

Departamento de Proyectos de Ingeniería



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

MÁSTER UNIVERSITARIO EN DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS

***ESTUDIO, DIAGNÓSTICO Y MEJORA DE PROYECTOS DE
PRODUCCIÓN INDUSTRIAL EN SERIE MEDIANTE LA
COMBINACIÓN DE LAS DIRECTRICES DEL PMBOK/ISO 21.500
Y DEL ESTADO DE CAPACIDAD Y MADUREZ***

Trabajo de Fin de Máster presentado por:

D. Vicente Miguel Navarro Vives

Dirigido por:

Pr.D. José Luis Fuentes BARGUES

Pr.Dña. M^a Carmen González Cruz

Valencia (España), 2016

Índice

Capítulo 1: Introducción

1.1 Generalidades.....	4
1.2 Objetivos de la investigación.....	6
1.3 Estructura de la tesis.....	8

Capítulo 2: Conceptos básicos y Antecedentes

2.1 Conceptos básicos de la industria.....	10
2.2 Progreso industrial histórico y antecedentes bibliográficos.....	19
2.3 Alcances, limitaciones y planteamiento del problema.....	22

Capítulo 3: Justificación, metodologías y legislación aplicable

3.1 Justificación.....	24
3.2 Tipos de metodologías	
3.2.1 PMBOK.....	25
3.2.2 ISO 21.500.....	27
3.2.3 Modelo de capacidad y madurez.....	30
3.3 Aplicación de las metodologías	
3.3.1 PMBOK.....	34
3.3.2 ISO 21.500.....	38
3.3.3 Modelo de capacidad y madurez.....	40

Capítulo 4: Marco teórico y formulación de objetivos

4.1 Marco teórico.....	47
4.2 Objetivos generales.....	48
4.3 Objetivos específicos.....	48

Capítulo 5: Desarrollo de la investigación

5.1 Antecedentes e inicios de la empresa.....	50
5.2 Localización.....	54
5.3 Diagnostico actual de la empresa y procesos a gran escala.....	58
5.4 Referencia de los productos.....	63
5.5 Descripción de los procesos de fabricación del proyecto y características específicas	
5.5.1 Descripción de los procesos de fabricación del proyecto.....	67
5.5.2 Características específicas.....	79
5.6. Análisis del estado de capacidad y madurez general.....	80
5.7. Análisis de los procesos y grupos de materias mediante el PMBOK/ ISO 21.500.....	90
5.8 Propuesta y determinación de los mecanismos de mejora	
5.8.1 Mejoras comunes para todos los procesos.....	99
5.8.2 Mejoras específicas para cada proceso.....	99
5.9 Datos recabados sobre los trabajos del proyecto.....	122
5.10 Pronostico de la aplicación de cada mejora.....	128

Capítulo 6: Resultados

6.1 Resultados por procesos.....	167
6.2 Resultado general de la investigación.....	196
6.3 Valoración del objetivo específico.....	205
6.4 Valoración del objetivo general.....	214

Capítulo 7: Conclusiones.....224

Capítulo 8: Referencias bibliográficas.....230

Capítulo 1: Introducción

1.1 Generalidades

Desde tiempos inmemorables ha existido la industria o proceso industrial. Incluso para algo tan simple como lo es la fabricación continua de armas de caza o herramientas de campo realizadas con palos y piedras, se ha necesitado una persona especializada o artesano en su realización, que posteriormente iban destinados para otros.

En estos últimos siglos, todo esto ha evolucionado en un intento de impulsar el desarrollo industrial a través de la mejora empresarial y la eficiencia de los sectores productivos, teniendo mayor repercusión en aquellas empresas que incorporan tecnologías avanzadas en sus productos y procesos. Esto ha generado más empleo cualificado y mayor aportación de valor añadido, desembocando en una mejora en la presencia de los productos industriales en los mercados¹.

Para comprender mejor su funcionamiento la industria podría definirse como el conjunto de procesos y actividades que tienen como finalidad transformar las materias primas en productos elaborados o semielaborados². En el desarrollo de toda actividad industrial concurren 3 tipos de elementos: el elemento humano, que incluye fundamentalmente al obrero que vende su fuerza de trabajo por un salario y al empresario que es el poseedor del capital; el elemento económico, es decir, el capital que puede ser de naturaleza pública, privada o mixta; y por último el elemento material, que son las materias primas y pueden clasificarse por su origen: minerales no metálicos, minerales metálicos, materias primas de origen vegetal y animal, y el petróleo, gas y carbón.

¹<http://www.minetur.gob.es/PortalAyudas/RCI/Descripcion/Paginas/finalidad.aspx>

² <http://es.calameo.com/read/003350542340eff6ccc17>

No obstante, la empresa industrial es la unidad jurídica y económica de producción. En ella se combinan factores productivos (capital, trabajo, recursos naturales o semielaborados) para producir bienes industriales. Cada empresa industrial puede poseer uno o varios establecimientos o fábricas y pueden hallarse en lugares distintos al del domicilio social de la empresa. Atendiendo al estatus jurídico, se pueden establecer dos grandes grupos de empresas: las empresas públicas, que se caracterizan por depender de un ente público y formar parte del patrimonio nacional y sus beneficios o pérdidas afectan a la sociedad en conjunto; y las empresas privadas, que se dividen en individuales o colectivas, dependiendo del número de socios que constituyen la sociedad mercantil. También existen las empresas mixtas, que son aquellas cuya titularidad es compartida entre estado y particulares.

Las industrias además pueden clasificarse en función del tipo de producto que fabrican en: industrias de base, en las cuales se inicia el proceso de producción, ya que las materias primas se transforman en productos semielaborados que luego otras industrias transforman en su totalidad; industrias de bienes de equipos, las cuales toman aquellos productos elaborados por las industrias de base y los utilizan para fabricar equipos y maquinarias que son utilizadas por las industrias; e industrias de bienes de consumo, en las que se elaboran productos que son adquiridos directamente por los consumidores para su uso.

Con su actividad las industrias han creado un impacto ambiental por el uso de recursos naturales y la generación de residuos, contaminantes o desechos. El principio de las industrias modernas es el aumento de producción, lo que incrementa el impacto sobre el medio ambiente y pone en el punto de mira al sector, en una sociedad cada vez más preocupada y concienciada con las consecuencias del calentamiento global, la escasez de recursos o la contaminación, entre otros problemas medioambientales. Actualmente los gobiernos han establecido políticas de protección del medio ambiente como las de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero o contra la capa de ozono, o políticas de reutilización y reciclaje

con el fin de reducir el costo y la extracción de la materia prima, consumir menos cantidad de energía y reducir la contaminación ambiental³.

1.2 Objetivos de la investigación

El objetivo general de este proyecto de fin de máster es la realización documentada por parte del alumno de un proyecto científico-técnico en el ámbito de la titulación de Máster en Dirección y Gestión de Proyectos de la rama de Ingeniería Industrial. La especialidad se centrará en las directrices de "project management" referidas al PMBOK, a la ISO 21.500 y del modelo de capacidad y madurez. En él se pondrán de manifiesto los conocimientos y aptitudes adquiridos por el alumno para el ejercicio de sus competencias profesionales, todo ello bajo la tutela y guía del profesor.

De forma más concreta, se pretende realizar un estudio de las directrices de "project management" y del modelo de madurez para poder aplicarlas dentro de una industria específica, y así establecer el estado actual en el que se encuentra, y posteriormente poder mejorarlo.

Para poder cumplir con el objetivo general de la investigación se han propuesto los siguientes objetivos específicos:

1. Realizar una investigación bibliográfica extensa para fundamentar este proyecto en relación al estado del conocimiento:

- Antecedentes históricos y limitaciones en avances industriales
- Métodos utilizados y legislación que se aplica dentro del sector
- Alcance del estudio y objetivos materiales dentro de la industria

³ <http://www.significados.com/industria>

- Desarrollo de información vital y antecedentes de la empresa escogida

2. Verificación y validación de la información extraída mediante la comparación de diversas fuentes disponibles.

3. Desarrollo y complementación de la distinta información extraída de las fuentes.

4. Elaboración y forma de aplicación de los procesos del "project management".

5. Redacción de los resultados obtenidos del estudio y el control llevado a cabo.

6. Definición de las conclusiones extraídas.

Para la consecución de los objetivos expuestos, el proyecto se divide en cuatro partes:

1. En la primera se mantiene contacto entre el alumno y el profesor sobre las materias, con el fin de que pueda conocerlas y ver las posibilidades de su estudio y desarrollo.

2. En una segunda fase, conocida la materia, se recopilan las fuentes de información (trabajos, estudios, artículos, etc.) que recogen las materias de estudio.

3. Se realiza un estudio interno, en la tercera fase, dentro de una empresa específicamente seleccionada sobre las materias que trata este proyecto en cuestión.

4. En una cuarta fase se desarrolla la materia elegida por el alumno, bajo las directrices del profesor, que realizará las correcciones oportunas hasta dar el visto bueno al trabajo realizado.

1.3 Estructura de la tesina

El presente proyecto está formado por ocho capítulos, incluyendo las conclusiones finales y las referencias bibliográficas.

El primero está formado por una pequeña introducción general del tema principal del estudio, seguido de los objetivos del proyecto.

En el capítulo 2, se definen algunos de los conceptos básicos con los que se tomara contacto durante el desarrollo de la investigación. Además, se muestra el estado del conocimiento obtenido sobre los antecedentes con respecto a la evolución que ha habido a nivel industrial, junto con el alcance y sus limitaciones.

En el tercer capítulo se presentan y desarrollan los métodos, directrices y leyes más relevantes que van a ser objeto de aplicación en este proyecto, así como su modo de aplicación.

Para la realización del capítulo 4, se ha determinado cual va a ser el marco teórico para los distintos métodos y modelos en su aplicación práctica, y los objetivos tanto generales como específicos a cumplir durante el desarrollo de la investigación en el interior de la empresa.

Se ha realizado una pequeña recopilación de información general sobre algunas consideraciones importantes de la empresa específica a investigar. Se describe el trabajo de investigación, el análisis llevado a cabo y los mecanismos de mejora introducidos en la empresa. Todo ello con seguimiento y pronóstico de resultados tal y como se refleja en el capítulo 5 del presente trabajo.

En el capítulo 6 se expondrán tanto los resultados específicos como los generales del proyecto.

Las valoraciones del trabajo práctico realizado y las conclusiones finales, obtenidas a partir de la experiencia ganada en el transcurso de este

estudio, se recogen en el capítulo 7, así como distintas recomendaciones que deberían seguir las nuevas generaciones de profesionales que se centren en las materias tratadas en el presente proyecto. Además, se presentan algunas sugerencias para realizar futuras líneas de investigación, dando así continuidad a este trabajo.

Por último en el capítulo número 8 se aportan las referencias bibliográficas citadas a lo largo de todo este proyecto de final de máster.

Capítulo 2: Conceptos básicos y antecedentes

2.1 Conceptos básicos de la industria

❖ **Clasificación de las industrias**

El proceso de especialización que ha sufrido la industria ha logrado crear casi una distinta para cada tipo de producto que se demanda en el mundo. Las industrias se pueden clasificar utilizando distintos criterios:

1. Número de trabajadores

Según el número de empleados con que cuente la empresa se puede dividir en:

- Gran industria: en estas industrias, el número de trabajadores supera los 1000

- Mediana industria: en estas el número es de entre 50 y 1000 empleados

- Pequeña industria: en estas el número de empleados no supera los 50⁴

2. Sector

De acuerdo con el sector al que son destinados los productos elaborados las industrias pueden clasificarse en:

- Petroquímica: esta industria es la que se dedica a la extracción y posterior procesamiento del petróleo y sus derivados

- Automotriz: la que se dedica a la fabricación de transportes de pasajeros o de carga terrestre

⁴ <http://www.tiposde.org/economia-y-finanzas/110-tipos-de-industrias/>

- Naviera: en este caso, la industria se dedica a la fabricación de medios de transporte marítimos, ya sean de carga o para pasajeros
- Ferrocarrilera: como su nombre indica, esta industria es la que se dedica a la fabricación de ferrocarriles, que también pueden ser utilizados tanto para el transporte de carga como de pasajeros

- Armamentística: encargada de desarrollar y producir bienes de defensa y militares, esta industria puede estar en manos del estado o ser de propiedad privada

- Textil: es la industria orientada a la producción de telas y de los productos que de estas deriven, como puede ser la indumentaria

- Farmacéutica: esta es la industria que se especializa en la producción y venta de bienes químicos medicinales para prevenir o tratar enfermedades

- Cementera: estas industrias son las que se dedican a la producción de hormigón y cemento. Para poder obtener estos bienes, esta industria se basa en las denominadas rocas industriales

- Siderúrgica: la industria conocida bajo este nombre es la que se dedica a convertir en acero al hierro

- Minera: esta industria, también conocida como minería, es la que se encarga de extraer y utilizar los minerales que se encuentran en la superficie terrestre para la producción de determinados bienes que luego serán comercializados

- Alimentaria: se conoce bajo este nombre a aquella industria que se dedica a lo vinculado con los productos alimenticios, ya sea su producción, conservación, procesamiento o transporte. Dentro de esta industria se pueden incluir tanto los alimentos que estén destinados para el consumo humano como aquellos que sean destinados a animales

- Papelera: como su nombre indica, esta es la industria que se dedica a la producción de papel, a partir de celulosa
- Aeronáutica: aquella dedicada a la construcción de naves aéreas que pueden ser utilizadas para trasladar pasajeros o carga⁵

3. *Materia prima*

En función de la cantidad de materia prima que se utilice a lo largo del proceso productivo se encuentran las siguientes industrias:

- Pesada: aquella que trabaja con una elevada cantidad de materias primas que son transformadas en productos semielaborados
- Semiligera: estas industrias se valen de productos semielaborados a lo largo de los procesos de producción, por lo que el porcentaje de materia prima utilizado es menor que en la industria pesada. Generalmente la industria semiligera se dedica a la producción de bienes de equipos
- Ligera: en estas industrias la cantidad de materias primas con las que se trabaja es baja, lo que hace que no requieran excesiva maquinaria y puedan ser ubicadas cerca del mercado al que apuntan. Aquí generalmente se engloban las industrias orientadas a la producción de bienes de consumo

4. *Nivel de desarrollo*

En función del nivel de desarrollo en el que se encuentran las industrias pueden diferenciarse en:

- Maduras: son aquellas cuya producción se encuentra estancada debido a que han alcanzado su máximo nivel de desarrollo. Generalmente esto se debe a la utilización de tecnologías

⁵ <http://www.tipos.co/tipos-de-industrias/>

incorrectas. Esta situación se observa en la actualidad en la industria pesada

- De punta: estas industrias, en cambio, son las que atraviesan una etapa de crecimiento y expansión en su producción. Las industrias que actualmente se ubican en esta categoría son, por ejemplo, las de telecomunicaciones e informática⁶

❖ **La manufactura**

El principal elemento a definir que interviene dentro de la industria o como industria propia es la manufactura. El concepto de manufactura en industria se refiere a la actividad económica de carácter secundario, que se dedica a transformar una materia prima en un producto elaborado, es decir, es la transformación de las materias primas en un producto totalmente terminado que ya está en condiciones de ser destinado a la venta en algún mercado, cotizando en el mercado correspondiente.

La manufactura es la forma más elemental de la industria; la palabra significa "hacer a mano". Está vinculada al concepto de mano porque justamente en el pasado más remoto la manufactura era producida por vía manual, es decir, por las manos. En sus inicios se trataba de productos simples que no disponían de gran valor añadido. En la actualidad y a pesar de que los procesos ya no son completamente manuales se sigue denominando manufactura a aquellos productos que ostentan un destacado desarrollo tecnológico. Las manufacturas de hoy en día ya incluyen todos los procesos intermedios que se requieren para su producción. Esto es posible gracias a que el sector industrial se encuentra sumamente asociado a la ingeniería y al diseño industrial.⁷

En economía, la palabra manufactura significa transformar la materia prima en un producto de utilidad concreta. Casi todo lo que usamos es fruto de este proceso, y puede ser producido bien por artesanos o por empresas

⁶ <http://www.tiposde.org/economia-y-finanzas/110-tipos-de-industrias/>

⁷ <http://www.definicionabc.com/general/manufactura.php>

desde las más pequeñas (panaderías, molinos, etc.) hasta grandes conglomerados (armadoras de automóviles, embotelladoras de refrescos, empacadoras de alimentos, laboratorios farmacéuticos y fábricas de juguetes). En cuanto al producto, hay mercancías que necesitan fabricarse en varias etapas, como los automóviles, que se construyen con piezas que se han hecho en otras manufacturas, bien en el mismo país o en otro distinto. Si estas se han fabricado en la misma empresa se denomina producción en cadena.⁸

❖ **Concepto de experiencia y curva de aprendizaje**

A medida que una empresa acumula experiencia en la producción de un producto o servicio aumenta la posibilidad de reducir los costes y aumentar la productividad del proceso. Los efectos de la experiencia, que se adquiere incrementando los niveles de ventas a lo largo de los años, no se producen por sí solos, si no que dependen de las habilidades, la creatividad y la innovación de los que trabajan en la empresa.

El concepto "efecto de la experiencia" prevé diferentes factores causales del incremento de la productividad, como la curva de aprendizaje, la especialización del trabajo, los inventos y mejoras en los equipos y procesos, la utilización de nuevos materiales, el proceso de estandarización de insumos y el rediseño de los productos.⁹

Curva de aprendizaje

La curva de aprendizaje desempeña un papel fundamental, aunque no el único, en los efectos de la experiencia. Este concepto se refiere a los avances que se producen en la productividad de los trabajadores. Se fundamenta en la noción de que a medida que un trabajador aprende como realizar mejor y más rápido su trabajo, mejora su productividad.

De acuerdo a la Ley de Wright "**para cualquier operación que se repita, el tiempo medio necesario para la operación disminuirá en una fracción fija conforme se duplique el número de repeticiones**".

⁸ http://coast.pink/industria_2081508.html

⁹ www.gestiopolis.com/curva-experiencia-aprendizaje-importancia

La teoría de curvas de aprendizaje se basa en tres suposiciones:

1. El tiempo necesario para completar una tarea o unidad de producto será menor cada vez que se realice la tarea.
2. La tasa de disminución del tiempo por unidad será cada vez menor.
3. La reducción en tiempo seguirá un patrón previsible.

Una curva de aprendizaje, no es más que una línea que muestra la relación existente entre el tiempo (o costo) de producción por unidad y el número de unidades de producción consecutivas. Es literalmente un registro gráfico de las mejoras que se producen en los costes a medida que los productores ganan experiencia.

En la industria la curva de aprendizaje también suele expresarse como unidades de producción por periodo en función del tiempo, y se aplican a la producción de un volumen más elevado de unidades.

