



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS
INDUSTRIALES

Título del proyecto:

INNOVACIÓN DEL CENTRO DE PRUEBAS DE
VOLKSWAGEN NAVARRA S.A.

Alumna: Sandra Pascual Retuerta

Tutor: Fernando Hernández

Pamplona, 27/06/2014



ÍNDICE

MEMORIA.....	3
PLANOS.....	121

MEMORIA



RESUMEN

El proyecto realizado consiste en la innovación del Centro de Pruebas de Volkswagen Navarra, S.A.; empresa del Grupo Volkswagen. En este Centro de Pruebas se efectúan diferentes comprobaciones sobre los coches especiales para asegurarse de que el coche y todo su equipamiento exterior e interior funciona como debería. Asimismo también se llevan a cabo pruebas aleatorias sobre los coches que se fabrican en serie para revisar que la fabricación se está realizando correctamente. Tras observar todas las pruebas que se realizan en este Centro, se proponen algunas innovaciones para que se lleven a cabo de forma más efectiva, económica y breve; empleando así menos recursos económicos, humanos y un menor tiempo. Las innovaciones propuestas incluyen un nuevo layout para el Centro de Pruebas actual, una modificación del flujo de coches, el planteamiento de un Centro de Pruebas ideal y estudios sobre nuevas tecnologías que podrían incluirse en las pruebas realizadas.

LISTA DE PALABRAS CLAVE

- Calidad
- Centro de Pruebas
- Innovación
- Estándar
- Layout
- Flujo
- Factores ponderados



ÍNDICE

1	Objeto.....	14
2	Antecedentes	14
3	Alcance	15
4	Bibliografía	15
5	Definiciones y abreviaturas.....	17
6	Grupo Volkswagen	19
6.1	El grupo	19
6.2	Historia	20
6.3	Sistema de producción.....	21
6.4	Filosofía del grupo.....	24
6.4.1	Mach 18.....	24
6.4.2	Think Blue.....	25
6.4.3	Responsabilidad social corporativa.....	27
7	Volkswagen Navarra S.A.....	28
7.1	Introducción	28
7.2	Ubicación.....	28
7.3	Historia	29
7.4	Producto: Polo.....	29



7.4.1	Volkswagen Polo R WRC.....	31
7.5	Estructura	31
7.5.1	Área Técnica de Producto	32
7.5.1.1	Schablonenbau	32
7.5.1.2	Konzeptanalyse	32
7.5.1.3	Oficina técnica	33
7.5.1.4	Fábrica líder	33
7.5.1.5	VW 250 GP.....	33
7.5.2	Producción.....	33
7.5.2.1	Prensas	33
7.5.2.2	Chapa.....	34
7.5.2.3	Pintura	34
7.5.2.4	Motores	34
7.5.2.5	Montaje	35
7.5.2.6	Revisión final	35
7.5.3	Logística.....	36
7.5.3.1	Planificación y Optimización Logística.....	36
7.5.3.2	Compras de Material de Producción.....	36
7.5.3.3	Programación y Control de la Producción/Distribución.....	36
7.5.3.4	Aprovisionamiento y Transporte.....	36



7.5.3.5	Gestión de Materiales	36
7.5.4	Recursos Humanos	37
7.5.4.1	Medio Ambiente	37
7.5.4.2	Relaciones Externas y Comunicación	37
7.5.4.3	Desarrollo y Estrategia de Recursos Humanos.....	37
7.5.4.4	Personal Service	37
7.5.4.5	Relaciones Industriales.....	37
7.5.4.6	Seguridad.....	38
7.5.5	Finanzas	38
7.5.5.1	Administración	38
7.5.5.2	Controlling y Planificación Financiera	38
7.5.5.3	IT Tecnologías de la Información.....	38
7.5.5.4	Informe Ejercicio 2012	39
7.5.6	Calidad.....	42
7.5.6.1	Auditoría Coche Acabado	42
7.5.6.2	Fábrica Líder y Proyectos	43
7.5.6.3	Planificación y Análisis de la Calidad	43
7.5.6.4	Calidad Serie.....	43
7.5.6.5	Calidad Material de Compra y Laboratorio	45
7.5.6.6	Análisis de Vehículo.....	46



8	La calidad.....	51
8.1	Introducción	51
8.2	Historia y evolución.....	54
8.3	Concepto de Calidad Total	55
8.4	Gestión de la Calidad.....	56
8.5	Conceptos de calidad aplicados en Volkswagen.....	57
8.5.1	Mejora continua.....	57
8.5.2	Kanban.....	59
8.5.3	Just in time	60
8.5.4	Poka-Yoke.....	62
8.5.5	5s	63
8.5.6	Anmutung.....	65
9	Centro de Pruebas.....	66
9.1	Introducción	66
9.2	Estructura.....	67
9.2.1	Eléctricas	68
9.2.1.1	Componentes eléctricos.....	68
9.2.1.2	Hueco motor y bajos	68
9.2.1.3	Aire acondicionado.....	68
9.2.1.4	Reglaje de faros.....	69



9.2.1.5	Medición de baterías:.....	69
9.2.2	Mecánicas.....	70
9.2.2.1	Geometría de los ejes.....	70
9.2.2.2	Estanqueidad.....	70
9.2.2.3	Prueba de humo	71
9.2.2.4	Pares de apriete	71
9.2.2.5	Confort	72
9.2.3	Carretera	72
9.2.3.1	Prueba de conducción.....	72
10	Innovación	73
10.1	Introducción	73
10.2	La innovación en Volkswagen	73
11	centro de pruebas innovador.....	74
11.1	Introducción	74
11.2	Antecedentes	74
11.3	Estándar del Centro de Pruebas.....	75
11.4	Layout actual	76
11.5	Propuesta práctica	77
11.5.1	Equipamiento necesario.....	77
11.5.1.1	Uso del equipamiento	80



11.5.1.2	Presupuesto del equipamiento	81
11.5.2	Layout y flujo de coches	81
11.5.2.1	Condiciones	81
11.5.2.2	Propuestas.....	83
11.5.2.3	Presupuesto de las propuestas	88
11.5.2.4	Selección de propuesta	90
11.5.3	Presupuesto final.....	92
11.6	Propuesta teórica	93
11.6.1	Orden de las pruebas	93
11.6.2	Necesidades del Centro de Pruebas.....	94
11.6.3	Layout y flujo de coches	96
11.6.4	Presupuesto final.....	97
11.7	Tecnologías innovadoras.....	97
11.7.1	Cámara anecoica	98
11.7.1.1	Descripción	98
11.7.1.2	Estudio de viabilidad	100
11.7.2	LMS Soundbrush.....	103
11.7.2.1	Descripción	103
11.7.2.2	Estudio de viabilidad	106
11.7.3	VAS 6767	108



11.7.3.1	Descripción	108
11.7.3.2	Estudio de viabilidad	110
12	Conclusiones.....	113
13	Agradecimientos	114
14	Anexos	115
14.1	Anexo I: Comparativa equipamiento Centro de Pruebas	115
14.2	Anexo II: Estimación de inversiones.....	118
14.3	Anexo III: Presupuesto de la cámara de rodillos.....	119
14.4	Anexo IV: Pruebas realizadas cada año durante el período serie del Polo A05-GP ..	120



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: VW Navarra como fábrica líder	14
Figura 2: Ventas de Volkswagen en el mundo en 2011	19
Figura 3: Sistema de producción del Grupo Volkswagen.....	21
Figura 4: Proceso de la mejora continua en cascada	23
Figura 5: Objetivos de la estrategia "Think Blue".....	26
Figura 6: Ubicación de Volkswagen Navarra S.A.....	28
Figura 7: Vehículo Polo A05	30
Figura 8: Organigrama del Consejo de Administración.....	32
Figura 9: Organigrama del Comité Ejecutivo.....	32
Figura 10: Ventas de Volkswagen Navarra entre 2009 y 2012	39
Figura 11: Plantilla de Volkswagen Navarra en 2011 y 2012	41
Figura 12: Datos económicos de Volkswagen Navarra ntre 2007 y 2012.....	41
Figura 13: Organigrama del Departamento de Calidad	42
Figura 14: Piezas adquiridas a proveedores en el Polo A05.....	45
Figura 15: Organigrama del área Análisis de Vehículo.....	46
Figura 16: Representación del ciclo PDCA.....	57
Figura 17: Representación del método Kanban.....	59
Figura 18: Representación de la filosofía Just in time.....	61



Figura 19: Representación de la técnica Poka-Yoke	63
Figura 20: Representación de la metodología 5s.....	64
Figura 21: Cámara anecoica	98
Figura 22: LMS Soundbrush.....	103
Figura 23: Informe de una prueba realizada con LMS Soundbrush.....	104
Figura 24: VAS 6767	109

1 OBJETO

El objeto de este proyecto es la innovación en el Centro de Pruebas de Volkswagen Navarra S.A. Para ello se han revisado todas las pruebas efectuadas a los vehículos en este centro e investigado sobre las posibles mejoras que se pueden implantar.

2 ANTECEDENTES

Volkswagen Navarra S.A. es una empresa dedicada a la fabricación de automóviles perteneciente al Grupo Volkswagen. En esta empresa sólo se fabrica un modelo, el Polo. Este mismo modelo se fabrica a su vez en fábricas de Sudáfrica (Uitenhage), India (Pune) y Rusia (Kaluga), pero en Pamplona se encuentra la empresa líder (Typführerwerk) en este modelo. Es por ello que se considera que debe tener un Centro de Pruebas puntero e innovador, donde se puedan detectar la mayor cantidad de errores posibles de manera eficaz y así comunicárselos al resto de fábricas de Polo (Folgewerke) y que puedan subsanar estos fallos.



Figura 1: VW Navarra como fábrica líder

Por este motivo se pretende encontrar nueva tecnología y nuevas pruebas que permitan la detección de más fallos empleando menos recursos económicos, humanos y de tiempo.



3 ALCANCE

El alcance de este proyecto es el estudio de las diversas pruebas que se llevan a cabo en el Centro de Pruebas y la investigación de diferentes alternativas que puedan suponer un ahorro de recursos o una mayor efectividad en la detección de fallos. No es competencia de este proyecto la implantación de las mejoras estudiadas, ya que al finalizar este proyecto se deberá evaluar la viabilidad de la innovación.

4 BIBLIOGRAFÍA

- Página web: <http://es.wikipedia.org>
- Página web: <http://www.monografias.com>
- Página web: <http://www.crecenegocios.com>
- Documento PDF:
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lad/gonzalez_z_md/capitulo2.pdf
- Página web: <http://www.gestiopolis.com>
- Página web: <http://www.guiadelocalidad.com>
- Página web: <http://bitelia.com>
- Página web: <http://pdcahome.com>
- Página web: <http://comunidad.iebschool.com>
- Documento PDF: http://www.ub.edu/gidea/recursos/casseat/JIT_concepte_carac.pdf
- Página web: <http://www.cge.es>
- Página web: <http://globallean.net>
- Página web: <http://leanroots.com>



- Documento PDF: http://www.dgplades.salud.gob.mx/descargas/dhg/POKA_YOKE.pdf
- Página web: <http://www.complejoideal.com>
- Documento PDF:
http://www.aec.es/c/document_library/get_file?p_l_id=134222&folderId=1164837&name=DLFE-12320.pdf
- Documento PDF:
http://www.tasubinsa.com/Revistas%5Ctasuvida%5CTasuvida18_TASUVIDA.pdf
- Documento PDF: <http://www.grupoantolin.com/sites/default/files/201059ES.pdf>
- Página web: <http://definicionabc.com>
- Página web: <http://www.webandmacros.com>
- Página web: <http://andreaquixtan.blogspot.de>
- Página web: <http://camarasaragon.com>
- Página web: <http://www.cnnexpansion.com>
- Página web: <http://www.km77.com>
- Página web: <http://www.volkswagen.es>
- Página web: <http://www.volkswagen-audi-espana.es>
- Página web: <http://comunicacion.volkswagen.es>
- Página web: <http://vw-navarra.es>
- Intranet Volkswagen Navarra
- Intranet Volkswagen
- Apuntes de la asignatura de Organización de la Producción



5 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

- Restyling: rediseño de un modelo de automóvil para mejorarlo y obtener un vehículo que, aun siendo todavía el mismo modelo, sea una evolución de la versión anterior.
- WRC: World Rally Championship/World Rally Car, “Campeonato Mundial de Rallies”/”Coche Mundial de Rallies”
- FIA: Federación Internacional del Automóvil
- I+D: investigación y desarrollo
- VW: Volkswagen
- CKD: Complete Knock Down, “Kit para ensamblaje”
- PVC: Polyvinyl chloride, “policloruro de vinilo”
- VDA: Verband der deutschen Automobilindustrie, “Asociación de la Industria Automovilística”
- Retrabajo: reparación de un defecto hallado en un vehículo.
- PIVE: Programa de Incentivos al Vehículo Eficiente
- ZP: punto de entrega de coches. Punto final de una parte del proceso productivo de un vehículo.
- ISO: International Organization for Standardization, “Organización Internacional para la Estandarización”
- QS: Qualität Serie, “Calidad Serie”
- Insourcing: delegación de todas las tareas a los trabajadores internos de la organización.
- Outsourcing: asignación de actividades específicas para que sean realizadas por empresas externas.



- CAD: Computer-Aided Design, “Diseño asistido por ordenador”
- IDA: Interchange of Data between Administrations
- STL: Standard Template Library, una librería de software para el lenguaje de programación C++.
- DIN: Deutsches Institut für Normung, “Instituto Alemán de Normalización”
- LED: Light-Emitting Diode, “diodo emisor de luz”.
- Estanqueidad: característica del vehículo que implica la ausencia de fugas.
- Confort: aquello que genera comodidad y bienestar.
- Layout: esquema de distribución de los elementos de un diseño.
- ACC: Adaptative Cruise Control, “Control Adaptativo de Crucero”.
- IR: infrarrojos.

6 GRUPO VOLKSWAGEN

6.1 El grupo

Grupo Volkswagen es una empresa alemana dedicada a la fabricación de automóviles, cuya sede principal está en Wolfsburg. Es el mayor fabricante de automóviles alemán y el segundo mayor del mundo.; por detrás de la marca japonesa Toyota y antes de la marca estadounidense General Motors.

Actualmente el Grupo está constituido por doce marcas procedentes de siete países europeos distintos. De automóviles incluye Volkswagen, Audi, Seat, Sköda, Porsche, Bentley. Bugatti, Lamborghini y Volkswagen Vehículos Comerciales. Posee también dos marcas de camiones como MAN Y Scania; así como una marca de motocicletas, Ducati. Cuenta asimismo con el 20% de las acciones de Suzuki, por lo que es su mayor accionista.

En 2013 el Grupo Volkswagen matriculó 9,7 millones de vehículos, incrementando sus ventas en un 4,3%, lo cual le permitió acceder a la segunda posición de fabricantes de automóviles e ingresar 194.120 millones de euros. Actualmente el Grupo cuenta con 572.800 empleados repartidos en 106 plantas de 19 países europeos y otros 8 en el resto del mundo, produciendo 37.700 vehículos diarios. Vende sus vehículos en más de 153 países de todo el mundo.



Figura 2: Ventas de Volkswagen en el mundo en 2011



6.2 Historia

El Grupo Volkswagen fue fundado en 1937 por el gobierno nacionalsocialista de Adolf Hitler para producir y distribuir el modelo Volkswagen Beetle. El nombre se debe a que en 1930 surgió en Alemania un proyecto para construir un automóvil accesible al pueblo llano. En 1933, al lograr Hitler el poder, se lanzó un concurso a los empresarios para la concesión de la fabricación de este automóvil (Volks-Wagen, automóvil del pueblo). El ganador del concurso fue finalmente Ferdinand Porsche. El partido nazi facilitó a Porsche todas las infraestructuras necesarias para la construcción de la fábrica que asumiera este proyecto. Para ellos se escogió el pueblo de Fallersleben, en el Condado de Wolfsburg, ya que poseía un canal navegable para transportar materiales, una central eléctrica propia, y un pueblo que alojase a los trabajadores y sus familias. El 26 de mayo de 1938 se fundó la nueva ciudad de Wolfsburg con la presencia de 70.000 personas.

Durante la Segunda Guerra Mundial, la fábrica de Fallersleben se destinó a la producción militar. Al terminar la guerra los ingleses tomaron el control de la fábrica, y el 27 de diciembre de 1945 comenzó a producirse en serie el Beetle. En 1948 se devolvió la empresa al estado alemán.

En 1960 el gobierno federal alemán emitió acciones en el mercado de valores, y el nombre de Volkswagen se convirtió en Volkswagenwerk Aktiengesellschaft o Volkswagen AG (cuyo equivalente sería Volkswagen S.A.). En mercados de lengua no alemana se emplea el nombre de Grupo Volkswagen actualmente.

En 1973 se comenzaron a ampliar los modelos, comenzando con el Passat y en 1974 con el Golf. A continuación surgieron el Polo y el Lupo, algo más pequeños. Ampliaron además su cuota de mercado al comprar diversas filiales, especialmente marcas europeas.

A finales de 1964 se adquirió la marca Audi, lo cual propició su desarrollo convirtiéndose en competidor de fabricantes como Mercedes-Benz y BMW. Alrededor de 1983 se compró la marca española SEAT, anteriormente propiedad de la italiana Fiat. Posteriormente en 1991 se unió Skoda. En las últimas dos décadas se han ido incorporando el resto de las marcas del Grupo hasta alcanzar un total de doce.

6.3 Sistema de producción

El Grupo Volkswagen busca la fabricación de vehículos con un acabado de calidad y una tecnología innovadora, ofreciéndolos al mismo tiempo a un precio competitivo. Este equilibrio solo es posible si se cumplen los estándares marcados. Por ello el sistema de producción del Grupo tiene como objetivo aumentar la calidad y mejorar el cumplimiento de los plazos, reduciendo los costes simultáneamente.

La representación del sistema de producción del Grupo es una casa con varios elementos:

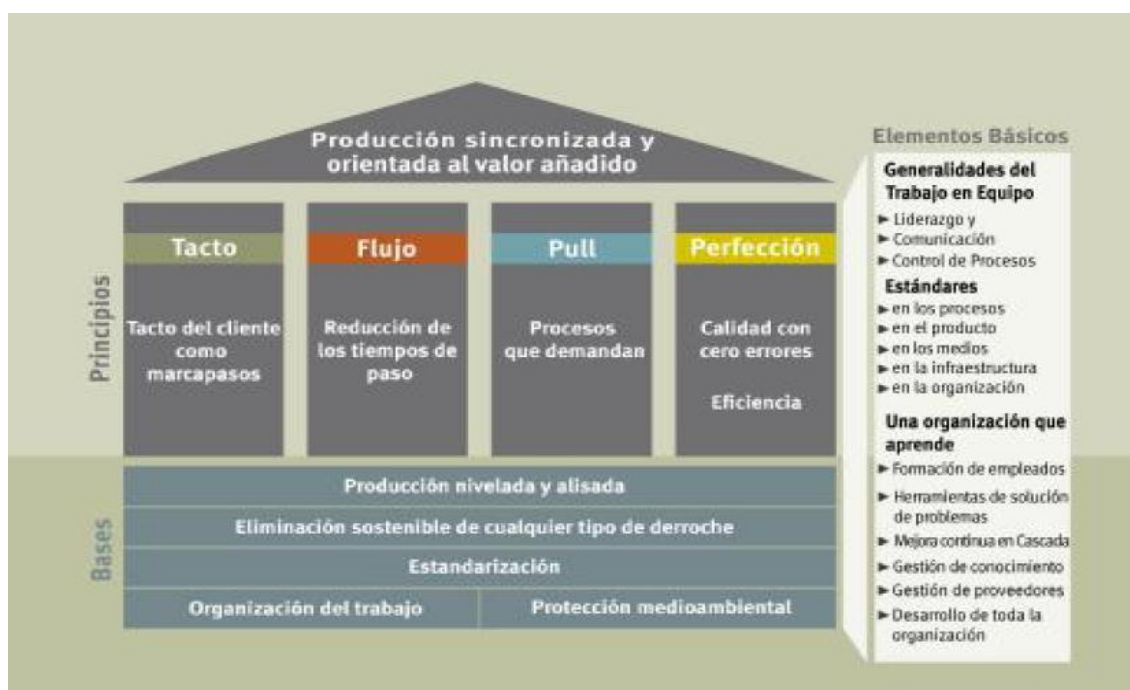


Figura 3: Sistema de producción del Grupo Volkswagen

- Bases: trabajar con unos estándares definidos es imprescindible para garantizar la calidad e impulsar la mejora continua. También es clave la continua eliminación de los derroches, lo cual lleva a eliminar todas las cosas que originan pérdidas e incrementan los costes de fabricación. Todas estas actividades se programan teniendo en cuenta la protección del medioambiente. Otra de las bases del sistema es una organización del trabajo orientada hacia las personas en la que se prioriza el trabajo en equipo y la



formación continua. Y finalmente, conseguir una producción nivelada y homogénea permite una alta productividad gracias a la producción constante durante un período determinado.

- Tacto: el principio del tacto implica tomar el ritmo de los pedidos del cliente como ciclo de producción. Es decir, producir al mismo ritmo al que el cliente solicita los productos. Esto implica que a pesar de que la fábrica permita alcanzar una mayor productividad, se fabrican sólo los vehículos ya encargados y vendidos, para no producir un excedente que se almacene y pueda quedar obsoleto y sin vender. Con ello se consiguen procesos de fabricación sólidos, estables y cíclicos que eliminan los derroches.
- Flujo: similar al principio del Tacto, según el principio Flujo el material y la información debe fluir al ritmo del tacto del cliente. Esto significa adaptar los procesos y secuencias de trabajo a la secuencia de fabricación, y repartir los materiales en los respectivos puestos de trabajo según el tacto del cliente. Al trabajar con un flujo de pieza a pieza se pueden descubrir más fácilmente desviaciones de calidad y eliminarlas con rapidez. De esta forma se obtiene un suministro seguro y continuo a la línea de producción, acortando el tiempo de paso y reduciendo los almacenes en los puestos de trabajo.
- Pull: según este principio, cada proceso se aprovisiona del anterior sólo de aquellas piezas e informaciones que necesita en cada momento; y al mismo tiempo produce sólo lo que requiere el proceso posterior. Se demuestra con este principio que es más importante asegurar un suministro seguro y una adaptación rápida ante cambios imprevistos, en lugar de un alto grado de aprovechamiento de las máquinas. El principio Pull permite reducir stocks, inversiones y tareas de control.
- Perfección: mediante la aplicación de este principio se intenta conseguir una organización de los procesos que prevenga errores, los detecte y los resuelva inmediatamente allí donde ocurran. Así se mejoran constantemente los procesos, asegurando de manera duradera que cada fallo sólo ocurra una vez. El objetivo final es la entrega de piezas 100% OK a los procesos posteriores.

Aplicando los principios “Desde dentro hacia fuera” se consigue una empresa más sincronizada y orientada totalmente al valor añadido. El camino hacia esta empresa pasa por siete escalones que se van construyendo unos sobre otros. Se denominan “olas” a los cinco pasos en los cuales se implementarán los siete niveles. Estas “olas” abarcan todas las áreas de la compañía y el proceso de implantación se denomina proceso de la mejora continua en cascada.

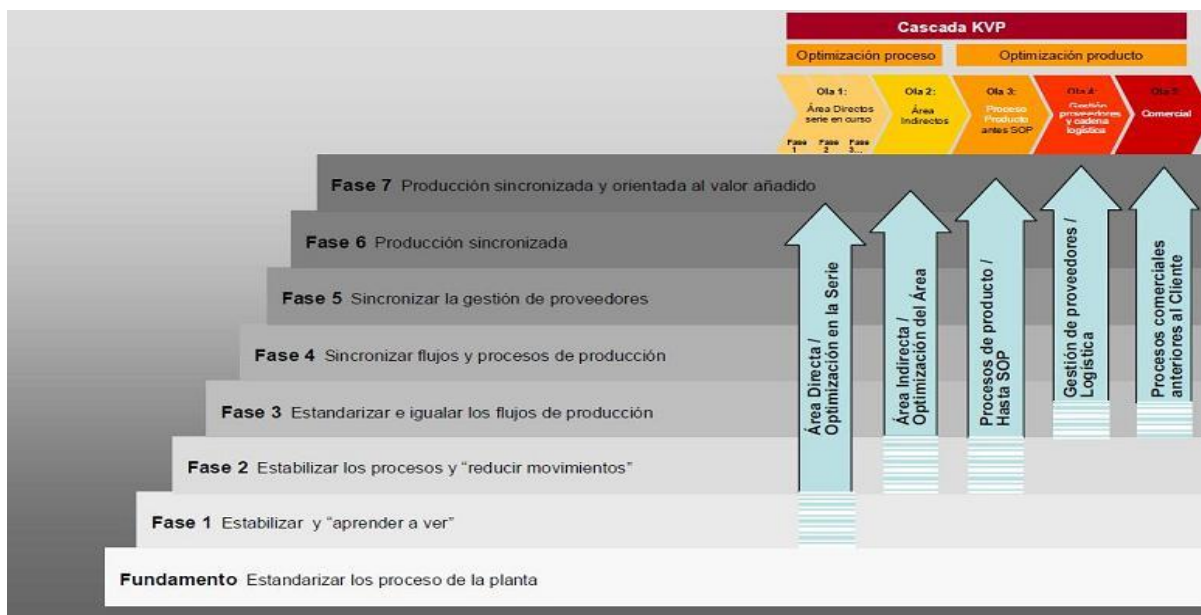


Figura 4: Proceso de la mejora continua en cascada

En la ola 1 se trabajan las áreas directas, mientras que en la 2 se optimizan las áreas indirectas. La ola 3 afecta al diseño y proceso del producto. La ola 4 se ocupa de la cadena logística y de los proveedores. Finalmente en la ola 5 se optimiza toda la red comercial de la empresa.

En la fase 1 se “aprende a ver”, es decir, se identifican los desperdicios en el entorno inmediato del puesto de trabajo y se reducen. En la fase 2 se trata de aumentar el porcentaje de valor añadido y se posibilita el traspaso de conocimiento al proceso de producción aplicando el método de la filmación. Se reducen los movimientos innecesarios de operarios y material y se estabilizan los procesos. En la fase 3 se estandarizan los procesos de fabricación y



la producción de calidad.

En la siguiente fase, la 4, se abandona la realización de workshops en todas las áreas y así, al eliminar sistemáticamente los cuellos de botella, se encamina a un flujo de fabricación sincronizado. Con las siguientes fases se logra finalmente alcanzar ese objetivo de flujo de producción sincronizado y orientado al valor añadido. Finalmente durante la fase 7 se consigue la visión de una empresa sincronizada y orientada al valor añadido.

6.4 Filosofía del grupo

6.4.1 Mach 18

“Mach 18” es una estrategia del Grupo Volkswagen para conseguir alcanzar el número uno en la industria automovilística, superando a su principal competidor Toyota. Para ello se han definido cuatro objetivos, que pretenden convertir a Volkswagen en el fabricante de coches más exitoso del mundo en 2018:

- Volkswagen pretende desplegar diversas innovaciones y tecnología para convertirse en el líder mundial en satisfacción del cliente y calidad. Se cree que la satisfacción del cliente es una de las claves para el éxito del Grupo a largo plazo.
- El objetivo es incrementar las ventas hasta lograr más de 10 millones de vehículos al año. Particularmente se quiere conseguir una medida por encima de la media en los mercados emergentes de mayor crecimiento.
- Otro de los objetivos es obtener un beneficio antes de impuestos de al menos 8% para asegurar una posición financiera sólida y tener garantizada la capacidad de actuar incluso en épocas de mercados difíciles.
- El último objetivo es ser el empleador más atractivo en la industria automovilística en 2018. Para construir los mejores vehículos se necesita la mejor plantilla del sector: altamente cualificada y motivada.

En particular, el Grupo está siguiendo una orientación respetuosa con el medioambiente, y rentabilidad de los proyectos; para que el Grupo tenga el vehículo



apropiado para tener éxito incluso en condiciones económicas desfavorables. Esto implica también que el desembolso de capital se mantenga en niveles aceptables. Además de sus vehículos, la fuerte posición que tiene cada una de las marcas individuales en los mercados internacionales son factores clave que permiten incrementar las ventajas competitivas.

