIENTA:

```
Private Sub CommandButton3_Click()
UserForm4.Show
End Sub
```

### 2.1 PROGRAMACION DEL BOTON AÑADIR

```
Private Sub CommandButton1_Click()
Sheets("PASO ").Select
Range("A2") = TextBox1.Text
Range("B2") = TextBox11.Text
Range("C2") = TextBox6.Text
Range("D2") = TextBox5.Text
Range("E2") = TextBox7.Text
Range("F2") = TextBox8.Text
Range("G2") = TextBox9.Text
Range("H2") = TextBox10.Text

Sheets("PASO ").Select
Range("A2:H2").Select
```

```

Selection.Cut

Sheets("ZONAS").Select

Rows("398:398").Select

Selection.Insert Shift:=xlDown

Sheets("INICIO").Select

Sheets("ZONAS").Select

Range("A2:H660").Select

ActiveWorkbook.Worksheets("ZONAS").Sort.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("ZONAS").Sort.SortFields.Add Key:=Range("A2"), _
SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:=xlSortNormal

With ActiveWorkbook.Worksheets("ZONAS").Sort
.SetRange Range("A2:H402")

.Header = xlNo

.MatchCase = False

.Orientation = xlTopToBottom

.SortMethod = xlPinYin

.Apply

End With

Sheets("INICIO").Select

End Sub

```

## 2.2 PROGRAMACION DEL BOTON CANCELAR

```

Private Sub CommandButton2_Click()

Unload Me

End Sub

```

### 3 BOTON ELIMINAR HERRAMIENTA:

```
Private Sub CommandButton5_Click()  
UserForm5.Show  
End Sub
```

#### 3.1 PROGRAMACION DEL BOTON ELIMINAR

```
Private Sub CommandButton1_Click()  
Sheets("ZONAS").Select  
For j = 2 To 1000  
If Cells(j, 1) = TextBox1.Text Then
```

```
    Cells(j, 1).Select  
    Selection.ClearContents
```

```
    Cells(j, 2).Select  
    Selection.ClearContents
```

```
    Cells(j, 3).Select  
    Selection.ClearContents
```

```
    Cells(j, 4).Select  
    Selection.ClearContents
```

```
    Cells(j, 5).Select  
    Selection.ClearContents
```

```
    Cells(j, 6).Select  
    Selection.ClearContents
```

```
    Cells(j, 7).Select
```

```
Selection.ClearContents

Cells(j, 8).Select

Selection.ClearContents

End If

Next

Sheets("ZONAS").Select

Range("A2:H539").Select

ActiveWindow.SmallScroll Down:=-12

ActiveWorkbook.Worksheets("ZONAS").Sort.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("ZONAS").Sort.SortFields.Add Key:=Range("A2"), _
SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:=xlSortNormal

With ActiveWorkbook.Worksheets("ZONAS").Sort

.SetRange Range("A2:H402")

.Header = xlGuess

.MatchCase = False

.Orientation = xlTopToBottom

.SortMethod = xlPinYin

.Apply

End With

End Sub
```

### 3.2 PROGRAMACION DEL BOTON CANCELAR

```
Private Sub CommandButton2_Click()

Unload Me

End Sub
```



## 4 BOTON MODIFICAR HERRAMIENTA:

```
Private Sub CommandButton4_Click()
```

```
UserForm6.Show
```

```
End Sub
```

### 4.1 PROGRAMACION DEL BOTON MODIFICAR

```
Private Sub CommandButton1_Click()
```

```
Sheets("ZONAS").Select
```

```
a = 0
```

```
For j = 2 To 1000
```

```
If Cells(j, 1) = TextBox2.Text Then
```

```
    a = 1
```

```
    Cells(j, 2) = TextBox15.Text
```

```
    Cells(j, 3) = TextBox4.Text
```

```
    Cells(j, 4) = TextBox3.Text
```

```
    Cells(j, 5) = TextBox11.Text
```

```
    Cells(j, 6) = TextBox5.Text
```

```
    Cells(j, 7) = TextBox6.Text
```

```
    Cells(j, 8) = TextBox7.Text
```

```
    Cells(j, 9) = TextBox12.Text
```

```
    Cells(j, 10) = TextBox14.Text
```

```
    Cells(j, 11) = TextBox16.Text
```

```
    Cells(j, 12) = TextBox8.Text
```

```
    Cells(j, 13) = TextBox9.Text
```

```
    Cells(j, 14) = TextBox18.Text
```