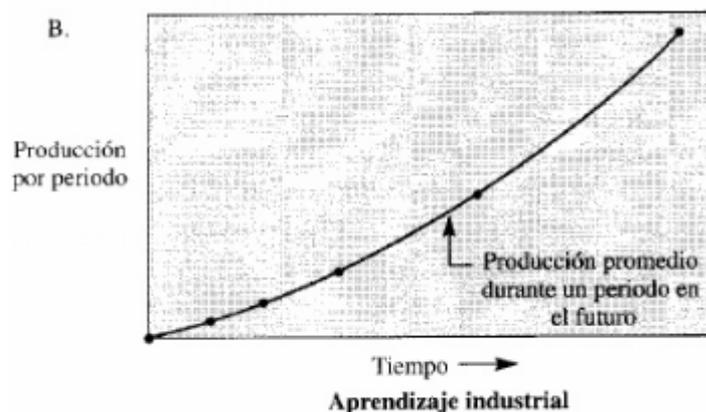


Figura 1. Curva de aprendizaje industrial, trazada como tiempos y números de unidades

Se utilizan con mayor frecuencia en industrias que trabajan por proyectos o por pedidos en los que el tiempo de ciclo es grande.

Pero, ¿cuánto tiempo continúa el aprendizaje? ¿La producción se estabiliza o hay un mejoramiento continuo? A menudo se cometen muchos errores al comenzar una nueva tarea. En las fases posteriores disminuyen

los errores, pero también las materias nuevas aprendidas, hasta llegar a una llanura. A medida que se incrementa la madurez del proceso de producción se reduce la capacidad de aprendizaje y de disminución de tiempo y costos por unidad.¹⁰

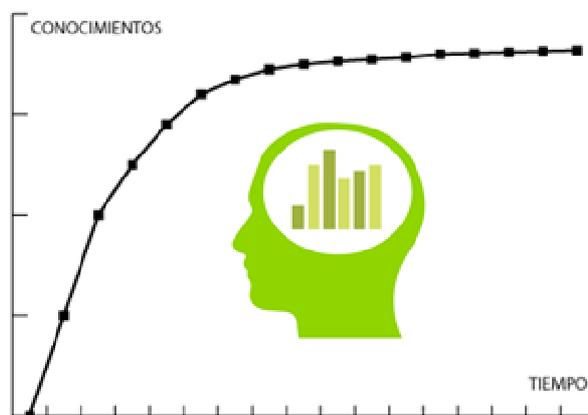


Figura 2. Estancamiento ponderal del aprendizaje en función del tiempo

Una relación matemática nos permite expresar el tiempo que supone producir una determinada unidad. Esta relación es función de cuántas unidades se han producido antes y cuánto tiempo llevó producirlas. Aunque este procedimiento determina el período de tiempo que es necesario para producir una unidad dada, las consecuencias de este análisis son de mayor alcance.

La relevancia de las curvas de aprendizaje radica en la disminución de los costes y el aumento de la eficiencia que se produce tras su aplicación, tanto para las las compañías de forma individual como para la industria en general. Por lo tanto, aparecen graves problemas en la programación si las operaciones no se ajustan a las implicaciones de la curva de aprendizaje. La mejora por la curva de aprendizaje puede causar que las instalaciones productivas y la mano de obra estén ociosas una parte del tiempo. Más aún, las empresas pueden rechazar trabajos adicionales porque no consideran la mejora que resulta del aprendizaje. Las anteriores son solamente unas cuantas de las consecuencias de no considerar el efecto del aprendizaje

¹⁰ http://www.academia.edu/6123319/CURVAS_DEL_APRENDIZAJE

Dada la importancia que ha demostrado tener el uso de las curvas de aprendizaje se han establecido pautas para mejorar el desempeño individual basado en esta teoría, como la selección y capacitación apropiada de los trabajadores, la motivación, la especialización del trabajo, el rediseño del trabajo por parte de los propios trabajadores, el uso de herramientas o equipos que ayuden al desempeño o apoyen, entre otras.

❖ **El proveedor**

Otro de los elementos importantes que interviene en la industria y cabe mencionar es el proveedor. Un proveedor puede ser una persona o una empresa que abastece a otras empresas con existencias (artículos), los cuales serán transformados para ser vendidos a posteriori, o bien son adquiridos directamente para su venta. Estas existencias adquiridas están dirigidas directamente a la actividad o negocio principal de la empresa que los compra. Por ejemplo, una empresa de carpintería de aluminio necesita un proveedor de este material para poder desarrollar su actividad principal que es la fabricación de ventanas y cerramientos. Además de bienes o servicios, también existen proveedores de energía, de servicios médicos, jurídicos, de bienes de consumo, etc.

En la actividad empresarial, la gestión de compras es una actividad destinada a determinar las necesidades de la empresa y seleccionar quienes las proveerán con la calidad adecuada al menor costo, con las mejores condiciones de financiación, y en el tiempo propicio. Estas necesidades pueden ser, entre otras, de materia prima, de maquinarias o de servicios técnicos. Debe además evaluarse la fiabilidad del proveedor, su situación financiera, la permanencia en el mercado, los controles de calidad que aplican para sus productos, etc. Esto se denomina política de compras. Muchas veces entre los proveedores y los clientes se realizan alianzas estratégicas.

Para seleccionar proveedores, la empresa puede recurrir a Internet, a catálogos de proveedores, a las cámaras de fabricantes, a ferias internacionales, a recomendaciones de otras empresas afines, o a la guía telefónica. En Internet, los proveedores, personas físicas o jurídicas, prestan

servicios, como soporte técnico, servicios de tecnología, conexión a Internet, alojamiento Web (Hosting) servicio de correo electrónico, etcétera, a cambio de una retribución económica, aunque veces puede ofrecerse gratuitamente.¹¹

❖ **El cliente**

Por último, acabaremos describiendo al cliente, ya que es el componente final y más estudiado que tiene cualquier tipo de industria. Un cliente es tanto para los negocios y el marketing, como para la informática un individuo, sujeto o entidad que accede a recursos, productos o servicios brindados por otra.

Para los negocios, el cliente es aquel individuo que, mediante una transacción financiera o un trueque, adquiere un producto y/o servicio de cualquier tipo (tecnológico, gastronómico, decorativo, mueble o inmueble, etc.). Un cliente es sinónimo de comprador o de consumidor y se los clasifica en activos e inactivos, de compra frecuente u ocasional, de alto o bajo volumen de compra, etc. El vendedor o encargado de marketing debe asegurarse de tomar en cuenta tanto las necesidades como las expectativas de cada cliente.¹²

Precisamente el marketing es una de las disciplinas que más utiliza el concepto: lo entiende como la persona que adquiere un producto, ya sea para hacer usufructo de él, o para obtener una ganancia mayor con él. Las empresas viven a base de los clientes, ya que son ellos los que con cada decisión de consumo contribuyen a lo que luego será la ganancia de la empresa. Por eso la publicidad es un eslabón clave entre el empresario y el cliente, al ser el vehículo a través del cual la idea y los valores que se les quieren asignar a los productos llegan a los sentidos del potencial consumidor¹³. Dada esta relevancia hay muchas empresas que analizan y

¹¹ <http://deconceptos.com/ciencias-sociales/proveedores>

¹² <http://www.definicionabc.com/general/cliente.php>

¹³ <http://concepto.de/cliente/>

clasifican a los clientes de acuerdo a su perfil psicológico, su disposición al cambio y sus costumbres en el consumo.

Pueden realizarse diferentes categorizaciones de los clientes, que distarán mucho de acuerdo con la clase de empresa o de producto que se considere, pero en todos los casos puede hablarse de clientes satisfechos o insatisfechos, de acuerdo al resultado que ha tenido, es decir, el nivel en el que la empresa satisfizo sus necesidades (que se sabe, repercutirá en próximas compras).

Los clientes directos son los que simplemente pagan por adquirir algo o recibir un servicio inmediato, la relación entre el vendedor y el comprador es sencilla, rápida y concluida a la hora de que cada quien reciba lo que le corresponda. Los clientes fieles regresan por el mismo bien o servicio cada vez que lo desean, por lo general, estos reciben bonificaciones por concepto de un buen negocio o trato entre el vendedor y el comprador. Existen clientes que realizan compras al por mayor a empresas y manufactureras las cuales producen productos en gran cantidad para ese tipo de clientes. Las ventas al por mayor suponen descuentos y ahorro a productores a escala que distribuyen otro tipo de producto a sus propios clientes¹⁴.

2.2 Progreso industrial histórico y antecedentes bibliográficos

Desde el origen del ser humano, este ha tenido la necesidad de transformar los elementos de la naturaleza para poder aprovecharse de ellos. En la edad prehistórica, el hombre primitivo trataba de satisfacer sus necesidades básicas (alimentación, ropa, vivienda) con los productos que obtenía directamente de la naturaleza y los utilizaba tal y como los encontraba. Con el paso del tiempo aprendió a transformar estos recursos naturales para conseguir diferentes productos u objetos que se ajustaban mejor a sus necesidades. Por ejemplo, con las piedras fabrico hachas que le facilitaban la tala de árboles y con los huesos construyo lanzas que le

¹⁴ <http://conceptodefinicion.de/cliente/>

permitieron aumentar el número de piezas capturadas disminuyendo los riesgos de esta actividad. Así pues, para la historia de la industria, esta nació cuando los hombres aprendieron a transformar los recursos naturales disponibles para su provecho.

Las primeras industrias se caracterizaron porque de ellas se obtenían todos los productos necesarios para la subsistencia de una familia: es decir, producían para el uso y consumo propio. Poco a poco en la historia, el trabajo se fue especializando y se crearon pequeños grupos de personas que abandonaron los trabajos agrícolas y se dedicaron a la manufactura de determinados productos. Así nació una nueva clase social, los artesanos.

Los artesanos, agrupados en gremios, fabricaban el producto en su totalidad y para ello utilizaban técnicas e instrumentos manuales muy sencillos. Según el dominio de su oficio y el tiempo que llevaban en el mismo se dividían en maestros, oficiales y aprendices. Los trabajos se realizaban en la vivienda del maestro, lo que convertía al artesano en una empresa familiar. Las técnicas eran celosamente protegidas.¹⁵

❖ **La Revolución Industrial**

A finales del siglo XVIII y principio del XIX se inició en algunos países de Europa, especialmente Gran Bretaña, Francia y Alemania, una importante transformación en la vida económica como consecuencia de la llamada Revolución Industrial. Se produjo como consecuencia de la desaparición del régimen feudal, la aparición de la burguesía -una clase social formada por comerciantes y artesanos libres-, el aumento de la mano de obra y la abundancia de materias primas (carbón y mineral de hierro)¹⁶. Este acontecimiento causó que desapareciera el artesanado, ya que las nuevas industrias podían fabricar los mismos productos en mayores cantidades y en menor tiempo, lo que abarataba el precio de los productos. La Revolución Industrial consistió en el paso de las actividades manuales, o de las manufacturas simples complementadas con máquinas o herramientas,

¹⁵ <http://www.yourbubbles.com/mecanismo/industria/index.html>

¹⁶ <http://www.yourbubbles.com/mecanismo/industria/industriarevolucion.html>

a una gran industria mecánica. El trabajo manual fue reducido de manera drástica, mientras que la producción se incrementó exponencialmente. Así nació un nuevo tipo de industria basado en la incorporación de maquinaria moderna, y en la utilización de nuevas técnicas de producción, como la especialización y el trabajo en cadena.

La invención de la máquina de vapor fue el factor más relevante de este acontecimiento, puesto que permitió la utilización del vapor de agua como fuente de energía capaz de abastecer grandes fabricas. Gracias a este invento, las regiones pudieron especializarse, sobre todo, debido a la creación de medios de transporte eficaces, que darían paso a la división de los mercados en dos tipos muy concretos, uno nacional y otro internacional, siendo más libres en trabas arancelarias y burocráticas.

Otro de los factores importantes para la Revolución Industrial fue el capital aportado desde el sector agrario. El principal capital de inversión en Europa para la industria procedía de la acumulación de riqueza en la agricultura. El capital agrícola se invirtió en industria y en medios de transporte necesarios para poner en el mercado los productos elaborados. A su vez el desarrollo industrial tuvo un importante impacto en el sector agrícola, puesto que los productos industriales aumentaron la productividad de la tierra, con lo que se disminuía fuerza de trabajo y se obtenían productos agrícolas excedentarios para alimentar a una creciente población urbana, que no vivía ya del campo. La agricultura, pues, proporcionó a la industria capitales, fuerza de trabajo y mercancías, pero también se alimentó de las nuevas tecnologías aportadas por el desarrollo industrial.¹⁷

A nivel económico con la revolución industrial, el capitalismo adquirió una nueva dimensión, y la transformación de la naturaleza alcanzó límites insospechados hasta entonces. La disminución del tiempo de trabajo y el aumento de la producción establecieron las bases del modo de producción capitalista, que pretende la consecución de un beneficio aumentando los ingresos y disminuyendo los gastos. De esta forma la industria se convirtió

¹⁷ <https://es.wikipedia.org/wiki/Industria>

en el sector motor de la economía. Desde el siglo XIX y hasta la Segunda Guerra Mundial la industria fue el sector económico que más aportaba al Producto Interior Bruto (PIB), y el que más mano de obra ocupaba. Comenzó entonces a trazarse lo que luego se conocería como la División Internacional del Trabajo entre las naciones. Países como Inglaterra, en los que se produjo esta revolución, pasaría a estar a cargo de la actividad industrial, mientras que otros seguirían condicionados a trabajar la tierra, y eventualmente, a importar esa producción. Con el proceso de globalización internacional que se vivió para fines del siglo, la industria cambió su forma de organización: al tener las grandes empresas capacidad para trabajar en todos los países, redistribuyeron la producción por todo el mundo, de acuerdo con las ventajas que aportara cada localización.¹⁸

A nivel social las consecuencias de la revolución industrial dejarían efectos que se pueden ver hasta en la actualidad. Las máquinas que se iban creando lograban realizar actividades nuevas, pero también lograban mecanizar trabajo que antes era realizado por humanos, generando una competencia en la que la máquina tiene obvias ventajas. La habilidad manual de los artesanos fue transferida a la máquina, y la desocupación se expandió masivamente. Además, el que realiza la producción dejó de ser el dueño de las herramientas o maquinaria con las que la realiza y pasó a ser del propio empresario que tenía que autoabastecer a sus propios empleados dependiendo del puesto de trabajo que ocuparan en cada momento.

2.3 Alcances, limitaciones y planteamiento del problema

La principal cuestión que se plantea cualquier tipo de industria, empresa o compañía una vez puesta en funcionamiento es como mejorar para para ganar más dinero. Y aunque es una pregunta bastante cierta, al mismo tiempo es poco acertada, dado que es muy inexacta y puede conducir al desastre o incluso a una catástrofe empresarial.

¹⁸ <http://concepto.de/industria/>

Las industrias o empresas suelen permanecer atascadas en un estado de hibernación en lo que compete a métodos y procedimientos de mejora, ya que en su mayoría lo que se realiza es una revisión temporal, mediante asambleas o reuniones, del estado del último periodo de facturación y se dedica el esfuerzo principalmente a resolver problemas tales como errores detectados, revisión de informe de deficiencias tanto materiales como de personal, informes de problemas detectados y/o observados, implementaciones a realizar en la industria, crecimiento de la industria, etc. Pero en realidad estos tipos de análisis no determinan un estado superior de mejora total de los procesos y materias, y en caso de que lo hagan, es de manera poco significativa para los procesos y viene a darse en periodos muy extensos, tanto en su planificación como en su implantación.

Por lo tanto, la verdadera pregunta a la que debe dar solución cualquier empresa es: **¿Cómo obtenemos las mayores mejoras de las que podemos disponer, con el menor coste y un tiempo relativamente corto, para elevarnos al siguiente nivel de eficiencia?**

Capítulo 3: Justificación, metodologías y legislación aplicable

3.1 Justificación

La respuesta a la pregunta anterior la tenemos aquí mismo. De hecho, no tenemos una única solución, si no que realmente hay varias entre las que elegir.

Existen multitud de métodos y herramientas de ayuda al "project management" que podrían ser empleadas para el proyecto en cuestión que se va a desarrollar. Razonablemente, hay algunos más adecuados que otros dependiendo del tipo de proyecto a mejorar, incluso métodos diseñados más específicamente y desarrollados para un tipo de industria en concreto. Del mismo modo, algunos sistemas son mejores y más eficaces incluso aplicándose en el mismo ámbito o para materias de la misma familia.

Por lo general las compañías utilizan un único método, de entre todos ellos, para analizar y mejorar cualquier tipo de producción. Excepcionalmente se utilizan varios, aunque cada uno va destinado a una parte específica de la empresa. La novedad que introduce esta investigación es el cruce de dos métodos generales al mismo tiempo, para analizar y mejorar el proyecto. En este caso, el proyecto parte de las metodologías generales de PMBOK/ISO 21.500 y del modelo general de capacidad y madurez; unas directrices bien extendidas y muy conocidas en el resto de Europa y en América. La característica principal de estos dos tipos de metodologías es que son totalmente compatibles entre si y que cada una se encarga de analizar y centrarse en una parte de la estructura del proyecto. La diferencia entre ambas es que mientras que el análisis de PMBOK/ ISO 21.500 afecta a los grupos de procesos más esenciales y específicos de los que se compone el proyecto, el modelo de capacidad y madurez analiza los niveles de evolución de las áreas generales. Realmente no se complementan como cabría suponer, si no que más bien se espera que a

raíz del análisis general, puedan implementarse mejor los procesos individuales.

En cambio, las directrices del PMBOK y de la ISO 21.500 sí que se complementan y es esta la principal razón por la que se ha escogido realizar el análisis específico de los procesos con ambos sistemas en conjunto. Tanto el PMBOK como la ISO 21.500 contienen pequeñas deficiencias por no contemplar alguna de las partes de los procesos, aunque uno da solución a las carencias del otro.

3.2 Tipos de metodologías

3.2.1 PMBOK

La Guía de los Fundamentos de Gestión de Proyectos (del inglés Guide to the Project Management Body of Knowledge, o PMBOK por sus siglas) es un libro en el que se presentan estándares, pautas y normas para la gestión de proyectos. El PMBOK fue publicado inicialmente por el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares en 1996. Este documento estaba basado en un trabajo publicado en 1983 bajo el título "Reporte Final del Comité de Ética, Estándares y Acreditación". La segunda edición del PMBOK fue publicada en el año 2000. En 2004, la "Guía PMBOK – 3ª edición" fue publicada con cambios notables en diferencia a las ediciones anteriores. La cuarta edición fue publicada en 2009. La última edición del libro fue publicada en 2013, bajo la supervisión del Project Management Institute. Las versiones anteriores a esta fueron reconocidas como estándares por el American National Standards Institute y el Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

En su esencia, la Guía PMBOK está basada en análisis de procesos, lo que significa que ésta describe el trabajo aplicado en los procesos en sí. Este enfoque es coherente, y muy similar, al mismo usado en otros estándares de gestión (Por ejemplo ISO 9000 y CMMI). Los procesos se superponen e interactúan a lo largo de la realización de las fases del proyecto. Los procesos están descritos en términos de: entradas, documentos, planes, diseños, etc.; herramientas y técnicas, mecanismos

aplicados a las entradas; y salidas, documentos, planes, diseños, etc. Además, esta última edición de la guía, provee directrices para la gestión de proyectos individuales, define conceptos relacionados con la gestión del mismo, describe el ciclo de vida y los contempla procesos relacionados al proyecto¹⁹.