Las actividades de Volkswagen están orientadas a establecer nuevos estándares ecológicos en la industria automovilística. Cuenta con un sistema de herramientas modulas, que se va mejorando de manera continua, y que permite mejorar de forma constante la eficiencia y flexibilidad de la producción, lo que incrementa el rendimiento del Grupo.

Además, se busca expandir el mercado base del Grupo Volkswagen incrementando la satisfacción entre los clientes existentes y adquiriendo nuevos, especialmente en los mercados emergentes. Para asegurar esto, paulatinamente se están adaptando los productos a las necesidades locales y se centra en las características específicas de los mercados individuales. Para esto se debe continuar mejorando la productividad y calidad independientemente de las condiciones económicas y sin marcar un límite de tiempo, lo que incluye la cooperación con los proveedores locales. Otro elemento de vital importancia es estandarizar los procesos tanto entre los trabajadores directos como entre los indirectos.

El Grupo opina que, para conseguir superar los retos actuales y futuros, todos los empleados deben realizar su trabajo con excelencia para asegurar la calidad de los productos e innovaciones a largo plazo y al más alto nivel. Un desempeño excepcional, el éxito que proviene de ello y una participación en la recompense son la base de la estrategia de recursos humanos del Grupo Volkswagen.

6.4.2 Think Blue

Think Blue es el nombre de la estrategia medioambiental del Grupo Volkswagen. La sostenibilidad en el Grupo es un objetivo empresarial, y por ello todas las actividades que se llevan a cabo tienen un enfoque Think Blue completo y permanente, para ofrecer aportaciones innovadoras y plenas de valores responsables de cara a un futuro digno. La estrategia Think Blue incluye todas las actividades del Grupo en materia de sostenibilidad, como sus productos y soluciones; comportamiento ecológico; y proyectos e iniciativas.

Volkswagen quiere ofrecer coches con gran compatibilidad medioambiental, y esto comienza en el proceso de producción, incluyendo todo el ciclo de vida de un producto. No sólo se desarrollan innovaciones sostenibles, sino que se adoptan patrones de conducta en todas las acciones realizadas.

El color azul de Think Blue hace referencia a recursos dignos de protección, como el agua y el aire. Es además el color tradicional de la marca Volkswagen.

Se ha implementado con esta política un programa llamado CO2 Neutral, con el cual todos los turismos nuevos de Volkswagen incluyen como equipamiento de serie un árbol real, que se planta en los bosques "Think Blue" (en el caso de España se localizan en Albacete, Cantabria y Palencia) y se cuidan entre 30 y 40 años para compensar las emisiones de CO₂ de ese vehículo vendido.

Además de estas políticas medioambientales también se trabaja en tecnología más respetuosa con el medioambiente, como es el caso de los vehículos Blue Motion. Estos vehículos son los modelos más ahorrativos de cada clase. El ejemplo más demostrativo es el Polo Blue Motion, el cual es el automóvil de cinco plazas más ahorrador del mundo con un consumo y una tasa de emisiones de CO₂ muy reducidas.

Los objetivos de Think Blue con todas estas medidas, unidos al objetivo ya mencionado del "mach 18", son reducir en 8 años un total del 25% de la energía, el agua empleada, los residuos generados, el CO₂ emitido y las emisiones nocivas.



Figura 5: Objetivos de la estrategia "Think Blue"



6.4.3 Responsabilidad social corporativa

Además de las políticas medioambientales, en Volkswagen se le da mucha importancia a la satisfacción de los empleados. Se busca convertirse en el mejor empleador, con la creencia de que los empleados satisfechos trabajarán mejor y adquirirán un mayor compromiso con la marca y además no querrán abandonar la empresa.

Para ello se han tomado una serie de medidas con el objetivo de cuidar a los empleados:

- Fondo social: se ha destinado una parte del presupuesto para conceder ayudas a los empleados para gastos médicos, tanto tratamientos dentales como oculares, ayudas para aparatos auditivos y también para enfermedades especiales y minusvalías físicas y psíquicas. Estas ayudas pueden ser tanto para los propios trabajadores de la empresa como para sus hijos.
- Servicio de comedor: en múltiples plantas del Grupo se ha creado un comedor para proporcionar comidas a los empleados y personal externo. La comida está parcialmente subvencionada para todos los empleados, de tal forma que el precio es muy barato.
- Servicio de autobús: también en muchas fábricas del Grupo existe un servicio de autobús, a un precio muy reducido. Varios autobuses realizan rutas en los horarios de entrada y salida de los trabajadores. Esto representa a los empleados un gran ahorro en transporte.
- Plan de igualdad: en vistas de la gran desigualdad existente en el mercado laboral entre hombres y mujeres, se ha decidido en algunas fábricas implantar un plan para conseguir el principio de igualdad entre géneros. Las medidas principales de este plan son una selección basada en la cualificación y capacitación; fomentar la conciliación en todas las categorías profesionales para facilitar la promoción profesional de las mujeres; programar acciones formativas y de reciclaje para actualizar la formación de las personas que hayan estado de excedencia; realizar campañas de sensibilización dirigidas a toda la plantilla; y facilitar la vida laboral a las personas víctimas de violencia de género.

7 VOLKSWAGEN NAVARRA S.A.

7.1 Introducción

Volkswagen Navarra es una de las 102 plantas del Grupo Volkswagen. Fabrica el vehículo Volkswagen Polo, y es la fábrica líder de este producto. En la actualidad está terminando de fabricar el Polo A05 y comenzando con la producción del Polo A05 GP.

7.2 Ubicación

Volkswagen Navarra se encuentra en el polígono de Landaben, en el término municipal de Arazuri. Se localiza en el extremo oeste de Pamplona, capital de Navarra.

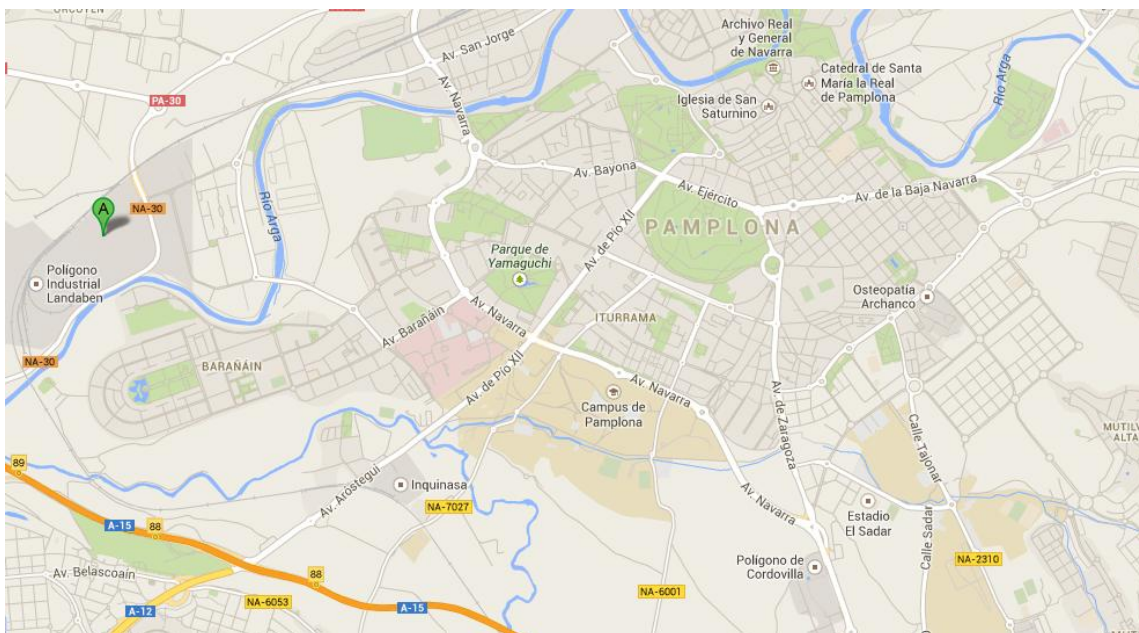


Figura 6: Ubicación de Volkswagen Navarra S.A.



7.3 Historia

La fábrica de Volkswagen Navarra se creó en 1965, cuando la empresa de motores y cambios “Nueva Montaña Quijano” escogió como socio a British Motor Corporation para comenzar con una fábrica de automóviles. De esta forma nació en Pamplona la empresa Automóviles de Turismo Hispano Ingleses (AUTHI). Se fabricaron en esta etapa un total de doce modelos de esta compañía. En 1974 un gran incendio asoló el almacén general de la fábrica, aunque afortunadamente no se produjeron víctimas. Debido a esto y a una grave crisis, en 1975 se produjo el último vehículo AUTHI. Ese mismo año se hizo efectiva la venta de AUTHI a SEAT, propiedad del grupo italiano FIAT.

En 1976 comenzaron a producirse vehículos SEAT en la planta de Landaben. Especialmente con la llegada del modelo Panda las ventas de SEAT y su presencia en el mercado español se incrementaron espectacularmente. Sin embargo, en 1981 FIAT decidió vender sus acciones de SEAT al gobierno español. En 1982 se firmó un acuerdo entre el gobierno y Volkswagen por el cual en la fábrica de Landaben se comenzaría a fabricar el modelo Polo.

Fue en el año 1984 cuando se comenzó la fabricación del Polo con los nuevos equipos de Landaben. A pesar de que se fabricaba en una factoría SEAT, se emplearon los mismos criterios que el resto de fábricas de Volkswagen. A lo largo del año 1986 finalmente Volkswagen adquirió la mayoría de las acciones de SEAT. Se comenzó con la producción de la segunda generación del modelo Polo, el Polo A02. Este modelo en sus diversas versiones ha sido el único que se ha producido en la fábrica desde ese año hasta la actualidad.

7.4 Producto: Polo

En la actualidad se está produciendo en la fábrica de Volkswagen Navarra la quinta generación del modelo Polo, el Polo A05. Este modelo es el primer automóvil del mundo diseñado para alcanzar la máxima puntuación en el Test de Colisión EuroNCAP, el cual tiene un sistema de calificaciones bastante severo.

Sus medidas son 3.952 mm de largo y 1.682 mm de ancho. Para ampliar la cuota de mercado, con esta generación se ha optado por un diseño más deportivo y juvenil, para conseguir como clientes a los hombres jóvenes ya que hasta ahora se consideraba al Polo un modelo “femenino”.



Figura 7: Vehículo Polo A05

Este vehículo se comercializa con un total de siete motores, cuatro de ellos de gasolina y tres de diésel. La versión europea posee también equipamiento como el Sistema de Control de Estabilidad Electrónico, el asistente para arranque en pendientes, airbags de gran eficacia... Y tiene tanto la versión de cinco puertas como la de tres puertas.

Se puede incorporar también a todas las versiones el paquete Blue Motion, que como ya se ha mencionado es un coche con un consumo y una tasa de emisiones muy reducidas. Incorpora el sistema Start/Stop y la Recuperación de la energía de frenado. Además es un automóvil muy ligero, lo cual permite reducir también el consumo de combustible. Se estima que se ahorra un total de 0,8 litros y se emite un 20% menos de CO₂ que con un vehículo sin esta opción.

Otra versión de este modelo que se fabrica en la planta de Volkswagen Navarra es el Polo GTI. Este es un vehículo más deportivo, que combina unas características de manejo superiores junto con mayor dinamismo y seguridad.



En la actualidad se está trabajando en el *restyling* del Polo A05, el modelo A05 GP que ya está comenzando a fabricarse en serie. Las principales modificaciones en el exterior son un diseño más deportivo y nuevas llantas y colores. En el interior se incluye equipamiento para favorecer la comodidad, así como una nueva centralita.

7.4.1 Volkswagen Polo R WRC

El Volkswagen Polo R WRC es un vehículo basado en el modelo Polo pero con homologación World Rally Car. Fue construido para competir en el Campeonato Mundial de Rally. Debutó en el Rally de Montecarlo 2013, donde también comenzó Volkswagen como equipo oficial. El primer equipo, compuesto por Sébastien Ogier y Jari-Matti Latvala, logró la victoria del Campeonato Mundial de Rally 2013, consiguiendo al mismo tiempo el título de pilotos (Ogier) y de constructores.

Para que un vehículo consiga la homologación World Rally Car, otorgada por la FIA, y necesaria para competir en el Campeonato Mundial de Rally, es necesario cumplir una serie de regulaciones y normas. En primer lugar es necesario que un WRC sea tomado de un automóvil de calle del cual se hayan fabricado mínimo 2.500 unidades, con base en un modelo preexistente del Grupo A. Tanto estos 2.500 vehículos como los Polo R WRC definitivos con los que se compitió en el Campeonato han sido fabricados en Volkswagen Navarra, como fábrica líder del modelo Polo.

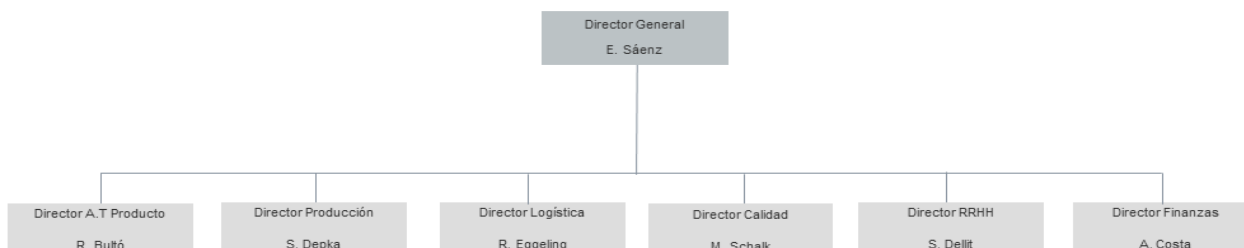
7.5 Estructura

Volkswagen Navarra cuenta con dos órganos directivos. En primer lugar existe un Consejo de Administración compuesto por un Presidente y cuatro Consejeros.



Figura 8: Organigrama del Consejo de Administración

Existe también un Comité Ejecutivo compuesto por el Director General y seis Directores de áreas.

**Figura 9: Organigrama del Comité Ejecutivo**

7.5.1 Área Técnica de Producto

Este es el área especializada en el producto fabricado, el vehículo Volkswagen Polo. Está dividida en cinco departamentos:

7.5.1.1 Schablonenbau

Es el área responsable de mantener la adecuada geometría de subconjuntos y carrocerías, así como de la creación y optimización de las herramientas, plantillas y útiles empleados en los procesos productivos. También es responsable de realizar las pruebas de montaje de piezas de chapa nuevas o tras las pertinentes modificaciones y correcciones; así como de participar en nuevos modelos en el equipo de montabilidad.

7.5.1.2 Konzeptanalyse

Es el área responsable de analizar los problemas de la serie que son originados por el proyecto, de proponer las modificaciones, cambios de diseño y pruebas necesarias para eliminarlos; siempre garantizando la viabilidad técnica y económica de las modificaciones que se deban realizar en el proyecto.



7.5.1.3 Oficina técnica

Este departamento es el encargado de mantener la documentación, seguimiento y control de las modificaciones de producto, de la recepción y traducción de órdenes de pedidos, y el interlocutor técnico para cualquier problema, sugerencia del resto de áreas de la fábrica o de los diferentes técnicos de I+D de la central de Wolfsburg.

7.5.1.4 Fábrica líder

Este departamento se ocupa de coordinar las actividades de soporte técnico de producto a las demás plantas que producen el modelo Polo (Sudáfrica, India y Rusia); así como del envío de piezas CKD a diversas plantas del Grupo y de piezas originales a VW Kassel.

7.5.1.5 VW 250 GP

Es el área responsable de la coordinación del proyecto Polo A05-GP en Volkswagen Navarra, los cuales se están produciendo ya en serie para todo el mundo.

7.5.2 Producción

El área de Producción se encarga de obtener la producción planificada con la calidad, coste y plazo previstos; garantizando así una utilización eficiente de los recursos asignados. Al mismo tiempo se encarga de garantizar el mantenimiento de las instalaciones y medios de producción, así como el orden y limpieza del taller.

7.5.2.1 Prensas

El taller de prensas es el lugar donde se inicia el proceso productivo. Data del año 1991 y actualmente ocupa una superficie de 15300 m² y cuenta con tres prensas de producción y cuatro de puesta a punto. Los 132 trabajadores del taller pueden producir hasta 36000 piezas al día. En este taller se escogen los troqueles en función de la pieza que se vaya a modelar y a continuación se estampan los desarrollos de chapa hasta configurar la pieza definitiva.



7.5.2.2 Chapa

En este taller tiene lugar la unión de las piezas que conforman la carrocería de los coches. Se producen carrocerías de 2 o 4 puertas, cada una tanto en versión de techo cerrado como de techo abrible. Todo este proceso se realiza en dos talleres, Taller 1 y Taller 1B. En el primero se construye la carrocería sin elementos móviles, y en el segundo se ensamblan dichos elementos. Aunque aquí trabajan cerca de 700 personas, el grado de automatización de las instalaciones es cercano al 100% ya que las únicas operaciones realizadas manualmente son el atornillado de elementos móviles y la aplicación de algún cordón de masilla. Entre semana se trabaja en tres turnos produciendo 1500 carrocerías, y el fin de semana existen dos turnos más para fabricar otras 750 carrocerías diarias.

7.5.2.3 Pintura

El proceso de pintado se divide en dos fases. En la primera, realizada en el Taller 2, la carrocería recibe tratamientos que la protegen y la hacen resistente frente a agresiones externas, facilitando al mismo tiempo la adherencia de la pintura. En la segunda fase (Talleres 2A y 2B) se aplican las masillas de sellado, PVC, color y la cera de protección de huecos. En el año 2006 se modificó este proceso para emplear pinturas en base agua en lugar de base disolvente, de acuerdo con las políticas medioambientales de la empresa. Se producen 1500 carrocerías diariamente.

7.5.2.4 Motores

Este taller se comenzó a crear en el año 1990, aunque no produjo en serie hasta 1991. Consta de cuatro líneas, la línea de Montaje Motor, la línea Triebatz y las dos líneas de puertas. En la línea de Montaje Motor se fabrican 1650 motores diarios, si bien actualmente sólo se producen aquí los motores de gasolina de 3 y 4 cilindros, puesto que el resto vienen previamente montados desde Alemania.

En la línea Triebatz se producen 1550 conjuntos mecánicos al día, que después se envían al Taller de Montaje mediante un túnel de enlace existente entre ambos talleres. Las líneas de las puertas son una incorporación más reciente y son capaces de producir 1670



conjuntos (puerta izquierda y derecha). Al comienzo del Taller de Montaje las puertas son desmontadas de la carrocería para facilitar el montaje de los elementos interiores del vehículo, y por ello se completan en el Taller de Motores y vuelven a mandarse al Taller de Montaje para su definitivo ensamblaje.

7.5.2.5 Montaje

Este taller consta de cuatro tramos, entre los cuales la carrocería ya pintada se desplaza suspendida en un pulpo. En los tramos 1 y 2 se desmontan las puertas y se envían al taller de Motores, donde se completan. Después se incorpora todo el equipamiento interior así como los tubos de frenos y combustible. A continuación en la línea Fahrwerk se incorpora el conjunto mecánico en una operación llamada “boda”. Finalmente en los tramos 3 y 4 se añaden los últimos elementos (ruedas; llenado de circuitos de frenos, refrigeración y parabrisas; volante; butacas; y puertas). Tras esto el vehículo abandona el pulpo y ya se desplaza propulsado por su propio motor.

7.5.2.6 Revisión final

Tras el montaje del vehículo, se debe verificar el correcto funcionamiento de todos sus elementos. Esto se realiza en este taller, el cual consta de dos zonas de trabajo, la zona de pruebas y la zona de retoque de anomalías. Tiene capacidad para probar 1550 coches diarios. La primera prueba es el Polycontrol, donde se reglan los faros y se ajusta la geometría de los ejes. A continuación se pasa el vehículo por los rodillos, donde se comprueban las centralitas y se miden la temperatura y los gases. Además se realiza una simulación de rodaje para probar motor, cambio y frenos. A continuación se lleva el coche a la pista de pruebas donde se rueda por diversos pavimentos y una cuesta para comprobar el adecuado funcionamiento y que no se detecten ruidos extraños. Tras ello se introduce en una cabina para la prueba de lluvia, donde se comprueba la estanqueidad del automóvil y se realiza un lavado. Si se ha detectado algún fallo se realiza un retrabajo para dar los retoques necesarios; y finalmente se lleva a las líneas de verificación donde se lleva a cabo una última inspección final y se comprueba que el equipamiento del coche coincida con el pedido del cliente.



7.5.3 Logística

Esta área incluye todas las actividades necesarias para asegurar que el material esté disponible en el momento y forma necesarios. Para ello se planifica la cadena logística, se coordinan las compras, se gestionan las órdenes de producción y aprovisionamiento y posteriormente se transporta el material hasta la fábrica. Tras la recepción del material se ocupa de gestionarlo hasta que se suministra a la línea; y también expide los vehículos ya terminados a su destino correspondiente. Está dividida en cinco departamentos:

7.5.3.1 Planificación y Optimización Logística

Es el departamento responsable de la planificación logística de la fábrica. Abarca el suministro, embalajes, valoraciones de costos e inversiones...

7.5.3.2 Compras de Material de Producción

Se encarga de la relación y coordinación con el departamento de compras centralizado en Wolfsburg y con los proveedores. También se ocupa de supervisar la contratación de servicios logísticos para suministrar a la línea.

7.5.3.3 Programación y Control de la Producción/Distribución

Elabora el programa de producción y tramita las órdenes, es decir, es el departamento que establece en qué orden se fabrican los coches. Gestiona además la expedición de los vehículos terminados.

7.5.3.4 Aprovisionamiento y Transporte

Es el responsable de la petición y abastecimiento de piezas, y de la gestión y optimización del transporte del material desde el proveedor hasta la fábrica.

7.5.3.5 Gestión de Materiales

Se encarga de la manipulación y almacenaje del material desde el momento en el que entra a la planta hasta que se suministra al área de Producción.



7.5.4 Recursos Humanos

Esta área se encarga de dirigir y coordinar las actividades de todos sus departamentos subordinados, de tal forma que se garantice la efectiva aplicación de la política de recursos humanos existente en la empresa. Comprende numerosos departamentos:

7.5.4.1 Medio Ambiente

Es el encargado de la gestión medioambiental de la fábrica y la aplicación del concepto Think Blue.

7.5.4.2 Relaciones Externas y Comunicación

Es la responsable de la comunicación interna (a los trabajadores) y externa (relación con las entidades externas a la empresa) de la fábrica. Incluye asimismo la sección de Servicios Legales.

7.5.4.3 Desarrollo y Estrategia de Recursos Humanos

Es el departamento que se ocupa del desarrollo, seguimiento y promoción interna del personal directivo; y gestiona también la formación para los empleados y el programa de prácticas con diversas universidades y centros de Formación Profesional.

7.5.4.4 Personal Service

Es el encargado de los procesos de selección, promoción y gestión interna de personal.

7.5.4.5 Relaciones Industriales

Incluye las secciones de Servicio Médico (responsable de velar por la salud de los empleados); Seguridad Laboral (responsable de la política de prevención de riesgos laborales); y Relaciones Laborales.



7.5.4.6 Seguridad

Es el departamento responsable de la seguridad dentro de la planta; lo cual comprende el control de accesos, la vigilancia dentro de la fábrica y el parque de bomberos.

7.5.5 Finanzas

Esta área contiene los siguientes departamentos:

7.5.5.1 Administración

Es el departamento responsable de la confección de las nóminas, seguros sociales y liquidaciones de IRPF; de la elaboración de la contabilidad anual conforme a la normativa española e internacional; de la gestión operativa de las cuentas que se deben pagar y cobrar; de la gestión de los procesos de tesorería y liquidez; de la gestión fiscal y aduanera; y finalmente de la emisión de los estados financieros de la sociedad.

7.5.5.2 Controlling y Planificación Financiera

Es el departamento que se encarga de la elaboración de la planificación financiera de la empresa tanto a corto como a largo plazo, siempre en coherencia con los objetivos estratégicos del Grupo. También realiza el análisis de los resultados; valora los proyectos de inversión y medidas organizativas que aseguren la viabilidad económica de la empresa; y asegura la aplicación adecuada de las directrices y de la normativa vigente en cuestiones del control de la gestión financiera.

7.5.5.3 IT Tecnologías de la Información

Se ocupa del desarrollo, implantación, control y mantenimiento de todos los sistemas informáticos de la empresa; de la infraestructura necesaria para dar soporte a estos sistemas (tanto de redes Hardware como de Software); así como de la elaboración de los manuales y procedimientos generales de la empresa.



A continuación se ofrece un resumen de la gestión financiera de Volkswagen Navarra S.A. durante el año 2012, ya que es la última información de la que se dispone.

7.5.5.4 Informe Ejercicio 2012

En la actualidad trabajan en Volkswagen Navarra S.A. más de 4300 personas. La capacidad de producción de la empresa es de 1400 coches/día del modelo Polo, los cuales se comercializan en más de 75 países distribuidos por todo el mundo.

Como se puede observar en el cuadro inferior, las ventas han disminuido ligeramente debido a que el modelo Polo A05 ya no es novedad como en los años anteriores. Sin embargo la productividad de los empleados ha aumentado.

	(*)2009	2010	(*)2011	2012
Ventas (coches)	243.499	336.336	353.353	287.287
Ventas (millones euros)	2.168,4	3.056,9	3.237,7	2.617,0
Productividad (coches/persona)	49,5	68,9	66,8	67,9

(*) 2009: lanzamiento del Polo A05

(*) 2011: 2ª línea de montaje "MLD"

Figura 10: Ventas de Volkswagen Navarra entre 2009 y 2012

Durante el año 2012 las ventas globales de automóviles crecieron un 7,2% hasta alcanzar la cifra de 66,6 millones de vehículos, la mejor cifra de ventas de todos los tiempos, superando el récord alcanzado en 2011.

El Grupo Volkswagen logró nuevamente el record de ventas a nivel mundial comercializando por primera vez en su historia más de 9 millones de unidades, un 11,2% más que el año anterior. Sin embargo en el año 2013 fue superado de nuevo por su principal competidor, la marca Toyota.

Todas las regiones, excepto las del oeste de Europa, contribuyeron al aumento de las ventas; destacando la influencia de los mercados de Norte América y las regiones del Pacífico asiático. La demanda en América del sur alcanzó un máximo histórico, en Europa central y del este se incrementó ligeramente y Sudáfrica continuó con su tendencia alcista.



Los mercados mostraron tendencias muy diferentes. Mientras que algunos países industrializados se vieron fuertemente afectados por la crisis de la deuda y sus repercusiones, otros se beneficiaron de la alta demanda de los mercados emergentes.

En España la producción de vehículos se desplomó a pesar del Plan Pive que ha amortiguado este descenso (-16,6%) con un total de 1.979.103 unidades fabricadas, alcanzando la producción de turismos un volumen de 1.539.604 unidades (-16,3%), de los cuales se destinó a la exportación un 86%. En cuanto a las matriculaciones de turismos, se finalizó el año con una intensa caída del -13,4% (699.589 unidades). La producción de vehículos industriales, donde España ocupa el segundo puesto en el ranking europeo, ha finalizado el año con un descenso del -21,0% y un volumen de 384.030 unidades.

Los coches diésel descendieron ligeramente su cuota de mercado situándose en el 68,9% y en cuanto a los diferentes segmentos, las matriculaciones descendieron en todos ellos excepto en el segmento de micro turismos (8,0%). Los turismos de tamaño pequeño y medio representaron el 67% de las matriculaciones.

Volkswagen Navarra S.A. ha alcanzado en 2012 la cifra de 287. 287 unidades vendidas. Especialmente destacable otro año más, dentro del contexto de crisis vivido durante el pasado año, es la aportación que Volkswagen Navarra ha realizado al conjunto de la economía Navarra.

El éxito comercial del nuevo modelo lanzado a mediados de 2009, la tendencia hacia coches más eficientes y pequeños que se ha consolidado en la demanda con la crisis y el hecho de que la planta se haya mantenido como la única del grupo que fabrica el Polo en Europa, donde está su principal mercado, favorecieron esta cifra de producción y de ventas.