End If

Next

If a = 0 Then

MsgBox ("La herramienta que quiere modificar no esta ne la base de datos")

End If

Sheets("ZONAS").Select

Range("A2:H539").Select

ActiveWindow.SmallScroll Down:=-12

ActiveWorkbook.Worksheets("ZONAS").Sort.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("ZONAS").Sort.SortFields.Add Key:=Range("A2"), \_

SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:=xlSortNormal

With ActiveWorkbook.Worksheets("ZONAS").Sort

.SetRange Range("A2:H402")

.Header = xlGuess

.MatchCase = False

.Orientation = xlTopToBottom

.SortMethod = xlPinYin

.Apply

End With

End Sub

#### 4.2 PROGRAMACION DEL BOTON CANCELAR

```
Private Sub CommandButton2_Click()
```

```
Unload Me
```

```
End Sub
```

### 5 BOTON PEGATINAS:

```
Private Sub CommandButton2_Click()
```

```
UserForm2.Show
```

```
End Sub
```

#### 5.1 PROGRAMACION DEL BOTON AÑADIR HERRAMIENTA 1

```
Private Sub CommandButton1_Click()
```

```
Sheets("SIMPLIFICAR").Select
```

```
Range("A7:H1000").Select
```

```
Selection.ClearContents
```

```
Sheets("ZONAS").Select
```

```
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$397").AutoFilter Field:=1, Criteria1:= _
```

```
TextBox1
```

```
Range("A2:H1000").Select
```

```
Selection.Copy
```

```
Sheets("SIMPLIFICAR").Select
```

```
Range("A4").Select
```

```
ActiveSheet.Paste
```

```
Sheets("ZONAS").Select
```

```
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$1000").AutoFilter Field:=1
```

```
Application.CutCopyMode = False
```

```
End Sub
```

## 5.2 PROGRAMACION DEL BOTON AÑADIR HERRAMIENTA 2

```
Private Sub CommandButton10_Click()  
Sheets("SIMPLIFICAR").Select  
Range("A6:H1000").Select  
Selection.ClearContents  
Sheets("ZONAS").Select  
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$397").AutoFilter Field:=1, Criteria1:= _  
TextBox2  
Range("A2:H1000").Select  
Selection.Copy  
Sheets("SIMPLIFICAR").Select  
Range("A6").Select  
ActiveSheet.Paste  
Sheets("ZONAS").Select  
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$1000").AutoFilter Field:=1  
Application.CutCopyMode = False  
End Sub
```

## 5.3 PROGRAMACION DEL BOTON AÑADIR HERRRAMIENTA 3

```
Private Sub CommandButton11_Click()  
Sheets("SIMPLIFICAR").Select  
Range("A5:H1000").Select  
Selection.ClearContents  
Sheets("ZONAS").Select  
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$397").AutoFilter Field:=1, Criteria1:= _  
TextBox3  
Range("A2:H1000").Select  
Selection.Copy  
Sheets("SIMPLIFICAR").Select
```

```

Range("A5").Select
ActiveSheet.Paste
Sheets("ZONAS").Select
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$1000").AutoFilter Field:=1
Application.CutCopyMode = False
End Sub

```

#### 5.4 PROGRAMACION DEL BOTON AÑADIR HERRAMIENTA 4

```

Private Sub CommandButton12_Click()
Sheets("SIMPLIFICAR").Select
Range("A7:H1000").Select
Selection.ClearContents
Sheets("ZONAS").Select
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$397").AutoFilter Field:=1, Criteria1:= _
TextBox4
Range("A2:H1000").Select
Selection.Copy
Sheets("SIMPLIFICAR").Select
Range("A7").Select
ActiveSheet.Paste
Sheets("ZONAS").Select
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$1000").AutoFilter Field:=1
Application.CutCopyMode = False
End Sub