Esta guía identifica fundamentalmente los conocimientos, procesos, habilidades, herramientas y técnicas adecuadas que pueden tener un impacto considerable en el éxito de un proyecto, y a su vez también proporciona y promueve un vocabulario común en el ámbito de la profesión de la dirección de proyectos, para analizar, escribir y aplicar conceptos técnicos propios²⁰.

Para la obtención de unos objetivos realistas, la guía promueve una serie de directrices de buenas prácticas en seguimiento y gestión en la rama de dirección de proyectos. Los conocimientos y prácticas que describe se aplican a la mayoría de los proyectos durante la mayor parte de su tiempo de duración, aunque no deben aplicarse siempre de la misma manera en todos los proyectos. En definitiva, son la organización y/o el equipo de dirección del proyecto en si los verdaderos responsables de establecer las partes que son objeto de revisión para cada proyecto en particular. Se ha verificado por medio de la experiencia y consenso que la aplicación de estas herramientas y técnicas puede aumentar las posibilidades de éxito de una amplia variedad de proyectos quedando probado tanto su valor como su utilidad.

El Project Management Institute (PMI) considera la norma como una referencia fundamental en el ámbito de la dirección de proyectos para sus certificaciones y programas de desarrollo profesional. Como referencia fundamental, esta norma no está completa ni abarca todos los conocimientos. Se trata más bien de una guía que de una metodología. Se

¹⁹ https://es.wikipedia.org/wiki/Gu%C3%ADa_de_los_fundamentos_de_gesti%C3%B3n_de_proyectos

²⁰ <http://retos-operaciones-logistica.eae.es/2014/11/que-es-la-guia-pmbok-y-como-influye-en-la-administracion-de-proyectos.htm>

pueden usar otros sistemas o metodologías como herramientas para implementar este marco teórico²¹.

3.2.2 ISO 21.500

La historia de la ISO (Organización Internacional de Normalización) comenzó en 1946, cuando delegados de 25 países se reunieron en el Instituto de Ingenieros Civiles de Londres y decidieron crear una nueva organización internacional “para facilitar la coordinación internacional y la unificación de las normas industriales”. En febrero de 1947, la nueva organización (ISO) comenzó oficialmente sus operaciones. Desde entonces, se han publicado más de 19.000 normas internacionales que abarcan casi todos los aspectos de la tecnología y la fabricación. Actualmente, ISO cuenta con miembros de 164 países y 3.335 organismos técnicos para cuidar de elaboración de normas²².

La norma ISO 21.500 se inició exactamente en octubre de 2007, al constituirse el Comité Internacional “ISO/Pc236 Project Management”. Posteriormente se publicó el borrador inicial en septiembre de 2011, el borrador final en marzo de 2012 y el documento definitivo de la norma internacional se publicó en septiembre de ese mismo año.

En marzo de 2013 el Subcomité Técnico de Normalización de Gestión de Proyectos de AENOR publicó la norma UNE-ISO 21500 traducida al español con el título “Directrices para la dirección y gestión de proyectos” cuya finalidad es recoger los procedimientos básicos necesarios para realizar los procesos de gestión y dirección de los proyectos²³.

La ISO es una nueva norma que está basada en métodos existentes de aplicación habitual, como lo son la Guía PMBOK descrita anteriormente, el ICB 3.0 y el PRINCE2, y que han sido desarrollados por el OGG y el IPM.

²¹ <http://uacm123.weebly.com/>

²² http://www.ciccp.es/ImgWeb/Sede%20Nacional/Cursos_Jornadas/1_Gesti%C3%B3n%20de%20Proyectos%20con%20la%20nueva%20ISO%2021500%20PM.pdf

²³ <http://blogprysma.es/une-iso-215002013-directrices-para-la-direccion-y-gestion-de-proyectos/>

Estas metodologías permiten certificar a los profesionales de las empresas que desarrollan la dirección de proyectos según los métodos especificados. En cambio, la nueva norma permite certificar los proyectos o la cartera de proyectos de la empresa, no sólo los profesionales que lo realizan, de manera que, aunque no se certifique la empresa de manera global, sí lo hace el trabajo que desarrolla, permitiendo que cualquier proyecto que lleve a cabo la organización sea certificable.

Su objetivo principal, es el de aunar en una norma internacional los diversos manuales o métodos existentes hoy en día que permiten llevar a cabo la gestión de proyectos de manera homogénea y cumpliendo unos estándares de calidad medios. De esta forma se recogen las buenas prácticas en la dirección y gestión de proyectos, que permiten que cualquier empresa u organización pueda aplicar unas herramientas, técnicas y métodos durante todo el ciclo de vida del proyecto que faciliten alcanzar los objetivos de negocio. Esta norma pues está dirigida a las empresas, a diferencia de las metodologías existentes actuales, que como se ha mencionado están orientadas a los individuos.

La norma tiene un marcado carácter multisectorial, es decir, es aplicable a cualquier tipo de proyecto para cualquier tipo de organización (ingeniería civil, tecnologías de la información, industriales, proyectos de implantación interna de las empresas, etc.), aunque está orientada principalmente a la certificación de proyectos de construcción e industriales. Permite, por un lado, a aquellas empresas que aún no están aplicando ninguna herramienta de gestión de proyectos, iniciarse en el empleo de un método de fácil implantación, adecuando el tipo de gestión que estén realizando a una basada en la gestión de procesos. Por otro lado para aquellas empresas que sí lo realizan, les permite implantar y certificar una norma internacional de manera sencilla, puesto que está basada en métodos existentes previamente (los procesos recogidos en la norma UNE son iguales a los existentes en el capítulo 3 del PMBOK). Y además al ser

una norma desarrollada por ISO y AENOR es totalmente compatible con el resto de normas UNE que pueda tener implantada la organización²⁴.

Esta norma establece un lenguaje común dentro de los proyectos, por lo que se dirige tanto a directores de proyecto como a miembros del equipo de proyecto, directores y gerentes de la organización, alta dirección, promotores de proyectos, etc. Su estructura puede ser comparada con el PMBOK, el estándar de PMI, pero la ISO 21500 va más allá, incluyendo otros enfoques como el de las competencias de la ICB de IPMA.

La implantación de la ISO 21500 puede comportar grandes beneficios dentro de las organizaciones: permitir que las organizaciones conecten sus objetivos con proyectos exitosos; potenciar la mejora continua en las organizaciones, el mejor uso de recursos, la calidad en los proyectos y la eficiencia en los procesos de licitación gracias al uso de terminología coherente de Dirección de Proyectos; tener en cuenta sinergias positivas o posibles conflictos con las partes interesadas desde las etapas iniciales del proyecto hasta las finales; y mejorar la eficiencia y movilidad de los usuarios y su capacidad para trabajar dentro de los proyectos. La principal repercusión contemplada en la implementación de esta norma es el Ahorro de Costes como consecuencia de la ayuda que ofrece para optimizar las operaciones y por tanto, mejora la línea de negocio. Otra de las mejoras que ofrece y a tener muy en cuenta, es el aumento de la satisfacción del cliente y/o aumento de ventas/contratos, debido a la mejora en la calidad tanto de procesos como del producto. También tiene como objetivo aumentar la productividad junto con las ventajas competitivas que ello conlleva.

La norma describe exactamente 39 procesos de Dirección de Proyectos agrupados en diez materias, pero da libertad para escoger cuales implementar al dirigir un determinado proyecto, y cómo desarrollar los procesos seleccionados. Los proyectos tienen su razón de ser en su unicidad, no hay dos proyectos iguales, así que no tendría sentido establecer todos

²⁴ <http://blogprisma.es/une-iso-215002013-directrices-para-la-direccion-y-gestion-de-proyectos/>

los procesos incluidos en la ISO 21500 en el proyecto, si no más bien solamente aquellos que se consideren de necesidad. Además, la ISO 21.500 consigue poder ser aplicada de manera genérica a casi cualquier tipo de proyecto y no choca con las metodologías ya existentes en el ámbito de la Dirección de Proyectos^{25,26}.

3.2.3 Modelo de capacidad y madurez

El CMMI (Capability Maturity Model Integration) nace a finales de los años 80, exactamente a partir de noviembre de 1986 dentro de la industria militar, como requerimiento del Gobierno Federal de EEUU. Este sistema desarrollaba una primera definición de un modelo de madurez de procesos dentro del desarrollo de software y su finalidad inicial era la de evaluar los procesos de software más críticos, siendo publicado en septiembre de 1987. Este trabajo evolucionó posteriormente al modelo CMM.

El nacimiento del **Modelo de Capacidad y Madurez** (CMM), precursor de CMMI, es la reacción a una encuesta sobre proyectos de software que tiene lugar en EEUU, y cuyos resultados fueron: el 30% de los proyectos quedaban cancelados, el 54% de los proyectos excedían ampliamente en costes y tiempo, y solo el 16% de los proyectos finalizaban dentro del tiempo y coste previsto dando la funcionalidad deseada de forma satisfactoria. Los resultados de esta encuesta, llevaron al ejército americano, a tomar una decisión, y por lo tanto, a través del SEI (Software Engineering Institute), a instaurar como modelo obligatorio el CMM para la creación de software, obligando a todos sus proveedores a aceptar este modelo de trabajo y a certificarse en el mismo²⁷.

Para poder entender el origen del CMM es necesario regresar a 1986 cuando el SEI (Software Engineering Institute) junto con la corporación MITRE, buscaron mejorar el proceso de software y comenzaron a desarrollar un marco de trabajo que llamaron proceso de madurez. Este esta basado en el concepto de la administración de la calidad total (TQM), el cual cuenta

²⁵<http://www.bpmsat.com/beneficios-de-la-norma-iso-215002013/>

²⁶<https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:21500:ed-1:v1:es>

²⁷ <https://icrovett.wordpress.com/2010/11/18/origen-de-cmmi-el-cmm>

con cinco etapas evolutivas hacia una implementación de prácticas de calidad. Por lo tanto el CMM es una aplicación práctica del TQM para software. Pero no fue hasta 1989 cuando el director del SEI publicó el libro "Administrando el Proceso de Software". En esta obra ya se encuentra un marco de trabajo definido por cinco niveles de madurez. Este marco presenta dos métodos, uno de valoración del proceso de software y otro de evaluación de la capacidad del software, mediante un cuestionario de madurez.

Poco después involucrarían a diferentes empresas y académicos relacionados con el área de ingeniería, y finalmente fue en 1991 cuando ese marco de trabajo evolucionaría para convertirse en el CMM. Este modelo presenta un conjunto de prácticas divididas en 18 áreas clave de proceso que han demostrado acrecentar la capacidad de los procesos de software. El CMM siguiendo su propia filosofía, continuaría evolucionando siempre hacia una mejora continua hasta su última versión publicada en febrero de 1993. Esta versión es la base de los métodos y derivaciones utilizados actualmente. Dicho modelo ya no es exclusivo del software, sino que es aplicable a muchas otras áreas (incluyendo cualquier tipo de empresa y cualquier ámbito que este basado en un modelo empresarial), debido principalmente a los pilares sobre los que se levantó la idea y dando lugar actualmente a 22 áreas de proceso aplicadas cada una de ellas a los cinco niveles de madurez existentes ²⁸. Estos cinco niveles de madurez mencionados proporcionan en la organización un marco teórico para moverse de un nivel al siguiente.

Las guías CMM contienen actividades diseñadas para ayudar a una organización a mejorar sus procesos con la meta de alcanzar capacidad de repetición, y control de los mismos; está basado principalmente en conceptos de calidad total y de mejora continua. El CMM ha demostrado ser un modelo de referencia para la aplicación de conceptos de gestión de procesos y de mejora de calidad en el desarrollo y mantenimiento de proyectos, por lo que se ganó considerable credibilidad en el uso de sus

²⁸ http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/garcia_r_ci/capitulo5.pdf

conocimientos y prácticas en las industrias de producción a gran escala fundamentalmente. Su implantación del CMM ha permitido mejoras considerables en la calidad de los productos y ha bajado perceptiblemente el costo del desarrollo de las grandes compañías. Las organizaciones han probado que mejorando sus procesos de desarrollo del nivel 1 al nivel 3 del CMM, pueden bajar su coste hasta en un 60%. Es más, los expertos que han estado en el negocio de la producción y desarrollo de proyectos durante años, sostienen la rentabilidad resultada de mejoras en productividad y reducción de los tiempos²⁹.

El concepto de **proceso** utilizado aquí se entiende como el saber utilizar el conocimiento del personal y la tecnología de forma eficiente para lograr productos de alta calidad que satisfagan las necesidades de los clientes, producidos dentro de un coste máximo y plazo aceptable. Un proceso puede considerarse **maduro** si cumple con los criterios de definición, está bien documentado, tiene buena práctica, existe un mantenimiento, un control, una supervisión, puede ser validado (por un tercero), es cuantificable con datos y puede ser mejorado. Es decir:

- Un *proyecto realmente definido* debe cumplir con un proceso claro, sistemático y estar suficientemente detallado. Además debe existir acuerdo entre los operarios, la gerencia y la administración, y una cierta concordancia de los proyectos respecto al proceso que se va a utilizar.
- Un proceso *se considera documentado* si esta escrito en un procedimiento publicado, aprobado y fácilmente accesible.
- El personal *debe haber realizado una formación mínima en el proceso específico de su campo de trabajo*. Los ingenieros y la gerencia deben de haber recibido también cursos, y poseer el nivel de conocimientos suficientes en cada proceso del proyecto en el que interviene.

²⁹ <http://www.softqanetwork.com/%C2%BFque-es-el-modelo-cmm>

El modelo de capacidad y madurez dicta una serie de directrices y cumplimientos mínimos para que los procesos puedan ser mejorados, como:

- El proceso definido debe ser usado como acto de buena práctica en las tareas habituales llevadas a cabo en los proyectos. La noción teoría y la adaptación del proceso a la realidad deben de garantizar su aplicación de forma sostenible (diariamente) dentro de la empresa.
- El proceso debe ser revisado regularmente, para asegurarse que está realmente adaptado para satisfacer las necesidades reales de los proyectos. Los cambios y puestas al día del proceso deben ser revisados, controlados, aprobados y comunicados oportunamente a todos los usuarios.
- La gerencia debe ser la encargada de verificar y asegurar todos los procesos mediante mecanismos específicos, para asegurarse de que siguen el planning vigente de los proyectos.
- Se debe de validar y asegurar que el proceso mantiene concordancia con los requerimientos y estándares aplicables.
- Durante el transcurso del proyecto, los procesos deben ser capaces de medirse y cuantificarse regularmente, de forma que se obtengan una serie de beneficios y se puedan calcular los rendimientos resultantes en cada uno de ellos.
- Debe existir cualquier posibilidad, mediante mecanismos y apoyo de la gerencia, de revisar e introducir cambios en el proceso, de manera que se pueda mejorar su eficacia e incorporar nuevas metodologías³⁰.

Además de los procedimientos de mejora en los procesos generales del proyecto mencionados anteriormente, el CMM también incluye prácticas previas y posteriores al proyecto. Estas corresponden a procesos auxiliares o complementarios que abarcan tareas de planeamiento, ingeniería, mantenimiento y administración del desarrollo del proyecto. Si se suman estas mejoras a las anteriores, podría aumentar más todavía el margen de beneficio en la organización, pudiendo alcanzar objetivos superiores en coste, programa funcional y calidad de producto.

³⁰ <http://www.sei.cmu.edu/>

En definitiva, el propósito del CMM es tratar de guiar a las organizaciones en la selección de estrategias de mejora, determinando la madurez del proceso actual e identificando cualquier punto importante que se pueda atacar, para así mejorar tanto los procesos como la calidad total del proyecto³¹.

3.3 Aplicación de las metodologías

3.3.1 PMBOK

La guía del PMBOK reconoce un total de 47 posibles procesos diferentes, como objeto de inspección. Todos ellos están clasificados en cinco grupos y diez áreas de conocimiento en los que el proyecto se puede analizar, desarrollar y aplicar cualquier tipo de mejora.

Los cinco grupos en los que la Guía PMBOK clasifica los procesos son:

1. *Inicialización*: Son aquellos procesos aplicados para la definición de un proyecto nuevo, una nueva fase de un proyecto existente o para la autorización de su inicio.
2. *Planeación*: Son aquellos procesos requeridos para establecer el alcance del proyecto, que definen objetivos o un curso de acción para alcanzar los objetivos del mismo.
3. *Ejecución*: Son aquellos procesos aplicados para completar el trabajo definido, satisfaciendo las especificaciones del mismo.
4. *Monitorización y control*: Son aquellos procesos que siguen la trayectoria, revisan y regulan el progreso y el rendimiento del proyecto. También se identifican aquí las tareas de realizar cambios requeridos en el planning o que inician dichos cambios.

³¹ http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/garcia_r_ci/capitulo5.pdf

5. *Cierre*: Son aquellos procesos aplicados para finalizar todas las actividades a través de los grupos. Cierran formalmente el proyecto o fase.

Las 10 áreas de conocimiento que engloba los procesos requeridos para lograr la gestión efectiva del proyecto, son las siguientes:

1. *Integración*: En esta área se incluyen los procesos y actividades requeridos para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los mismos mediante grupos de trabajo.
2. *Alcance*: Incluye los procesos requeridos para asegurar la realización de todo el trabajo a aplicar en el proyecto, y no solo realizar las tareas esenciales que completen el proyecto.
3. *Tiempo*: Aquí se incluyen los procesos requeridos para la correcta administración de tiempo.
4. *Costos*: Es todo el conjunto de procesos involucrados en la planeación, estimación, presupuesto, financiamiento, costeo, administración y control de costos; con el objetivo de que el proyecto sea realizado con un presupuesto apropiado.
5. *Calidad*: En esta área se agrupan los procesos y actividades involucrados en el rendimiento de organización, que define la política de calidad, objetivos y responsabilidades para que el proyecto satisfaga las necesidades por las que se hizo.
6. *Recursos humanos*: Incluye los procesos que organizan, administran y dirigen al equipo de trabajo.
7. *Comunicación*: Aquí se encuentran los procesos requeridos para asegurar en tiempo y forma la planeación, recolección, creación, distribución, almacenaje, recuperación, administración, control, monitoreo y disposición de la información del proyecto.

8. *Riesgos*: Recoge todos los procesos que planean, identifican, analizan, y controlan los posibles o actuales riesgos del proyecto.
9. *Adquisición*: Es todo el conjunto de procesos necesarios para la adquisición y compra de productos, bienes, servicios o resultados requeridos del exterior por el equipo de trabajo.
10. *Interesados*: Como bien indica el nombre, aquí se incluyen todos los procesos requeridos para identificar los grupos u organización en los que repercute el proyecto. También se incorpora en esta área los procesos de análisis de expectativas y de desarrollo de estrategias necesarias para conseguir un impacto más positivo en la ejecución y en las decisiones de los interesados.