El año 2012 se ha caracterizado por la disminución del programa productivo que supuso la parada de la línea MLD en el mes de febrero de 2012, lo que ha reducido la plantilla eventual para posteriormente incrementarse ésta en el mes de noviembre por el establecimiento de los desplazamientos de pausas. Se ha seguido aplicando los acuerdos de prejubilaciones voluntarias para mayores de 60 años y de mayores de 55 años con incapacidad total.



La disminución del programa productivo ha supuesto que la jornada laboral individual de 211 días año se haya reducido este año en 6 días.

La plantilla de la Empresa a finales del año 2012 se cifraba en 4.386 trabajadores; de ellos 4.137 con contrato indefinido y 249 con contrato eventual.

Plantilla Ø	2011	2012	%
Mano de Obra Directa	4.441	3.402	-23,4%
Mano de Obra Indirecta	1.114	1.131	+1,5%
Total	5.555	4.533	-18,4%

Figura 11: Plantilla de Volkswagen Navarra en 2011 y 2012

En el año 2012 Volkswagen Navarra, S.A. ha conseguido una cifra de ventas de 287.287 vehículos. Así, la cuenta de pérdidas y ganancias arrojó un beneficio después de impuestos de 44,2 millones de euros. De la cifra de negocio, el 95% de los ingresos provienen de la venta de coches y un 5% de la venta de componentes, recambios y otras ventas. El cash-flow bruto que se generó en el ejercicio ascendió a 115,1 millones de euros, lo que supuso una disminución del -11,3% con respecto a la cifra del año anterior. Durante el año 2012 la cifra de inversiones ascendió a 57,7 millones de euros, presentando un incremento del 44,9% con respecto al año anterior.

Cifras Esenciales

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Producción (coches)	228.429	259.093	243.499	336.336	353.353	287.287
Plantilla (situación a fin de año)	3.926	3.879	4.844	4.795	4.669	4.386
Personal Directo	2.978	2.911	3.889	3.817	3.542	3.287
Personal Indirecto	948	968	955	978	1.127	1.099
Inversiones (Mill. €)	92,2	128,8	88,8	51,1	39,8	57,7
Ingresos (Mill. €)	2.056,6	2.257,0	2.204,5	3.085,7	3.272,9	2.651,1
Gastos (Mill. €)	1.986,9	2.208,0	2.191,2	3.036,1	3.214,9	2.606,9
(De ello)						
Impuestos (Mill. €)	13,2	20,9	-0,7	21,2	24,6	18,9
Resultado del Ejercicio (Mill. €)	69,7	49,0	13,2	49,6	58,0	44,2

Figura 12: Datos económicos de Volkswagen Navarra entre 2007 y 2012

7.5.6 Calidad

Esta Dirección es la encargada del seguimiento y aseguramiento tanto de la calidad del producto como de los procesos. Como se puede ver en el organigrama inferior, está dividida en cuatro departamentos así como dos secciones independientes.

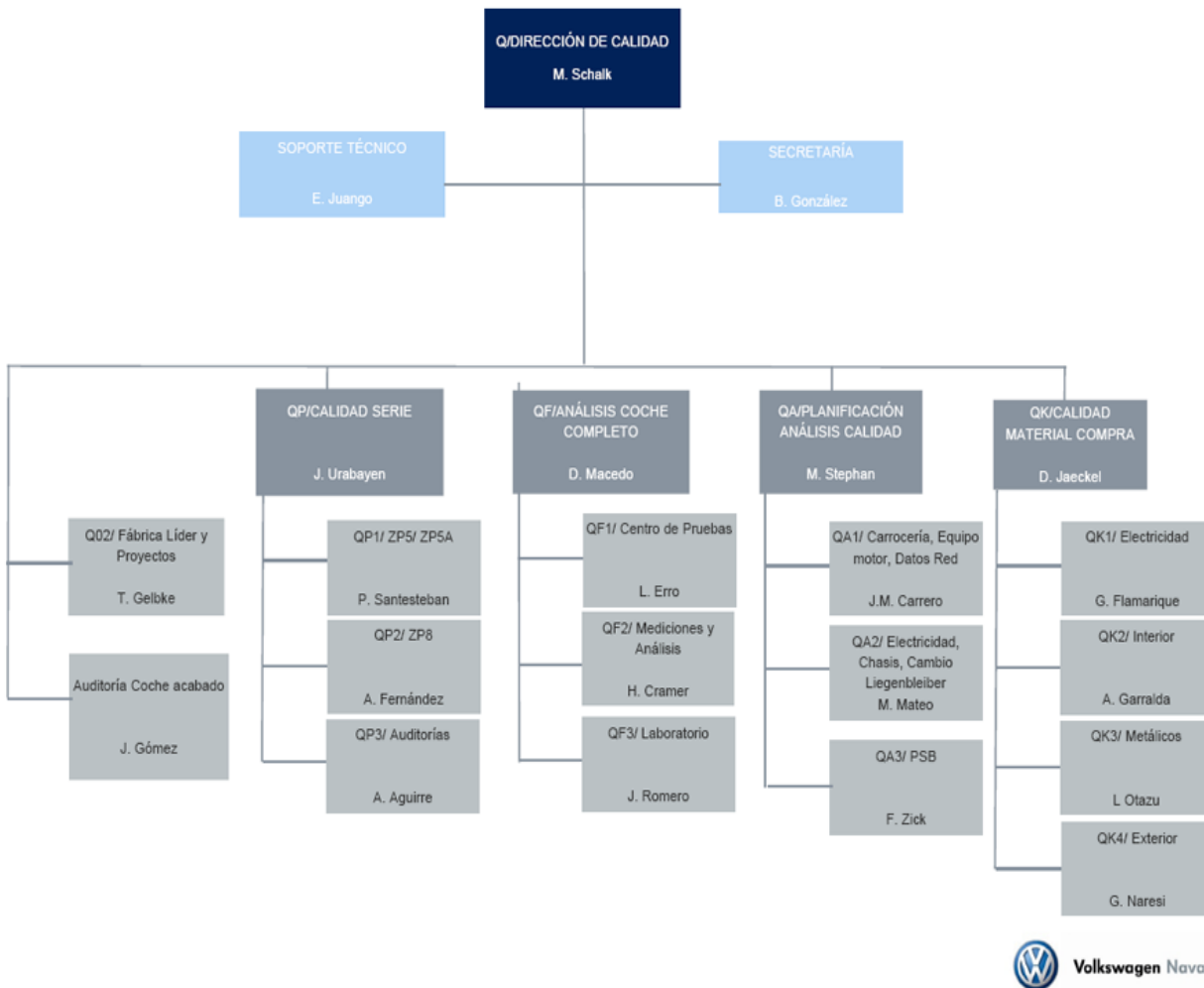


Figura 13: Organigrama del Departamento de Calidad

7.5.6.1 Auditoría Coche Acabado

Es la sección encargada de realizar auditorías de coche acabado, auditorías de conformidad y auditorías de cableado.



7.5.6.2 Fábrica Líder y Proyectos

Esta sección está dividida en dos partes. Por una parte la Fábrica Líder se encarga de actuar de interlocutores con el resto de plantas que fabrican el modelo Polo (Kaluga, Pune, Uitenhage y Shangai); intercambiar problemas de calidad y realizar apoyo conjunto para su resolución; intercambiar información de las modificaciones introducidas; y asistir a las plantas para su mejora.

Por otra parte Proyectos se ocupa del control, dirección y seguimiento de los proyectos de esta área. En este momento se encarga del Proyecto VW 250 GP, coordinando la comunicación entre VW-Navarra y VW-Wolfsburg y dirigiendo los equipos. Coordina también el proyecto WRC (World Rally Championship) y algunos otros.

7.5.6.3 Planificación y Análisis de la Calidad

Es el departamento responsable del contacto directo con el cliente, procesa el feedback, gestiona las reclamaciones de garantía y realiza las encuestas de satisfacción. El objetivo de este departamento es conocer, entender y cumplir las expectativas de los clientes. La velocidad de reacción a las denuncias de los clientes es un factor decisivo para aumentar la competitividad; ya que mediante la observación y mejora continua se consigue un aumento en la satisfacción de los clientes y la disminución de los costes derivados de reclamaciones en Garantía.

7.5.6.4 Calidad Serie

Este departamento garantiza un proceso de control de la calidad del vehículo que asegure la correcta entrega del producto entre los diferentes proveedores-clientes internos; gestionando para ello el control 100% en los diferentes ZP's (puertas entre los distintos talleres y procesos) y a lo largo de todo el proceso productivo; realizando auditorías intermedias, auditorías de proceso y liberando los coches para que puedan ser vendidos. Está dividido en tres secciones:

- Control de calidad ZP5/ZP5A: en esta sección se desarrollan diversas tareas cuyo objetivo es asegurar la calidad desde el inicio del proceso (en el Taller de Prensas)



hasta el Taller de Pintura. Estas tareas son:

- Supervisar el resultado de los controles e inspecciones y presentar las desviaciones más importantes a cada departamento responsable, sugiriendo alternativas para optimizar el proceso y reducir las pérdidas por material rechazado.
 - Supervisar el resultado de las pruebas realizadas a coches especiales y asegurar el cumplimiento de las especificaciones de calidad exigidas.
 - Denuncia, documentación y seguimiento de anomalías y reclamaciones aparecidas en el proceso productivo, así como en la red y en los mercados especiales.
- Montaje y revisión final: esta sección tiene como objetivo asegurar la calidad en todo el proceso de montaje (con la puerta ZP6), Revisión final (ZP8), y hasta llegar al cliente que es el que evalúa y valora la Calidad Volkswagen. Para ello llevan a cabo las siguientes tareas:
- Control de la calidad de entrega del vehículo al cliente conforme a los criterios establecidos, así como introducción de acciones correctivas en caso de desviaciones y comprobación de su efectividad.
 - Gestión de las diferentes pruebas de control de la Calidad, Pista de prueba, prueba de lluvia, estanqueidad y ZP8.
 - Pruebas a los mercados especiales (Japón, Suiza, Austria y Autostadt).
 - Realización de las pruebas de Montaje y señalamiento.
 - Gestión de los defectos funcionales.
- Auditorías: las tareas que se desarrollan en esta sección se encaminan al aseguramiento y control de la Calidad en VW Navarra, a través de diferentes auditorías de Proceso, Producto y Sistema, siempre según los criterios impuestos por las Normas

Internacionales (VDA e ISO) y las Directrices de Consorcio. Los resultados se analizan y monitorizan mediante el seguimiento de acciones correctivas, presentando regularmente las desviaciones más importantes a los responsables correspondientes.

7.5.6.5 Calidad Material de Compra y Laboratorio

Entre sus funciones está asegurar la calidad de las piezas de compra que se montan en el Polo; el seguimiento de las piezas de compra desde el inicio de los proyectos; la homologación de las piezas de compra; la validación tanto de los productos como de los procesos de los proveedores; y el análisis y solución de los problemas derivados de las piezas de compra.

Las piezas adquiridas a proveedores se observan en la figura 14:

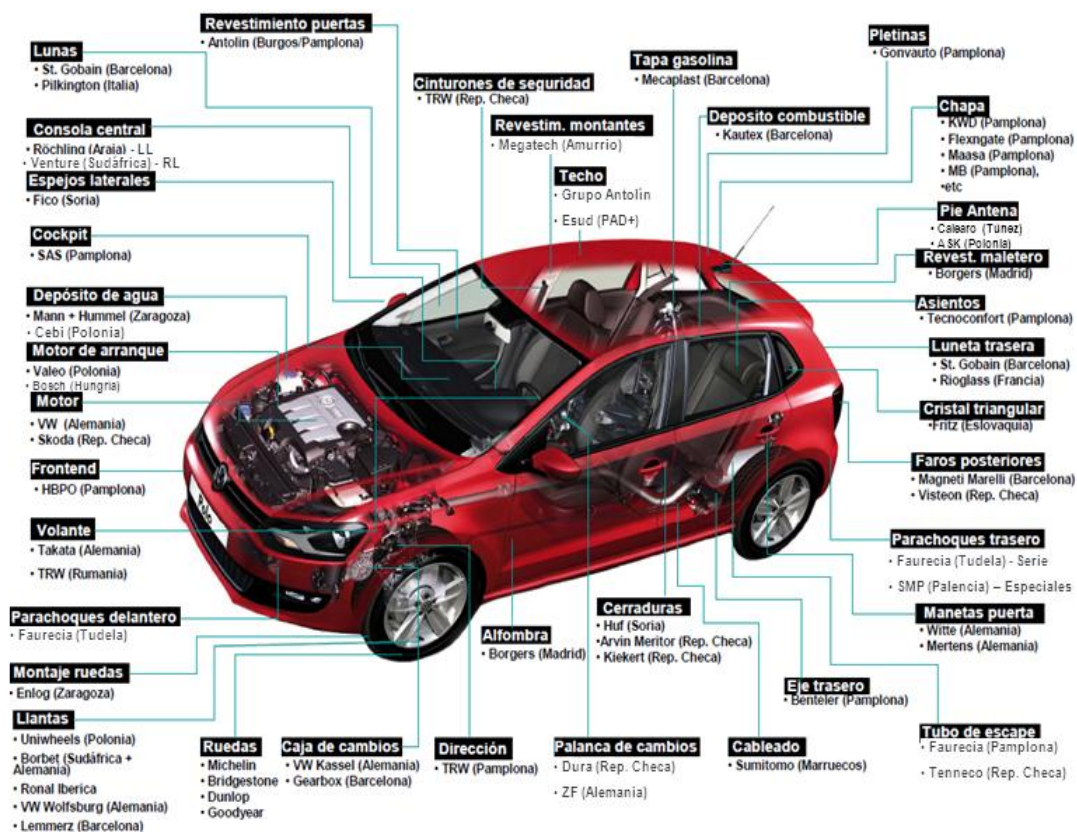


Figura 14: Piezas adquiridas a proveedores en el Polo A05

7.5.6.6 Análisis de Vehículo

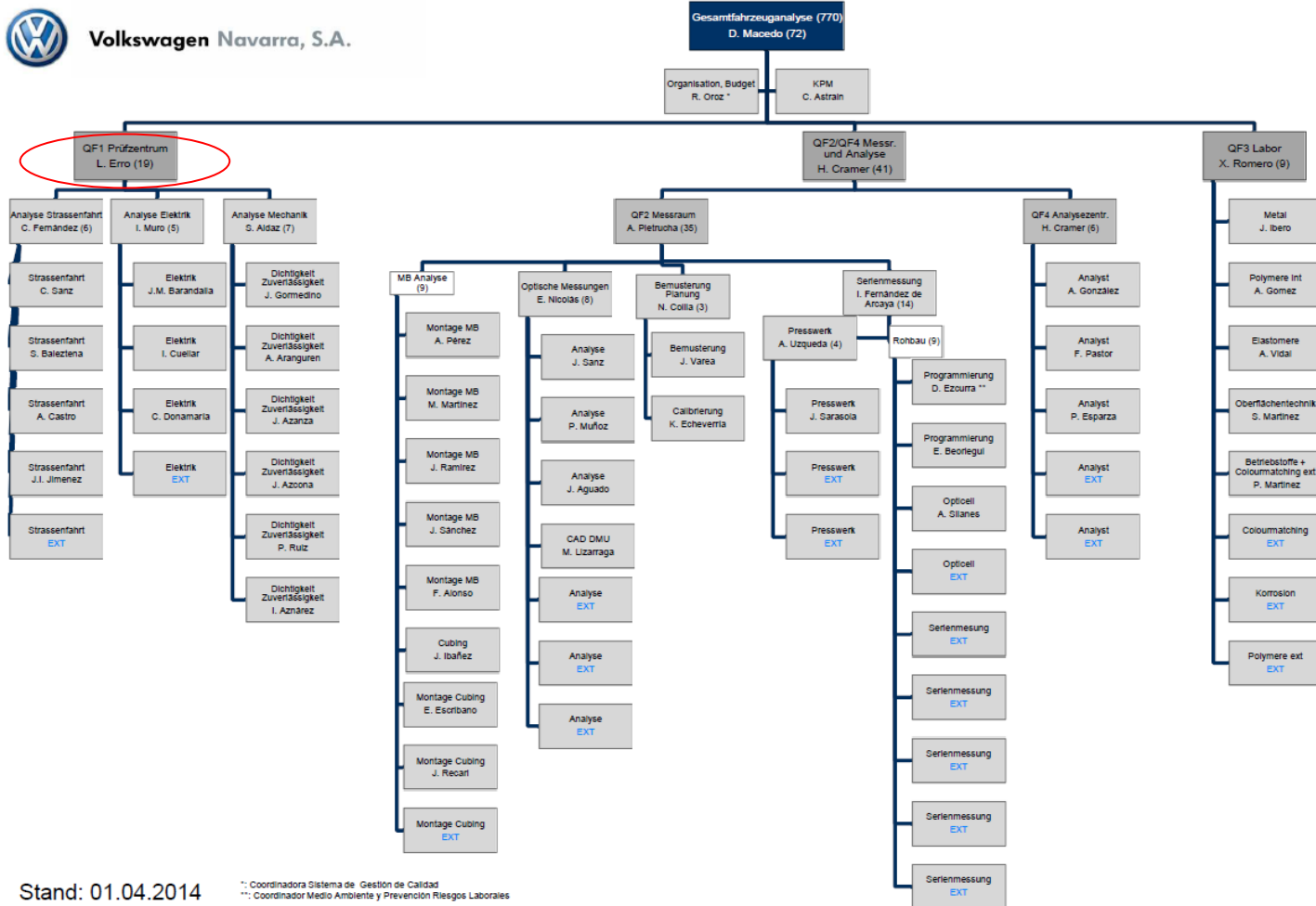


Figura 15: Organigrama del área Análisis de Vehículo

En el organigrama superior se puede observar la composición de este departamento. Este departamento está a su vez compuesto por varias secciones, como se puede comprobar:

- Centro de Análisis: es el encargado de coordinar y gestionar entre las áreas correspondientes, los análisis de problemas complejos que se gestionan en el área de Análisis Vehículo. Sus funciones principales son:
 - o Unificar la operatividad de trabajo en las áreas de producción y calidad, para la consecución de las prioridades de dirección.



- Activar y dirigir la actuación de los grupos de trabajo, mediante:
 - Generar prioridades y objetivos
 - Fijar y unificar criterios
 - Seguimiento y evolución de las acciones correctivas
 - Soluciones los problemas que bloquean el grupo
- Analizar los problemas
- Gestionar los análisis:
 - Coordinación y priorización de los análisis dentro de QS
 - Recibir peticiones de análisis, planificación y presentación de los resultados
 - Documentación incluyendo un plan de medidas hasta la introducción
- Laboratorio: en él se realizan diversos ensayos tanto para la homologación de piezas de compra, como para análisis en caso de reclamaciones ya sean de red o de producción, según las normas de ensayos internas de Volkswagen o internacionales. Se lleva a cabo asimismo un seguimiento de la Serie de colorimetría de piezas tanto interiores como exteriores pintadas y de carrocería. También realiza el seguimiento y colabora en los ensayos de vehículo completo, como en casos de corrosión e intemperie. Además analiza y controla la calidad de los fluidos que se ponen en el vehículo. Otra de sus funciones es participar en eventos con otras plantas del Grupo, relacionadas con materiales y ensayos de piezas acabadas entre otros Laboratorios, Proyectos....
- Mediciones Técnicas y Meisterbock-Cubing: es la sección responsable de las mediciones para el control de serie de los talleres Prensas y Chapistería; así como de mediciones y análisis en Cubing de piezas de compra. Son responsables además de las homologaciones de las piezas de fabricación propia (piezas de Prensas y Chapistería).
 - Mediciones Prensas:
 - Medición y análisis de piezas de prensas
 - Presentación evolución diaria
 - Medición y análisis problemas de estampación
 - Verificación calibres tanto propios como de proveedor



- Homologación. Calidad Serie:
 - Análisis de piezas (chapistería, prensas)
 - Homologación de los estados nuevos
 - Seguimiento de la serie de prensas y de chapa
 - Creación de informes de anomalías
 - Creación y actualización de salidas de resultados de piezas de prensas y chapa (fábrica líder)
 - Seguimiento de piezas Hausteile (Barcelona, Kassel y Autoeuropa)
 - Seguimiento de piezas CKD Hausteile
- CAD – Catia – KVS:
 - Análisis CATIA y mantenimiento de CAD. Soporte KVS
 - Programación pistola láser de holguras-enrases
 - Tratamiento y análisis nubes de puntos escaneadas en sistemas ópticos
 - Inspecciones mediante videoendoscopia
- Análisis/Programación mediciones chapistería:
 - Programación en IDA, mantenimiento, revisión y modificación de PMP's y Puntos de Función
 - Documentación y programación de puntos exclusivos de Volkswagen Navarra según peticiones
 - Creación de salidas de resultados de estos puntos no estándar (QUIRL)
 - Verificación, reparación soportes de medición
 - Análisis de problemas de chapa con informes de medición o realizando mediciones especiales
 - Planificación e implementación Perceptron
 - Análisis de tendencias de Perceptron – Máquinas de medición
 - Medición para homologación de conjuntos PNA
 - Soporte como fábrica líder
 - Reuniones de presentación de la evolución
 - Prevención, riesgos y medioambiente para Mediciones Técnicas
 - Pruebas industriales, seguimientos conjuntos
 - Reuniones con homólogos de Schablonenbau para análisis



- Mediciones de Serie:
 - Cumplimiento de frecuencias de medición exigida (anexo de distribución y tiempos)
 - Medición de PMP's y Puntos de Función de todos los conjuntos de chapistería
 - Medición puntos exclusivos Pamplona
 - Informes de medición
 - Control, documentación de Q-STOP y rearme de instalación PRECEPTRON

- Análisis:
 - Escaneado de piezas de chapa, prensas, montaje
 - Med-Escaneado de instalaciones chapa, montaje....
 - Med-Escaneado de matrices, sectores,.... Prensas
 - Creación de archivos STL (para ingeniería inversa)
 - Medición y análisis de piezas de compra C.M.C.
 - Medición y análisis problemas
 - Verificación calibres tanto propios como de proveedor
 - Interpretación de planos e informes de medición
 - Medición tradicional

- Cubing:

El Cubing es un método de inspección de calidad que permite la comprobación de la precisión del ajuste de las piezas del coche producidas comparándolo con el ajuste de las piezas "perfectas". Para ello se crea un modelo de aluminio a escala 1:1 de acuerdo a los datos del modelo CAD, es decir, siguiendo las especificaciones del plano de ingeniería (ajuste teórico). De esta forma los revestimientos interiores y exteriores se instalan y prueban en el Cubing para comprobar su calidad y detectar los defectos estéticos.

Existen dos tipos de Cubing, total y parcial. Actualmente se cuenta con dos Cubing totales, uno para el modelo de dos puertas y otro para el de cuatro. Al mismo tiempo se dispone de muchos Cubing parciales que representan las



distintas partes del vehículo. Sobre estos conjuntos “perfectos” se acoplan partes que deben ubicarse en contacto con ellos. Tras este montaje se puede realizar la medición para compararla con la matemática. De esta manera se detectan de forma más precisa los errores al comparar una pieza real con una perfecta y estudiar su holgura y enrase. En el Cubing total se realiza un montaje completo con frecuencia quincenal, pero en los Cubing parciales se hacen mediciones diariamente. Las tareas realizadas en el Cubing son:

- Montaje en Cubing de piezas reclamadas (CMC, Proveedores, Schablonenbau, Centro de Análisis, otras plantas)
 - Montaje en Cubing para homologación de piezas de compra
 - Medición de las piezas a montar
 - Realización del Catálogo de puntos de Anmutung
 - Realización de informe para petionario
 - Seguimiento de los temas
 - Medición y análisis de problemas de serie y Auditoría
 - Reuniones de presentación de la evolución
- Typführung: como responsables de fábrica líder existen ciertos trabajos, informes y puntos que se deben transmitir, gestionar y coordinar con el resto de plantas que fabrican el modelo Polo o emplean la plataforma PQ25
- Plataforma PQ-25 (Seat, Audi, Sköda, Volkswagen emplean la misma plataforma). Somos la fábrica líder para la PQ25
 - Estados de Calidad (puntos de función, homologaciones....)
 - Meisterbock – Cubing – Fügemeisterbock
 - Soportes de medición, programas de medición
 - Análisis y seguimiento de problemas

Meisterbock es un modelo de medida de la calidad que comprende una estructura base y unos módulos principales y auxiliares de perfiles de aluminio cast continuo. Las piezas de la carrocería se montan y alinean sobre estos moldes usando puntos de montaje RPS ajustables. De este modo se evalúan el ajuste y apariencia de piezas sueltas y conjuntos. Se emplea también para análisis de fallos y asesoramiento en temas de uniones tensionadas.



El Meisterbock requiere de soportes CMM, que son unos componentes específicos de montaje que incluyen perfiles modulares y adaptadores específicos. Se emplea para montar componentes en máquinas de medición por coordenadas de una forma precisa y reproducible.

Las piezas que se montan en Meisterbock han pasado por Medición Serie Chapistería y por Medición Serie Prensas antes de esta etapa. Pueden medirse también piezas procedentes de proveedores, para verificar que la calidad concertada se está cumpliendo. En resumen, sirve para observar qué piezas están fuera de la tolerancia permitida y cómo afectan a las demás. El proceso consiste en la construcción del coche y su posterior medición y análisis. Para comprobar que se montan las piezas de la forma óptima se van midiendo la holgura y enrase de cada una de forma individual; y se realizan los correspondientes ajustes para garantizar un adecuado montaje. Se posee un Meisterbock de dos puertas y otro de cuatro, los cuales se montan completamente con frecuencia semanal.

- Centro de Pruebas: en este centro se realizan pruebas de carretera, funcionalidad, pruebas de consumo y auditorías exhaustivas de coche completo. En los coches de Fiabilidad se llevan a cabo pruebas de montaje de piezas reclamadas en red, se analizan posibles fallos y defectos de dichas piezas, y se realizan también pruebas de montaje para la homologación de piezas de compra. En esta sección es donde tiene lugar el desarrollo del proyecto.

8 LA CALIDAD

8.1 Introducción

Una posible definición de calidad es la conformidad relativa con las especificaciones, es decir, el grado en que un producto cumple con las especificaciones del diseño. Sin embargo existen muchas versiones para definir el concepto de calidad:



- Según la norma ISO 9000: la calidad es el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.
- Según la norma ISO 8402 la calidad es la totalidad de características de un ente que le confieren la aptitud de satisfacer necesidades implícitas o explícitas.
- Según la norma DIN la calidad en el mercado significa el conjunto de todas las propiedades y características de un producto, que son apropiados para satisfacer las exigencias existentes en el mercado al cual va destinado.
- Según la RAE la calidad es la propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa que permite apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie.
- Según P. Crosby la calidad es el cumplimiento de requisitos.
- Según J. Juran la calidad es la adecuación al uso del cliente.
- Según G. Taguchi la calidad es la pérdida monetaria que el producto o servicio ocasiona a la sociedad desde la que es expedido.
- Según W. E. Deming la calidad es la satisfacción del cliente.

Para conseguir la mejor calidad en el producto o servicio se deben tener en cuenta tres aspectos importantes, o dimensiones básicas de la calidad:

- Dimensión técnica: abarca los aspectos científicos y tecnológicos que afectan al producto o servicio.
- Dimensión humana: se ocupa de cuidar las buenas relaciones entre los clientes y empresas.
- Dimensión económica: trata de minimizar los costes tanto para el cliente como para la empresa.

Otros aspectos que también son clave son el control de la cantidad justa y deseada de producto que se debe fabricar y ofrecer; la rapidez de distribución de productos y atención al cliente; y el precio exacto en base a la oferta y demanda.

Las nuevas teorías con respecto a la calidad sitúan al cliente como el centro, ya que es



parte activa en la calificación de la calidad de un producto. Por ello se trata de crear un estándar basándose en el punto subjetivo de un cliente. La calidad de un producto no se determinará únicamente con parámetros objetivos y especificaciones técnicas, sino también mediante las opiniones del cliente que emplea el producto o servicio.