```

#### 5.5 PROGRAMACION DEL BOTON AÑADIR HERRAMIENTA 5

```

Private Sub CommandButton13_Click()
Sheets("SIMPLIFICAR").Select
Range("A8:H1000").Select
Selection.ClearContents
Sheets("ZONAS").Select

```

```

ActiveSheet.Range("$A$1:$H$397").AutoFilter Field:=1, Criteria1:= _
TextBox5
Range("A2:H1000").Select
Selection.Copy
Sheets("SIMPLIFICAR").Select
Range("A8").Select
ActiveSheet.Paste
Sheets("ZONAS").Select
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$1000").AutoFilter Field:=1
Application.CutCopyMode = False
End Sub

```

#### 5.6 PROGRAMACION DEL BOTON AÑADIR HERRAMIENTA 6

```

Private Sub CommandButton14_Click()
Sheets("SIMPLIFICAR").Select
Range("A9:H1000").Select
Selection.ClearContents
Sheets("ZONAS").Select
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$397").AutoFilter Field:=1, Criteria1:= _
TextBox6
Range("A2:H1000").Select
Selection.Copy
Sheets("SIMPLIFICAR").Select
Range("A9").Select
ActiveSheet.Paste
Sheets("ZONAS").Select
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$1000").AutoFilter Field:=1
Application.CutCopyMode = False
End Sub

```

### 5.7 PROGRAMACION DEL BOTON SIMPLIFICAR

```
Private Sub CommandButton15_Click()
```

```
UserForm3.Show
```

```
Unload Me
```

```
End Sub
```

### 5.8 PROGRAMACION DEL BOTON CANCELAR

```
Private Sub CommandButton16_Click()
```

```
Unload Me
```

```
End Sub
```

### 5.9 PROGRAMACION DEL BOTON AÑADIR ZONA 1

```
Private Sub CommandButton2_Click()
```

```
Sheets("SIMPLIFICAR").Select
```

```
Range("A4:H1000").Select
```

```
Selection.ClearContents
```

```
Sheets("ZONAS").Select
```

```
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$1000").AutoFilter Field:=7, Criteria1:="1"
```

```
Range("A2:H1000").Select
```

```
Selection.Copy
```

```
Sheets("SIMPLIFICAR").Select
```

```
Range("A4").Select
```

```
ActiveSheet.Paste
```

```
Sheets("ZONAS").Select
```

```
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$1000").AutoFilter Field:=7
```

```
End Sub
```

### 5.10 PROGRAMACION DEL BOTON AÑADIR ZONA 2

```
Private Sub CommandButton3_Click()  
Sheets("SIMPLIFICAR").Select  
Range("A4:H1000").Select  
Selection.ClearContents  
Sheets("ZONAS").Select  
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$1000").AutoFilter Field:=7, Criteria1:="2"  
  
Range("A2:H1000").Select  
Selection.Copy  
Sheets("SIMPLIFICAR").Select  
Range("A4").Select  
ActiveSheet.Paste  
Sheets("ZONAS").Select  
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$1000").AutoFilter Field:=7  
End Sub
```

### 5.11 PROGRAMACION DEL BOTON AÑADIR ZONA 3

```
Private Sub CommandButton4_Click()  
Sheets("SIMPLIFICAR").Select  
Range("A4:H1000").Select  
Selection.ClearContents  
Sheets("ZONAS").Select  
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$1000").AutoFilter Field:=7, Criteria1:="3"  
  
Range("A2:H1000").Select  
Selection.Copy  
Sheets("SIMPLIFICAR").Select  
Range("A4").Select  
ActiveSheet.Paste
```



```
Sheets("ZONAS").Select
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$1000").AutoFilter Field:=7
End Sub
```