A continuación, se muestran de forma ordenada los 47 procesos que pueden ser objeto de mejora. Todos ellos están encasillados en uno de los cinco posibles grupos de procesos a gestionar descritos anteriormente, y en una de las diez áreas que puede llegar a contener cualquier proyecto³².

³² <http://uacm123.weebly.com/>

PMBOK® Guide 5th Edition 2013		Grupos de Procesos de Gerencia de Proyectos				
		Inicio (2)	Planeación (24)	Ejecución (8)	Control (11)	Cierre (2)
Integración (6)	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto (<i>Project Charter</i>) Identificar las Partes Interesadas (<i>Stakeholders</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar el Plan de Gerencia del Proyecto Planear la Gestión de los <i>Stakeholders</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> Seguir y Controlar el Trabajo del Proyecto Realizar Control Integrado de Cambios 	<ul style="list-style-type: none"> Cerrar el Proyecto 	
Interesados (4) (<i>Stakeholders</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Identificar las Partes Interesadas (<i>Stakeholders</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> Planear la Gestión de los <i>Stakeholders</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Gestionar la Participación de los <i>Stakeholders</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Controlar la Participación de los <i>Stakeholders</i> 		
Alcance (6)	<ul style="list-style-type: none"> Planear la Gestión del Alcance Recolectar los Requerimientos Definir el Alcance Crear la WBS 	<ul style="list-style-type: none"> Planear la Gestión del Alcance Recolectar los Requerimientos Definir el Alcance Crear la WBS 		<ul style="list-style-type: none"> Validar el Alcance Controlar el Alcance 		
Tiempo (7)	<ul style="list-style-type: none"> Planear la Gestión del Cronograma Definir las Actividades Secuenciar las Actividades Estimar los Recursos Estimar la Duración Desarrollar el Cronograma 	<ul style="list-style-type: none"> Planear la Gestión del Cronograma Definir las Actividades Secuenciar las Actividades Estimar los Recursos Estimar la Duración Desarrollar el Cronograma 		<ul style="list-style-type: none"> Controlar el Cronograma 		
Costo (4)	<ul style="list-style-type: none"> Planear la Gestión del Costo Estimar los Costos Determinar el Presupuesto 	<ul style="list-style-type: none"> Planear la Gestión del Costo Estimar los Costos Determinar el Presupuesto 		<ul style="list-style-type: none"> Controlar los Costos 		
Calidad (3)	<ul style="list-style-type: none"> Planear la Gestión de la Calidad 	<ul style="list-style-type: none"> Planear la Gestión de la Calidad 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar Aseguramiento de la Calidad 	<ul style="list-style-type: none"> Controlar la Calidad 		
Recursos Humanos (4)	<ul style="list-style-type: none"> Planear la Gestión de los Recursos Humanos 	<ul style="list-style-type: none"> Planear la Gestión de los Recursos Humanos 	<ul style="list-style-type: none"> Reclutar el Equipo del Proyecto Desarrollar el Equipo del Proyecto Gestionar el Equipo del Proyecto 			
Comunicaciones (3)	<ul style="list-style-type: none"> Planear la Gestión de las Comunicaciones 	<ul style="list-style-type: none"> Planear la Gestión de las Comunicaciones 	<ul style="list-style-type: none"> Gestionar las Comunicaciones 	<ul style="list-style-type: none"> Controlar las Comunicaciones 		
Riesgo (6)	<ul style="list-style-type: none"> Planear la Gestión del Riesgo Identificar los Riesgos Realizar Análisis Cualitativo de Riesgos Realizar Análisis Cuantitativo de Riesgos Planear la Respuesta a los Riesgos 	<ul style="list-style-type: none"> Planear la Gestión del Riesgo Identificar los Riesgos Realizar Análisis Cualitativo de Riesgos Realizar Análisis Cuantitativo de Riesgos Planear la Respuesta a los Riesgos 		<ul style="list-style-type: none"> Controlar los Riesgos 		
Adquisiciones (4)	<ul style="list-style-type: none"> Planear la Gestión de las Adquisiciones 	<ul style="list-style-type: none"> Planear la Gestión de las Adquisiciones 	<ul style="list-style-type: none"> Efectuar las Adquisiciones 	<ul style="list-style-type: none"> Controlar las Adquisiciones 	<ul style="list-style-type: none"> Cerrar las Adquisiciones 	

Figura 3. Grupos de Procesos de Gerencia de Proyectos según la Guía PMBOK

3.3.2 ISO 21.500

La norma ISO 21.500, recoge un total de 39 procesos considerados que pueden implementarse. Estos procesos se organizan en cinco tipos de grupos de procesos (inicio, planificación, implementación, control y cierre) y también en 10 tipos de grupo de materias (según las partes u objetivos afectados, integración, parte interesada, alcance, recurso, tiempo, costo, riesgo, calidad, adquisiciones y comunicación).

Los grupos de procesos son:

1. *Procesos de inicio*: Estos se utilizan para comenzar una fase del proyecto.
2. *Procesos de planificación*: Son los que tratan de desarrollar los detalles de la planificación.
3. *Procesos de implementación*: Se emplean para realizar las actividades de gestión del proyecto y para apoyar en la producción según los planes del proyecto.
4. *Procesos de control*: Son aquellos que engloban las tareas de seguimiento, mediciones y controles del desempeño del proyecto con respecto a lo planificado.
5. *Procesos de cierre*: Establecen la conclusión del proyecto y recaban las lecciones aprendidas.

Las 10 áreas de conocimiento a analizar coinciden exactamente con las del PMBOK, y aunque el PMBOK contiene en un principio más procesos, no contempla algunos de los más relevantes para el proyecto, cosa que la ISO 21.500 sí ha tenido en cuenta. Los más importantes son el de definir correctamente las actividades, evaluar los riesgos, tratar los riesgos y recopilar las lecciones aprendidas. El tipo de relación entre los procesos y las materias en los 39 procesos se puede ver claramente en la tabla adjunta,

en el que cada proceso tiene descritas en la norma una finalidad, así como unas entradas y salidas principales.

PROCESOS DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS ISO 21500					
Grupos temáticos	Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos				
	INICIO	PLANIFICACIÓN	EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO Y CONTROL	CIERRE
INTEGRACIÓN	- Desarrollar el Acta de Constitución del proyecto	- Desarrollar planes del proyecto	- Dirigir las tareas del proyecto	- Controlar las tareas del proyecto - Controlar los cambios	- Cerrar el Proyecto o Fase - Recolectar las lecciones aprendidas
PARTES INTERESADAS	- Identificar las partes interesadas	- Definir el alcance - Crear la EDT - Definir actividades	- Gestionar las partes interesadas.	- Controlar el alcance	
ALCANCE		- Definir recursos - Definir la organización del proyecto	- Desarrollar el equipo de proyecto	- Controlar los recursos - Gestionar el equipo de proyecto	
RECURSOS HUMANOS	- Establecer el equipo de proyecto	- Establecer la secuencia de actividades - Estimar la duración de las actividades - Desarrollar el cronograma		- Controlar el cronograma	
TIEMPO		- Estimar costes - Desarrollar el presupuesto		- Controlar los costes	
COSTE		- Identificar riesgos - Evaluar los riesgos	- Tratar los riesgos	- Controlar los riesgos	
RIESGOS		- Planificar la calidad	- Realizar el aseguramiento de la calidad	- Realizar el control de la calidad	
CALIDAD		- Planificar las adquisiciones	- Seleccionar los proveedores	- Administrar los contratos	
ADQUISICIONES		- Planificar las comunicaciones	- Distribuir la información	- Gestionar la comunicación	
COMUNICACIONES					

AulaFacil.com

Figura 4. Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos según la ISO 21500

Cada grupo de materias recoge los procesos que son aplicables a cualquier fase del proyecto o al proyecto y están definidos en términos de propósito, descripción, entradas y salidas principales del grupo de procesos. Cada uno de los tipos del grupo de materias incluye el conjunto de procesos necesarios para identificar y definir/adquirir/realizar la materia de que se trate³³.

3.3.3 Modelo de capacidad y madurez

El CMM identifica los niveles de madurez de los siguientes procesos generales de proyecto:

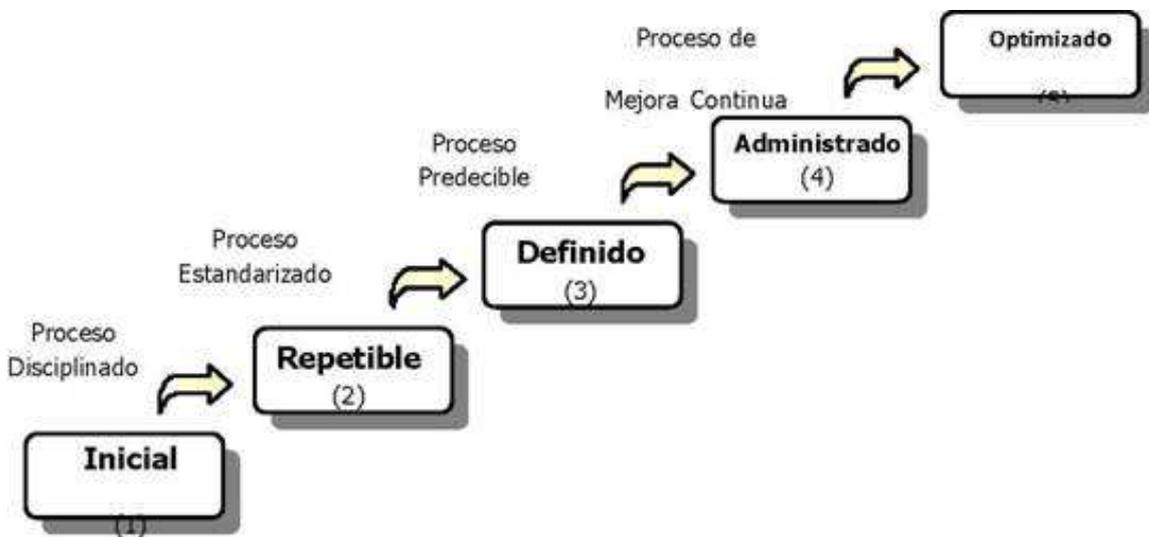


Figura 5. Niveles de madurez del CMM

Cada uno de ellos tiene varias características propias que los define en rango y que además sitúa al proyecto en uno de los estados de evolución de este modelo. Para saber en cual de todos ellos se encuentra el proyecto seleccionado y sus distintos procesos, se debe desglosar, analizar y comprobar con que nivel de los cinco mencionados coincide. Para realizar esta comprobación, primero ante todo se van a describir las peculiaridades de cada uno de los eslabones.

³³ Norma UNE-EN 21500: Directrices para la dirección y gestión de proyectos. AENOR

Nivel 1: Inicial. El primer nivel es el inicial, que en realidad es el punto base sin valor. Este nivel suele darse en trabajos de artesanía, individuales, o en arranques de empresas.

Una empresa estará ubicada en el nivel inicial si su proceso es caótico. Esto quiere decir que realmente no existe un ambiente estable en el cual se pueda desarrollar o mantener un proyecto.

En este nivel tendremos un número de entradas, seguidas por un cierto proceso que realmente no está documentado, ni se documenta. Ni siquiera tiene procesos definidos o claros para llevar el proyecto a cabo, sino que más bien se realiza como buenamente se puede hasta finalizarlo. El primer nivel se representa del siguiente modo:



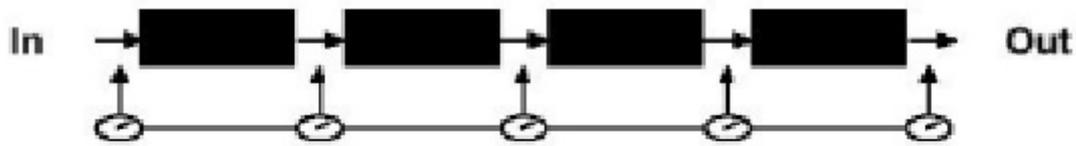
Visibilidad y Madurez del Proceso de Software Inicial [SEI; 1994]

Figura 6. Visibilidad y Madurez del Proceso de Software Inicial

Nivel 2: Repetible. Para poder dejar atrás el nivel 1, la compañía debe empezar a documentar su proceso, emprendiendo la tarea de archivar información. De este nivel en adelante, suele ser el caso más común en el que se sitúan la mayoría de organizaciones o compañías.

Así pues, si una empresa cuenta con políticas que le permitan administrar un proyecto y a su vez cuenta con procedimientos para verificar que esas políticas están adecuadamente gestionadas, se encontrará ubicada en el nivel dos, tal y como se indica en la Figura 5. El sistema cuenta con una entrada que aunque pasa por ciertas cajas negras (ignorando lo que pasa dentro de ellas) al menos ya son cajas definidas (procesos). Al término de cada caja existe una revisión donde se podrá detectar si cada proceso está funcionando (Figura 7). Se podrá actuar ante los problemas en cuanto

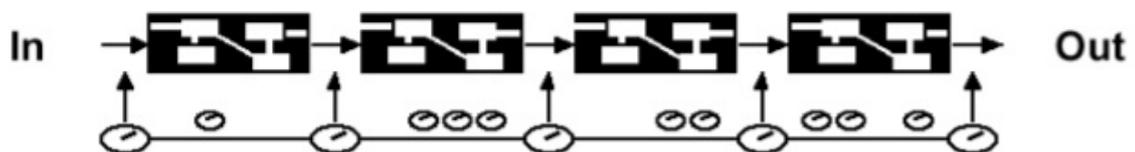
se tenga noción de ellos. El cliente puede tener información acerca del estatus del proyecto a la finalización cada uno de los procesos.



Visibilidad y Madurez del Proceso de Software Nivel 2 [SEI; 1994]

Figura 7. Visibilidad y Madurez del Proceso de Software Nivel 2

Nivel 3: Definido. En el nivel 3 las cajas negras quedan atrás. En este nivel se cuenta con procesos estandarizados por la organización que desarrollan y dan una continuidad lineal al proyecto en el tiempo. Este nivel está documentado y es implementado a lo largo de todo el proyecto, más específicamente, en cada uno de los distintos procesos. El proceso general, consiste en la unión de prácticas de ingeniería en el proyecto y de la administración de sus procesos (unificar conocimientos prácticos y teóricos). Como consecuencia se incrementa el número de accesos para conocer la situación del proyecto en el interior de cada proceso, tanto por la organización como por el cliente. En la Figura 8 se puede apreciar el contenido de las cajas.



Visibilidad y Madurez del Proceso de software Nivel 3 [SEI; 1994]

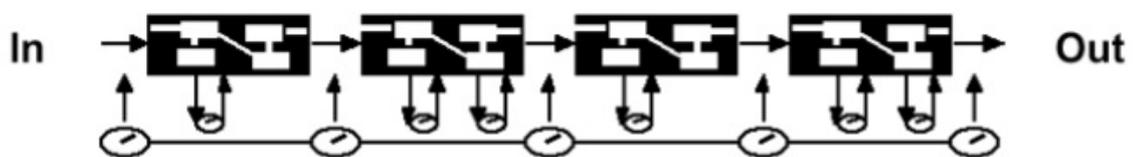
Figura 8. Visibilidad y Madurez del Proceso de Software Nivel 3

Nivel 4: Administrado. En el nivel 4 hacemos uso de todos los datos que hemos recolectado durante todos los procesados concluidos anteriores.

A continuación, se convierten los datos en información relevante para la organización, para así poder identificar el error.

Este nivel podría llamarse "cuantitativo" ya que en él cualquier decisión es respaldada por una base cuantitativa de datos. Se mide el progreso y los problemas durante este nivel para aumentar la probabilidad de ser más precisos en las estimaciones, reduciendo la variabilidad (incertidumbre) de los procesos. El cliente tendrá un entendimiento medible tanto de la capacidad del proceso como del riesgo que este implica, incluso antes de que inicie el proyecto.

En este nivel la organización fija metas de calidad tanto del proceso como del producto. Existe un programa de medición dentro de la organización que es aplicado a lo largo del proyecto, midiendo así la productividad y la calidad. Al mismo tiempo, la organización cuenta con un repositorio de información donde almacena información relevante de proyectos anteriores que podría reutilizarse en proyectos futuros.

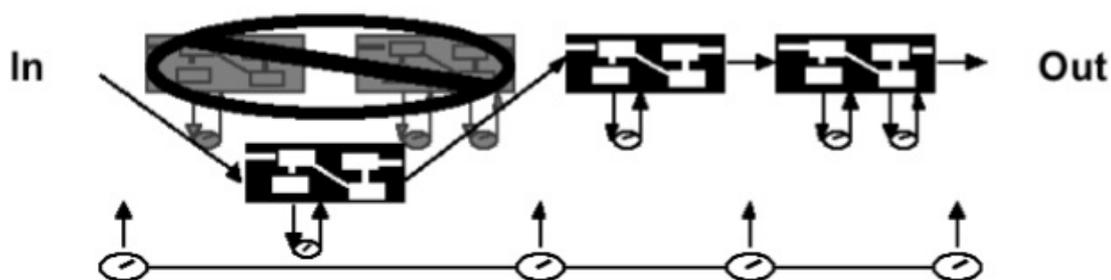


Visibilidad y Madurez del Proceso de software nivel 4 [SEI; 1994]

Figura 9. Visibilidad y Madurez del Proceso de Software Nivel 4

Nivel 5: Optimizado. En el nivel 5, la organización se dedica a mejorar continuamente su proceso probando nuevas maneras de programar y ejecutar los proyectos y/o procesos, pero siempre de una forma controlada. Para lograr esto es necesario poder localizar tanto debilidades como fortalezas. Al analizarlas se podrá mejorar el proceso y así prevenir defectos. Si se encuentra algún defecto, entonces se revisará o será sustituido, como se puede comprobar en la última figura de los niveles de madurez.

En resumidas cuentas, el objetivo principal de este nivel es el de prevenir y evitar los defectos, dándoles posibles alternativas. Para conseguir esto, los defectos son analizados con el fin de determinar sus causas y evitar su recurrencia. Una vez encontradas las causas es importante difundirlas para que así todos los integrantes de la organización sean conscientes y actúen en consecuencia.



Visibilidad y Madurez del Proceso de software Nivel 5 [SEI; 1994]

Figura 10. Visibilidad y Madurez del Proceso de Software Nivel 3

De este modo es como el modelo CMM mide el progreso conforme avanza, en niveles de madurez. Cada uno de estos niveles tiene, a su vez, un cierto número de áreas de proceso importantes que deben lograrse. Su logro se detecta mediante la satisfacción (o no) de varias metas claras y cuantificables.

Con excepción del Nivel 1, cada uno de estos Niveles de Madurez está compuesto por un cierto número de Áreas Claves del Proceso (actualmente un total de 22), conocidas a través de la documentación del CMM por su sigla inglesa: KPA. Cada KPA identifica una agrupación de actividades y prácticas relacionadas, las cuales cuando son realizadas de forma colectiva permiten alcanzar las metas fundamentales del proceso. Las KPAs pueden clasificarse en 3 tipos de proceso: Gestión, Organizacional e Ingeniería.