Como ya se ha dicho, la calidad es el conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le permiten cumplir con las expectativas del consumidor. Sin embargo algunos consumidores podrían preferir algunas propiedades mientras que otros podrían desear otras. Pero hay algunas características que siempre deben ser satisfechas para que un producto sea considerado de calidad. Estas características se podrían resumir en insumos de primera, diseño atractivo, buena presentación, durable, y acompañado de un buen servicio al cliente.

Con esta base se puede clasificar la calidad en:

- Calidad que se espera: cuando existen propiedades y características que los consumidores asumen que encontrarán en los productos o servicios. Cuando encuentran estas propiedades los clientes quedan satisfechos pero al no encontrarlas quedan muy insatisfechos.
- Calidad que satisface: cuando los clientes solicitan específicamente unas propiedades y éstas están presentes, los clientes quedan satisfechos. Si estas peticiones no se cumplen quedan insatisfechos. Esta calidad cumple con las expectativas del consumidor sin superarlas.
- Calidad que deleita: cuando los clientes no solicitan unas características porque desconocen su existencia, pero si están presentes agradan y el consumidor queda muy satisfecho. Sin embargo si no están presentes no quedan insatisfechos al desconocerlas. Esta calidad supera las expectativas del cliente.



8.2 Historia y evolución

A lo largo de la historia, el término “calidad” ha experimentado numerosos cambios. Por ello se describen a continuación en cada etapa histórica cuál era el concepto de la calidad y los objetivos buscados, hasta llegar al concepto de calidad actual.

- Antigüedad: desde tiempos remotos siempre se ha buscado hacer las cosas bien con el objetivo de satisfacer al cliente. Ya las civilizaciones antiguas como fenicios, mayas o egipcios tenían normas según las cuales penalizaban gravemente a quien hacía un producto defectuoso.
- Edad Media: comenzaron a existir los maestros y aprendices, y los artesanos conocían a fondo su trabajo y se esforzaban en realizarlo de calidad. Aparecen las marcas y los propios trabajadores se esfuerzan por mantener su prestigio, por lo que la calidad es responsabilidad del operario. Los consumidores confían en la reputación y habilidad del artesano.
- Revolución Industrial: gracias a la división del trabajo se hizo posible la producción en masa. Los operarios comenzaron a medir algunas especificaciones y apartaban los productos que no se ajustaban a las mismas; pero se buscaba principalmente satisfacer la gran demanda de bienes.
- Sistema de Taylor: a pesar de que inicialmente en Estados Unidos se adoptó el concepto europeo de calidad debido a la colonización, a finales del siglo XIX se rompió con este sistema y se adoptó el sistema Taylor de “gestión científica”. Este enfoque implicaba separar la planificación y la ejecución. La planificación e inspección pasaron a un departamento especializado, y dejaron de ser responsabilidad de los trabajadores. Este concepto ayudó a que la economía estadounidense se desarrollase espectacularmente.
- Segunda Guerra Mundial: este conflicto bélico provocó un aumento en el estudio de la tecnología, incluida la tecnología del control de la calidad. Se deseaba asegurar la eficacia del armamento con la mayor y más rápida producción posible.



- Posguerra (Japón): tras la Segunda Guerra Mundial, Japón decidió conseguir la reconstrucción y resurgimiento del país mediante el comercio. Sin embargo tenían graves problemas de calidad; y para solucionarlos decidieron invitar expertos extranjeros y visitar otros países para aprender sus sistemas de gestión de la calidad. Se impuso entonces un “Sistema Integral de Calidad”, que afecta al proceso entero de diseño, fabricación y comercialización de un producto. De este modo alcanzaron un nivel muy alto de calidad.
- Posguerra (resto del mundo): ante la creciente competencia japonesa, numerosas empresas (particularmente norteamericanas) decidieron competir mediante el precio, por lo cual desplazaron la fabricación a zonas de bajo coste de mano de obra. Sin embargo los fabricantes japoneses siguieron irrumpiendo en el resto de mercados, en parte debido a su calidad superior.

8.3 Concepto de Calidad Total

La Calidad Total es la filosofía más evolucionada del concepto de la calidad. La Gestión de la Calidad Total (TQM, *Total Quality Management*) es un estilo de gerencia que involucra a todos los miembros de una empresa en el mejoramiento continuo de la calidad en todos los aspectos de la misma, de manera gradual. Se basa en el hecho de que alcanzar la calidad es una obligación de las personas que la producen.

Las ventajas o beneficios que proporciona la aplicación de este sistema son:

- Aumento de la calidad (en los productos elaborados, servicios, procesos, personal....)
- Eliminación de desperdicios (de tiempo, materiales, esfuerzos, económicos....)
- Reducción de costes (de fabricación, proyectos, inventarios, distribución....)
- Reducción de tiempos (de producción, atención al cliente...)
- Incremento de la productividad
- Aumento de la satisfacción del cliente
- Aumento de la satisfacción de los clientes internos (empleados de la fábrica u otros departamentos que solicitan un producto o servicio)
- Mayor competitividad
- Mayores utilidades o rentabilidad



Las bases del sistema son obtener la plena satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes, ya sean externos o internos; desarrollar un proceso de mejora continua en todas las actividades y procesos de la empresa; participación de todos los trabajadores (particularmente de la Dirección); e involucración del proveedor.

8.4 Gestión de la Calidad

El término gestión de la calidad tiene cuatro componentes: planeamiento, control, aseguramiento y mejoras en la calidad. La principal normativa internacional para la gestión de calidad es la ISO 9001:2008. Esta norma adopta varios principios de gestión que se pueden emplear para lograr que las organizaciones mejoren su desempeño. Estos principios son:

- Enfoque al cliente: las necesidades actuales y futuras del cliente coinciden con los requisitos del cliente. Como las organizaciones dependen de sus clientes deben tratar de superar sus expectativas. Cuando todos los empleados de una empresa conocen cuáles son los clientes externos e internos y los requisitos que deben satisfacer para ambos tipos, se consigue obtener el enfoque hacia el cliente.
- Liderazgo: los líderes de una empresa deben acordar un propósito y cuál será la dirección a seguir para alcanzarlo. Se debe crear y mantener un ambiente interno en el cual los empleados puedan alcanzar los objetivos de calidad marcados.
- Enfoque hacia procesos: se administran las tareas y recursos que guardan relación como un único proceso.
- Enfoque de sistemas para las gerencias: los objetivos de calidad se alcanzan cuando se identifica, entiende y gerencia todos los procesos como un solo sistema. De este modo se controla la calidad en todos los pasos del proceso de producción.
- Mejora continua: un objetivo permanente de una empresa debe ser la mejora continua de todo su sistema.
- Enfoque en hechos para la toma de decisiones: antes de tomar una decisión se debe

realizar un análisis de datos e información, y basar las decisiones en el mismo.

- Relación de mutuo beneficio con proveedores: las empresas mantienen una relación de interdependencia con sus proveedores, por lo que deben brindarse mutuamente valor agregado.

8.5 Conceptos de calidad aplicados en Volkswagen

8.5.1 Mejora continua

La mejora continua es un concepto del siglo XX que debe ser la base para asegurar la posibilidad de mejora. Debería ser el objetivo permanente en cualquier organización. La base para ello es la autoevaluación, donde pueden detectarse puntos fuertes para mantener y áreas de mejora. Para ayudar a elaborar proyectos de mejora para dichas áreas se emplea un ciclo PDCA.

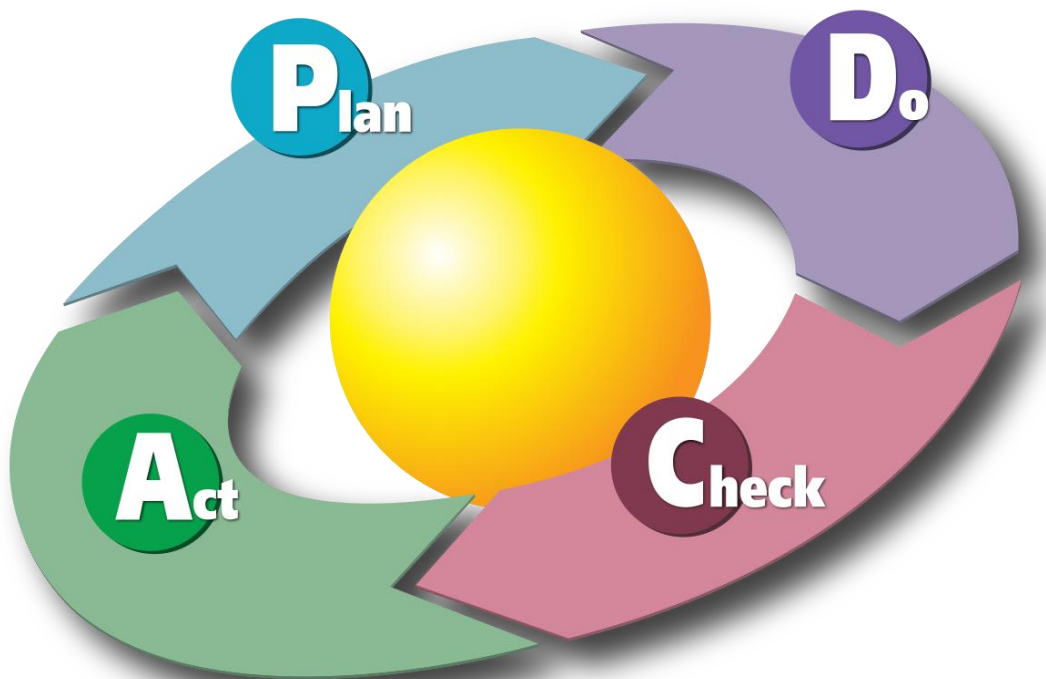


Figura 16: Representación del ciclo PDCA



Este ciclo, también conocido como ciclo de Deming en honor a Edwards Deming, es una estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos:

- Plan (planificar): en este paso se identifica el problema; se recopilan datos y se realizan pruebas si es necesario para conocer más a fondo el proceso; se detallan las especificaciones de los resultados esperados; se definen las actividades necesarias para alcanzar el producto o servicio deseado; y se establecen indicadores de control.
- Do (hacer): esta fase consiste en la ejecución de las actividades planificadas; organizando los pasos a seguir; asignando los recursos necesarios; y supervisando la aplicación final.
- Check (comprobar): este paso consiste en recopilar datos de control y analizarlos; comparándolos con las especificaciones ya indicadas; y evaluar si se ha producido la mejora esperada.
- Act (actuar): esta fase se realiza en función de los datos obtenidos en la anterior. En caso de no haberse detectado errores, se implantarán a gran escala las mejoras decididas. Si los errores detectados son pequeños, se debe repetir el ciclo PDCA con algunas nuevas mejoras. Si se detectan errores insalvables se tendrá que tomar otra vía de mejora.

Para poder llevar a cabo un proceso de mejora continua es imprescindible que los trabajadores cuenten con el apoyo de la Dirección. Además debe estar claramente definida la responsabilidad de cada acto que se lleve a cabo. Es necesario también revisar cada paso del proceso y obtener un feedback. Finalmente es necesario que los resultados puedan medirse de manera tangible.

Si se implementa este sistema debe realizarse de manera regular y sostenida en el tiempo, no como arreglo rápido frente a un problema puntual. En muchas ocasiones se logra una mejora continua al reducir la complejidad y mejorar la comunicación; así como al ubicar puntos de control para asegurar la calidad.

8.5.2 Kanban

Kanban es una metodología dirigida a crear un sistema de producción más efectivo y eficiente, que contribuye a generar un panorama más competitivo. Consiste en un conjunto de formas de comunicarse e intercambiar información entre los operarios de una línea de producción o entre proveedor y cliente. Tiene como objetivo simplificar la comunicación y evitar errores.

Los principios de esta metodología son:

- Calidad garantizada: cualquier proceso debería realizarse bien a la primera. Por ello no prima la rapidez sino la calidad final de las actividades que se han llevado a cabo.
- Reducción del desperdicio: se debe reducir todo lo superficial y/o secundario, haciendo únicamente lo necesario, bien hecho.
- Mejora continua: el sistema Kanban ayuda a mejorar en el desarrollo de proyectos, según los objetivos programados.
- Flexibilidad: cada tarea a realizar se elige entre las tareas pendientes acumuladas, por lo que se puede priorizar las tareas entrantes según las necesidades.



Figura 17: Representación del método Kanban



Además para que se pueda aplicar apropiadamente el método Kanban en un sistema productivo es necesario que se den cinco elementos:

- Visualizar el flujo de trabajo: es habitual en grandes empresas que se desconozcan todas las fases por las que pasa un proyecto. Por ello se recomienda usar un panel con tarjetas (que da nombre al método, ya que Kan significa “visual” y Ban “tarjeta”) donde cada tarea esté definida y dividida en columnas según la fase del proyecto.
- Limitar el trabajo en curso: al comenzar una tarea, esta debe terminarse antes de empezar con la siguiente.
- Gestión del flujo: junto a la visualización del flujo se debe controlar su funcionamiento, comprobando si las piezas funcionan correctamente o si hay algún problema que se debe solucionar.
- Dejar claras las reglas del proceso: las personas que realizan una tarea deben entender bien las especificaciones o reglas a las que deben someterse.
- Mejora en equipo: las mejoras que se van a implementar deben ser acordadas en equipo.

La metodología Kanban presenta múltiples ventajas, como que si se emplea un sistema informatizado se puede conocer la situación de todos los ítems en cada momento y se pueden tomar decisiones basadas en las condiciones de cada área en tiempo real. Además previene el trabajo y papeleo innecesario, y mejora el control sobre el stock.

La implantación de un sistema Kanban es sencilla de utilizar, actualizar y asumir por parte del equipo, y se realiza en cuatro fases:

- Fase 1: diseñar el sistema que se va a emplear y formar a los trabajadores en la metodología Kanban y sus ventajas.
- Fase 2: implantar Kanban en las líneas de producción con mayor actividad, donde se generan más problemas o donde sea primordial evitar fallos y retrasos.
- Fase 3: implementarlo en las demás actividades, siempre teniendo en cuenta las opiniones de los trabajadores.
- Fase 4: revisar el sistema para mejorarlo, una vez que se cuenta con una experiencia previa.

8.5.3 Just in time

La filosofía Just in time (JIT) es una metodología de organización de la producción que afecta a todo el sistema productivo. Consiste en entregar las materias primas o componentes a la línea de fabricación de forma que lleguen a medida que son necesarios. Se debe producir

justo lo que se requiere, cuando se necesita, con calidad óptima y sin desperdiciar recursos.

El objetivo final del sistema JIT es eliminar el despilfarro; para lo cual se identifican los problemas fundamentales y se analizan posibles soluciones de tal modo que logren eliminarse las actividades innecesarias.

Las principales ventajas de este sistema son que reduce los inventarios necesarios en cada paso de la línea productiva, lo que implica una reducción de costes de compras y de almacenaje. Además minimiza las pérdidas por suministros obsoletos, permite una relación más próxima con los suministradores y aumenta la flexibilidad por lo que permite cambios más rápidos. Sin embargo el sistema presenta alguna desventaja, como es el peligro de problemas o retrasos por falta de materias primas, y que pueden aumentar los precios de compras al ser menores cantidades.

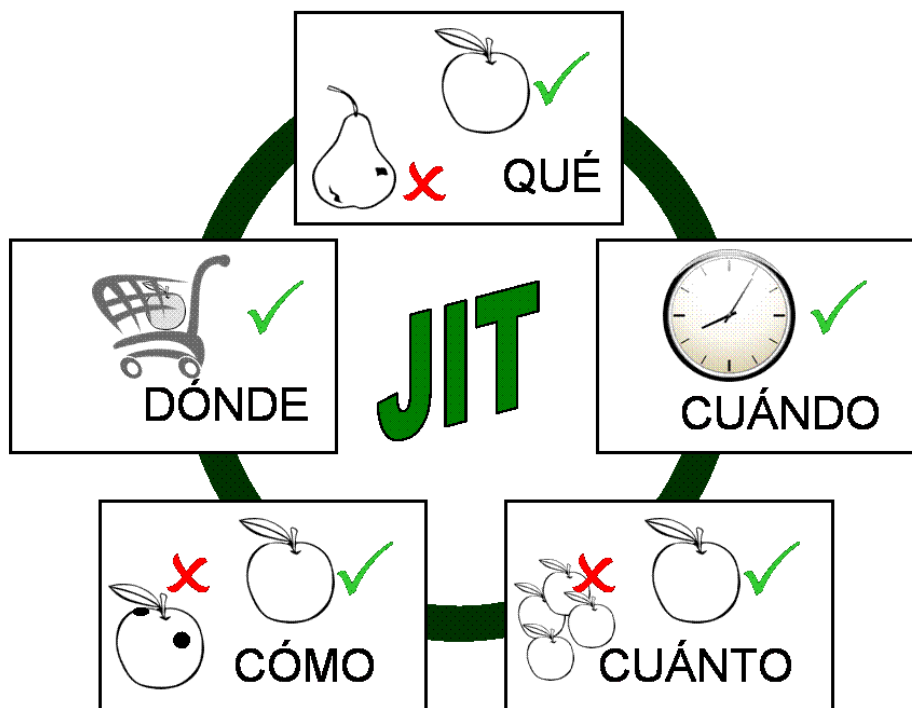


Figura 18: Representación de la filosofía Just in time



Una de las bases de la filosofía JIT es el empleo de sistemas de producción *pull* en lugar de *push*. Los sistemas clásicos de producción utilizan sistemas tipo push (o de empuje), lo que significa que en base a algunos pedidos y previsiones se define la producción que se va a realizar. Así pues se realizan las órdenes de aprovisionamiento y operario produce conforme a lo previsto. Al terminar se producir “empuja” la pieza al puesto de trabajo siguiente y continúa produciendo.

Sin embargo, con el sistema pull cada operario retrocede al puesto de trabajo anterior para recoger las piezas y materias primas que necesita (“tira” del material). Hasta que el material no ha sido retirado por el trabajador del puesto siguiente, no se sigue produciendo; puesto que en tal caso se crearía un excedente en un puesto que no está siendo usado por el siguiente puesto, y no se cumpliría con la filosofía JIT.

8.5.4 Poka-Yoke

Poka-Yoke es una técnica de calidad que significa “a prueba de errores”, y que busca eliminar o evitar equivocaciones tanto en el ámbito humano como en la automatización. Este proceso puede ser útil también en la detección de errores.

Para lograr el objetivo, es importante saber que los defectos en las piezas son provocados por errores. Dichos defectos en ocasiones sólo se descubren mediante inspecciones, pero no es lógico inspeccionar el producto final si el defecto se produce a lo largo del proceso. Es en el proceso, por tanto, donde se debe eliminar el error. Además hay que procurar que estos errores no vuelvan a repetirse. Por ello los errores se pueden corregir de dos maneras: cuando es imposible que el operario se equivoque en el proceso, o cuando la equivocación es tan obvia que el trabajador pueda corregirla.

Con esta base existen dos tipos de sistemas Poka-Yoke:

- Función de control: se diseña un sistema para impedir que el error se consuma. Se emplean formas o colores que diferencien cómo debe llevarse a cabo un proceso o cómo se encajan unas piezas. También puede detenerse la máquina y evitar que se continúe el proceso.

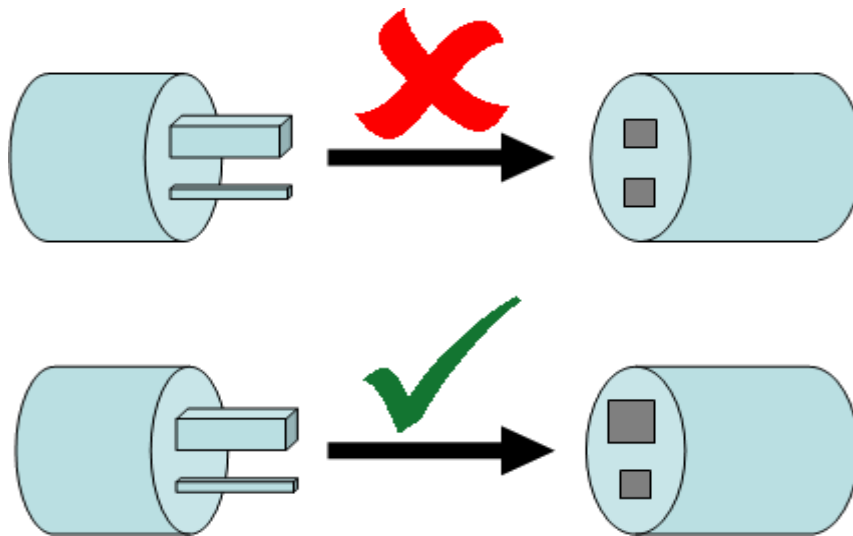


Figura 19: Representación de la técnica Poka-Yoke

- Función de advertencia: el dispositivo reacciona cuando se va a producir un error, de tal forma que advierte al operario del riesgo. Suele emplearse la activación de una luz y/o un sonido. Es menos efectivo que el anterior ya que requiere que el trabajador lo perciba, porque si no el error seguirá produciéndose.

Algunas de las ventajas que proporciona este sistema son que se elimina el riesgo de errores en las actividades en las que los operarios pueden equivocarse por desconocimiento o distracción (tareas repetitivas). Además se reduce el tiempo invertido por el trabajador en la comprobación y reparación de errores. Y naturalmente mejora la calidad al actuar directamente sobre el error en lugar de sobre el producto final.

8.5.5 5s

El método de las 5s, llamado así por la primera letra del nombre en japonés de cada una de las cinco etapas, es una práctica de calidad que trata del mantenimiento integral de una empresa. El sistema ha tenido una gran difusión y ahora es ampliamente utilizado.

Esta metodología de trabajo pretende mejorar las condiciones de trabajo y la moral del personal (ya que es más agradable trabajar en un sitio limpio); reducir gastos de tiempo y energía; mejorar la seguridad y reducir riesgos de accidentes; y mejorar la calidad.



Figura 20: Representación de la metodología 5s

La implantación de este sistema satisface múltiples objetivos, ya que cada “s” persigue uno en particular:

- Seiri (clasificación): consiste en identificar los elementos necesarios y separar y desechar los innecesarios. Algunas normas comunes son tirar lo que se usa menos de una vez al año, apartar (al almacén o similar) lo que se emplea menos de una vez al mes, guardar (en un armario o zona cercana) lo que se usa menos de una vez por semana y mantener lo demás en el puesto de trabajo. Además, lo que se emplea al menos una vez cada hora debe llevarlo el operario consigo.
- Seiton (orden): consiste en decidir cómo deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, para poder encontrarlos y reponerlos rápidamente. Se emplea el lema “un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio”. Para ello se debe organizar racionalmente el puesto (con los objetos más utilizados cerca y los menos utilizados más lejos.....) y hacer obvio el orden de los objetos.



- Seisō (limpieza): consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, encontrando modos de que no reaparezcan, para que los materiales siempre se encuentren en estado óptimo. La suciedad de una máquina puede conllevar incluso su mal funcionamiento.
- Seiketsu (estandarización): consiste en detectar irregularidades o anomalías mediante métodos sencillos para todo el mundo. En esta etapa se crean estándares que faciliten mantener el orden y limpieza de forma diaria. Para ello se debe favorecer la gestión visual y formar al personal en dichos estándares.
- Shitsuke (disciplina y hábito): consiste en controlar de forma rigurosa la aplicación del sistema, comparar los resultados con los objetivos establecidos, y modificar lo que sea necesario para alcanzarlos si no se ha conseguido. Si no se realiza de manera efectiva esta fase, todo el sistema falla.

Si se lleva a cabo apropiadamente esta metodología, se consigue un mayor compromiso y responsabilidad en las tareas; mayor cooperación y trabajo en equipo; se da una mejor imagen ante los clientes; se producen menos productos defectuosos y averías.... En conjunto, se cree que se puede reducir un 40% los gastos de mantenimiento y un 70% el número de accidentes. En Volkswagen Navarra se realizan auditorías 5s cada dos semanas, para asegurar la correcta implantación y mantenimiento de esta metodología.

8.5.6 Anmutung

Anmutung es un término que en Volkswagen se identifica como “el gusto por el detalle”; y defiende la importancia de la calidad percibida como característica clave y diferenciadora de los vehículos Volkswagen. Es una metodología que promueve esta multinacional, tanto entre sus trabajadores como entre los proveedores y empresas colaboradoras, basada en el amor por las cosas bien hechas. Actualmente se realizan formaciones a todas las empresas proveedoras y a los trabajadores que se incorporan a su plantilla, para que en todos los trabajos se cuiden al máximo los detalles. De este modo se mejora la calidad y se evitan problemas futuros. Además, si se piensa en satisfacer todas las necesidades del cliente hasta en los detalles mínimos, se aumenta la satisfacción obtenida.



A pesar de que muchos aspectos de la calidad pueden medirse con criterios objetivos, Anmutung es algo totalmente subjetivo. La competencia empresarial no es exclusivamente entre las características de dos productos; sino también entre las percepciones, en lo que el cliente percibe del producto y la empresa.

Se pretende mostrar con esta filosofía que un trabajo tendrá un buen resultado final sólo si se cuidan los pequeños detalles; mostrando que todas las tareas son importantes. Se aumenta así también la satisfacción del operario, que ve que su trabajo se valora y es crucial. A pesar de que esta metodología es relativamente reciente, hay una gran aceptación por parte de todas las personas que deben llevarla a cabo.

9 CENTRO DE PRUEBAS

9.1 Introducción

El Centro de Pruebas pertenece al área de Calidad, concretamente al Departamento de Análisis de Coche Completo. Su objetivo es detectar posibles fallos o defectos en el coche acabado para evitar que continúen produciéndose. Se realizan también pruebas a los coches especiales que tienen un destino distinto a los vehículos producidos en serie.

El Centro de Pruebas dispone también de una flota de 12 vehículos, llamados Coches de Fiabilidad, a los que se les hacen múltiples pruebas de todo tipo para, entre otras cosas:

- Detectar problemas que se han encontrado en la fábrica o en la red por los clientes
- Simular posibles fallos
- Montar piezas reclamadas por los clientes para comprobar su funcionamiento
- Homologar piezas nuevas de proveedores
- Estudio del comportamiento del vehículo y de las piezas cuando se realizan muchos kilómetros en un breve espacio de tiempo.

Estas pruebas se llevan a cabo para decidir qué medidas correctivas puedes realizarse



para corregir y/o evitar los fallos encontrados. Tras realizar un análisis de causas y posibles soluciones, se comunican a los responsables de las zonas en las que se ha podido causar el fallo para poder solucionarlo de la manera más rápida y eficaz posible.

La comunicación entre los distintos departamentos es, por tanto, constante; para poder localizar los fallos con prontitud y eliminar las causas. Esto se debe a que en Volkswagen, y en concreto en Volkswagen Navarra, es muy importante la calidad del producto terminado ya que se busca la máxima satisfacción del cliente.

9.2 Estructura

El Centro de Pruebas está dirigido por Luis María Erro Echalecu, tutor de este proyecto. El Centro de Pruebas está dividido en tres grupos, cada uno de los cuales guiado por un coordinador. Estos grupos se clasifican según el tipo de pruebas que realizan: Eléctricas, Mecánicas o de Carretera. Las pruebas de Coches de Fiabilidad pertenecen al grupo de pruebas mecánicas.

En la actualidad, la plantilla de estos grupos se ha visto reforzada ya que al estar realizando el lanzamiento del Polo A05-GP se fabrican más coches especiales a los cuales hay que realizar diversas pruebas; y además los primeros coches fabricados de un nuevo modelo tienen siempre más errores que se deben localizar y solventar para mejorar la calidad de la serie. Para ello se han trasladado al Centro de Pruebas algunos trabajadores del Departamento de Calidad Serie (concretamente de la sección de Revisión Final), ya que al estar más habituados con las pruebas que se realizan sobre los coches terminados era más sencilla la adaptación al nuevo puesto. También se han contratado más trabajadores de la empresa Autovisión.