#### 5.12 PROGRAMACION DEL BOTON AÑADIR ZONA 4

```
Private Sub CommandButton5_Click()
Sheets("SIMPLIFICAR").Select
Range("A4:H1000").Select
Selection.ClearContents
Sheets("ZONAS").Select
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$1000").AutoFilter Field:=7, Criteria1:="4"

Range("A2:H1000").Select
Selection.Copy
Sheets("SIMPLIFICAR").Select
Range("A4").Select
ActiveSheet.Paste
Sheets("ZONAS").Select
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$1000").AutoFilter Field:=7
End Sub
```

#### 5.13 PROGRAMACION DEL BOTON AÑADIR ZONA 5

```
Private Sub CommandButton6_Click()
Sheets("SIMPLIFICAR").Select
Range("A4:H1000").Select
Selection.ClearContents
Sheets("ZONAS").Select
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$1000").AutoFilter Field:=7, Criteria1:="5"

Range("A2:H1000").Select
```

```
Selection.Copy
Sheets("SIMPLIFICAR").Select
Range("A4").Select
ActiveSheet.Paste
Sheets("ZONAS").Select
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$1000").AutoFilter Field:=7
End Sub
```

#### 5.14 PROGRAMACION DEL BOTON AÑADIR ZONA 6

```
Private Sub CommandButton7_Click()
Sheets("SIMPLIFICAR").Select
Range("A4:H1000").Select
Selection.ClearContents
Sheets("ZONAS").Select
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$1000").AutoFilter Field:=7, Criteria1:="6"

Range("A2:H1000").Select
Selection.Copy
Sheets("SIMPLIFICAR").Select
Range("A4").Select
ActiveSheet.Paste
Sheets("ZONAS").Select
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$1000").AutoFilter Field:=7
End Sub
```

#### 5.15 PROGRAMACION DEL BOTON AÑADIR ZONA 7

```
Private Sub CommandButton8_Click()
Sheets("SIMPLIFICAR").Select
Range("A4:H1000").Select
Selection.ClearContents
```

```
Sheets("ZONAS").Select
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$1000").AutoFilter Field:=7, Criteria1:="7"

Range("A2:H1000").Select
Selection.Copy
Sheets("SIMPLIFICAR").Select
Range("A4").Select
ActiveSheet.Paste
Sheets("ZONAS").Select
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$1000").AutoFilter Field:=7
End Sub
```

#### 5.16 PROGRAMACION DEL BOTON AÑADIR ZONA 8

```
Private Sub CommandButton9_Click()

Sheets("SIMPLIFICAR").Select
Range("A4:H1000").Select
Selection.ClearContents
Sheets("ZONAS").Select
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$1000").AutoFilter Field:=7, Criteria1:="8"
Range("A2:H1000").Select
Selection.Copy
Sheets("SIMPLIFICAR").Select
Range("A4").Select
ActiveSheet.Paste
Sheets("ZONAS").Select
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$1000").AutoFilter Field:=7

End Sub
```

## 6 BOTON LISTA DE LA ZONA SELECCIONADA:

```
Private Sub CommandButton6_Click()  
UserForm7.Show  
End Sub
```

### 6.1 PROGRAMACION DEL BOTON ACEPTAR

```
Private Sub CommandButton1_Click()  
Sheets("ZONASELECT").Select  
Range("A4:N1000").Select  
Selection.ClearContents  
Sheets("ZONAS").Select  
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$1000").AutoFilter Field:=7, Criteria1:=TextBox1.Text  
Range("A2:H1000").Select  
Selection.Copy  
Sheets("ZONASELECT").Select  
Range("A4").Select  
ActiveSheet.Paste  
Sheets("ZONAS").Select  
ActiveSheet.Range("$A$1:$H$1000").AutoFilter Field:=7  
Sheets("ZONASELECT").Select  
Unload Me  
End Sub
```

### 6.2 PROGRAMACION DEL BOTON CANCELAR

```
Private Sub CommandButton2_Click()  
Unload Me  
End Sub
```