El CMMI identifica las siguientes áreas de proceso con su correspondiente categoría:

Área de proceso	Categoría
Análisis y Resolución Causales (CAR)	Soporte
Análisis y Resolución de Decisiones (DAR)	Soporte
Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos (PPQA)	Soporte
Definición de Procesos Organizacionales +IPPD(OPD +IPPD)	Gestión de procesos
Desarrollo de Requerimientos (RD)	Ingeniería
Entrenamiento Organizacional (OT)	Gestión de procesos
Administración Cuantitativa de Proyectos (QPM)	Gestión de proyectos
Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM)	Ingeniería
Administración de Requerimientos (REQM)	Gestión de proyectos
Administración de Riesgos (RSKM)	Soporte
Administración de la Configuración (CM)	Gestión de proyectos
Administración Integral de Proyecto + IPD (IPM+IPPD)	Gestión de proyectos
Innovación y Despliegue Organizacional (OID)	Gestión de procesos
Integración de Producto (PI)	Ingeniería
Medición y Análisis (MA)	Soporte
Monitoreo y Control de Proyecto (PMC)	Gestión de proyectos
Planificación de Proyecto (PP)	Gestión de proyectos
Procesos Orientados a la Organizacionales (OPF)	Gestión de procesos
Rendimiento de Procesos Organizacionales (OPP)	Gestión de procesos
Solución Técnica (TS)	Ingeniería
Validación (VAL)	Ingeniería
Verificación (VER)	Ingeniería

Tabla 1. Áreas de Proceso del CMMI³⁴

³⁴ <http://www.sei.cmu.edu/>

Para la realización del estudio debe asignarse un determinado nivel de madurez a cada una de las 22 áreas de proceso en su correspondiente categoría. Es necesario para ello determinar el grado de madurez de los procesos actuales e identificar los puntos clave en donde se deberá enfocar la atención de mejora para así lograr por una parte la mejora de la calidad y por la otra la mejoría de los procesos³⁵.

Los estudios prácticos que deben realizarse en cada Área Clave del Proceso tienen que cumplir cinco características comunes:

- compromiso de seguimiento
- capacidad de realización de un estudio común para los procesos
- documentación de las actividades realizadas
- capacidad de medición y análisis
- verificación de la implementación.

Cada una de ellas da lugar a una serie de propiedades que indican si la implementación y la institucionalización de un proceso clave son efectivas, repetibles y duraderas³⁶.

³⁵ http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/garcia_r_ci/capitulo5.pdf

³⁶ <http://www.sei.cmu.edu/>

Capítulo 4: Marco teórico y formulación de objetivos

4.1 Marco teórico

La teoría planteada consiste en comprobar que se puede complementar el modelo de capacidad y madurez con las directrices del PMBOK/ISO 21500.

La pretensión es demostrar con un caso práctico que ambos métodos de implementación de proyectos son compatibles entre sí, dado que tanto el modelo de capacidad y madurez como las directrices PMBOK/ISO 21500 no dejan lugar a dudas que gracias a su sistema genérico de implantación y por sus características particulares pueden combinarse con otros métodos más específicos y/o generales.

No obstante, no solamente se plantea como objetivo la intención de compatibilizarlos, si no que además, se pretende demostrar que con la aplicación conjunta de ambos puede obtenerse un mayor número de resultados de mejoras a implementar. Además se comprobará si son más eficaces para crear una mayor eficiencia en las tareas a realizar, y además, se investigará si esta metodología ayuda a obtener más rápidamente y de forma más simple, soluciones específicas para el proyecto en cuestión.

Para ello, el procedimiento a seguir será realizar un análisis en primera instancia del modelo de capacidad y madurez para determinar el primer estado del que parte el sistema. La segunda fase será comprobar los procesos de las directrices del PMBOK/ISO 21.500 sobre las que se puede actuar para intentar llevar el modelo de capacidad y madurez al siguiente nivel y actuar en consecuencia. Por último, se llevará a cabo un nuevo análisis del modelo de capacidad y madurez para verificar que estado se ha alcanzado con las mejoras implantadas y en que tiempos se ha conseguido el progreso³⁷.

³⁷ <http://www.marcoteorico.com/curso/50/definicion-de-marco-teorico>

4.2 Objetivos generales

El objetivo general va a ser intentar implementar el proyecto hasta el siguiente nivel de madurez mediante el estudio y diagnóstico de los procesos de producción industrial en serie. El diagnóstico y las mejoras se realizarán con ayuda de la combinación de los métodos de análisis de las directrices del PMBOK/ISO 21.500 y de la obtención del estado del modelo de capacidad y madurez.

Conjuntamente al diagnóstico, se realizará un estudio de la posible evolución que podría haber tenido el proyecto, en caso de que no se hubiera intervenido en él, y así, obtener la repercusión de mejora del proyecto.

Además, se realizará un estudio comparativo de las mejoras conseguidas con respecto a la estimación de tiempos iniciales que había tenido en cuenta la empresa en un primer contacto con el proyecto en cuestión.

Entre todos los resultados obtenidos se pondrá especial atención sobre el tiempo total de estudio (tiempo que dura el proyecto), la duración general de cada proceso (tiempo que dura cada proceso), el coste total del proyecto y los costes parciales de cada proceso.

4.3 Objetivos específicos

El objetivo específico principal va a ser intentar implementar cada proceso con el mayor número de mejoras factibles y lo más eficaces posibles, que se obtengan con ayuda del método de análisis de las directrices del PMBOK/ISO 21500.

Otro objetivo específico, en caso de que existieran mejoras de aplicación temprana y/o inmediata, sería investigar el impacto resultante de estas en la curva de aprendizaje del personal de trabajo, que transcurre durante el tiempo de realización del proyecto.

Entre todos los resultados obtenidos en este apartado se pondrá especial atención sobre los tiempos de análisis e implementación de cada mejora y sobre el tiempo que dura cada proceso, tanto mejorados como sin mejoras implementadas. En cuanto a la curva de aprendizaje, se tendrán en cuenta las diferencias que existan entre la curva esperada y la curva obtenida después de haber realizado los cambios durante el proceso. También se valorará la duración y el tipo de influencia que tiene cada mejora introducida en la curva de aprendizaje.

Capítulo 5: Desarrollo de la investigación

5.1 Antecedentes e inicios de la empresa

La empresa WORKINGSPAIN S.L.U. surgió a partir de la compañía madre Lotes España S.L.

Lotes España S.L. fue creada en 1975 y sigue siendo a día de hoy una empresa dedicada al almacenamiento, producción y transporte de cajas y cestas de navidad.

La mayor parte de la producción de esta empresa se centra en el diseño y/o montaje de cajas y cestas de regalos. Para ello, en primer lugar, se realiza una selección de proveedores que van a aportar la mayor parte de las materias primas necesarias para el montaje de cada lote de venta, posteriormente se adquieren los productos y se guardan en el almacén a esperas de su necesidad. En segundo lugar, los clientes eligen una de las configuraciones existentes de los lotes, realizan alguna modificación para un encargo propio, o bien se diseñan ellos mismos un lote a su medida según sus necesidades. El tercer paso es el montaje de la línea de producción, y así, realizar el manipulado de las materias primas para fabricar el número requerido de unidades del pedido en cuestión. Por ultimo, una vez el producto ya esta acabado, se vuelve a guardar en el almacén a esperas de ser recogido o enviado con los medios que se consideren oportunos.

Esta serie de procesos son los que se querían mantener para la nueva compañía de WORKINGSPAIN, dado que todo el sistema de empresa existente y conocido estaba basado y especializado en servicios de manipulación y empaquetado de productos (recursos humanos y maquinaria especialmente), aunque la intención era de enfocarlo de una forma más global para abarcar cualquier tipo de mercado y abrirse a un mayor número de clientes potenciales.

Lotes España S.L. a lo largo de los años, a pasado por diferentes evoluciones económicas de crecimiento y recesión, que a su vez, han ido muy ligadas a las mismas por las que ha pasado nuestro país, ya que la inversión que se realiza en este tipo de empresas depende en su mayoría del poder adquisitivo del resto de empresas y empleo existente entre la población. Es por ello que en estos últimos años, se ha visto sumergida en la misma crisis económica por la que pasa España actualmente. La preocupación por la estabilidad económica de esta empresa fue el principal motivo por el que se planteo la creación de una nueva compañía, que aunque dedicada al mismo sector, se pretendía que no estuviera tan estrechamente ligada al nivel económico del resto de sociedades e industria.

Así pues, se planteo una orientación de fabricación dirigida hacia procesos singulares y/o únicos de otras empresas, dando todo tipo de apoyo a compañías que necesitasen asistencia auxiliar externa, tanto en recursos humanos como en recursos materiales. De hecho, el principal objetivo de la compañía es realizar aquellos procesos que no forman parte de la producción esencial o principal de las empresas, algunos ejemplos simples de ello serían la fabricación y montaje de servilleteros o cubiteras de empresas de refrescos o cerveceras que se dedican a lo propiamente dicho (fabricación de refrescos y cervezas), o montaje de packs, cestas, lotes, productos especiales, productos nuevos, productos mejorados, productos promocionales... que puede ofertar de manera tan frecuente cualquier empresa de productos de limpieza e higiene personal.

Es por todo esto, que la fórmula para captar clientes consiste en dar flexibilidad en plantilla según el flujo de producción por el que pasen en cada momento las empresas; mejorar los ratios financieros dando un aumento sustancial de eficiencia y calidad en unidades producidas, ofreciendo recursos humanos y recursos materiales más especializados para los procesos poco comunes o poco desarrollados de la empresa a intervenir; aportar en caso necesario instalaciones auxiliares por falta de espacio, o producciones "en casa" de la propia empresa externa si tiene espacio suficiente.

Por lo tanto, cabría destacar que con este sistema de trabajo, WORKINGSPAIN no pasaría a depender nunca de un único sector, industria o siquiera del nivel económico que tuvieran las demás empresas, sino que dependería únicamente del volumen total de los trabajos a abarcar, quedando así eliminado el principal motivo de preocupación de la ecuación, que era la codependencia con la economía general industrial.

El otro motivo de los más pesados que dieron paso a la creación de WORKINGSPAIN, fue la estacionalidad de los trabajos que sufría la compañía Lotes España. Como su propia descripción indica, Lotes España se dedica principalmente a la manufactura de lotes y cestas de navidad, lo cual significa que su principal actividad se centra en las estaciones de otoño e invierno, contando habitualmente durante dichos periodos con trabajo más que suficiente para mantener la empresa a flote. Aunque la otra cara de la moneda es que durante las estaciones de primavera y verano, se ve prácticamente en la obligación de cerrar y dejarla en suspensión por falta de trabajo durante esta mitad del año. Por esta situación se auto define como una empresa de fabricación estacionaria, quedando la empresa a merced del transcurso de la calidad y cantidad de los pedidos de los meses de mayor trabajo.

Además de este gran problema, también se añade, obviamente, el de la incertidumbre de poder contar con cada nueva campaña con el mínimo número de personal especializado que existía el año anterior para el funcionamiento básico de la empresa, ya que los trabajadores son cesados durante la época de menor carga de trabajo (la cual es demasiado larga en este caso) y tienden a buscar empleos más estables para asegurarse un puesto de trabajo fijo. Debido a esta situación, todos los años, parte del personal que pasa a formar parte del equipo de trabajo de la nueva campaña es nuevo, por lo que se le debe de acondicionar al lugar de trabajo y prepararlo para cada tarea que vaya a desempeñar dentro de la empresa, trayendo consigo los correspondientes problemas de selección de personal y sobrecostes por falta de experiencia.

Todos los problemas que conlleva el hecho de ser una empresa estacionaria, serían inexistentes si se constituyese un nuevo tipo de compañía que diese una producción regular fuera cual fuese la época del año, combinara producciones estacionarias de diferentes periodos de mayor producción o no tuviera que depender del tipo de producto a realizar, algo que se tubo muy en cuenta a la hora de tomar decisiones y estudiar el nuevo enfoque.

Así pues, después de recopilar toda la información y experiencia sobre años anteriores en Lotes España y tener claras las metas a alcanzar en los nuevos años venideros (todo ello resumido anteriormente), surgió WORKINGSPAIN en el 2013, tratándose de una compañía que se dedicaría a los servicios de manipulación y empaquetado de productos propiedad de terceros, servicios anexos al transporte terrestre, gestión telefónica de clientes y servicios de telemarketing. Y que además, contaría con parte de los recursos humanos y maquinaria existente anteriormente de Lotes de España (aproximadamente 30 personas y 6 líneas de producción en serie), junto con una nave industrial de 7.500 metros cuadrados, durante sus primeros pasos.

Algunos de los primeros trabajos que estuvieron en manos de la empresa la empresa, fueron la sección de embasado de la gran compañía de golosinas de Trolli Iberica S.A., realización de diversos tipos de packs de Druni S.A., la sección de serigrafía y montaje de Plastinsa-Plasticos S.L. etc. los cuales, hoy en día, todavía mantienen diferentes tipos de contratos de servicios varios con la empresa.

5.2 Localización

La Compañía WORKINGSPAIN tiene su domicilio social dentro de la Comunidad Valenciana, en la Provincia de Valencia (España). Situado más concretamente a las afueras del polígono industrial Fuente del Jarro, calle Illes Balears nº 62 B, 46988 de Paterna.

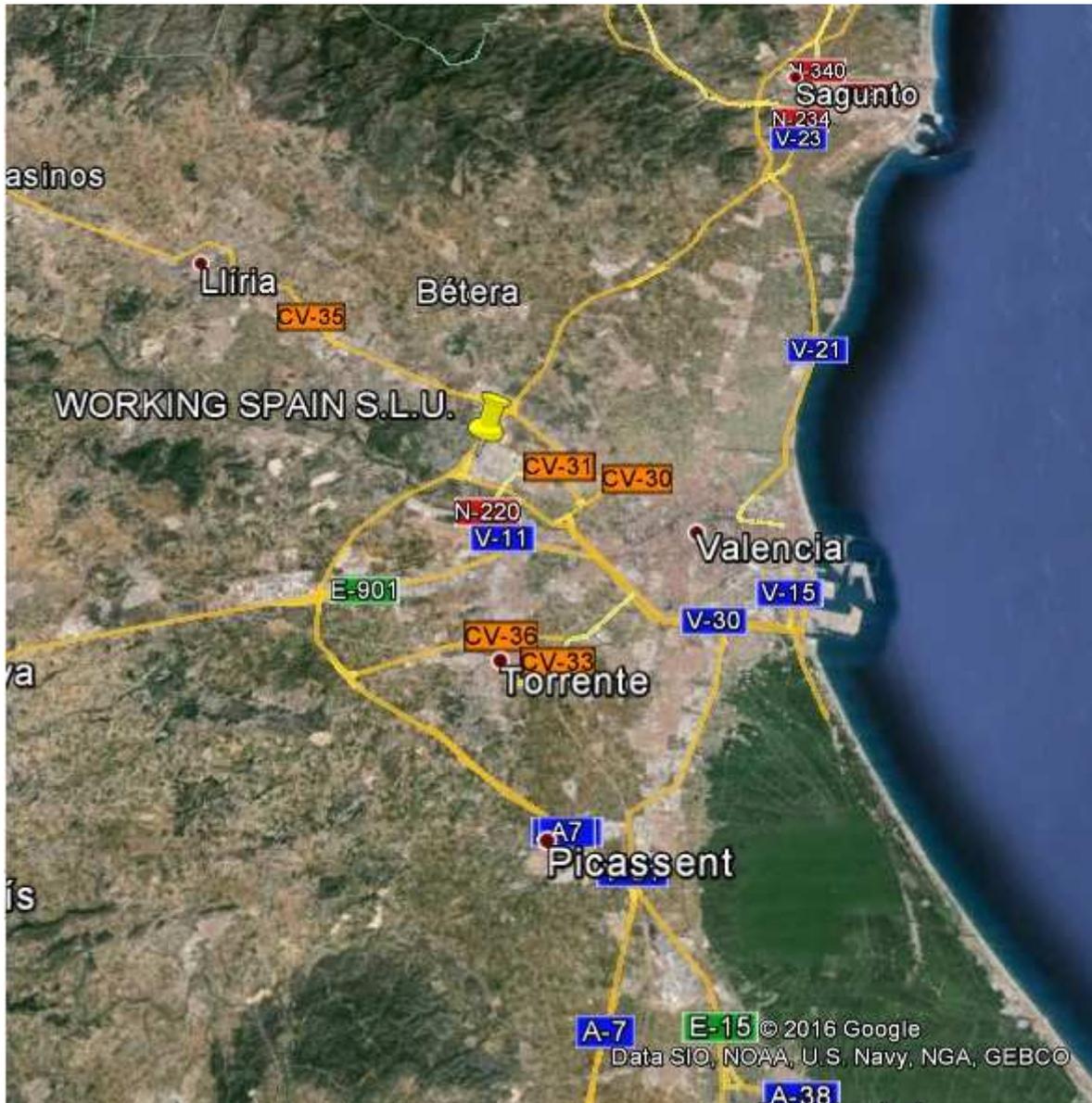


Figura 11 - Mapa de la ubicación de la compañía

Al tratarse de una empresa que da servicios de manipulación con mercancía de terceros y para terceros, puede llegar a tener un volumen de cargas logístico muy considerable en un plazo muy corto de tiempo, ya que

las cantidades de unidades producidas son muy grandes en comparación con el tiempo de trabajo que requieren (segundos por unidad). Por tanto, el lugar de trabajo en si mismo constituye un enclave de gran flujo de camiones y furgonetas para cargas y descargas de mercancías. De ahí la especial importancia de la conexión suministrador-empresa y empresa-cliente que debemos tener en cuenta.

A continuación se muestran los planos de situación y emplazamiento a escalas 1:5000 y 1:2000 respectivamente, para poder apreciar el acceso logístico directo a la fabrica con el que cuenta por carretera.

Plano de situación E=1/5000



Figura 12 - Mapa de la ubicación en el polígono



Figura 13 - Plano de Emplazamiento E=1/2000

En el siguiente plano de la Comunidad Valenciana, se puede observar como la situación de la fabrica se encuentra ubicada céntricamente con respecto a sus principales suministradores/clientes para poder optimizar al máximo los tiempos de transporte de las mercancías, ya que las condiciones de fabricación se basan en un máximo tiempo de entrega, y en un mínimo coste de producción, siendo estos dos los elementos principales de todos los servicios que se llevan a cabo.



Figura 14 - Mapa de la ubicación de los principales clientes

En los casos de Trolli Iberica S.A. y Plastinsa-Plásticos Inyectados S.L., son las empresas más antiguas a las que se presta servicios y las más cercanas. Estas se encuentran ubicadas en el mismo polígono apenas unos cientos de metros alejadas de nuestra empresa. Otras dos empresas con las que se tiene un gran volumen de trabajo son Flor de mayo S.L., situada a unos 23 km por carretera con conexión directa por la autovía AP-7, y Laboratorios SYS S.L., situada a 15 km, con conexión por la autovía V-30 y autonómica CV-36.