Autovisión es una empresa dedicada a la prestación de servicios industriales, insourcing y outsourcing; especialmente a la industria automovilística. En España se encuentran ubicados en el Polígono de Landaben, en el parque de proveedores situado junto a Volkswagen Navarra. Entre otras muchas actividades, se ocupa de reparación de automóviles, por lo que los empleados contratados para trabajar en el Centro de Pruebas tienen también muchos conocimientos sobre el vehículo y sobre las pruebas que se deben hacer para detectar fallos.



9.2.1 Eléctricas

9.2.1.1 Componentes eléctricos

El objetivo de esta prueba es la revisión de todos los elementos e instalaciones, para comprobar su correcto montaje, disposición, niveles y correspondencia en el vehículo. Para la realización de esta prueba, el operario debe accionar todos los elementos del coche: puertas, maletero, llaves, cerraduras de seguridad, elevalunas, calefacción, radio.... Absolutamente todo el equipamiento, para comprobar que funciona como debería y que se corresponde al equipamiento y modelo solicitados.

9.2.1.2 Hueco motor y bajos

El objetivo de esta prueba es comprobar que no falta ningún tornillo, grapa o cualquier otro elemento de seguridad en los bajos del vehículo ni en el motor; que todo esté ubicado donde debería y que no haya contacto entre los cables y alguna otra pieza. Esto es muy importante para evitar que se produzcan cortocircuitos o se suelte alguna pieza o tubo.

Para ello se abre el capó y se comprueba que todos los tubos y cables se encuentren en su sitio, tirando para revisar que ninguno esté suelto. A continuación se alza el coche con el elevador y se realiza la misma operación en los bajos del vehículo.

9.2.1.3 Aire acondicionado

El objetivo de esta prueba es comprobar el correcto funcionamiento del aire acondicionado y la ausencia de fugas en los tubos. Para ello se conecta el aire acondicionado a la temperatura mínima, en la opción de recirculación de aire, con las ventanillas cerradas y sólo el radiador central abierto. Después se ubica un termómetro en dicho radiador central, el cual mide la temperatura exterior y la temperatura del aire que sale. La temperatura del aire tiene que estar entre unos valores calculados, dependiendo de la temperatura exterior. Tras esperar 5 minutos con el aire acondicionado conectado, se emplea una máquina con una sonda. Se recorre toda la longitud de los tubos con esta sonda y, en caso de fuga, se emite un pitido.



9.2.1.4 Reglaje de faros

El objetivo perseguido por esta prueba es comprobar que la regulación de los faros, llevada a cabo en revisión final, esté dentro de los límites estipulados. Se procura hacer un seguimiento de los distintos tipos de faros (en el caso del A05-GP existen cuatro tipos: H7 antiguos, H7 nuevos, XENON y LED) y de las cuatro máquinas que existen en revisión final, para asegurar que ninguna de ellas funcione incorrectamente. Con una máquina se ubica el centro del faro en unos ejes cartesianos Z e Y, y se comprueba que las coordenadas de dicho centro sean adecuadas. El hecho de que los faros estén bien regulados es vital para una correcta visibilidad y unas buenas condiciones de circulación.

9.2.1.5 Medición de baterías:

El objetivo de esta prueba es comprobar que el voltaje de la batería no es inferior al teóricamente proporcionado por el proveedor (12,65 V) y que no se deteriora. La batería es un elemento acumulador de energía que sirve para poner en marcha el motor del vehículo dando paso después al alternador, que es el encargado de proporcionar energía eléctrica a las diversas funciones del vehículo una vez que se encuentra en marcha.

Al arrancar se requiere una potencia de entre 1000 y 1500 W únicamente para activar el sistema eléctrico, el motor de arranque, el sistema de inyección y demás elementos básicos. A esto hay que sumarle una potencia extra si la calefacción, radio, luces u otro equipamiento se encuentran encendidos. Es decir, la batería está sometida a una fuerte carga de trabajo, por lo que es muy importante que se encuentre en perfectas condiciones.

Para la realización de esta prueba se escogen 20 vehículos y se les abre y bloquea el capó. Se espera dos horas y tras este lapso de tiempo se mide el voltaje de cada una de las baterías. Si el valor es inferior al que debería ser, se considera error y se realiza un informe.



9.2.2 Mecánicas

9.2.2.1 Geometría de los ejes

Esta prueba tiene como objetivo garantizar la construcción idónea en cuanto a las cotas de geometría que afectan a la correcta conducción y desplazamiento del vehículo. Dado que el tren de rodaje es el enlace entre el vehículo y el pavimento, está sometido a fuerzas y pares de acción múltiple: fuerzas de contacto y tracción, fuerzas de guiado lateral....

El tren de rodaje está compuesto por las suspensiones de las ruedas, las llantas, muelles, amortiguadores, los ejes delantero y trasero, la dirección, los frenos (incluyendo el manejo) y el bastidor auxiliar. Si el tren no se alinea correctamente, el comportamiento dinámico no será el deseable y pueden producirse mayores desgastes de los neumáticos.

Para evitar esto se deben revisar las cotas de geometría más importantes (convergencia anterior y posterior, caídas anterior y posterior, ángulos de giro y avance) de las ruedas y los ejes, la alineación de los ejes y la alineación del sistema de dirección. En caso de desalineación de la convergencia o caída, puede hacer restricciones de la seguridad de conducción. Los ajustes incorrectos pueden causar posiciones incorrectas de las ruedas, provocando daños en los neumáticos. Antes de realizar esta prueba es necesario rodar el vehículo en la pista de pruebas unos minutos por varios pavimentos para que los amortiguadores se asienten correctamente.

Otros de los datos que se deben comprobar son las alturas entre el eje de la rueda y la carrocería del coche. Si estos cuatro valores se encuentran entre los valores admisibles, significa que el coche está adecuadamente equilibrado.

9.2.2.2 Estanqueidad

El objetivo de esta prueba es garantizar la estanqueidad del vehículo ante posibles filtraciones de agua. Esto es muy importante para el correcto funcionamiento del coche y para la satisfacción del cliente.



En esta prueba se simulan las condiciones externas a las que el vehículo podría verse expuesto. Por ello durante 10 minutos se rocían sobre el coche 25 litros por metro cuadrado y por minuto, similar a condiciones de tormenta. A lo largo de la prueba y mediante una linterna, se comprueba que no se aprecien gotas en el interior del vehículo. Al finalizar la prueba se emplea en las alfombras un detector de humedad para asegurar que no ha habido entrada de agua por ningún orificio.

9.2.2.3 Prueba de humo

Esta prueba sirve también para comprobar la estanqueidad del vehículo, especialmente la estanqueidad acústica para que no penetren ruidos ni olores. Para ello se crea una depresión en el interior del coche, por una de las ventanillas traseras, de aproximadamente 4 bares. Se introduce un operario en el interior del vehículo con una linterna, y otro compañero desplaza una máquina de hacer humo por las lunas, capó, puertas.... Cualquier componente cuya unión pueda no ser perfecta y crear una inestanqueidad.

La máquina expulsa una mezcla totalmente inocua de aire y alcohol, y el operario del interior del vehículo observa si se produce o no entrada de humos. En caso de duda, se introduce la máquina en el interior y se observa desde el exterior si sale humo. Además, después se comprueba con un endoscopio dónde se encuentra el orificio que permite pasar la niebla.

9.2.2.4 Pares de apriete

El objetivo de esta prueba es asegurar que los aprietes de seguridad se han aplicado correctamente por parte de las diferentes estaciones automáticas, para garantizar la seguridad del vehículo. Para ello, con una llave dinamométrica, se miden los pares de apriete de todos los tornillos de seguridad del vehículo. En muchas ocasiones, sin embargo, se opta por medir únicamente los pares retrabajados (aquellos donde se ha tenido que cambiar o reparar un componente) en lugar de examinar todos los tornillos de seguridad del vehículo, lo cual conlleva mucho tiempo.



9.2.2.5 Confort

El objetivo principal de esta prueba es revisar el correcto accionamiento y funcionamiento de todos los elementos móviles de un vehículo. Se pretende conseguir que todos estos elementos se accionen con la fuerza justa que produzca comodidad, que no sea excesiva ni demasiado poca. Esta prueba puede realizarse al completo, revisando todos los elementos; o reducida. En el caso de la prueba reducida se miden los esfuerzos que se realizan al accionar manillas de apertura, desplazamiento y regulación de asientos, palanca del freno de mano, bocina y algunos otros componentes.

9.2.3 Carretera

9.2.3.1 Prueba de conducción

El objetivo de esta prueba es comprobar el correcto funcionamiento del vehículo en todos los aspectos, tanto una buena conducción como los niveles de ruido y el funcionamiento de la caja de cambios. Se realiza la prueba desde el punto de vista del cliente, tratando de percibir lo que él sentirá al conducir su coche. Se revisa más específicamente el circuito eléctrico, el sistema de audio y audio-navegación, el hueco motor, los componentes de los bajos, el sistema de frenos, la alineación de ruedas y ejes, los esfuerzos del portón y de las puertas, y el freno de mano.

Para realizar esta prueba, en primer lugar se circula con el vehículo por la pista de pruebas de Volkswagen Navarra. Se conduce por diferentes pavimentos para notar las vibraciones y ruidos que pudieran producirse, y se acelera el coche y se rueda por una curva peraltada para probar el giro. A continuación, tras conducir a gran velocidad, se frena en seco en un tramo de pista con medidas para comprobar en cuántos metros se detiene definitivamente el coche; y se sube por una cuesta para probar la efectividad del freno de mano.

Tras realizar esta prueba, con el vehículo detenido, se comprueba el correcto funcionamiento de todo el equipamiento. Finalmente se realiza una ruta programada de unos 70 km circulando por autovía, ciudad y puerto de montaña; tras lo cual se revisa el coche para



comprobar que sigue en perfecto estado.

10 INNOVACIÓN

10.1 Introducción

Innovación es un término que se refiere a algún cambio que introduce una o varias novedades, y es un elemento clave de la competitividad. Una condición clave de la innovación es su aplicación exitosa a nivel comercial, si la novedad no es aceptada por el mercado no se ha dado innovación. Además toda innovación debe cumplir con ciertos criterios: perspectiva de mercado (debe ser útil para algo), base técnica (se tiene que poder repetir), exigencia de recursos tolerable (debe poder ser soportada por la organización que la ejecute), y capacidad de asunción por la organización (se debe poder asumir y gestionar por la organización).

La innovación puede clasificarse atendiendo a dos características:

- Según su aplicación:
 - Innovación de Producto: introducción en el mercado de un producto nuevo o considerablemente mejorado, cuyas características han cambiado.
 - Innovación de Proceso: introducción de cambios significativos en el sistema de dirección, métodos de organización, planificación estratégica....
- Según su grado de originalidad:
 - Innovación radical: nuevas aplicaciones de una tecnología o combinación original de nuevas tecnologías.
 - Innovación incremental: mejoras que se llevan a cabo sobre un producto, servicio o método ya existente.

10.2 La innovación en Volkswagen

Desde sus inicios, el Grupo Volkswagen ha sido pionero en innovación creando vehículos



más atractivos, dirigiéndose a nuevos segmentos de la población, inventando nuevas formas de propulsión, empleando nuevas tecnologías e implementando nuevos procesos de producción. La filosofía es avanzar hacia nuevos requerimientos no únicamente en temas de producción, sino también sociales y medioambientales; siempre avanzando de manera proactiva.

En general todas las grandes empresas del mundo están invirtiendo sumas cada vez mayores en investigación y desarrollo; especialmente las empresas de la industria automovilística. Sin embargo en 2012 Volkswagen fue la empresa que más invirtió en esto, hasta un total de 13.000 millones de dólares, aproximadamente 9.300 millones de euros. Y esta inversión continuó aumentando ya que en 2013 se emplearon 9.500 millones de euros en I+D. Por todo ello resulta evidente que para el Grupo Volkswagen la innovación es vital, se está mejorando continuamente y aplicando las últimas tecnologías a todos los modelos.

11 CENTRO DE PRUEBAS INNOVADOR

11.1 Introducción

El objetivo final de este proyecto es conseguir un Centro de Pruebas innovador. Para ello se van a proponer una serie de mejoras y el uso de nuevas tecnologías que faciliten el trabajo, mejoren la calidad, y reduzcan los tiempos y los recursos humanos y materiales.

11.2 Antecedentes

Dado que Volkswagen Navarra es la fábrica líder en la producción del modelo Polo, es necesario que el Centro de Pruebas sea innovador y pionero en las tecnologías y recursos empleados. De esta forma podrá detectar mayor cantidad de errores en los vehículos y se hallará la ubicación de los defectos con mayor precisión, lo cual permitirá averiguar las causas más concretamente. Y así estos errores y causas podrán transmitirse al resto de plantas fabricantes de este modelo, ayudando a que los fallos se subsanen simultáneamente a nivel mundial.



11.3 Estándar del Centro de Pruebas

En un consorcio tan grande como el Grupo Volkswagen se da mucha importancia a la estandarización de todos los departamentos y proyectos. Por eso todas las plantas del Grupo tienen la misma estructura y sus directores y gerentes cambian periódicamente (aproximadamente cada tres años), asegurando así que se trabaje de la misma manera en todas las plantas. Es por ello que también el Centro de Pruebas tiene un estándar teórico que debe cumplir.

Sin embargo, al comparar el estándar del Centro de Pruebas del Grupo Volkswagen con el estándar del Centro de Pruebas de Volkswagen Navarra se ha comprobado que existen algunas discrepancias. Esto es debido a que el estándar del Grupo es marcado por la planta de Wolfsburg, la cual cuenta con tecnología punta, y por ello en el estándar se han ido introduciendo progresivamente mejoras e innovaciones que todavía no han podido implantarse en Navarra. Las diferencias encontradas entre ambos estándares pueden localizarse en el Anexo I. Asimismo los precios estimados para la tecnología y maquinaria que se debería adquirir se encuentran presupuestados en el Anexo II.

Al observar el elevado coste de adquirir todo el equipamiento que sería necesario para cumplir apropiadamente con el estándar del Grupo Volkswagen e implementar también algunas mejoras pensadas para mejorar el flujo de coches y el layout con respecto al actual, se decidió realizar dos variantes de este proyecto. En primer lugar se intentará adaptar el Centro de Pruebas ya existente para poder realizar el mayor número de pruebas posible y conseguir la mayor calidad de producto. Para ello se hará un estudio del uso previsto y la mejora que supondría la introducción de todas las nuevas pruebas, escogiéndose sólo las que aporten un gran valor añadido a las pruebas que ya se realizan. Además se abogará por el consumo colaborativo, algo por lo que el Grupo está apostando fuerte. Esto consiste en comprobar si la maquinaria que se desea adquirir ya se encuentra en algún otro departamento de la planta y, si es así, solicitar su uso cada cierto tiempo (por ejemplo, una vez por semana). De este modo se pueden realizar más pruebas sin aumentar los costes.

En segundo lugar se va a realizar el esquema de un Centro de Pruebas ideal. Esto se debe a que la nave del Centro de Pruebas es una de las más antiguas de la fábrica, junto con la



nave de Chapa, por lo que pronto se comenzará a plantear su renovación. Se quiere aprovechar esta oportunidad para conseguir un Centro de Pruebas más moderno, con todas las innovaciones presentes en el estándar y, si fuera posible, incluir algunas nuevas. Por ello se va a realizar un estudio sobre estas nuevas mejoras que podrían introducirse, así como el layout del Centro de Pruebas ideal y un presupuesto aproximado de lo que costaría su construcción.

Finalmente, otro apartado del proyecto se dedicará a la investigación de algunas tecnologías innovadoras y a la realización de un estudio para comprobar si es viable o no su implantación.

11.4 Layout actual

El layout actual puede observarse en los planos que acompañan a este documento. Las entradas principales, tanto de peatones como de vehículos, se encuentran en la fachada noreste ya que es la fachada más próxima a la entrada principal de la planta. Junto a la entrada peatonal se localiza el despacho del jefe de Auditoría de Coche Acabado, el despacho del jefe del Centro de Pruebas y una oficina pequeña en la cual se encuentran los coordinadores del Centro de Pruebas. Seguidamente se encuentra la zona de Auditoría de Coche Acabado, enfrente de la cual se localiza la oficina grande en la que trabaja parte del personal del Centro de Pruebas, del Centro de Análisis, y de Fábrica Líder y Proyectos. En esta oficina se ubica también el despacho de la gerencia del departamento de Análisis Vehículo. Junto a esta oficina se encuentra la sala de reuniones y a continuación el área de pruebas mecánicas y coches de fiabilidad. Enfrente se realizan las pruebas eléctricas, y después se localizan los baños y el Centro de Análisis. En el lado opuesto se llevan a cabo las pruebas de carretera y está la zona de descanso. Finalmente en la fachada suroeste, junto a la zona de descanso se encuentra la cabina de secado, la cabina de lluvia, y en la esquina sur el almacén y la oficina de Análisis de Cableado.



11.5 Propuesta práctica

11.5.1 Equipamiento necesario

Primeramente se analiza prueba a prueba todo el material solicitado, si es realmente necesario, el uso que se va a realizar del mismo y si la maquinaria se encuentra ya en la planta.

- Reglaje de faros: debido a la falta de espacio no se solicitan las dos pizarras para mirar luz de córner, y además no se consideran necesarias. Si se desea adquirir sin embargo un centrador puesto que ayuda a situar el coche en el lugar correcto para que la regulación de los faros se haga de manera precisa, y se considera imprescindible.
- Control interior de componentes de iluminación: existe una cámara oscura en el laboratorio de VW Navarra S.A. Por ello no se considera necesario adquirir otra, dado que además ocupa un espacio del cual no se dispone actualmente, por lo que se acordará con el laboratorio la utilización de la cámara para comprobar un coche cada semana.
- Geometría: se requiere la compra de un dispositivo de calibración ACC VAS 6530, porque aunque actualmente se está comprobando el ACC no se calibra de la forma adecuada al no disponer del equipamiento apropiado. Sin embargo sí se dispone de un tester VAS 6160 compartido con el grupo de coches de fiabilidad, por lo que no se considera necesario otro.
- Estanqueidad: no se va a comprar un nuevo carro de herramientas puesto que, aunque sería necesario tener dos separados para esta prueba y pares de apriete, actualmente se trabaja bien y no se considera una prioridad. Sin embargo sí se solicitan dos detectores con cuello de cisne puesto que actualmente sólo se dispone de detectores comunes y no se pueden alcanzar los lugares más inaccesibles del coche, lo cual sería posible con los detectores con cuello de cisne.
- Conducción: el equipo de evaluación de ultrasonido se considera indispensable puesto que se puede comprobar la estanqueidad acústica del vehículo, permitiendo ver si hay defectos que son indetectables con la prueba de lluvia o la niebla. Asimismo la



herramienta de análisis SQuadriga II es básica puesto que permite grabar todos los sonidos en el interior del vehículo, tanto en estático como en movimiento, y aislar los que nos interesen para poder encontrar las fuentes de ruido. Además cuenta con una biblioteca de sonidos, de tal forma que si ya se ha identificado la fuente de un ruido no es necesario volver a identificarla. Con este aparato se estandarizaría la prueba de acústica del vehículo, que en la actualidad es bastante subjetiva; y se reduciría el personal ya que toda la prueba podría llevarla a cabo un solo operario en lugar de requerirse dos (un conductor y otro escuchando ruidos).

Por otra parte, se considera muy necesario el contar con al menos una herramienta de análisis para conducción acústica. Con ella se pueden analizar con mayor precisión los ruidos en el vehículo, y además permite realizar pruebas de conducción en prototipos o vehículos similares que por razones de seguridad no puedan rodarse en la pista de pruebas o fuera de la fábrica. Teniendo en cuenta que Volkswagen Navarra es fábrica líder del modelo Polo, es muy importante realizar análisis precisos por lo que se solicitan las dos herramientas de análisis para poder comparar resultados de pruebas.

- Niebla: no se necesita ningún equipamiento adicional para la realización de esta prueba.
- Confort: no se considera necesaria la adquisición de un sistema de medición de holguras y enrasas puesto que estos defectos se miden en numerosas ocasiones a lo largo del proceso de producción y revisión final. Por tanto, al revisar esto de nuevo en el Centro de Pruebas apenas se detectarían nuevos fallos y no aportaría valor añadido.
- Supervisión de conformidad: actualmente esta prueba se realiza en el edificio del Centro de Pruebas, si bien su realización corre a cargo del departamento de Fábrica Líder y Proyectos. Por ello no se va a adquirir maquinaria destinada a esta prueba, porque ya se dispone de ella.
- Pares de apriete: la compra de otro elevador para la realización de esta prueba no se considera prioritaria puesto que actualmente el ritmo de trabajo es bueno y, teniendo en cuenta el número de trabajadores, el nuevo elevador apenas tendría uso puesto



que no habría trabajadores suficientes para realizar dos pruebas de pares de apriete simultáneas. Sí se requiere sin embargo un sistema para supervisión de pares mecánicos compuesto por las llaves y su respectiva conexión de software (Datamyte).

- E-check: el set de medios de medidas VAG 1594 D se considera necesario porque, a pesar de que en la actualidad se cuenta con algunas herramientas, no son las estándar y están bastante viejas por lo que para poder medir con mayor precisión sería conveniente adquirir un nuevo juego. Las pinzas amperimétricas, por el contrario, no se consideran útiles puesto que la función que realizan se lleva a cabo con resistencias Shunt, las cuales son más precisas. Asimismo, la cámara termográfica tampoco se considera necesaria puesto que el defecto que se mide (un sobrecalentamiento que indique un cortocircuito en la instalación) es muy poco frecuente por lo que apenas se utilizaría. El testeador de batería VAS 6161 no se necesita puesto que se cuenta con un testeador Micro 505XL de Midtronics, que a pesar de no ser el que aparece en el estándar cumple la misma función.
- Hueco motor y bajos: no se requieren más herramientas o dispositivos para la realización de esta prueba.
- Pesado de vehículos: actualmente esta prueba no se lleva a cabo en el Centro de Pruebas. Sin embargo existen varias básculas de vehículos disponibles en la planta, por lo que se acordará con los departamentos en los que estén localizadas las mismas la posibilidad de realizar la medición de un coche semanalmente.

Para valorar el uso que se le va a dar al equipamiento solicitado, se va a tener en cuenta sólo las pruebas solicitadas durante el período “serie”. Esto es debido a que durante el lanzamiento de un nuevo modelo de coche, se realizan pruebas a una gran cantidad de coches especiales, los cuales en ocasiones requieren pruebas más largas y exhaustivas o requieren sólo unas pruebas concretas; por lo que no se realizan las pruebas con la frecuencia debida como en el período “serie”.



11.5.1.1 Uso del equipamiento

En el anexo IV se puede encontrar una tabla en la que se refleja la cantidad de pruebas de cada tipo realizadas en los últimos años. Con estos datos obtenemos cuántas veces se realiza cada prueba de media al año y, estimando el tiempo que se utilizará el nuevo equipamiento en cada prueba, podemos obtener las horas de uso al año que se empleará cada máquina que se requiere; lo cual se puede observar a continuación:

Prueba	Equipamiento	Horas/prueba	Pruebas/año	Horas/año
Conducción	Equipo de evaluación de ultrasonido	0,5	542	271
	Rüttelrollenprüfstand	1		542
	Shaker	1		542
	SQuadriga III	1,5		813
E-check	VAG 1594 D	2	291,3333	582,6667
	Datenlogger Multilog	0,5		145,6667
Estanqueidad	2 Detectores con cuello de cisne	0,2	330,6667	66,1333
Faros	Centrador/posicionador	1	2256,6667	2256,6667
Geometría	VAS 6530	0,25	327,6667	81,9167
Pares de apriete	Datamyte	3	173,6667	521
TOTAL				5822,05

11.5.1.2 Presupuesto del equipamiento

Concepto	Precio
Centrador/posicionador	40.000€
Dispositivo de Calibración ACC VAS 6350	1.235€
2 Detectores con cuello de cisne	900€
Rütelrollenprüfstand	600.000€
Shaker	255.000€
Equipo de evaluación de ultrasonido	8.470€
Herramienta de análisis SQuadriga III	22.100€
Sistema para supervisión de pares mecánicos (Datamyte)	26.475€
Sed de medios de medidas VAG 1594 D	626€
Datenlogger Multilog	5.000€
TOTAL	959.806€

11.5.2 Layout y flujo de coches

11.5.2.1 Condiciones

Es difícil establecer un flujo de coches estándar para el Centro de Pruebas porque los coches que aquí se analizan son muy diferentes. Por una parte se realizan pruebas aleatorias sobre coches de serie, los cuales entran en el Centro de Pruebas y tras pasar por la prueba en cuestión se llevan de nuevo a la campa de recogida. Por otra parte se auditan también coches especiales que deben pasar por todas las pruebas o por algunas únicamente. Por ello es muy complicado estandarizar el flujo de coches. Sin embargo se pueden establecer algunas premisas básicas.



Una de estas premisas es instaurar un flujo de coches lineal, con diferente entrada y salida. Esto permite que los coches circulen siempre en una misma dirección y el tráfico sea menor, aumentando así la seguridad y reduciendo el consumo de combustible y los kilómetros que realiza el vehículo. De esta manera la circulación de los coches será más ordenada.

La segunda premisa es que la salida debe estar localizada junto a la zona de pruebas de carretera. Esto es debido a que durante las pruebas de carretera se deben llevar los vehículos a la pista de pruebas y se conducen por fuera de la fábrica. Por tanto sería deseable disponer de una salida cerca de esta zona para que los coches puedan salir molestando lo menos posible.

La tercera y última premisa a tener en cuenta es que los días de lluvia los coches que llegan al Centro de Pruebas están mojados y por tanto deben pasar por la cabina de secado, ya que es peligroso que entren vehículos mojados al Centro de Pruebas debido a posibles deslizamientos. Ya que en Pamplona el clima es húmedo y llueve una media de 122 días al año, esta premisa es imprescindible. Los coches a los que se les ha realizado la prueba de lluvia también deben pasar por la cabina de secado pero de media se hace esta prueba menos de dos veces al día, por lo que esta característica no es tan importante. En base a estas condiciones se han elaborado tres propuestas diferentes de layout y flujo de vehículos.

En cualquiera de las tres propuestas, las pruebas se continuarán realizando en el orden actual: eléctricas, mecánicas y carretera. Esto es debido a que en las pruebas eléctricas se comprueba el correcto funcionamiento de todo el equipamiento del coche. En las pruebas mecánicas, entre otras cosas, se analiza la comodidad al utilizar este equipamiento, lo cual no puede realizarse correctamente si no se ha revisado el equipamiento con anterioridad. Finalmente en las pruebas de carretera se prueba la conducción general del vehículo y los sonidos que aparecen. Si no se han comprobado previamente cosas como la estanqueidad, es posible que las puertas del vehículo estén mal ajustadas y emitan ruidos. Por ello estas pruebas deben realizarse en último lugar.

Las propuestas que se plantean en este apartado deben tener dos características: presupuesto bajo y aporte del valor añadido alto. Esto es debido a que aproximadamente en 2016 se realizará el lanzamiento de un modelo de vehículo totalmente nuevo, por lo que se debe adaptar el Centro de Pruebas para poder hacer frente a este gran lanzamiento. Por otra



parte, como se ha comentado se plantea a medio plazo la construcción de un Centro de Pruebas totalmente nuevo, por lo que no tiene sentido un gran desembolso económico para renovar el Centro de Pruebas actual si sólo va a emplearse algunos años.

11.5.2.2 Propuestas

- Propuesta 1:

Esta propuesta tiene como condición que el personal del Centro de Análisis se traslade de la oficina más grande a otra zona de la planta. De este modo puede trasladarse el personal de la oficina pequeña del Centro de Pruebas a la oficina más grande, pudiéndose emplear el espacio libre resultante como almacén.

Para mejorar el flujo se intercambian las pruebas eléctricas y las de carretera. De este modo se entra en el Centro de Pruebas por la cabina de secado y se realizan las pruebas eléctricas, seguidamente las pruebas mecánicas y finalmente las pruebas de carretera. Después se puede salir por la actual puerta principal, y el flujo es lineal y ordenado. Convendría modificar el mecanismo de secado para que esté subido permanentemente y sólo se active cuando sea necesario.