Además de actuar en territorio nacional, también cuentan con algunos clientes eventuales en el extranjero, por lo que realiza algunos trabajos y servicios para otros países incluso situados en otros continentes, como lo es el ejemplo de pedidos para Estados Unidos, con transporte por mar o aire.

5.3 Diagnostico actual de la empresa y procesos a gran escala

La compañía WORKINGSPAIN está dirigida, hoy en día, hacia el sector secundario, tratando esencialmente los subsectores de industria gráfica (serigrafía), de montaje/manipulación (producción en cadena/línea de montaje, empaquetado a mano y empaquetado a maquina) y construcción (albañilería), los cuales se describirán más adelante. Se trata de una industria mediana, ya que suele contar con una plantilla oscilando entre 90 y 120 empleados, dependiendo de la cantidad de encargos activos y del trabajo estacionario anual. Esta compañía trata sobre todo con materia prima ligera, normalmente orientada para la producción de bienes de consumo directo, y encontrándose catalogada como industria madura, por tener una tecnología ya definida y limitada.

En lo que concierne a personal que no forma parte de la cadena de producción en su sentido más literal, pero igualmente indispensable, la empresa cuenta con encargado de almacén, carretilleros, mozos de almacén y despachos de administración con varias personas dedicadas a temas de documentación casi exclusivamente (recursos humanos, marketing, dirección de empresa, contabilidad...).

Por lo que respecta a la parte de control de calidad y mejora continua en producción, que es el tema principal de esta investigación, podemos afirmar que no hay ninguna personalidad en concreto que se encargue de desempeñar esta actividad en su sentido más estricto, sin embargo, se realizan inspecciones y estudios de los diferentes procesos al inicio de cada proyecto. Asimismo, durante el transcurso del mismo, son objeto de supervisión los puntos más críticos existentes en algunas de sus partes. Estas tareas son desarrolladas, en gran medida, por parte de los responsables de la empresa que se dedican esencialmente a temas relacionados con la planificación de recursos y gestión de clientes (no existe la figura de director o responsable de producción y calidad). Este ha sido el principal método de mejora y desarrollo que ha ido implementando a la

empresa, desde sus inicios hasta conseguir definirla tal y como es hoy en día.

Pasamos ahora a la descripción de los subsectores que integran la empresa.

Actualmente existen cinco tipos de procesos de fabricación a gran escala, claramente diferenciados dentro de la empresa. Cada uno de ellos se encuentra situado en un lugar diferente dentro de la nave industrial, adaptado y adecuado según sus necesidades y los trabajos requeridos. Estos distintos tipos de fabricación son los que vamos a describir a continuación.

La producción de Serigrafía está dedicada principalmente a la imprimación en serie, con pintura industrial, de cualquier tipo de letra o dibujo sobre un artículo en concreto, sea cual fuere su forma o composición. También incluye el secado y almacenaje de los productos finales. Además, la cinta de serigrafiado cuenta con acoples para añadir líneas de producción auxiliares para montajes de pequeñas piezas, artículos anexos o auxiliares (tapones, soportes, bases...), o encajado del mismo, en caso necesario.

En esta sección la empresa cuenta, en cuanto a maquinaria esencial, con insoladora y horno para la preparación de las pantallas de serigrafiado. También cuenta con varias máquinas de serigrafiado curvo automático, una máquina de serigrafía plana automática, una máquina de serigrafía plana manual y hornos de hasta 160 grados de calor con cinta transportadora metálica incorporada, todo ello para la fase de serigrafiado. Como maquinaria auxiliar, se utilizan la enfardadora de palets, la transpaleta manual, la taponadora automática, la taponadora manual y la encintadora adhesiva manual.

El tipo de **producción en cadena o en línea de montaje** consiste esencialmente en una forma de organización de producción que delega a cada trabajador una función específica y especializada, tanto para el manejo

de maquinas, como para tareas de manufacturación. Esta serie de desempeños, se realizan por medio de manipulaciones diversas a cada uno de los productos de forma individual, a lo largo de toda la cinta transportadora. Las líneas de montaje, En su recorrido, suelen llevar muchos tipos de variaciones debido a las exigencias únicas del trabajo a desempeñar y a las características del producto, con lo cual es habitual que se realicen pequeños cambios de maquinaria o de orden en la cadena. Las tareas más comunes en las líneas son los ensamblajes para conformar un producto nuevo, montajes de diversas piezas, montajes de packs, cestas, lotes, cajas, embasados en plástico, llenado de sólidos, llenado de líquidos y etiquetado de género. Los tipos de manipulado existentes actualmente son los siguientes:

- Montajes simples: Suelen elaborarse con cadenas de montaje muy compactas y con ayuda de herramientas auxiliares principalmente. Se compone de un proceso principal y algún otro auxiliar.

- Montajes compuestos: Suelen elaborarse con más de un proceso principal e incluso con ayuda de algún tipo de maquinaria de la que se describe más adelante en este mismo apartado. Debido al exceso de procesos simples, se utilizan diversos aparatos para ganar rapidez en la línea, y así que estos realicen las tareas más repetitivas y excesivamente sencillas (etiquetar, embalar, encintar...). Estos montajes requieren de líneas medias o largas dependiendo del tipo y número de procesos a realizar.

- Montajes con accesorios: es un tipo de montaje compuesto (como el anterior) en el que además se incluyen accesorios o complementos que no tienen relación directa con el uso que se le va a dar al producto principal a fabricar (luces, altavoz, dispositivo de música, cargador, toma de entrada/salida...). Los accesorios, algunos de ellos, pueden ir incorporados en el interior del artículo principal a ensamblar o simplemente pueden ir acompañándolo dentro de la bolsa de embalaje. Estos montajes requieren de líneas medias partidas (en paralelo), en donde en la primera se realiza el trabajo de ensamblaje propiamente dicho y en la segunda las tareas de

añadir los accesorios y acabado/encajado final. Los procesos realizados dependerán del tipo de accesorio a incluir en el producto principal.

- Montajes con embalado/envasado: Los procesos principales para estos tipos de cadenas son; el montaje de las diversas piezas sobre el soporte, el envasado en bolsa automático y el retractilado de la misma con el horno. Este tipo de montaje requiere de líneas largas, ya que ocupa la total longitud de ellas, o incluso, partes extra o auxiliares incorporadas al principio o final de las mismas, debido a procesos complementarios como etiquetado de los artículos, complejidad del encajado final, etc.

- Montajes especiales: Suelen elaborarse con una multitud de procesos muy específicos dependiendo del tipo de piezas que son y las características a definir a cada una de ellas (etiquetado, relleno de sólidos/líquidos, embasados, encajados especiales, ensamblaje de piezas únicas...). Son montajes, que además de requerir varias líneas medias/largas de montajes en paralelo, requieren un tiempo largo de acabado por esperas intermedias entre algunos de sus procesos que en todo caso dependerán de sus necesidades, así como de sus características especiales (tiempo de secado, macerado, preparación de procesos antecesores, preparación de procesos consecutivos...).

Este último va a ser el caso actual de estudio, ya que es el tipo de producción en cadena que requiere el proyecto de fabricación seleccionado para nuestra investigación.

A pesar de la innumerable cantidad de máquinas que se pueden llegar a utilizar en esta sección, existen un determinado número sin las que no se podría tener un funcionamiento básico. Ejemplo de ello serían los soldadores por ultrasonidos industriales, la empaquetadora individual automática, los selladores de cola en cinta, selladores de cola automáticos y las cintas transportadoras mecánicas con las que cuenta la empresa. Como medios auxiliares y maquinaria de implementación, se utilizan etiquetadoras automáticas, encintadora adhesiva automática, encintadora adhesiva manual, cinta transportadora de rodillos extensible, mesas

metálicas lisas, hornos, llenadoras de sólidos, llenadoras de líquidos, etiquetadora automática, bandejas rodantes auxiliares, enfardadora de palets, transpaleta manual y transpaleta eléctrica.

En la **producción de albañilería** se elaboran principalmente muestrarios de suelos y paredes de baldosas, aunque en ocasiones también se realizan otros tipos de expositores, tales como parqués o de marcos para cuadros, entre otros. Todos los trabajos que encontramos aquí se llevan a cabo a mano de forma artesanal junto con herramientas propias de las obras de construcción en edificación.

Para ello se cuenta con la radial eléctrica y la pistola encoladora eléctrica, como maquinaria indispensable para el corte y pegado de azulejos. Las herramientas que se utilizan para los diferentes procesos son la paleta de albañil, separadores, capazo de mezclas, fratás y cepillo de esponja. Como utensilios auxiliares tenemos mesas de carpintero para montajes y pegados, mesas planas con soporte de metacrilato para limpiezas, transpaleta manual y el horno para embalar.

En la sección de **Producción de empaquetado a mano**, tal y como indica su mismo nombre, las labores se realizan de forma manual con ayuda de máquinas y herramientas especiales. Los principales tipos de empaquetado que se realizan son el encelofanado de artículos ya finalizados, preparación de sobres y cajas para envíos por correspondencia, y el enfajado mediante "sleevers" o faja de plástico para unir múltiples productos y formar packs únicos.

Aquí, únicamente se cuenta con la encelofanadora como máquina necesaria para el encelofanado y un pequeño horno de túnel para retractilar los diferentes tipos de sleeveers. En lo que respecta a máquinas auxiliares, se dispone de la encintadora adhesiva manual, mesas planas metálicas auxiliares, mesas móviles, bandejas de plástico auxiliares, cinta transportadora de rodillos, secadores industriales y transpaleta manual.

Finalmente, la empresa cuenta con una zona de **producción de empaquetado a máquina**. En dicho espacio se realizan los últimos acabados o manipulaciones de las mercancías para ser concluidas, y seguidamente, empaquetadas por el sistema de "Flow pack" automático. Dicho sistema consiste en una máquina que lleva incorporada una cinta automática que encasilla de forma individual cada artículo y lo hace pasar a través de una prensa caliente de empaquetado. La prensa es la parte central y principal del aparato. Su funcionamiento incluye un complejo sistema sincronizado que convierte un film plano de plástico en una bolsa, que envuelve alrededor del producto que pasa por su interior, cerrándolo herméticamente y cortándolo de manera individual.

En cuanto a maquinaria indispensable para estos procesos, solamente se cuenta con una empaquetadora de sistema "flow pack" con cinta transportadora, delantera y trasera, incorporadas. A esta, hay que añadir los utensilios necesarios de encintadora adhesiva manual y la transpaleta manual, como herramientas auxiliares. Además se contemplan todos aquellos utensilios necesarios para completar los artículos antes de ser introducidos en la máquina.

5.4 Referencia de los productos

Se va a citar a continuación todos los artículos y componentes que se han producido durante la realización del presente trabajo de investigación, registrados como activos en la base de datos de WORKINGSPAIN, y que además, han sido supervisados con un control diario del alumno. Con ello se pretende dar una idea global del sector industrial al que se dedica la empresa, hacia que tipo de clientes va dirigida y el ámbito de los procesos que se ejercen en ella.

Cabe mencionar, que aunque todos los procesos de fabricación de los artículos, han sido objeto de análisis con las directrices del PMBOK, de la ISO 21.500 y del estado de capacidad de madurez, solamente los más

potenciales de mejora han sido seleccionados para el estudio completo que queda reflejado en los apartados del 5 al 10 de este mismo capítulo.

◇ **Producción de Serigrafía**

- Cubiteras varias (Seven up, Cocacola, Aperol, Ron Matusalen, Mangaroca, Ushuaia, Royal, Befeefeater, schweppes): consta de carcasa monocolor exterior de cubitera, pantalla de plantilla para grabado y pinturas de colores varios para la impresión.

- Bandejas antideslizantes varias (Carling, Larios, DYC, licor 43): consta de bandeja monocolor, pantalla de plantilla para grabado y pinturas de colores varios para la impresión.

- Champañeras varias (Bella, Galicia, Coca Cola, Mangaroca): consta de carcasa monocolor de champañera, pantalla de plantilla para grabado y pinturas de colores varios para la impresión.

- Servilleteros varios (Raffaello, Maffari, IML Hero, cafés candelas): consta del chasis monocolor del servilletero, pantalla de plantilla para grabado y pinturas de colores varios para la impresión.

- Huchas (Coca-Cola): consta de vaso sin tapa monocolor de la hucha, pantalla de plantilla para grabado y pinturas de colores varios para la impresión.

- Vasos de varias medidas (Coca-Cola): consta de baso transparente, pantalla de plantilla para grabado y pinturas de colores varios para la impresión.

- Abridores con forma de botella (Coca-Cola): consta de botella transparente, pantalla de plantilla para grabado y pinturas de colores varios para la impresión.

◇ **Producción en cadena/línea de montaje**

- Montajes simples: cubiteras, bandejas, champañeras, huchas y vasos, todos ellos de varios tipos. Constan de 1 pieza principal que actúa de carcasa exterior o chasis, y entre 1 y 2 piezas auxiliares o complementarias que se fijan a la principal (interiormente y/o exteriormente). Otros elementos: bolsa individual y caja colectiva.

- Montajes compuestos: cubiteras, servilleteros y abridores con forma de botella, todos ellos de varios tipos. Constan de alrededor de 3 a 5 piezas, entre las que una de ellas es la principal y las demás van adheridas a esta. Otros elementos: bolsa individual y caja colectiva o individual.

- Montajes con accesorios: cubiteras y champañeras de varios tipos. Constan de diversas piezas, alrededor de 5, entre las que alguna de ellas destaca sobre las demás. Otros elementos: bolsa individual y caja individual.

- Montajes con embalado/embasado: productos sueltos, cestas, cajas, packs, lotes, expositores, todos ellos de diversos tipos. Constan de un soporte (caja recortada, cesta...) y varios artículos del mismo tipo, o todos ellos diferentes entre si. La excepción suele darse cuando solamente se envasa un único producto, entonces no suele llevar soporte alguno ya que se realiza con objeto de su protección frente al envío.

- Montajes especiales: tipos varios de ambientadores y objetos perfumados. Constan de un número indeterminado de piezas, entre las que ninguna de ellas destaca sobre las demás. Pueden llegar a ser desde tres hasta más de una docena. Otros elementos: bolsa o caja individual y caja colectiva.

Para este caso de estudio, el artículo, es uno de entre todos los diversos tipos fragancias y formas de ambientador existentes en fase de producción dentro de WORKINGSPAIN. Más concretamente, es un ambientador tipo colgado para coche de fragancia "frutos rojos" de la marca Lanta, propiedad de la compañía Laboratorios SYS.

◇ **Producción de albañilería/construcción**

- Muestrarios de azulejos varios: consta de azulejos varios combinados (algunos con cenefa), tablero de conglomerado de DM, cola adhesiva de contacto especial para azulejos y mortero para rejuntar. Una vez finalizado, se pasa a la sección de producción en cadena para su embalado.

- Muestrarios de marcos varios: consta de marcos de puertas o cuadros varios combinados, tablero de conglomerado de DM y cola adhesiva de contacto. Una vez finalizado, se pasa a la sección de producción en cadena para su embalado.

◇ **Producción de empaquetado a mano**

- Encelofanado de colonias, perfumes y cremas: consta de producto final terminado y encajado individualmente, y del celofán para su envoltorio. Otros elementos: caja colectiva.

- Empaquetado de correo VEKINE: consta de sobre o caja acolchada de correo y productos varios de VEKINE finalizados.

- Enfajado mediante "sleever" de cremas, champú, gel y productos de limpieza varios: consta de los propios artículos ya finalizados, etiquetas varias (promociones, nuevo código DUN, especificaciones...) y la faja o "sleever" para retractilar. Otros elementos: caja colectiva.

◇ **Producción de empaquetado en maquina**

- Huesos para perros de varios tamaños: consta de dos piezas; hueso de carne desecada comprimida y bobina de film impresa para embasado.

- Revistas con paquetes de cremas varias: consta de entre ocho y diez piezas dependiendo del tipo de pack que se realice. El artículo principal es una revista, otro es un folleto de promociones, cuatro son muestras de cremas corporales, y puede contener de una a tres muestras de geles en

sobres individuales. Para el embasado se utiliza bobina de film sin imprimir transparente.

- Sobres ambientadores tipo sachet: consta de tres elementos; uno de ellos es el sobre ambientador ya terminado proveniente de la línea de montaje, otro es el gancho colgador (percha) y el último es la bobina de film transparente para el embasado.

5.5 Descripción de los procesos de fabricación del proyecto y características específicas

5.5.1 Descripción de los procesos de fabricación del proyecto

En primer lugar, se describirán una serie de procesos estándares que se realizan para todas las líneas de fabricación dentro de la compañía, incluido el proyecto al que se le dedica el estudio de la presente tesina, y que son comunes sea cual sea la naturaleza, tipo o propósito de la producción.

Como tarea previa, antes de empezar cualquier proyecto de fabricación, se realiza un estudio de viabilidad. En el se comprueba la productividad, rendimiento, la mano de obra necesaria, la maquinaria indispensable, materiales y herramientas auxiliares, costes y ganancias..., mediante una breve tirada de prototipos.

Dada ya la conformidad de realización de un proyecto de fabricación dentro de la empresa, se llega a un acuerdo con el cliente y se firma el contrato con unos parámetros de coste fijo, tiempo máximo y calidad mínima.

Cumplida la fecha señalada, se reciben las órdenes del día de entrada de los palets con las materias primas necesarias para la producción y/o almacenaje. También se reciben las órdenes del día de salida de los palets

con los productos ya terminados. A partir de aquí, se empiezan a organizar los recursos de la empresa para la producción.

Una vez llegado el camión, se descarga la mercancía en el muelle de carga/descarga y se firma la documentación de entrega; el conductor, como parte suministradora, y el encargado de logística o almacén, como parte receptora del pedido. A continuación, se revisa la cantidad del contenido y que el mismo este en buenas condiciones (sin incidencias). Si todo esta correcto, se procede a la introducción de los datos de pedidos de compra en la base de datos del sistema de la empresa (SAP). Luego se generan, imprimen y se pegan las etiquetas correspondientes en cada palet, para así, tenerlos localizados en cada lugar por el que pasen. Por último, se procede al traslado hacia el almacén en espera de su utilización.

A continuación, se realizará uno de los distintos proyectos (productos) en una o varias líneas de fabricación, de los 5 tipos mencionados en el apartado 5.3, entre ellos, el nuestro. Más adelante, describiremos detalladamente los procesos que van a afectar al proyecto.

En cuanto a la entrega al cliente, primero se recibe el aviso del cliente de la carga de mercancías ya terminadas (normalmente entre 1 y 3 días antes de la recogida), se introducen los datos del pedido en el sistema de entrega de ventas de la empresa (SAP). Después se generan, imprimen y se pegan las etiquetas en cada palet con los códigos de identificación del cliente y su destino. Se recogen los palets correspondientes en el almacén y se dejan preparados en el muelle de espera. Tras la llegada del camión, se cargan las mercancías al mismo por el muelle de carga/descarga y se firma la documentación de entrega; el encargado de logística o almacén, como parte suministradora, y el conductor, como parte receptora del pedido.