Para poder realizar la prueba de reglaje de faros que actualmente no se lleva a cabo, se decide trasladar la zona de descanso junto al tabique que separa la zona de pruebas mecánicas y de carretera. De este modo se desplazan hacia el noreste las pruebas mecánicas y se ve reducido el espacio de los coches de fiabilidad, ya que no se requiere tanta superficie. La prueba de faros se ubica junto a la cabina de secado en la esquina de la nave.

A continuación, para poder situar la cámara de rodillos y la prueba de Shaker, se ha dividido esta propuesta en cuatro variantes que afectan a la esquina del almacén. Además se plantean otras cuatro variantes para la modificación de la sala de reuniones y oficinas. Combinando todas las variantes se obtiene un total de 16 versiones de esta propuesta. En las distintas variantes se va a evaluar el presupuesto de las modificaciones que diferencian cada una de las versiones únicamente.



- Variantes del almacén:

- Propuesta 1A: ubicar los rodillos en la zona de Centro de Análisis y la cámara del Shaker en la actual oficina de Auditoría de Cableado. El almacén se ampliaría ligeramente ya que la cámara del Shaker ocupa menos espacio que la actual oficina.

- Presupuesto:

➤ Desplazar tabique del almacén:	1.700 €
➤ Construir salida de vehículos:	10.000 €
➤ Quitar falso techo:	600 €
TOTAL	12.300 €

- Propuesta 1B: situar la cámara del Shaker junto a los baños, en la zona de Centro de Análisis, y la cámara de rodillos en la oficina de Auditoría de Cableado. La cámara de rodillos tendría un tamaño ligeramente menor que el indicado en el estándar ya que la anchura sería de 7m en lugar de 8m.

- Presupuesto: similar al de la propuesta anterior

- Propuesta 1C: la cámara del Shaker se ubica en el mismo sitio que en la propuesta anterior, pero la cámara de rodillos se emplazaría en el actual almacén. De este modo se podría acceder a dicha cámara desde el interior de la nave del Centro de Pruebas. El almacén se colocaría en el lado contrario, donde la actual oficina de Auditoría de Cableado.

- Presupuesto: similar al de la propuesta anterior

- Propuesta 1D: similar a la propuesta anterior pero eliminando el almacén, de modo que la cámara de rodillos quedaría mucho más amplia y se podría acceder a la misma tanto desde el interior de la nave como desde el exterior.



- Presupuesto: similar al de las propuestas anteriores, añadiendo otra salida de vehículos.

TOTAL 22.300 €

- Variantes de las oficinas:

- Propuesta 1E: reducir el espacio de la sala de reuniones, ya que se considera muy grande, y habilitar un espacio para la oficina de Auditoría de Cableado junto al despacho de la gerencia, a la cual se pueda acceder desde la zona de coches de fiabilidad.

- Presupuesto:

- Tabique para dividir sala de reuniones 1.500 €

- Puerta de la nueva oficina 500 €

TOTAL 2.000 €

- Propuesta 1F: tras habilitar la nueva oficina de Auditoría de Cableado como en la propuesta anterior, para no reducir la sala de reuniones se propone ampliarla hacia la oficina grande, eliminando el espacio que actualmente ocupan los becarios.

- Presupuesto:

- Tabique para dividir sala de reuniones 1.500 €

- Puerta de la nueva oficina 500 €

- Desplazar tabique 1.700 €

TOTAL 3.700 €



- Propuesta 1G: similar a la propuesta 1E, pero además se crea un despacho para el jefe del Centro de Pruebas en la oficina grande, en la zona ocupada por los becarios. Entre este nuevo despacho y el despacho de la gerencia se crea una pequeña sala de reuniones a la cual se puede acceder desde ambos despachos.

- Presupuesto:

➤ Tabique para dividir sala de reuniones	1.500 €
➤ Puerta de la nueva oficina	500 €
➤ Nuevo despacho Centro de Pruebas	3.000 €
➤ Nueva sala de reuniones	3.000 €
TOTAL	8.000 €

- Propuesta 1H: similar a la propuesta 1G pero en lugar de reducir la sala de reuniones, se situaría la oficina de Auditoría de Cableado en el actual despacho del jefe del Centro de Pruebas.

- Presupuesto:

➤ Nuevo despacho Centro de Pruebas	3.000 €
➤ Nueva sala de reuniones	3.000 €
TOTAL	6.000 €

- Propuesta 2:

En este caso, además del personal del Centro de Análisis, se considera que se traslada también el departamento de Auditoría de Coche Acabado a otra zona de la planta. Gracias a estos traslados, los coordinadores del Centro de Pruebas podrían ubicarse todos en la oficina más grande junto con el personal de Fábrica Líder y



Proyectos. Además en la oficina grande podría habilitarse también un despacho adyacente al despacho de la gerencia para el jefe del Centro de Pruebas.

De este modo podrían eliminarse la oficina de menor tamaño y los dos despachos que se localizan junto a ella. Gracias a ello se obtiene más espacio para poder instalar la prueba de faros, ubicando el panel blanco delante de la actual puerta peatonal. Por ello lógicamente la puerta peatonal debería cerrarse, ya que todo ese espacio se convertiría en una “cámara oscura” con paredes, suelo y techo pintados de negro y únicamente el panel blanco para poder observar mejor los faros y el resto de luces.

Al cerrarse la puerta peatonal, es necesario habilitar otra entrada principal en esa fachada del edificio (ya que es la que se encuentra más próxima a la entrada a la planta y por tanto la fachada principal). Por ello se estudia la opción de habilitar una puerta de entrada directamente al Centro de Pruebas para no interrumpir el trabajo de los empleados ubicados en la oficina grande. Este acceso directo se realiza mediante un pasillo. Junto a este pasillo, y ubicada en la actual entrada principal de coches, se sitúa la cámara de secado. Es importante que esta cámara esté bien aislada para evitar perturbaciones en el ambiente de trabajo de las oficinas cercanas.

Por otra parte, se ha decidido trasladar la zona de descanso enfrente del baño, y mover ahí las máquinas de café. De este modo las máquinas de café no están en el pasillo de tránsito, lo cual es peligroso puesto que cuando la gente está tomando café y circulan coches hay riesgo de atropello. Asimismo en el espacio donde se encontraba la zona de descanso, junto a la puerta de salida, se ubica la máquina de rodillos. De este modo se procura evitar que se moleste al resto de trabajadores apartando esta máquina lo máximo posible, y se consigue también un espacio más silencioso donde poder realizar los análisis de ruido.



11.5.2.3 Presupuesto de las propuestas

Para poder seleccionar una de las dos propuestas es necesario conocer el presupuesto de ambas previamente, ya que el presupuesto es uno de los factores más importantes que debemos considerar antes de escoger una propuesta.

- Propuesta 1:

Se va a valorar únicamente el coste de las modificaciones que todas las versiones tienen en común. Tras la selección de la mejor combinación de variantes, se conocerá el presupuesto total.

Concepto	Precio
Traslado de la zona de descanso	7.500 €
Pintura zona faros	10.000 €
Traslado elevadores y extractores	30.000 €
Pintura suelo de la nave	38.600 €
Pintura paredes de la nave	24.500 €
Techo espuma de poliuretano	50.000 €
Cámara y foso rodillos	375.000 €
Cámara y foso Shaker	10.000 €
Subtotal	545.600 €
+ Versiones escogidas	



• Propuesta 2

Concepto	Precio
Traslado cabina de secado	17.500€
Pintura de zona oscura	9.165€
Cambio de las oficinas	14.500€
Traslado de la entrada peatonal	5.650€
Pasillo de entrada	4.500€
Desplazamiento de tabique de A.C.A.	1.700€
Traslado de la zona de descanso	7.500€
Ampliación de almacén	250€
Cámara de rodillos	250.000€
Foso de rodillos	125.000€
Pintura del suelo y paredes de la nave	63.100€
Nuevo falso techo de espuma de poliuretano	50.000€
Traslado de elevadores y extractores	30.000€
Total	578.865€



11.5.2.4 Selección de propuesta

La selección de la propuesta más adecuada se va a realizar con una matriz de factores ponderados. En esta matriz se tienen en cuenta una serie de características importantes para la selección de las propuestas. Después se asigna a cada característica de cada propuesta una nota numérica entre el 0 y el 10 (siendo el 0 el peor valor y el 10 el mejor). También se asigna a cada característica un factor de ponderación (0-100%) según su importancia. Finalmente se calcula la nota obtenida por cada propuesta, multiplicando la nota de sus características por el factor de ponderación y sumando los resultados.

Primeramente se va a realizar la selección entre las propuestas 1A-1D. Los parámetros valorados para esta selección son la inversión que se debe realizar (parámetro más importante), el mejor flujo de vehículos, el aprovechamiento del espacio (que no queden huecos pequeños que no resulten útiles para nada) y el cumplimiento del estándar del Centro de Pruebas (que las cámaras de rodillos y Shaker y el almacén se aproximen a las medidas requeridas).

Parámetros	Coeficiente	Propuesta 1A	Propuesta 1B	Propuesta 1C	Propuesta 1D
Inversión	0,5	7	7	7	4
Flujo de vehículos	0,2	3	3	3	8
Aprovechamiento del espacio	0,1	4	7	7	2
Cumplimiento del estándar	0,2	8	5	5	7
TOTAL	1	6,1	5,8	5,8	5,2

Se puede observar que la propuesta seleccionada es la 1A porque, además de tener un bajo presupuesto, es la que más se aproxima al estándar porque la cámara de rodillos tiene las medidas requeridas y el almacén es el más grande de las 4 versiones.



A continuación se escogerá entre las propuestas 1E-1H. Los parámetros que se tienen en cuenta son igualmente la inversión y el aprovechamiento del espacio; así como la capacidad de la sala de reuniones (es recomendable tener una sala en la que se pueda reunir todo el personal del Centro de Pruebas cuando sea necesario); y que el personal de cada departamento esté lo más cercano posible para facilitar la comunicación.

Parámetros	Coficiente	Propuesta 1E	Propuesta 1F	Propuesta 1G	Propuesta 1H
Inversión	0,5	9	7	4	3
Aprovechamiento del espacio	0,15	6	8	8	8
Capacidad sala de reuniones	0,2	4	8	7	8
Cercanía de cada departamento	0,15	7	7	7	9
TOTAL	1	7,25	7,35	5,65	5,65

Tras seleccionar las propuestas 1A y 1F, el presupuesto de la propuesta 1 resulta de **561.600€**.

Finalmente ya se puede realizar la selección entre las propuestas 1 y 2. Para ello se han considerado los parámetros de inversión, flujo de vehículos, capacidad de pruebas (espacio para realizar el mayor número de pruebas nuevas posibles) y la posibilidad de realización (ya que es más probable el desplazamiento del personal de Centro de Análisis únicamente, que el desplazamiento de este personal junto con el de Auditoría de Coche Acabado).



Parámetros	Coficiente	Propuesta 1 (A+F)	Propuesta 2
Inversión	0,5	6	4
Flujo de vehículos	0,2	7	8
Capacidad de pruebas	0,2	8	8
Posibilidad de realización	0,1	7	5
TOTAL	1	6,7	5,7

Se observa que la propuesta más adecuada es la 1, especialmente debido a su menor coste de inversión y a que la posibilidad de que se pueda realizar este proyecto es más elevada.

11.5.3 Presupuesto final

El presupuesto final se compone de la propuesta de layout escogida, en este caso la propuesta 1 con las versiones Ay F; y el equipamiento que se considera necesario comprar. Con todo esto conseguiremos el presupuesto del proyecto para tratar de adaptar el Centro de Pruebas al estándar lo máximo posible y estar bien preparados antes del siguiente lanzamiento.

Concepto	Precio
Propuesta 1	545.600 €
+ Versión A	12.300 €
+Versión F	3.700 €
Equipamiento	959.806 €
TOTAL	1.521.406 €



11.6 Propuesta teórica

11.6.1 Orden de las pruebas

En algunos casos el orden de las pruebas no influye en el correcto desarrollo de las mismas, pero en otros casos sí es importante. En primer lugar se ha optado por la realización del E-check y el aire acondicionado ya que durante estas pruebas se realiza un análisis del equipamiento del coche, y si es correcto pueden realizarse el resto de pruebas sin problema pero si no es correcto debe ser reparado el defecto antes de proseguir con las pruebas. Además de este modo se aprovecha mejor el tiempo y los elevadores.

En segundo lugar se encuentra la prueba de faros junto con la cámara oscura, para aprovechar las sinergias. Se procura mantener las pruebas eléctricas juntas para una mejor distribución de los operarios, que pueden acudir a las pruebas donde sean más necesarios. Además de este modo la cámara de faros está alejada de la prueba de ruidos y las vibraciones que conlleva, que podrían falsear el reglaje de los faros.

A continuación se localizan las pruebas de pares de apriete y hueco motor y bajos. De este modo, además de mantener las pruebas eléctricas juntas, se comparten los elevadores por si en algún momento dado se necesitaran hacer más pruebas de un tipo u otro.

Seguidamente se situarán las pruebas de geometría, confort y pesado. Con ello se busca conservar las pruebas mecánicas adyacentes por el mismo motivo que se han ubicado juntas las pruebas eléctricas. El orden de estas pruebas es indiferente y se basará en motivos de ahorro de espacio.

Después se construirá la cabina de lluvia. Se pretende ubicar cercanas todas las pruebas de estanqueidad por ser similares, pero se considera mejor mantener lo más alejada posible la cabina de lluvia de la cámara acústica puesto que la prueba de lluvia provoca un ruido elevado. Junto a esta cabina se encuentran las pruebas de niebla y ultrasonidos, también de estanqueidad.

Posteriormente se debe realizar la prueba de ruido, la cual también está relacionada con la estanqueidad del vehículo ya que si algún elemento de la carrocería no está bien montado



provocará ruidos, y eso es señal de inestabilidad.

Finalmente debe ubicarse la prueba de conducción. Esta debe ser la prueba final porque en ella se revisa el correcto funcionamiento de todos los elementos del vehículo, por lo que si algún defecto no ha sido detectado en las otras pruebas se observará aquí. Además es importante que sea la última para situarla cerca de la puerta de salida, ya que para llevar a cabo esta prueba se debe conducir por la pista de pruebas e incluso fuera de planta, por lo que los vehículos salen constantemente y es necesario que exista una puerta cercana. Junto a esta prueba se debería construir una cámara acústica para poder analizar detalladamente los sonidos que se detecten durante la prueba de conducción.

11.6.2 Necesidades del Centro de Pruebas

El edificio del Centro de Pruebas ideal debe contar con las siguientes características:

- Cabina de secado en la entrada: en Pamplona llueve una media de 122 días al año, y estos días todos los vehículos que entren en el Centro de Pruebas deben ser secados por razones de seguridad ya mencionadas. Es por eso que es indispensable que exista una cabina de secado en la entrada.
- Aislamiento acústico para las pruebas de ruido y lluvia: teniendo en cuenta el elevado nivel de ruido que provocan estas pruebas es importante aislarlas correctamente para evitar perturbaciones en el edificio que puedan afectar a otras pruebas o a los trabajadores. Además por estos mismos motivos es conveniente que las bombas de la prueba de lluvia se encuentren enterradas o en el exterior del edificio.
- Cabinas de las pruebas de ruido: estas cabinas tienen unas características muy especiales que incluyen climatización y sistema de humedad para poder probar la conducción del coche en distintas condiciones de temperatura y humedad; sistema de ventilación; extractor de gases.... Estas características se pueden observar en la tabla de presupuestos del anexo III.
- Al igual que en la propuesta práctica, el flujo de coches debe ser lineal con distinta entrada y salida para evitar en la medida de lo posible el tráfico de coches.



- Debido a las distintas funciones del Centro de Pruebas debe existir la posibilidad de que un coche realice todo el recorrido de pruebas (los coches especiales) o puedan entrar directamente a una única prueba y salir después (coches de serie o análisis).
- Es indispensable contar con un despacho destinado al jefe del Centro de Pruebas; una oficina para los coordinadores de los grupos de pruebas y demás personal; baños; sala de reuniones; zona de descanso; y máquinas de café. Los baños, la zona de descanso y las máquinas de café deben estar cercanos tanto a las oficinas como a la zona de taller ya que son para el disfrute de todos los empleados.
- Es obligatorio contar con un almacén de aproximadamente 200 m² que sea accesible tanto desde la zona de oficinas como desde la zona del taller para coger los materiales que se necesiten.
- Se necesita un aparcamiento junto al Centro de Pruebas donde se puedan ubicar los coches especiales o de análisis a la espera de que se lleven a cabo las distintas pruebas sobre ellos.
- Cada prueba debe contar con al menos un espacio destinado a realizar análisis de los defectos detectados durante la prueba en sí. Además, en las pruebas o espacios entre pruebas debe haber zonas donde puedan aparcarse los coches hasta que la prueba que se les va a realizar quede libre.
- Se requiere una zona destinada a mediciones para localizar defectos en la carrocería y exterior del coche.
- Se requiere una zona dedicada a coches de fiabilidad y supervisión de conformidad, aparte del resto de pruebas, para realizar las pruebas pertinentes sobre estos vehículos. Sería conveniente que esta zona estuviera cercana a una salida puesto que estos vehículos también deben conducirse habitualmente, y además son los vehículos que el personal del Centro de Pruebas utiliza si debe desplazarse a algún punto de la fábrica.



11.6.3 Layout y flujo de coches

En base al orden de las pruebas y teniendo en cuenta todas las necesidades mencionadas, se ha escogido un diseño de nave rectangular. En esta nave existe un pasillo interior que recorre todo el perímetro de la nave y que enmarca otro rectángulo más pequeño donde se localizan todas las pruebas, oficinas y demás áreas. Las pruebas están ubicadas junto a la fachada izquierda, paralelamente unas junto a otras, con acceso por el lado superior o inferior del pasillo interior y salida por el otro lado. De este modo, los coches de serie o análisis pueden acceder únicamente a la prueba que necesiten, llevarla a cabo y salir por el otro lado. Sin embargo los coches especiales comenzarían el recorrido de pruebas en el extremo izquierdo, y mediante un flujo en forma de serpentina pasar por todas las pruebas hasta la puerta de salida.

Junto a la prueba de conducción se encuentran la zona de mediciones y la zona de coches de fiabilidad y supervisión de conformidad. Estas no están incluidas en el recorrido de pruebas pero se encuentran cercanas, y su acceso y salida se realiza desde el pasillo interior como en el resto de casos. Al lado se localiza el almacén, también con acceso desde el pasillo interior.

Seguidamente se ubica la zona de descanso y los baños, ya que de este modo se encuentran entre el taller y las oficinas. Después se sitúa la oficina, el despacho del jefe del Centro de Pruebas y la sala de reuniones. La principal entrada peatonal se encuentra cercana a la esquina superior derecha, cerca del despacho, y da directamente a las máquinas de café.



11.6.4 Presupuesto final

Concepto	Precio
Equipamiento según estándar TQS	959.806 €
2 elevadores adicionales para aumentar la capacidad	20.000€
Cámara de secado	20.000€
Cámara de faros	11.700€
Pintura cámara de faros	5.100€
Arco de secado	15.000€
Cámara de rodillos climatizada*	1.400.000€
Foso de rodillos	120.000€
Cámara de Shaker	10.000€
Cámara acústica	5.000€
Lavadero	7.500€
Construcción de un nuevo edificio	1.182.750€
TOTAL	3.756.856 €

* El presupuesto desglosado de la cámara de rodillos se encuentra en el Anexo III

11.7 Tecnologías innovadoras

11.7.1 Cámara anecoica

11.7.1.1 Descripción

El sonido es una onda que transmite energía mecánica a través de un medio material. Al incidir una onda acústica sobre una superficie, esta onda es reflejada y/o absorbida por esta superficie. Esto se puede producir en cualquier entorno excepto en el vacío.

Una cámara anecoica es una sala diseñada para absorber las reflexiones producidas por ondas acústicas o electromagnéticas en todas las superficies que la componen (paredes, suelo y techo). Esta cámara se encuentra aislada de cualquier fuente de ruido o influencia sonora externa. Combinando ambos factores se consigue una sala que emule las condiciones acústicas de un campo ajeno a cualquier tipo de efecto o influencia.

Las cámaras anecoicas están aisladas del exterior y están formadas por paredes recubiertas con cuñas en forma de pirámide con la base apoyada en la pared, construidas con materiales como fibra de vidrio o espumas que absorben la gran mayoría del sonido y aumentan la dispersión o difusión del sonido que no es absorbido.



Figura 21: Cámara anecoica



La aplicación concreta para el Centro de Pruebas es que una cámara anecoica o hermianecoica (sólo parcialmente anecoica) permite evaluar el rendimiento en cuanto al ruido del tren motriz en el vehículo completo. El sistema de control dinamométrico del chasis es capaz de reproducir las diferentes condiciones de conducción (aceleración, velocidad constante, deceleración, etc.). Las principales aplicaciones de la instalación son:

- Mediciones de ruido exterior e interior
- Análisis de sistema de tren motriz: ruido de toma y escape, ruido del turbo
- Análisis de soportes
- Confort en la conducción
- Ruido de rodadura

Por todas estas características y aplicaciones se considera que se podría emplear esta cámara para mejorar los resultados de la prueba de conducción.

- Procedimiento:

- 1) Se introduce el vehículo en la cámara anecoica ubicándolo en los soportes de goma preparados para ello.
- 2) Mediante el sistema de control dinamométrico se reproducen las condiciones de conducción. Al mismo tiempo se graba el ruido interior con un sistema artificial de grabación binaural.
- 3) Se evalúan objetivamente mediante parámetros psicoacústicos todos los sonidos emitidos por el tren motriz y el ruido interior.
- 4) Se evalúa subjetivamente mediante un jurado (auditor) el confort en la conducción.



- Ventajas:
 - Mayor objetividad en las mediciones de ruido
 - Mayor precisión en las detecciones de ruido
 - Aumento de la calidad
 - Menor tiempo de realización de la prueba

- Desventajas:
 - Precio desmesurado
 - Grandes necesidades zonales

11.7.1.2 Estudio de viabilidad

La innovación de la cámara anecoica está planteada como sustitución de la prueba de acústica del vehículo. Se ha realizado una comparativa por tanto entre esta prueba; la prueba que debería realizarse según el estándar de Volkswagen (análisis mediante una herramienta de análisis de conducción y la herramienta SQuadriga); y la prueba que se está realizando actualmente (consistente en conducir por la pista de pruebas y realizar un análisis subjetivo según la percepción de ruido del auditor).

Esta comparativa se ha realizado en base a los siguientes parámetros:

- Recursos: en este apartado se valoran todos los requisitos que se necesitan para la correcta implantación de la prueba; tanto necesidades zonales, tiempo empleado, condiciones económicas, recursos humanos...
- Flexibilidad: este apartado contempla el uso de la máquina a largo plazo, es decir, si podría continuarse utilizando al cambiar el modelo de vehículo fabricado.
- Complejidad: en este apartado se contempla todo el proceso de instalación, implantación, uso cotidiano y mantenimiento de la prueba.



- Respuesta: se valora la capacidad de la prueba para poder realizar repeticiones de zonas problemáticas.
- Precisión: se refiere a la capacidad de la prueba para detectar los sonidos más bajos, identificar con mayor exactitud las fuentes de ruido, y medir con objetividad el nivel de importancia del defecto.

PARÁMETROS		CÁMARA ANECOICA	PRUEBA ESTÁNDAR	PRUEBA ACTUAL
RECURSOS	Espacio	161,7m ²	128 m ²	31,5 m ² +pista de pruebas
	Inversión	7.000.000€	555.100€ ó 310.100€	-
	Recursos humanos	Instalación+programación	Instalación+programación	Conducción+análisis
	Formación	Muy especializada (preparación del vehículo, programación de la maquinaria)	Media (programación de Quadriga)	Baja
	Tiempo	1h aproximadamente	40 minutos	30 minutos
FLEXIBILIDAD		Muy flexible, válido para cualquier modelo	Muy flexible, válido para cualquier modelo	Muy flexible, válido para cualquier modelo
COMPLEJIDAD	Construcción	Compleja y muy costosa	Instalación costosa	Instalación ya realizada
	Puesta en marcha	Tras los preparativos iniciales del vehículo, sencilla	Tras la programación de Quadriga, sencilla	Muy sencilla
	Mantenimiento	Mantenimiento del aislamiento y la maquinaria	Mantenimiento de la herramienta de simulación de la conducción	Mantenimiento de la pista de pruebas
	Programación	Programación del sistema simulador de conducción y del sistema de grabación	Programación de Quadriga, sencilla	-
RESPUESTA		Se debe repetir la prueba total, se puede grabar sólo la zona deseada	Se debe repetir la prueba total, se puede grabar sólo la zona deseada	Se debe repetir la prueba total
PRECISIÓN		Muy elevada	Elevada	Baja



Se debe remarcar que no todos los parámetros tienen la misma importancia. Debido a la coyuntura económica actual el factor presupuestario es clave; así como el espacio ocupado porque cuanto más espacio se necesite mayor será la ampliación a realizar en el Centro de Pruebas, lo cual aumenta el coste. Por otra parte la respuesta es también importante ya que, en caso de duda con alguna zona problemática, si se puede repetir sólo la parte de la prueba concerniente a esa zona se ahorra tiempo y se aumenta la productividad. Finalmente, otro de los factores vitales es la precisión, ya que como se ha comprobado la calidad es parte imprescindible de la filosofía del Grupo Volkswagen, y una mayor precisión en las pruebas ayudará a detectar y reducir un mayor número de defectos logrando así vehículos de mayor calidad.

Por todo ello, en la siguiente tabla se asigna un valor numérico a cada uno de los parámetros con una nota del 0 al 10, siendo el 0 el valor más bajo y el 10 el más alto. Asimismo cada parámetro se ponderará con un coeficiente entre el 0% y el 100%. Finalmente se calculará la media ponderada de cada una de las pruebas para comprobar cuál consigue un resultado más alto.

PARÁMETROS		COEFICIENTE	CÁMARA ANECOICA	PRUEBA ESTÁNDAR	PRUEBA ACTUAL
RECURSOS	Espacio	8%	5	7	3
	Inversión	20%	1	5	9
	Recursos humanos	4%	4	6	8
	Formación	4%	3	6	7
	Tiempo	6%	4	7	8
FLEXIBILIDAD		7%	8	8	8
COMPLEJIDAD	Construcción	5%	2	4	6
	Puesta en marcha	7%	8	8	6
	Mantenimiento	5%	5	7	4
	Programación	4%	4	6	9
RESPUESTA		10%	7	9	5
PRECISIÓN		20%	9	8	2
TOTAL		100%	5,07	5,97	5,86

Se comprueba que la prueba estándar del Grupo Volkswagen, en la que se emplea una herramienta de análisis para conducción acústica y una herramienta de análisis Quadriga, es la que más nota ha obtenido. La principal desventaja de la cámara acústica es su elevado precio y su complejidad en cuanto al montaje y uso cotidiano; mientras que por el contrario su precisión no es mucho más elevada que la de la prueba estándar. Se observa también que la prueba actual alcanza una buena nota debido a su sencillez y su baja inversión, al estar ya instalada; pero su precisión es muy baja por lo que queda también descartada.

11.7.2 LMS Soundbrush

11.7.2.1 Descripción

LMS Soundbrush es una nueva tecnología de medida que visualiza campos de sonido estacionarios en 3D al mismo tiempo que se realiza la medición. El núcleo de esta tecnología es un instrumento de medida portátil o sonda que combina un sistema de rastreo de posición y orientación con un sensor que mide la intensidad del sonido 3D.



Figura 22: LMS Soundbrush

Este sensor es una esfera sólida con cuatro micrófonos colocados en disposición tetraédrica. La esfera es rastreada continuamente por una cámara. Durante la puesta en marcha, el color de esta esfera se ajusta para proporcionar el máximo contraste con el entorno. La orientación en 3D de la sonda se mide con un sistema inercial compuesto por acelerómetros y giroscopios.

Los datos acústicos son visualizados en 3D mientras se aplica el campo de sonido. Se proporcionan representaciones de los datos en forma de nubes de puntos (presión del sonido) y vectores (intensidad acústica). Todo este campo de sonido se visualiza alrededor de un modelo de geometría 3D del objeto que se está midiendo. Esta visualización en tiempo real permite una rápida interpretación de los datos, lo que facilita una eficiente resolución de problemas acústicos. Además los datos resultantes pueden ser vistos desde cualquier ángulo, ya que se puede rotar libremente la representación 3D y hacer zoom en un punto específico.