En segundo lugar, se presentara el cronograma inicial de partida del proyecto.

CODIGO	TAREAS	ANTECESORA	PREDECESORA
A	MONTAJE DE TAPÓN	INICIAL	G
B	ETIQUETADO DE BOTELLAS	INICIAL	E
C	ETIQUETADO DE LOTE INDIVIDUAL	INICIAL	G
D	ETIQUETADO DE CAJA EXPOSITORA	INICIAL	H
E	LLENADO	B	F
F	TAPONADO	E	G
G	ENCAJADO INDIVIDUAL	A-C-F	H
H	ENCAJADO EXPOSITOR	D-G	FINAL

Tabla 2 - Cronograma inicial

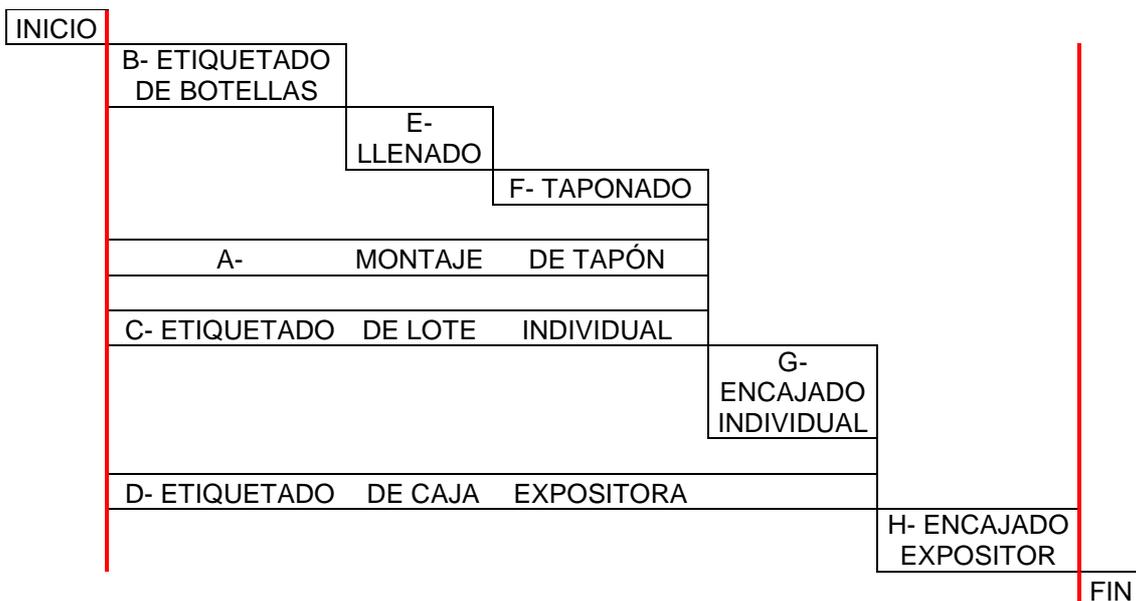


Figura 15 - Cronograma inicial

Por último, se enumerarán las descripciones de cada uno de los procesos que intervienen en el proyecto elegido para el estudio, de forma muy concreta y exacta.

Proceso 1, montaje de tapón. Pasos:

1. Se inserta la espiga en el tapón de forma manual.
2. Se pasa el cordón por el agujero de la espiga.
3. Se introducen las 2 partes del cordón a través de la arandela.



Componentes



Paso 1



Paso 2



Paso 3

Figura 16 - Montaje del tapón

Proceso 2, etiquetado de botellas manualmente. Pasos:

1. Coger uno a uno los frascos de cristal y se pega una etiqueta por frasco.
2. Se dejan en las mismas bandejas de 220 unidades que venían almacenados.



Figura 17 - Etiquetado

Proceso 3, etiquetado de la caja expositora. Pasos:

1. Desde la caja de almacenaje, se cogen cajas en grupos entorno a 10 unidades y se depositan en la mesa.
2. Se pega una etiqueta de normativa de flechas y otra de normativa de rombo en la misma cara, en cada una de las cajas. Posteriormente, las cajas se dejan en el centro de la mesa.
3. En la parte opuesta de la mesa, otra trabajadora coge las mismas cajas y pega en la cara opuesta una etiqueta de normativa de flechas y la etiqueta de composición del líquido de frutos rojos.
4. Se ordenan en tongadas de 10 unidades aproximadamente dentro de la caja de almacenaje inicial.



Proceso 3



Cara delantera/lateral



Cara trasera/lateral

Figura 18 - Etiquetado de caja expositora

Proceso 4, llenado. Pasos:

1. Se coloca la caja de 220 frascos sobre la mesa de trabajo en posición cómoda para el llenado, en caso necesario, se utilizan bandejas auxiliares para aumentar la altura.
2. Se rellena cada uno de los frascos de forma individual con la jeringuilla de líquidos a base de presionar el gatillo con las dos manos. Esta jeringuilla va con una goma succionadora incorporada que se ha introducido

previamente en la garrafa del ambientador correspondiente. La jeringuilla se vuelve a llenar de forma automática cada vez que se dispensa una dosis.
3. Se pasa rápidamente a la mesa de taponado con obturador para que no pierda ambientador.

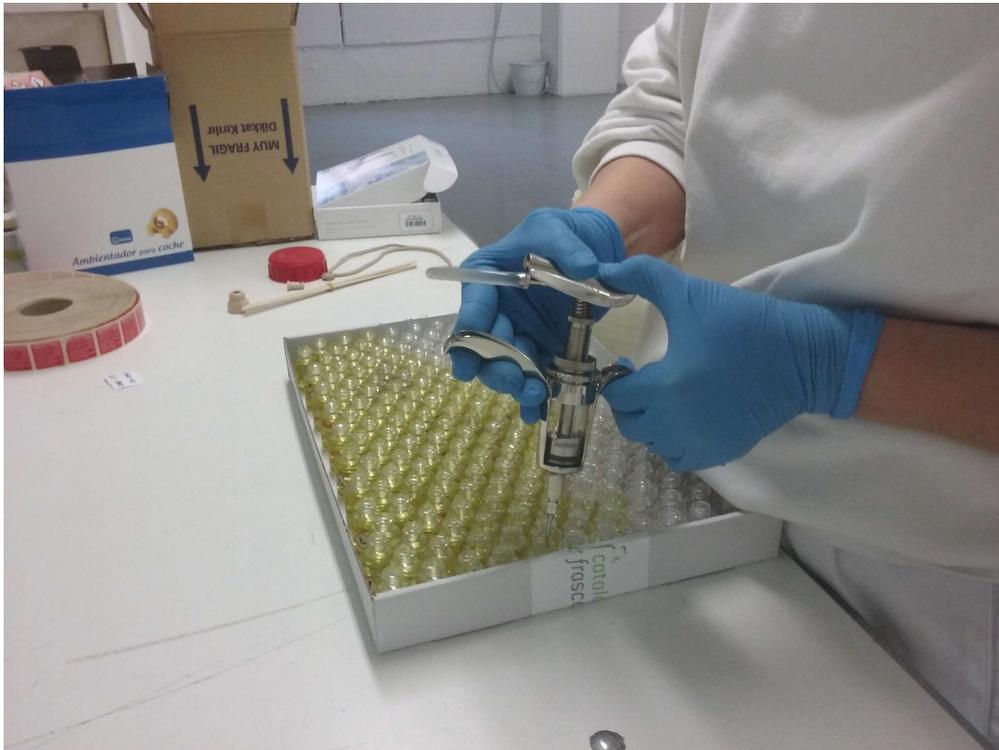


Figura 19 - Sistema de llenado

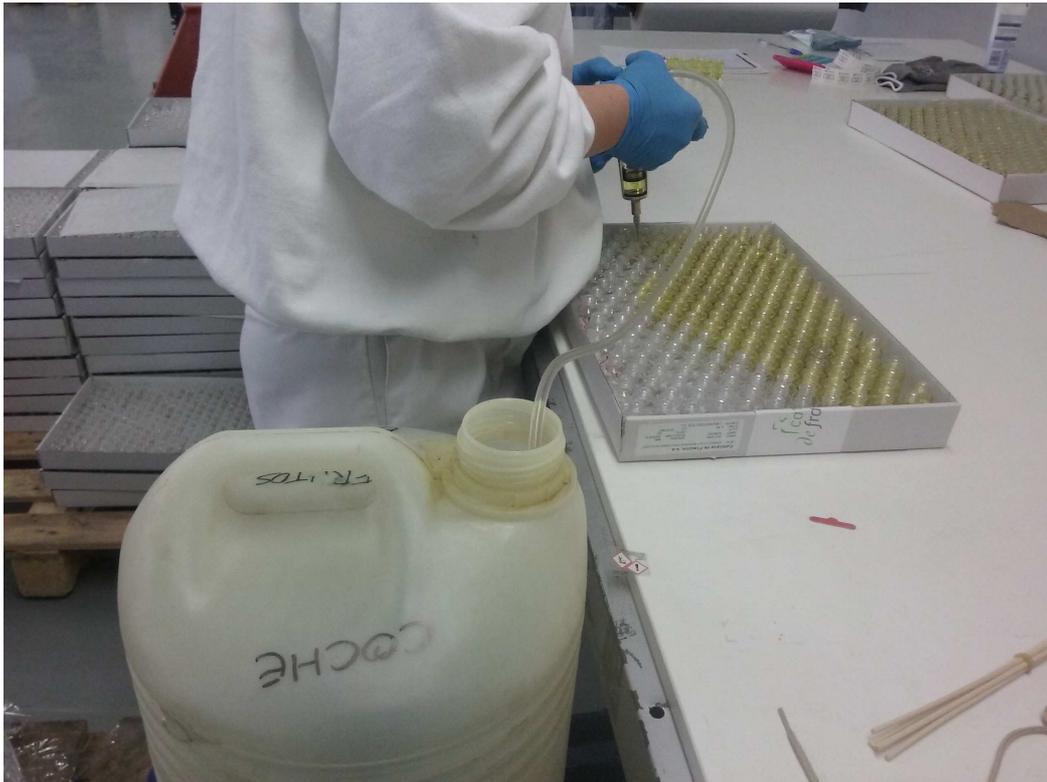


Figura 20 - Funcionamiento de la jeringuilla

Proceso 5, taponado. Pasos:

1. Se colocan los obturadores sobre cada una de las botellitas de cristal, con la suficiente presión como para hundirlos asta el fondo y que haga tope con la rebaba superior.
2. Se almacenan las cajas de botellas llenas, unas encima de otras para que hagan presión las superiores sobre las inferiores y no salten los tapones.
3. Se dejan macerar durante al menos 1 día, recogidas en un palet.

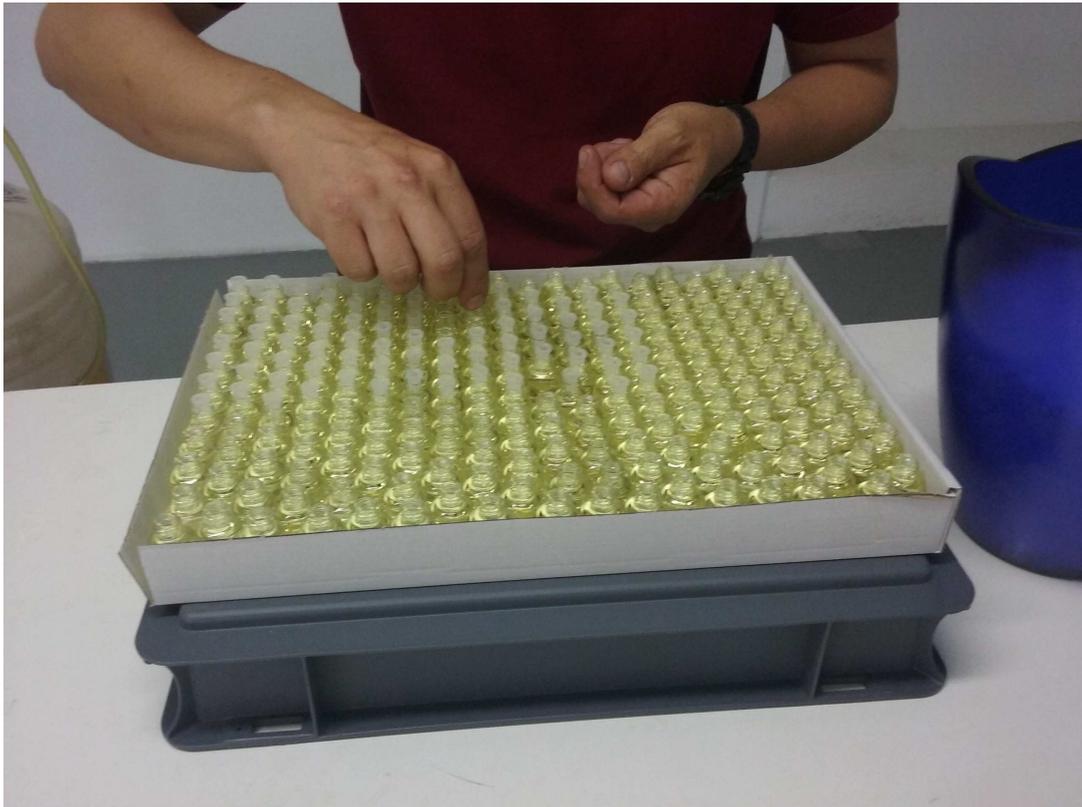


Figura 21 - Taponado

Proceso 6, etiquetado de lote. Pasos:

1. Desde la caja de almacenaje, se cogen cajas en grupos entorno a 50 unidades y se depositan en la mesa.
2. Se pega una etiqueta del lote del producto en lo que viene a ser el culo de la caja desplegada, justo al lado del código DUN individual de la misma, en cada una de ellas.
3. Posteriormente, las cajas se almacenan en otra caja mayor (igual a la inicial), a esperas de ser encajado el frasco.



Figura 22 - Sistema de etiquetado



Figura 23 - Ubicación y tipo de etiqueta de lote

Proceso 7, encajado individual. Pasos:

1. Se coge un frasco, se inserta su embocadura en el agujero correspondiente de la caja desplegada. Doblando y envolviendo las partes de la caja alrededor de la botellita, esta queda introducida en el interior. Se inserta su embocadura de nuevo en el segundo agujero.
2. Se enrosca el tapón en la rosca de la embocadura de la botellita, sin llegar hasta el fondo para que no haga presión.
3. Se coge el cordón del tapón y hacen pasar las dos puntas por el agujero correspondiente. Se estira del cordón hasta quedar tenso y la parte del colgador de la caja en posición vertical.
4. Se giran los cordones por encima de la caja para que no molesten al encajar en el expositor.



Figura 24 - Encajado individual

Proceso 8, encajado expositor. Pasos:

1. Se coge una caja y se manipula hasta quedar montada la parte de abajo (tiene solapas automontables).
2. Se introducen 12 unidades de cajas individuales dentro de cada caja expositora, de manera que queden bien ajustadas en su interior; en dos filas de 6 unidades y orientadas hacia la pestaña que se corta para su exposición en tienda.
3. Se cierra y se precinta la parte superior del expositor.
4. Se pega la etiqueta DUN colectiva, sobre el precinto de la caja expositora (actúa como sello de calidad de manipulación).
5. Se coloca la caja sobre el palet con el aparejo específico que va a llevar como base.
6. Cuando el palet este completo, se lleva a la enfardadora para que lo envuelva en film extensible. Cuando este íntegramente enrollado, quedara listo para almacenar en el almacén general de palets.



Preparación cajas expositoras



Colocación de cajas individuales

Figura 25 - Encajado de caja expositor



Figura 26 - Cajas expositoras finalizadas en el palet (4X9X5 cajas)

5.5.2 Características específicas

Las características técnicas de los productos empleados son las siguientes:

- Frascos con al menos 7 mililitros de líquido ambientador cada uno.
- Cada caja individual contiene 1 frasco con colgador de ambientador.
- Cada caja expositora contiene 12 cajas individuales con frasco ambientador.
- Las 14.000 unidades de este pedido llevarán el mismo número de lote, así igualmente, serán las mismas pegatinas incorporadas en cada una de sus partes.
- Palet europeo con 36 cajas expositoras de base, por 5 alturas de cajas (180 cajas expositoras totales por palet, 2.160 unidades de ambientadores por palet).
- Los componentes de los artículos semielaborados se guardarán en el interior de cajas o bandejas para su protección y limpieza.

- Las cajas y bandejas se almacenaran en palets dentro de la zona de trabajos (área de línea de producción), para su organización y localización.
- Cualquiera de sus componentes que se encuentre en mal estado o sufra perjuicios en el transcurso de los procesos, se desechará.

- Materiales: liquido ambientador de coche frutos rojos (7ml), frasco ambientador, obturador de boquilla, etiqueta de frasco, cordón ambientador, tapón de madera, arandela de madera, espiga de madera, etiqueta transparente de lote, caja unitaria del colgador de ambientador, caja expositora para ambientadores, etiqueta DUN exterior, etiqueta de frutos rojos exterior (composición química del ambientador), 2 etiquetas exteriores de flechas de normativa (indicador de sentido de la caja), etiqueta exterior de rombo de normativa (producto químico).

5.6. Análisis del estado de capacidad y madurez general

La primera tarea va a ser realizar el análisis y diagnostico del estado de capacidad y madurez de cada uno de los procesos existentes para determinar el primer estado del que partimos.