Figura 23: Informe de una prueba realizada con LMS Soundbrush

Las aplicaciones clave de esta nueva tecnología son tres:

- Localización de fuentes de sonido: comprender cuáles son los máximos contribuidores al ruido radiado de un objeto escaneando sobre su superficie.
- Detección de fugas: analizar la eficiencia de un cerramiento del exterior.
- Propagación del sonido: investigar cómo interactúan las fuentes de sonido y su propagación por el entorno.

Especialmente teniendo en cuenta la segunda aplicación, se considera que esta tecnología puede emplearse para la detección de inestaqueidades con mayor objetividad, sustituyendo así a la prueba de niebla.



- Procedimiento:

- 1) En primer lugar se debe programar el software para posicionar el sistema de referencia absoluto en el modelo 3D del objeto que se va a medir.
- 2) Se coloca la sonda en el tablero de referencia. Se programa el software para posicionar el tablero, sistema de referencia relativo, respecto del absoluto.
- 3) Se posiciona la sonda en una superficie plana para que a partir de esa posición se puedan calcular todos los giros y orientaciones durante el proceso de medida.
- 4) Se pasa la sonda a lo largo de toda la superficie que se quiere analizar, mientras se observa el campo de sonido en el ordenador.
- 5) Se analizan los resultados obtenidos en las distintas orientaciones y planos.

- Ventajas:

- Mayor objetividad en las mediciones de estanqueidad
- Mayor precisión en las detecciones de defectos (defectos de menor tamaño)
- Aumento de la calidad
- Necesidad de sólo un operario para llevar a cabo la prueba

- Desventajas:

- Elevada inversión inicial
- Mayor necesidad de espacio
- Formación muy específica del auditor
- Necesidad de un ambiente de silencio
- Tecnología aún en fase de desarrollo

11.7.2.2 Estudio de viabilidad

La innovación de la tecnología Soundbrush se plantea como sustitución de la prueba de niebla actual. Sin embargo, en el estándar del Grupo Volkswagen la prueba de niebla se realiza dentro de la prueba de conducción, y se cuenta también en dicha prueba de conducción con un equipo de evaluación de ultrasonido para analizar la estanqueidad acústica. Se va a comparar por tanto la tecnología Soundbrush con la prueba de niebla actual y con la suma de niebla y ultrasonidos de la prueba estándar. Los parámetros que se van a tener en cuenta son los mismos que en la innovación anteriormente propuesta.

PARÁMETROS		SOUNDBRUSH	PRUEBA ESTÁNDAR	PRUEBA ACTUAL
RECURSOS	Espacio	80m ²	80m ²	40 m ²
	Inversión	45.000€	2.600€	-
	Recursos humanos	Preparación+programación	Preparación+programación	Preparación+realización de la prueba
	Formación	Muy especializada (programación del software)	Alta (programación del sistema ultrasonidos)	Baja
	Tiempo	30 minutos	50 minutos	30 minutos
FLEXIBILIDAD		Muy flexible, válido para cualquier modelo	Muy flexible, válido para cualquier modelo	Muy flexible, válido para cualquier modelo
COMPLEJIDAD	Construcción	No se necesita construir	No se necesita construir	No se necesita construir
	Puesta en marcha	Necesaria programación en cada prueba	Tras la programación, sencilla	Necesario desmontaje y montaje
	Mantenimiento	Revisión del correcto funcionamiento de la tecnología	Revisión del correcto funcionamiento de la tecnología y mantenimiento de las herramientas	Mantenimiento de las herramientas
	Programación	Programación del software	Programación del sistema ultrasonidos	-
RESPUESTA		Se puede sondear sólo la zona deseada	Se puede repetir sólo la zona deseada	Se puede repetir sólo la zona deseada
PRECISIÓN		Media	Muy elevada	Alta



Al igual que en el caso anterior, debido a que no todos los parámetros son igualmente importantes al seleccionar una de las pruebas, se asigna a cada uno un coeficiente entre el 0% y el 100%. Se valorará también numéricamente cada parámetro de cada una de las pruebas con una nota del 0 al 10, siendo el 0 el peor valor y el 10 el mejor. Después se calculará la nota media ponderada de cada una de las pruebas. Sin embargo se han modificado algunos de los coeficientes ya que en este tipo de pruebas, en las que la construcción y el mantenimiento son sencillos, no se consideran un factor tan determinante como la precisión; que es lo que logrará que mejore la calidad de los vehículos.

PARÁMETROS		COEFICIENTE	SOUNDBRUSH	PRUEBA ESTÁNDAR	PRUEBA ACTUAL
RECURSOS	Espacio	8%	4	4	7
	Inversión	20%	2	7	9
	Recursos humanos	4%	6	8	2
	Formación	4%	2	5	7
	Tiempo	6%	6	4	6
FLEXIBILIDAD		7%	8	8	8
COMPLEJIDAD	Construcción	3%	9	9	9
	Puesta en marcha	7%	5	6	3
	Mantenimiento	3%	7	5	9
	Programación	3%	2	5	8
RESPUESTA		10%	9	9	9
PRECISIÓN		25%	3	9	5
TOTAL		100%	4,48	7,18	7,18



En este caso como se puede comprobar la prueba actual obtiene el mismo resultado que la prueba estándar. Esto es debido a que la prueba estándar comprende la prueba actual de niebla junto con la prueba de ultrasonidos; por lo que añade precisión pero también complejidad de programación y puesta en marcha. Sin embargo en vista del empate, se considera mejor escoger la prueba estándar ya que tiene mucha más precisión (al ser una prueba doble de estanqueidad), y éste es el parámetro de mayor importancia. Teniendo en cuenta además que la inversión inicial no es muy alta y que en caso de implantar la nueva prueba acústica se unificarían ambas (reduciendo espacio), es la mejor opción.

11.7.3 VAS 6767

11.7.3.1 Descripción

La VAS 6767 es un nuevo sistema de medición del tren de rodaje que permite medir el tren de rodaje 3D de acuerdo a las especificaciones de Volkswagen. Su tecnología 3D está perfectamente sincronizada con la triangulación por rueda del vehículo, la cual se basa en un sistema de medición con cámaras estereoscópicas compuesto de dos cámaras en cada rueda. Esto consigue una medición muy precisa tanto de la convergencia como de la caída.

El espacio requerido por el sistema de medición es mucho menor ya que los registradores de valores son móviles, por lo que no requieren instalación permanente sino que pueden ubicarse donde sean necesarios. Además estos registradores están hechos de plástico resistente a los golpes, fáciles de transportar, y no requieren calibración. Los soportes son magnéticos, por lo que se ajustan fácilmente a los paneles de medición permitiendo una adaptación rápida, sencilla y libre de daños a los pernos magnéticos.

La interfaz del usuario es muy intuitiva, con típicas funciones de Windows e iconos claros. Permite tres rutinas de medición distintas: guiada por el programa (medición completa), rápida (sólo de las cotas principales) o medición aleatoria (sólo de las cotas seleccionadas). Esto favorece una alta repetibilidad en cualquiera de las alturas y mediciones realizadas, ya que puede repetirse únicamente la zona que se desee.



Figura 24: VAS 6767

- Procedimiento
 - 1) Se colocan los soportes magnéticos en los paneles de medición.
 - 2) Se ubican los registradores de valores entre los soportes magnéticos.
 - 3) Se programa la rutina de medición deseada.
 - 4) Se realizan las mediciones indicadas por el programa.
 - 5) Se realiza el informe pertinente que refleje los fallos en caso de existir alguno.
- Ventajas
 - Menor necesidad de espacio
 - Mayor rapidez en la medición
 - Mayor precisión
 - No requiere calibración
- Desventajas
 - Elevado coste de inversión

11.7.3.2 Estudio de viabilidad

La tecnología VAS 6767 es una mejora respecto a la tecnología empleada actualmente para realizar la prueba de geometría (VAG 1813). La comparación se va a realizar por tanto entre ambas tecnologías, para comprobar si es apropiada la adquisición de esta nueva tecnología o si por el contrario sus ventajas no superan a sus inconvenientes. Los parámetros a tener en cuenta van a ser los mismos que en las comparaciones de tecnologías anteriores debido a que se consideran las características más importantes que se deben tener en cuenta para plantear la compra de nuevo equipamiento en el Centro de Pruebas.

PARÁMETROS		VAS 6767	PRUEBA ACTUAL
RECURSOS	Espacio	24m ²	36 m ²
	Inversión	17.047€	-
	Recursos humanos	Preparación+programación+realización de la prueba	Preparación+programación+realización de la prueba
	Formación	Baja	Baja
	Tiempo	30 minutos	60 minutos
FLEXIBILIDAD		Muy flexible, válido para cualquier modelo	Muy flexible, válido para cualquier modelo
COMPLEJIDAD	Construcción	No se necesita construir	No se necesita construir
	Puesta en marcha	Sencilla	Sencilla
	Mantenimiento	Revisión del correcto funcionamiento de la tecnología	Revisión del correcto funcionamiento de la tecnología
	Programación	Programación del programa de medición	Sencilla
RESPUESTA		Se puede repetir sólo la zona deseada	Se puede repetir sólo la zona deseada
PRECISIÓN		Muy elevada	Alta



El sistema para el cálculo de la nota media ponderada de cada una de las pruebas será el mismo que en los casos anteriores. Sin embargo en este caso se han variado los coeficientes para poder aumentar la importancia de la precisión, ya que en esta prueba es vital. Esto es debido a que la prueba de geometría, además de servir para garantizar la máxima calidad de los vehículos comprobando la convergencia de los ejes y otros parámetros; sirve también para calibrar las máquinas de Revisión Final. Todos los coches que son fabricados en esta planta pasan por una máquina de geometría en Revisión Final (hay 4 de ellas). Cuando en el Centro de Pruebas se realiza una prueba de geometría y aparece un defecto, se comprueba que las máquinas de Revisión Final están correctamente calibradas y que pueden detectar todos los defectos existentes.

PARÁMETROS		COEFICIENTE	VAS 6767	PRUEBA ACTUAL
RECURSOS	Espacio	8%	8	6
	Inversión	15%	5	10
	Recursos humanos	4%	7	7
	Formación	4%	8	8
	Tiempo	6%	8	5
FLEXIBILIDAD		7%	9	9
COMPLEJIDAD	Construcción	3%	9	9
	Puesta en marcha	7%	7	7
	Mantenimiento	3%	5	5
	Programación	3%	5	6
RESPUESTA		10%	9	9
PRECISIÓN		30%	9	7
TOTAL		100%	7,76	7,6



Se observa que claramente la nota de la nueva tecnología que se desea implementar es superior a la nota de la tecnología actual. A pesar de que la inversión es un parámetro importante y eso reduce la nota final de la VAS 6767, la precisión es el parámetro con más peso por las razones ya indicadas; y por ello resulta la nota final más elevada. En otras características ambas tecnologías son muy similares, como en la sencillez de su construcción, puesta en marcha, mantenimiento... Por ello la tecnología nueva presenta muy pocas desventajas y se demuestra que es la mejor opción.



12 CONCLUSIONES

Este proyecto ejemplifica cómo la calidad es uno de los valores más importantes que debe mantener una empresa para poder competir en el mercado. Además es necesario conseguir la estandarización del Centro de Pruebas para poder equipararlo al del resto de plantas del Grupo, y así mantener el estándar de calidad del producto en todo el mundo independientemente de su lugar de fabricación.

Además, en una multinacional tan grande como el Grupo Volkswagen la innovación es un factor crucial para determinar la competitividad de la marca. Es importante estar siempre un paso por delante de los principales competidores, adelantándose a las necesidades y requerimientos del cliente, y buscando una mejora continua de todos los procesos. En especial, la mejora continua de los procesos de calidad como las pruebas realizadas en el Centro de Pruebas, para conseguir una detección más rápida y precisa de los defectos.

Se ha logrado una mejora importante en flujo de los vehículos, lo cual aumentará la seguridad y la eficiencia al realizar las distintas pruebas. También se ha conseguido una mejora en la distribución de las pruebas, lo cual permitirá obtener espacio para la realización de nuevas pruebas que ayuden a la detección de defectos.

Finalmente, se ha planteado un Centro de Pruebas ideal que podrá llevarse a cabo en unos pocos años, y se conseguirá la mayor eficiencia posible en el flujo y distribución de la nave. Además se han estudiado nuevas tecnologías que pueden implantarse en un plazo medio de tiempo, y que gracias a las mejoras que proporcionan se implantarán a largo plazo en el resto de fábricas del Grupo.



13 AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer en primer lugar a mi familia su apoyo y ayuda durante toda mi vida, puesto que sin ello no me hubiera sido posible realizar esta carrera y llegar hasta donde he llegado. También a mis amigos, por animarme y permitirme desahogarme en los momentos críticos. Y a Miriam, por estar ahí siempre.

También quiero agradecer a mi tutor Luis Erro por su ayuda, sus ánimos y por preocuparse de que pudiese realizar el mejor proyecto posible. A Maite Sánchez por acompañarme desde el primer día y guiarme paso a paso en la adaptación al Centro de Pruebas. A todos mis compañeros del Centro de Pruebas por explicarme con tanta paciencia las pruebas y procedimientos que aquí se realizan; y proponerme ideas, mejoras e innovaciones que podía aplicar en el proyecto. Y al resto de personas que he conocido en Volkswagen Navarra S.A. por ayudarme siempre en todo lo posible.

Además quiero dar las gracias a mi tutor de la Universidad Pública de Navarra, Fernando Hernández, por guiarme a lo largo de todo el proyecto y ayudarme a encaminarlo y presentarlo de la mejor manera posible.

A todos los que me han acompañado y permitido poder estar hoy aquí, muchas gracias.



14 ANEXOS

14.1 Anexo I: Comparativa equipamiento Centro de Pruebas

PRUEBA	MATERIAL NECESARIO ESTANDAR	MATERIAL DISPONIBLE VW NAVARRA	MATERIAL NECESARIO
Reglaje de faros	<ul style="list-style-type: none"> - 1 panel de 10m - 2 pizarras para luz de córner - 1 centrador/posicionador 	<ul style="list-style-type: none"> - Máquina de regulación de faros - 1 panel de 10m 	<ul style="list-style-type: none"> - 2 pizarras para luz de córner - 1 centrados/posicionador
Control interior componentes de iluminación	<ul style="list-style-type: none"> - Cámara oscura 		<ul style="list-style-type: none"> - Cámara oscura
Geometría	<ul style="list-style-type: none"> - Elevador con ajuste eje delantero. - Puesto de convergencia - Útil medición de alturas. - Útil de inclinación de volante VAS 6458. - Dispositivo de ajuste ACC VAS 6430. - Dispositivo de Calibración ACC VAS 6530. 	<ul style="list-style-type: none"> - Elevador con ajuste eje delantero. - Puesto de convergencia. - Útil medición de alturas. - Útil de inclinación de volante VAS 6458. - Dispositivo de ajuste ACC VAS 6430. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dispositivo de Calibración ACC VAS 6530. - Tester VAS 6160
Estanqueidad	<ul style="list-style-type: none"> - Cabina análisis de estanqueidad. - Sistema endoscopio con cámara. - 2 Detectores. - 2 Detectores con cuello de cisne. - Carro de herramientas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cabina análisis de estanqueidad. - Sistema endoscopio con cámara. - 2 Detectores. - Carro de herramientas uso conjunto con pares de apriete. 	<ul style="list-style-type: none"> - 2 Detectores con cuello de cisne. - Carro de herramientas.



Conducción	<ul style="list-style-type: none">- Herramienta de análisis para conducción acústica, estado de rodadura en baches o Shaker.- Sistema de cámara endoscópica- Equipo de evaluación de ultrasonido.- Carro de herramientas- Herramienta de análisis Quadriga (grabación de 4 canales y software de análisis).	<ul style="list-style-type: none">- Sistema de cámara endoscópica- Carro de herramientas	<ul style="list-style-type: none">- Herramienta de análisis para conducción acústica, estado de rodadura en baches o Shaker.- Equipo de evaluación de ultrasonido.- Herramienta de análisis Quadriga.
Niebla	<ul style="list-style-type: none">- Equipo de comprobación niebla.	<ul style="list-style-type: none">- Aspirador- Máquina niebla- Plantillas para ventanas- Endoscopio (uso conjunto prueba estanqueidad)	
Confort	<ul style="list-style-type: none">- Sistema de medición de holguras y enrasas.- Sistema de medición de energía de cierre de puertas.	<ul style="list-style-type: none">- Equipo medición energía cierre de puertas.- Dinamómetros mediciones estáticas fuerza accionamiento elementos móviles	<ul style="list-style-type: none">- Sistema de medición de holguras y enrasas.
Supervisión de conformidad	<ul style="list-style-type: none">- 2 Elevadores de 2 columnas- 1 Notebook- Plantillas para placas de identificación	No se realiza en el Centro de Pruebas	
Pares de apriete	<ul style="list-style-type: none">- 2 Elevadores con dos columnas.- Sistema para supervisión de pares mecánicos (llaves + conexión de software).- Notebook.- Carro de herramientas	<ul style="list-style-type: none">- 1 Elevador- Llaves dinamométricas sin conexión PC.- Carro de herramientas	<ul style="list-style-type: none">- 1 Elevador- Notebook.



E-check	<ul style="list-style-type: none">- 2 Plataformas de cuatro postes- 1 Tester 5051 B- 1 Tester VAS 6150 A- 2 Multímetros VAS 1526 E- Set de medios de medidas VAG 1594 C- Análisis de vectores CAN- Multilog de datos- Medidor Shunt- Osciloscopio- 2 Pinzas amperimétricas- Cámara termográfica- Carros de carga de batería- Testeador de batería VAS 6161- Carro de herramientas- Medidos de instalaciones.- 2 Notebooks.	<ul style="list-style-type: none">- 2 Plataformas de cuatro postes- 1 Tester VAS 6160- 1 Tester VAS 6150 C- 2 Multímetros FLUKE- Análisis de vectores CANOE- Medidor Shunt- Osciloscopio- Carros de carga de batería- Carro de herramientas- Medidor de instalaciones.- 2 Notebooks.	<ul style="list-style-type: none">- Set de medios de medidas VAG 1594 C- Multilog de datos- 2 Pinzas amperimétricas- Cámara termográfica- Testeador de batería VAS 6161.
Hueco motor y bajos	<ul style="list-style-type: none">- Dos elevadores con dos columnas- Detector de gas para instalaciones Climatizadas- Detector de gas para coches con GLP- Carro de herramientas	<ul style="list-style-type: none">- Dos elevadores con dos columnas- Detector de gas para instalaciones Climatizadas- Detector de gas para coches con GLP- Carro de herramientas	
Pesado de vehículos	<ul style="list-style-type: none">- Báscula para vehículos- Marco de medida para la altura total del Vehículo- Láser a distancia VAS 6350/2	No se realiza en el Centro de Pruebas	



14.2 Anexo II: Estimación de inversiones

PRUEBA	MATERIAL NO DISPONIBLE	INVERSIÓN
Reglaje de faros	- 2 pizarras para luz de córner	10.000 €
	- 1 centrador/posicionador	40.000 €
Control interior componentes de iluminación	- Cámara oscura	5.000 €
Geometría	- Dispositivo de calibración ACC VAS 6530	6.000 €
	- Tester VAS 6160	3.500 €
Estanqueidad	- 2 detectores con cuello de cisne	900 €
	- Carro de herramientas	2.500 €
Conducción	- Herramienta de análisis para conducción acústica:	
	• Rodillos	500.000 €
	• Shaker	255.000 €
	- Equipo de evaluación de ultrasonido	2.600 €
	- Herramienta de análisis Quadriga	50.000 €
Confort	- Sistema de medición de holguras y engrases	50.000 €
E-check	- Set de medios de medidas VAG 1594 C	630 €
	- Datenlogger Multilog	5.000 €
	- 2 pinzas amperimétricas	720 €
	- Cámara termográfica	5.500 €
	- Testeador de batería VAS 6161	1.100 €
Pesado de vehículos	- Báscula para vehículos	30.000 €
	- Marco de medida para la altura total del vehículo	5.000 €
	- Láser a distancia VAS 6350/2	3.000 €
Pares de apriete	- 1 elevador	6.000 €
	- Notebook	2.000 €
TOTAL		
Opción 1	Sistema de rodillos para conducción	729.450 €
Opción 2	Shaker para conducción	484.450 €
Opción 3	Ambos sistemas para conducción	984.450 €



14.3 Anexo III: Presupuesto de la cámara de rodillos

Componentes base	Weiss	Johnson Controls	Imtech
Sistema de frío	207.480	204.000	186.000
Circulación de aire con humidificación	49.320	72.000	91.300
Aire a presión	No incluido	5.500	6.500
Iluminación con IR	121.200	163.800	131.200
Viento a favor (80km/h)	41.600	18.600	15.300
Electricidad	27.900	175.000	91.700
Interfaz de pilotaje analítico			
Manejo			
Software y visualización	45.800	24.500	152.800
Instalación de mando			
Cámara de paredes con aislamiento al fuego	273.900	405.000	414.400
Puerta de vehículos, puerta peatonal y ventana			
Iluminación	3.200	5.000	22.300
Sistema de seguridad multidireccional	8.300	3.000	41.000
Climatización	162.700	196.500	127.000
Ventilación			
Eliminación de CO ₂			
Instalación de escape de gases	22.500	72.000	39.600
Sistema de alarma de gas	24.800	45.000	62.900
Documentación y formación de uso	13.000	20.800	Incluida
Transporte, embalaje y seguro	5.300	8.800	12.500
TOTAL	1.007.000	1.419.500	1.394.100



14.4 Anexo IV: Pruebas realizadas cada año durante el período serie del Polo A05-GP

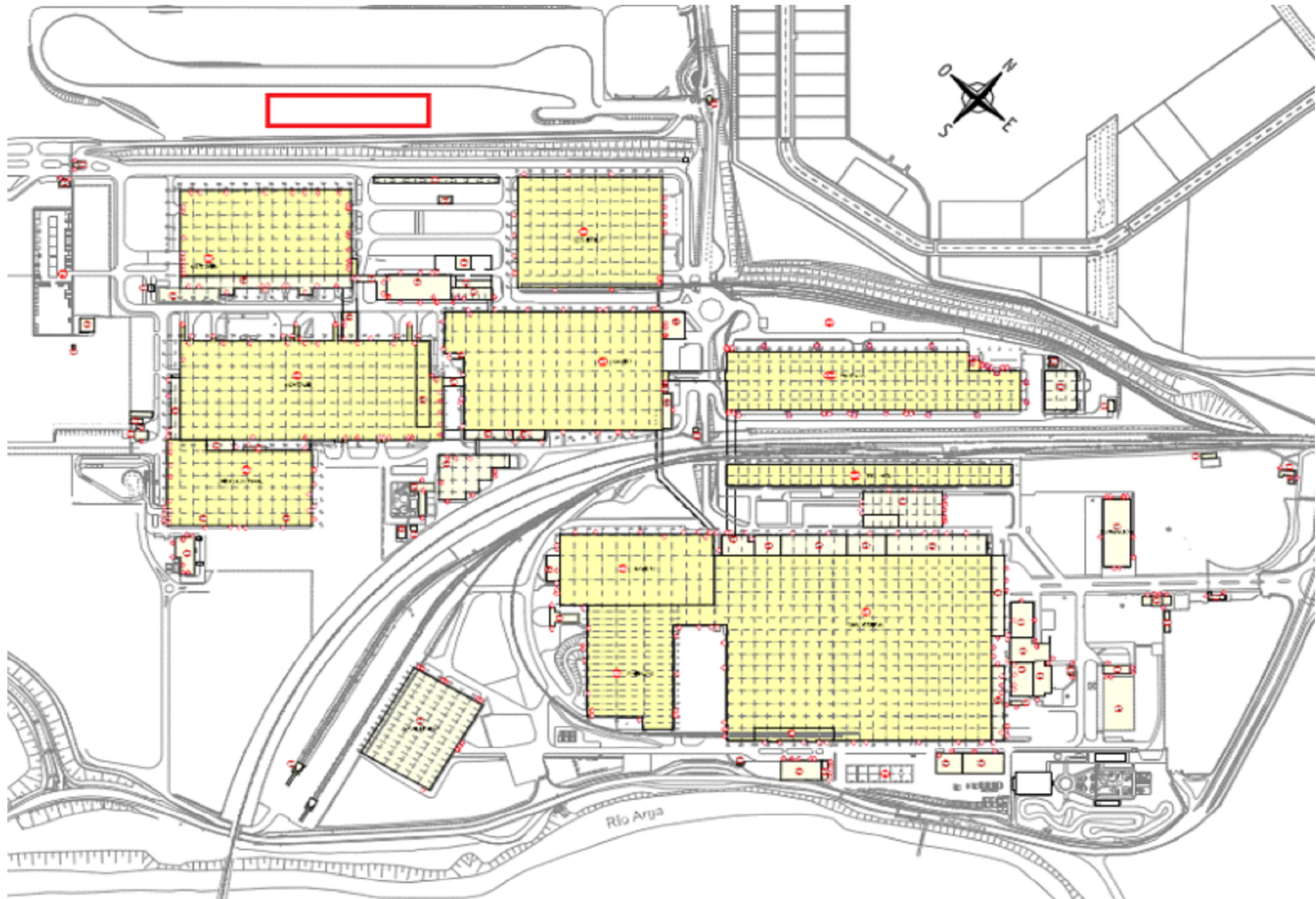
Prueba	Año 2011	Año 2012	Año 2013	Media pruebas/año
Aire acondicionado	198	269	222	229,6667
Conducción	465	516	645	542
Confort	179	206	152	179
E-check	205	349	320	291,3333
Estanqueidad	269	317	406	330,6667
Faros	1772	2435	2563	2256,6667
Geometría	242	306	435	327,6667
Hueco motor y bajos	381	389	428	399,3333
Niebla	1	126	299	142
Pares de apriete	138	154	229	173,6667
TOTAL	4172	5471	5924	5189

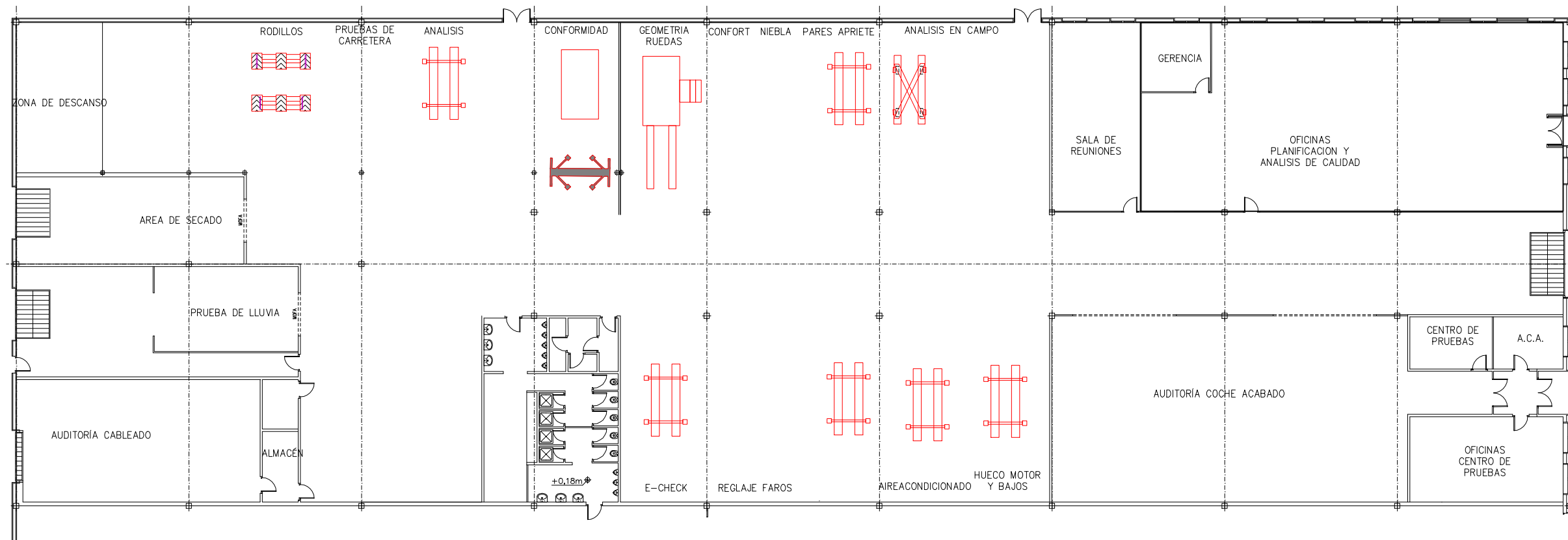
PLANOS

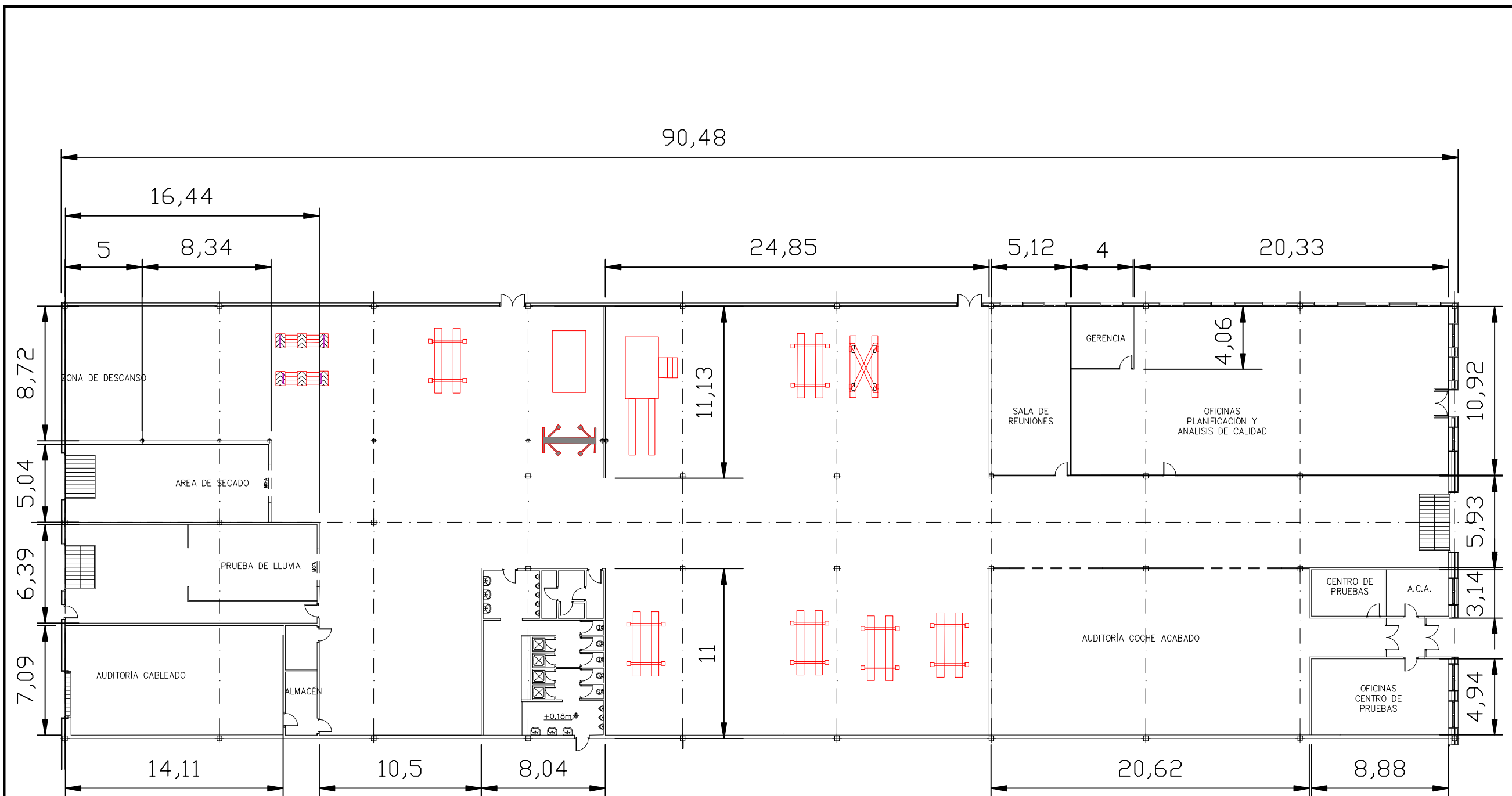


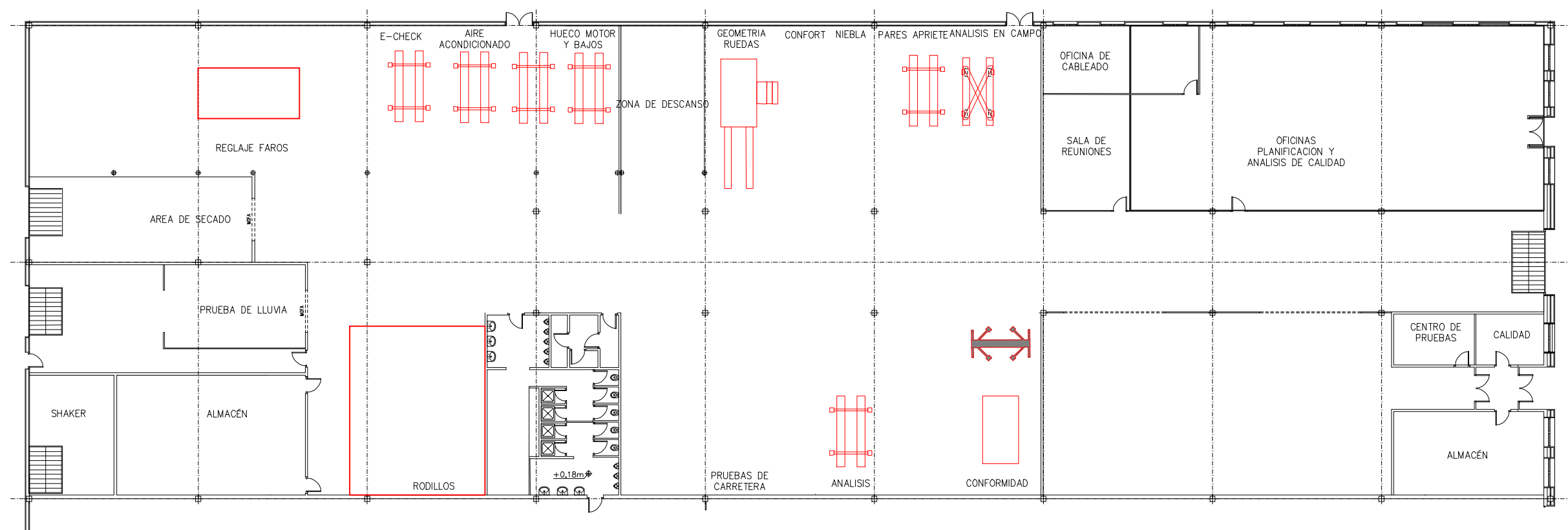
ÍNDICE

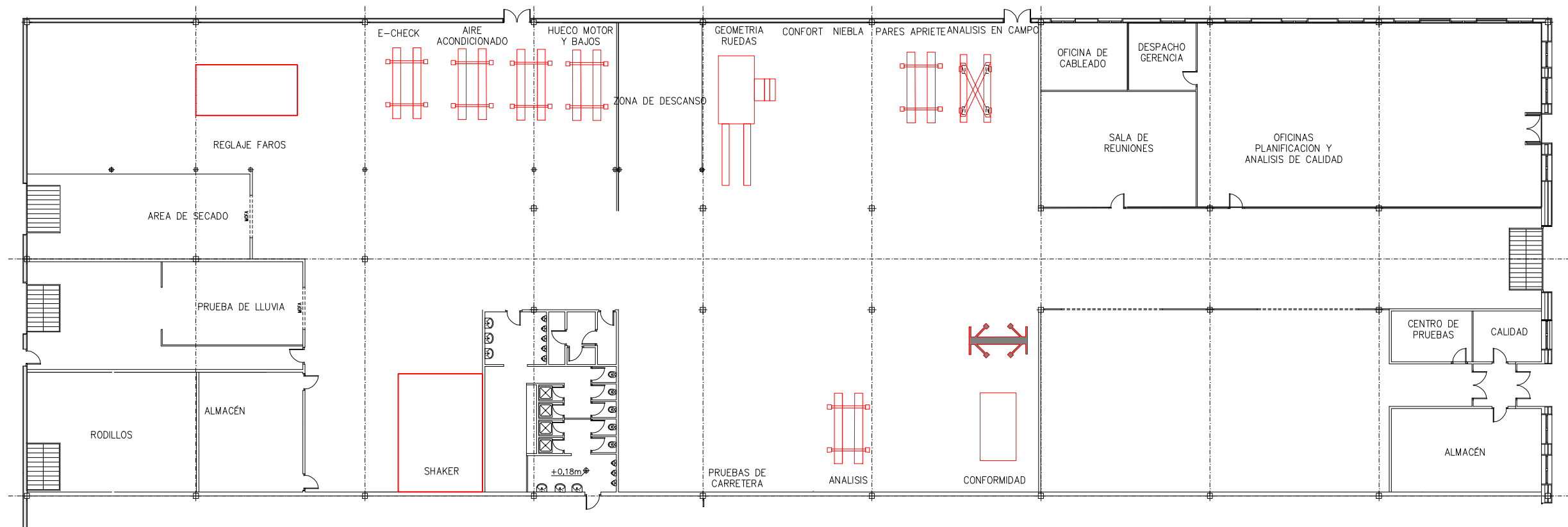
1. Ubicación Centro de Pruebas
2. Layout actual
3. Layout actual acotado
4. Propuestas 1A + 1E
5. Propuestas 1B + 1F
6. Propuestas 1C + 1G
7. Propuestas 1D + 1H
8. Propuesta 2
9. Ubicación ideal
10. Layout ideal
11. Layout ideal acotado
12. Flujo coches especiales
13. Flujo coches serie
14. Layout ideal amueblado

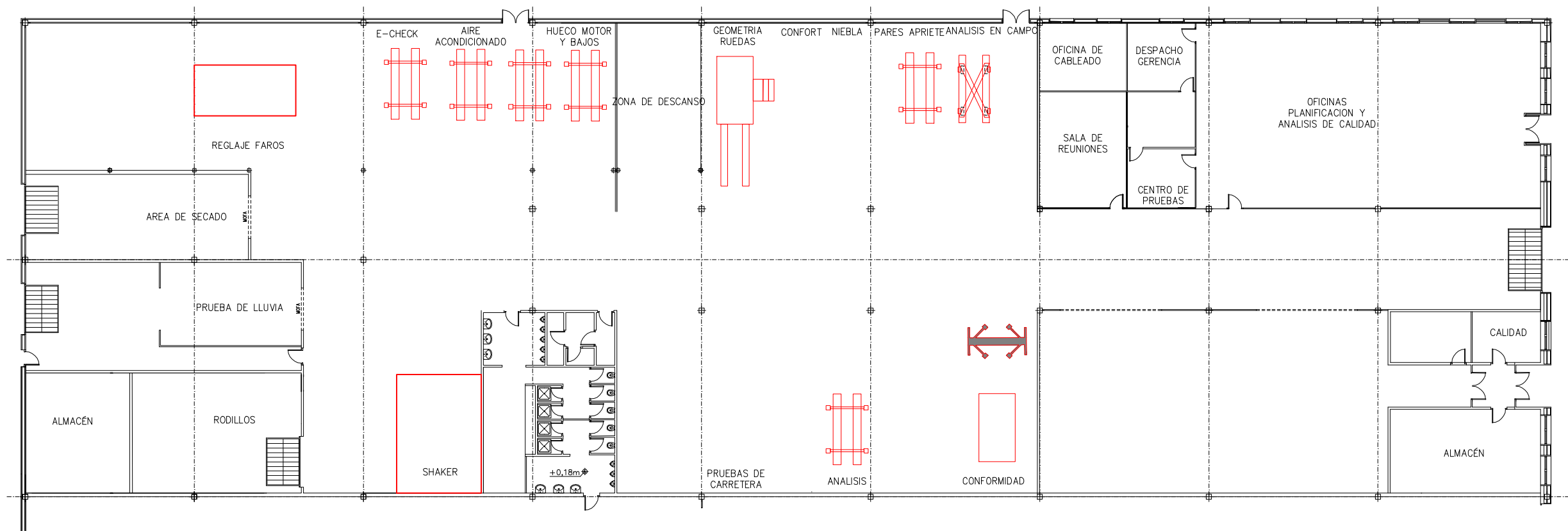


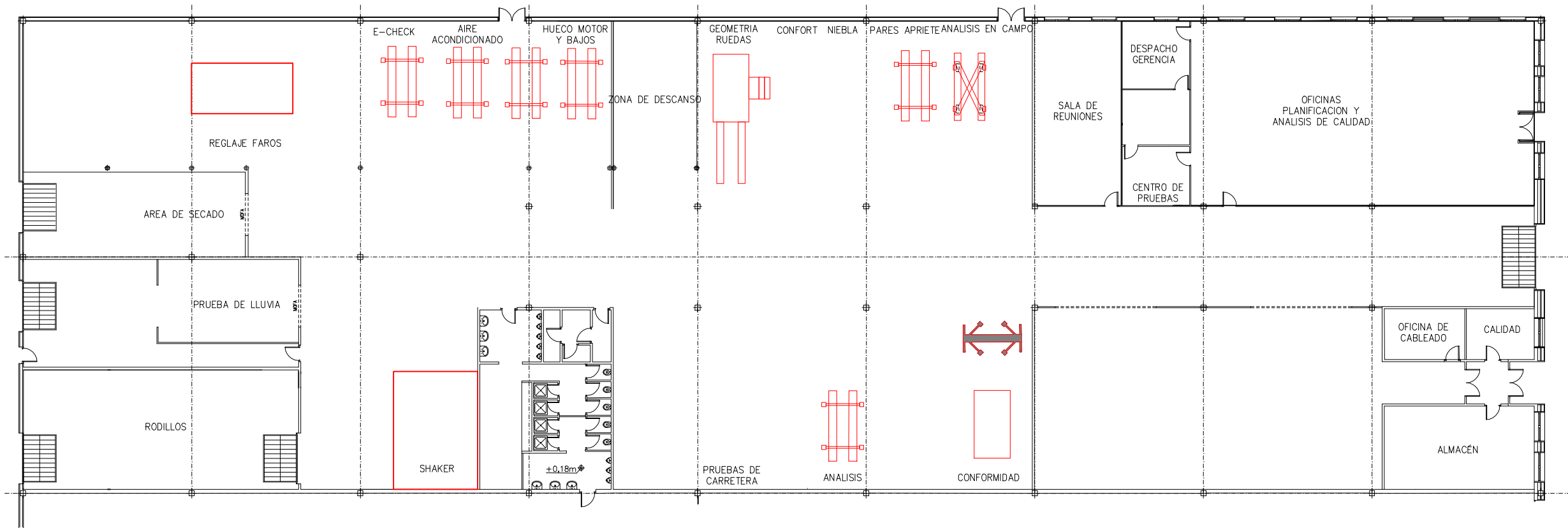


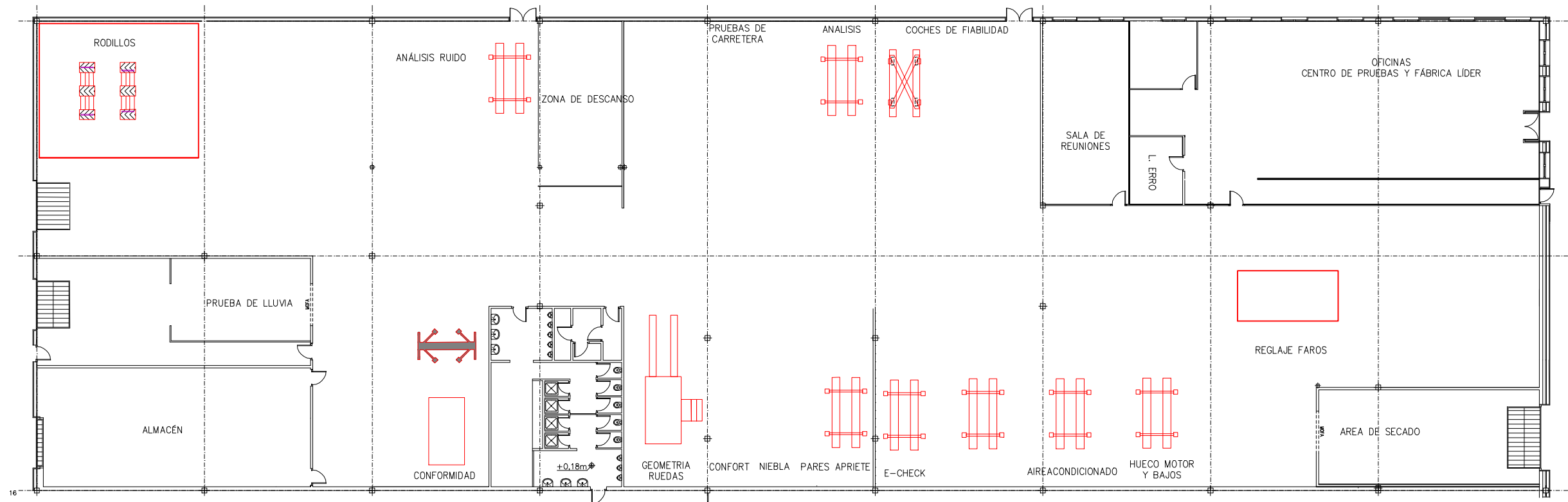


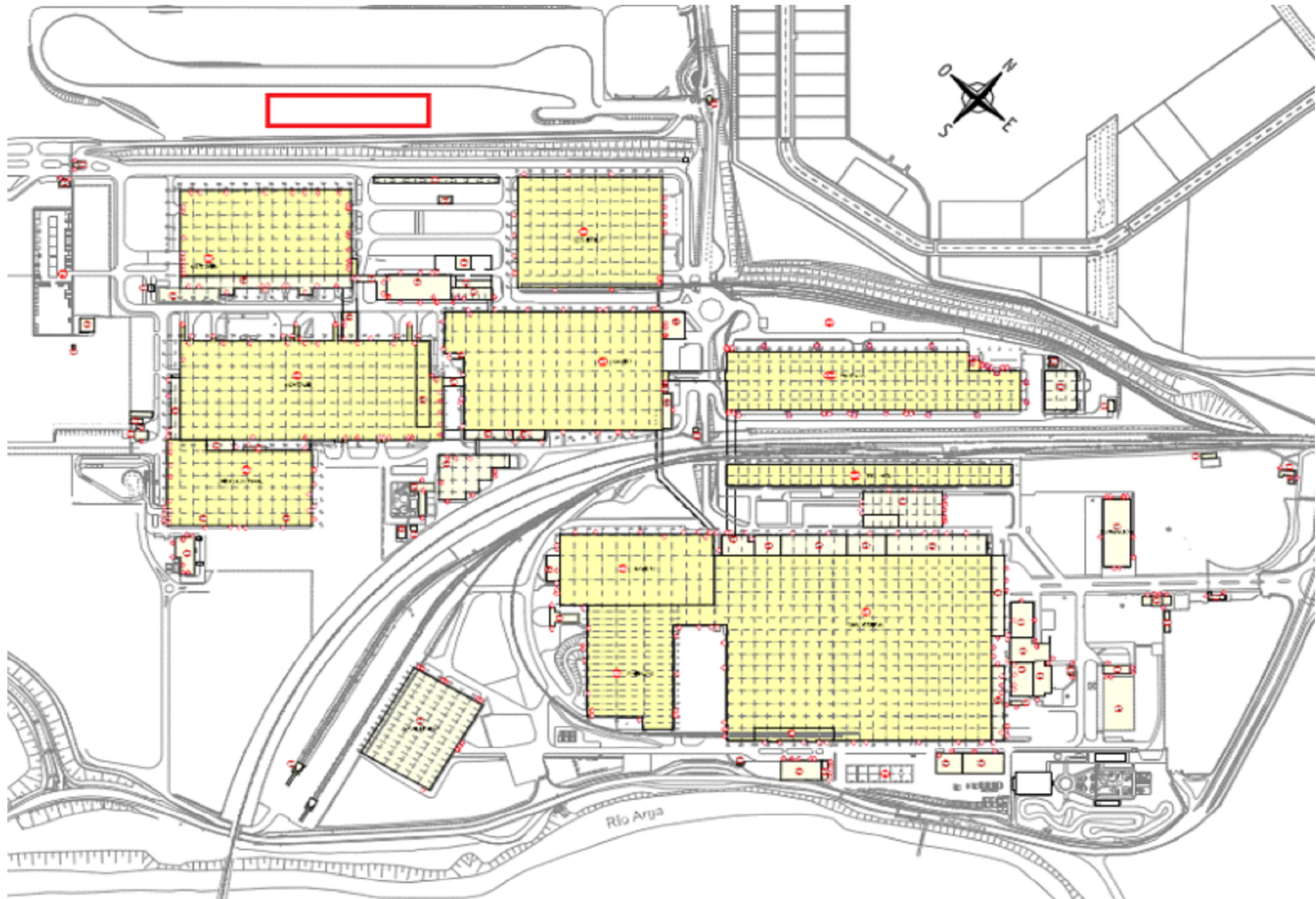


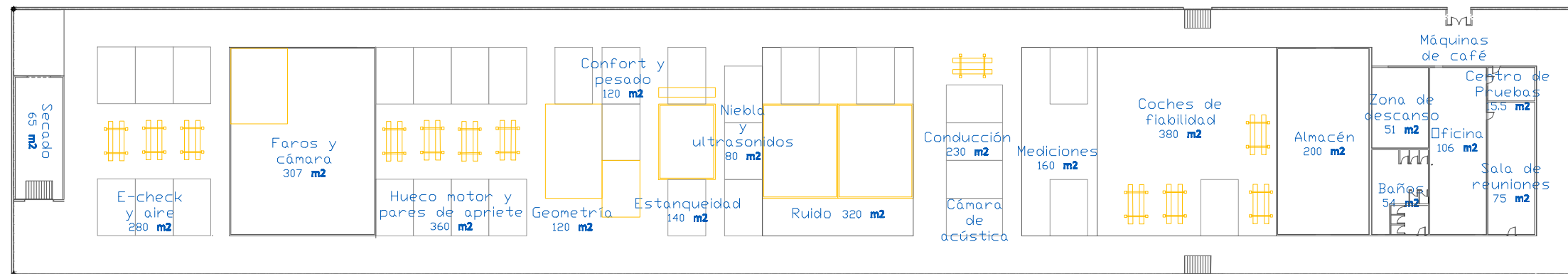




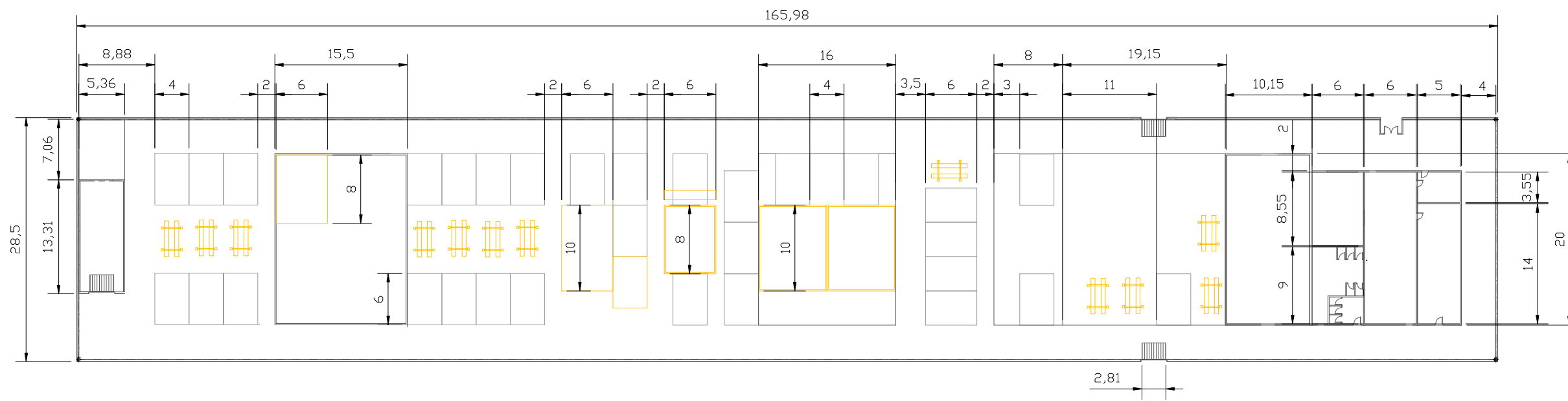


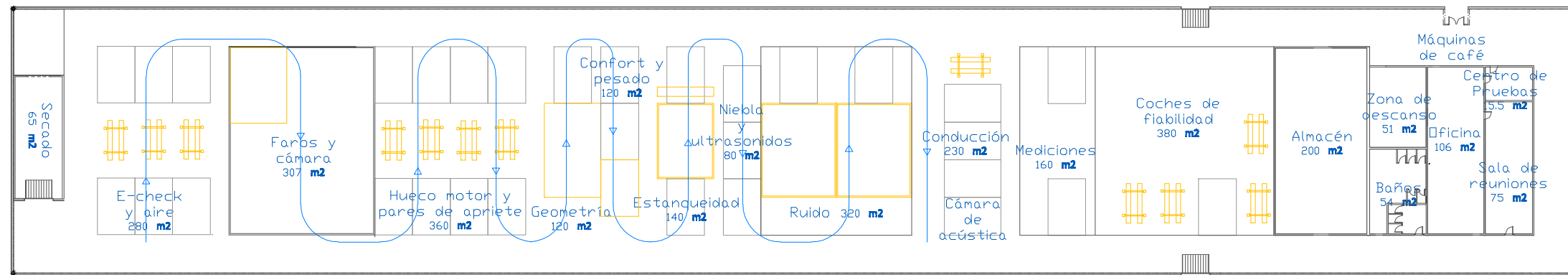




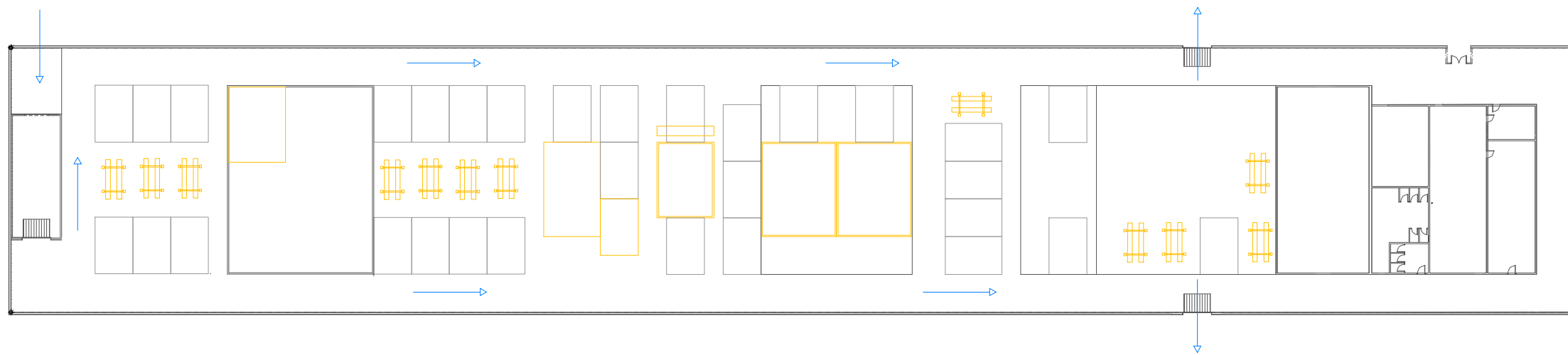


PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK





PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