1. MONTAJE DEL TAPÓN		
Área de proceso	Categoría	Nivel de madurez actual
Análisis y Resolución Causales (CAR)	Soporte	2 - Repetible
Análisis y Resolución de Decisiones (DAR)	Soporte	2 - Repetible
Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos (PPQA)	Soporte	1 - Inicial
Definición de Procesos Organizacionales +IPPD(OPD +IPPD)	Gestión de procesos	2 - Repetible
Desarrollo de Requerimientos (RD)	Ingeniería	2 - Repetible
Entrenamiento Organizacional (OT)	Gestión de procesos	1 - Inicial
Administración Cuantitativa de Proyectos (QPM)	Gestión de proyectos	2 - Repetible
Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM)	Ingeniería	2 - Repetible
Administración de Requerimientos (REQM)	Gestión de proyectos	2 - Repetible
Administración de Riesgos (RSKM)	Soporte	2 - Repetible
Administración de la Configuración (CM)	Gestión de proyectos	2 - Repetible
Administración Integral de Proyecto + IPD (IPM+IPPD)	Gestión de proyectos	2 - Repetible
Innovación y Despliegue Organizacional (OID)	Gestión de procesos	1 - Inicial
Integración de Producto (PI)	Ingeniería	2 - Repetible
Medición y Análisis (MA)	Soporte	2 - Repetible
Monitoreo y Control de Proyecto (PMC)	Gestión de proyectos	1 - Inicial
Planificación de Proyecto (PP)	Gestión de proyectos	2 - Repetible
Procesos Orientados Organizacionales (OPF)	Gestión de procesos	1 - Inicial
Rendimiento de Procesos Organizacionales (OPP)	Gestión de procesos	2 - Repetible
Solución Técnica (TS)	Ingeniería	1 - Inicial
Validación (VAL)	Ingeniería	3 - Definido
Verificación (VER)	Ingeniería	4 - Administrado
Análisis Global del proceso		2 - Repetible

Tabla 3 - Análisis del primer proceso

2. ETIQUETADO DE BOTELLAS		
Área de proceso	Categoría	Nivel de madurez actual
Análisis y Resolución Causales (CAR)	Soporte	2 - Repetible
Análisis y Resolución de Decisiones (DAR)	Soporte	2 - Repetible
Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos (PPQA)	Soporte	2 - Repetible
Definición de Procesos Organizacionales +IPPD(OPD +IPPD)	Gestión de procesos	2 - Repetible
Desarrollo de Requerimientos (RD)	Ingeniería	1 - Inicial
Entrenamiento Organizacional (OT)	Gestión de procesos	2 - Repetible
Administración Cuantitativa de Proyectos (QPM)	Gestión de proyectos	2 - Repetible
Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM)	Ingeniería	2 - Repetible
Administración de Requerimientos (REQM)	Gestión de proyectos	1 - Inicial
Administración de Riesgos (RSKM)	Soporte	2 - Repetible
Administración de la Configuración (CM)	Gestión de proyectos	2 - Repetible
Administración Integral de Proyecto + IPD (IPM+IPPD)	Gestión de proyectos	2 - Repetible
Innovación y Despliegue Organizacional (OID)	Gestión de procesos	2 - Repetible
Integración de Producto (PI)	Ingeniería	2 - Repetible
Medición y Análisis (MA)	Soporte	2 - Repetible
Monitoreo y Control de Proyecto (PMC)	Gestión de proyectos	2 - Repetible
Planificación de Proyecto (PP)	Gestión de proyectos	3 - Definido
Procesos Orientados Organizacionales (OPF)	Gestión de procesos	2 - Repetible
Rendimiento de Procesos Organizacionales (OPP)	Gestión de procesos	2 - Repetible
Solución Técnica (TS)	Ingeniería	3 - Definido
Validación (VAL)	Ingeniería	3 - Definido
Verificación (VER)	Ingeniería	2 - Repetible
Análisis Global del proceso		2 - Repetible

Tabla 4 - Análisis del segundo proceso

3. ETIQUETADO DE CAJA EXPOSITORA		
Área de proceso	Categoría	Nivel de madurez actual
Análisis y Resolución Causales (CAR)	Soporte	2 - Repetible
Análisis y Resolución de Decisiones (DAR)	Soporte	1 - Inicial
Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos (PPQA)	Soporte	1 - Inicial
Definición de Procesos Organizacionales +IPPD(OPD +IPPD)	Gestión de procesos	2 - Repetible
Desarrollo de Requerimientos (RD)	Ingeniería	2 - Repetible
Entrenamiento Organizacional (OT)	Gestión de procesos	3 - Definido
Administración Cuantitativa de Proyectos (QPM)	Gestión de proyectos	2 - Repetible
Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM)	Ingeniería	2 - Repetible
Administración de Requerimientos (REQM)	Gestión de proyectos	2 - Repetible
Administración de Riesgos (RSKM)	Soporte	1 - Inicial
Administración de la Configuración (CM)	Gestión de proyectos	1 - Inicial
Administración Integral de Proyecto + IPD (IPM+IPPD)	Gestión de proyectos	2 - Repetible
Innovación y Despliegue Organizacional (OID)	Gestión de procesos	3 - Definido
Integración de Producto (PI)	Ingeniería	2 - Repetible
Medición y Análisis (MA)	Soporte	2 - Repetible
Monitoreo y Control de Proyecto (PMC)	Gestión de proyectos	2 - Repetible
Planificación de Proyecto (PP)	Gestión de proyectos	3 - Definido
Procesos Orientados Organizacionales (OPF)	Gestión de procesos	3 - Definido
Rendimiento de Procesos Organizacionales (OPP)	Gestión de procesos	3 - Definido
Solución Técnica (TS)	Ingeniería	2 - Repetible
Validación (VAL)	Ingeniería	2 - Repetible
Verificación (VER)	Ingeniería	1 - Inicial
Análisis Global del proceso		2 - Repetible

Tabla 5 - Análisis del tercer proceso

4. LLENADO		
Área de proceso	Categoría	Nivel de madurez actual
Análisis y Resolución Causales (CAR)	Soporte	3 - Definido
Análisis y Resolución de Decisiones (DAR)	Soporte	3 - Definido
Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos (PPQA)	Soporte	3 - Definido
Definición de Procesos Organizacionales +IPPD(OPD +IPPD)	Gestión de procesos	4 - Administrado
Desarrollo de Requerimientos (RD)	Ingeniería	2 - Repetible
Entrenamiento Organizacional (OT)	Gestión de procesos	4 - Administrado
Administración Cuantitativa de Proyectos (QPM)	Gestión de proyectos	2 - Repetible
Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM)	Ingeniería	2 - Repetible
Administración de Requerimientos (REQM)	Gestión de proyectos	4 - Administrado
Administración de Riesgos (RSKM)	Soporte	1 - Inicial
Administración de la Configuración (CM)	Gestión de proyectos	3 - Definido
Administración Integral de Proyecto + IPD (IPM+IPPD)	Gestión de proyectos	3 - Definido
Innovación y Despliegue Organizacional (OID)	Gestión de procesos	2 - Repetible
Integración de Producto (PI)	Ingeniería	4 - Administrado
Medición y Análisis (MA)	Soporte	4 - Administrado
Monitoreo y Control de Proyecto (PMC)	Gestión de proyectos	3 - Definido
Planificación de Proyecto (PP)	Gestión de proyectos	4 - Administrado
Procesos Orientados Organizacionales (OPF)	Gestión de procesos	4 - Administrado
Rendimiento de Procesos Organizacionales (OPP)	Gestión de procesos	4 - Administrado
Solución Técnica (TS)	Ingeniería	2 - Repetible
Validación (VAL)	Ingeniería	1 - Inicial
Verificación (VER)	Ingeniería	1 - Inicial
Análisis Global del proceso		3 - Definido

Tabla 6 - Análisis del cuarto proceso

5. TAPONADO		
Área de proceso	Categoría	Nivel de madurez actual
Análisis y Resolución Causales (CAR)	Soporte	2 - Repetible
Análisis y Resolución de Decisiones (DAR)	Soporte	2 - Repetible
Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos (PPQA)	Soporte	3 - Definido
Definición de Procesos Organizacionales +IPPD(OPD +IPPD)	Gestión de procesos	4 - Administrado
Desarrollo de Requerimientos (RD)	Ingeniería	1 - Inicial
Entrenamiento Organizacional (OT)	Gestión de procesos	4 - Administrado
Administración Cuantitativa de Proyectos (QPM)	Gestión de proyectos	1 - Inicial
Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM)	Ingeniería	2 - Repetible
Administración de Requerimientos (REQM)	Gestión de proyectos	1 - Inicial
Administración de Riesgos (RSKM)	Soporte	4 - Administrado
Administración de la Configuración (CM)	Gestión de proyectos	3 - Definido
Administración Integral de Proyecto + IPD (IPM+IPPD)	Gestión de proyectos	3 - Definido
Innovación y Despliegue Organizacional (OID)	Gestión de procesos	4 - Administrado
Integración de Producto (PI)	Ingeniería	1 - Inicial
Medición y Análisis (MA)	Soporte	1 - Inicial
Monitoreo y Control de Proyecto (PMC)	Gestión de proyectos	1 - Inicial
Planificación de Proyecto (PP)	Gestión de proyectos	4 - Administrado
Procesos Orientados Organizacionales (OPF)	Gestión de procesos	2 - Repetible
Rendimiento de Procesos Organizacionales (OPP)	Gestión de procesos	2 - Repetible
Solución Técnica (TS)	Ingeniería	1 - Inicial
Validación (VAL)	Ingeniería	1 - Inicial
Verificación (VER)	Ingeniería	2 - Repetible
Análisis Global del proceso		2 - Repetible

Tabla 7 - Análisis del quinto proceso

6. ETIQUETADO DE LOTE INDIVIDUAL		
Área de proceso	Categoría	Nivel de madurez actual
Análisis y Resolución Causales (CAR)	Soporte	3 - Definido
Análisis y Resolución de Decisiones (DAR)	Soporte	3 - Definido
Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos (PPQA)	Soporte	3 - Definido
Definición de Procesos Organizacionales +IPPD(OPD +IPPD)	Gestión de procesos	4 - Administrado
Desarrollo de Requerimientos (RD)	Ingeniería	2 - Repetible
Entrenamiento Organizacional (OT)	Gestión de procesos	4 - Administrado
Administración Cuantitativa de Proyectos (QPM)	Gestión de proyectos	2 - Repetible
Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM)	Ingeniería	1 - Inicial
Administración de Requerimientos (REQM)	Gestión de proyectos	1 - Inicial
Administración de Riesgos (RSKM)	Soporte	3 - Definido
Administración de la Configuración (CM)	Gestión de proyectos	4 - Administrado
Administración Integral de Proyecto + IPD (IPM+IPPD)	Gestión de proyectos	3 - Definido
Innovación y Despliegue Organizacional (OID)	Gestión de procesos	4 - Administrado
Integración de Producto (PI)	Ingeniería	2 - Repetible
Medición y Análisis (MA)	Soporte	2 - Repetible
Monitoreo y Control de Proyecto (PMC)	Gestión de proyectos	2 - Repetible
Planificación de Proyecto (PP)	Gestión de proyectos	3 - Definido
Procesos Orientados Organizacionales (OPF)	Gestión de procesos	4 - Administrado
Rendimiento de Procesos Organizacionales (OPP)	Gestión de procesos	4 - Administrado
Solución Técnica (TS)	Ingeniería	3 - Definido
Validación (VAL)	Ingeniería	3 - Definido
Verificación (VER)	Ingeniería	3 - Definido
Análisis Global del proceso		3 - Definido

Tabla 8 - Análisis del sexto proceso

7. ENCAJADO INDIVIDUAL		
Área de proceso	Categoría	Nivel de madurez actual
Análisis y Resolución Causales (CAR)	Soporte	1 - Inicial
Análisis y Resolución de Decisiones (DAR)	Soporte	1 - Inicial
Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos (PPQA)	Soporte	2 - Repetible
Definición de Procesos Organizacionales +IPPD(OPD +IPPD)	Gestión de procesos	1 - Inicial
Desarrollo de Requerimientos (RD)	Ingeniería	2 - Repetible
Entrenamiento Organizacional (OT)	Gestión de procesos	1 - Inicial
Administración Cuantitativa de Proyectos (QPM)	Gestión de proyectos	2 - Repetible
Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM)	Ingeniería	2 - Repetible
Administración de Requerimientos (REQM)	Gestión de proyectos	1 - Inicial
Administración de Riesgos (RSKM)	Soporte	2 - Repetible
Administración de la Configuración (CM)	Gestión de proyectos	1 - Inicial
Administración Integral de Proyecto + IPD (IPM+IPPD)	Gestión de proyectos	1 - Inicial
Innovación y Despliegue Organizacional (OID)	Gestión de procesos	1 - Inicial
Integración de Producto (PI)	Ingeniería	3 - Definido
Medición y Análisis (MA)	Soporte	2 - Repetible
Monitoreo y Control de Proyecto (PMC)	Gestión de proyectos	2 - Repetible
Planificación de Proyecto (PP)	Gestión de proyectos	2 - Repetible
Procesos Orientados Organizacionales (OPF)	Gestión de procesos	2 - Repetible
Rendimiento de Procesos Organizacionales (OPP)	Gestión de procesos	1 - Inicial
Solución Técnica (TS)	Ingeniería	1 - Inicial
Validación (VAL)	Ingeniería	2 - Repetible
Verificación (VER)	Ingeniería	2 - Repetible
Análisis Global del proceso		2 - Repetible

Tabla 9 - Análisis del séptimo proceso

8. ENCAJADO EXPOSITOR		
Área de proceso	Categoría	Nivel de madurez actual
Análisis y Resolución Causales (CAR)	Soporte	2 - Repetible
Análisis y Resolución de Decisiones (DAR)	Soporte	2 - Repetible
Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos (PPQA)	Soporte	3 - Definido
Definición de Procesos Organizacionales +IPPD(OPD +IPPD)	Gestión de procesos	1 - Inicial
Desarrollo de Requerimientos (RD)	Ingeniería	1 - Inicial
Entrenamiento Organizacional (OT)	Gestión de procesos	1 - Inicial
Administración Cuantitativa de Proyectos (QPM)	Gestión de proyectos	3 - Definido
Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM)	Ingeniería	2 - Repetible
Administración de Requerimientos (REQM)	Gestión de proyectos	2 - Repetible
Administración de Riesgos (RSKM)	Soporte	3 - Definido
Administración de la Configuración (CM)	Gestión de proyectos	3 - Definido
Administración Integral de Proyecto + IPD (IPM+IPPD)	Gestión de proyectos	2 - Repetible
Innovación y Despliegue Organizacional (OID)	Gestión de procesos	1 - Inicial
Integración de Producto (PI)	Ingeniería	2 - Repetible
Medición y Análisis (MA)	Soporte	2 - Repetible
Monitoreo y Control de Proyecto (PMC)	Gestión de proyectos	2 - Repetible
Planificación de Proyecto (PP)	Gestión de proyectos	2 - Repetible
Procesos Orientados Organizacionales (OPF)	Gestión de procesos	1 - Inicial
Rendimiento de Procesos Organizacionales (OPP)	Gestión de procesos	3 - Definido
Solución Técnica (TS)	Ingeniería	2 - Repetible
Validación (VAL)	Ingeniería	2 - Repetible
Verificación (VER)	Ingeniería	2 - Repetible
Análisis Global del proceso		2 - Repetible

Tabla 10 - Análisis del octavo proceso

Ahora que ya se posee una información específica de cada uno de los procesos, a continuación se pasa a evaluar el estado general del que parte el proyecto de montaje de ambientadores de coche.

A cada estatus obtenido de cada proceso, se le va a asignar una categoría dependiendo del grado de evolución en el que se encuentre y de la necesidad de mejora que se le tenga que realizar. Las categorías de mejora se han dividido en; "urgente", para los procesos que necesiten de intervención inmediata porque son muy deficientes en varios aspectos, "a considerar", serán los que necesiten algún tipo de intervención aunque ya tienen una base sólida definida, y por último "despreciable", que serán aquellos procesos que se puedan mejorar aunque no será necesario centrarse en ellos porque ya tienen un funcionamiento muy aceptable.

PROYECTO DE AMBIENTADORES DE COCHE		
Proceso	Categoría de la mejora	Nivel de madurez actual
1. MONTAJE DEL TAPÓN	URGENTE	2 - Repetible
2. ETIQUETADO DE BOTELLAS	URGENTE	2 - Repetible
3. ETIQUETADO DE CAJA EXPOSITORA	URGENTE	2 - Repetible
4. LLENADO	A CONSIDERAR	3 - Definido
5. TAPONADO	URGENTE	2 - Repetible
6. ETIQUETADO DE LOTE INDIVIDUAL	A CONSIDERAR	3 - Definido
7. ENCAJADO INDIVIDUAL	URGENTE	2 - Repetible
8. ENCANJADO EXPOSITOR	URGENTE	2 - Repetible
Análisis Global del proyecto		2 - Repetible

Tabla 11 - Análisis del proyecto de montaje de ambientadores

Con este análisis general, ya se sabe el punto inicial en el que se encuentra el proyecto de fabricación de ambientadores. Ahora, la tarea a realizar en el proyecto, consistirá en mejorar cada uno de los procesos hacia el siguiente nivel evolutivo de madurez, y en caso de que se progresen adecuadamente los suficientes procesos, se obtendría como consecuencia una evolución del estado de madurez global del proyecto.

5.7. Análisis de los procesos y grupos de materias mediante el PMBOK/ ISO 21.500

A partir de ahora se centrarán los esfuerzos en obtener un diagnóstico de los subprocesos, que es de lo que trata la segunda fase de esta investigación.

Partiendo de los resultados obtenidos con el método de capacidad y madurez, los cuales nos indican en que partes de los procesos tenemos que centrar nuestra atención, realizaremos otro análisis, pero esta vez se emplearan las directrices del PMBOK/ISO 21500 para este propósito.

Los resultados que obtengamos, valdrán para saber a que tipo de subprocesos se deben de introducir mejoras para modificarlos y a que materias tienen que afectar las implementaciones que se implanten posteriormente.

1. MONTAJE DEL TAPÓN		
Procesos PMBOK/ISO 21500	Materias	Acción
Desarrollo de acta de constitución de proyecto	Integración	-
Desarrollo de planes de proyecto	Integración	-
Dirigir trabajo de proyecto	Integración	-
Controlar el trabajo de proyecto	Integración	Mejorable
Control de cambios	Integración	Mejorable
Cerrar la fase del proyecto	Integración	-
Recopilar lecciones aprendidas	Integración	Mejorable
Identificar partes interesadas	Parte interesada	-
Gestionar partes interesadas	Parte interesada	-
Definir alcance	Alcance	-
Crear estructura de desglose de trabajo	Alcance	Mejorable
Definir actividades	Alcance	Mejorable
Controlar alcance	Alcance	-
Establecer el equipo de trabajo	Recursos	-
Estimar los recursos	Recursos	-
Definir organización del proyecto	Recursos	Mejorable
Desarrollar equipo de proyecto	Recursos	-
Controlar los recursos	Recursos	Mejorable
Gestionar el equipo de proyecto	Recursos	-
Secuenciar las actividades	Tiempo	Mejorable
Estimar la duración de actividades	Tiempo	-
Desarrollar el cronograma	Tiempo	Mejorable
Controlar el cronograma	Tiempo	Mejorable
Estimar costos	Costo	-
Desarrollar el presupuesto	Costo	-
Controlarlos costos	Costo	-
Identificar riesgos	Riesgo	Mejorable
Evaluar riesgos	Riesgo	Mejorable
Tratar los riesgos	Riesgo	Mejorable
Controlar los riesgos	Riesgo	Mejorable
Planificar la calidad	Calidad	-
Realizar aseguramiento de la calidad	Calidad	-
Realizar control de la calidad	Calidad	-
Planificar adquisiciones	Adquisiciones	-
Seleccionar proveedores	Adquisiciones	-
Administrar los contratos	Adquisiciones	-
Planificar las comunicaciones	Comunicaciones	Mejorable
Distribuir la información	Comunicaciones	Mejorable
Gestionar las comunicaciones	Comunicaciones	Mejorable

Tabla 12 - Diagnostico del primer proceso

2. ETIQUETADO DE BOTELLAS		
Procesos PMBOK/ISO 21500	Materias	Acción
Desarrollo de acta de constitución de proyecto	Integración	-
Desarrollo de planes de proyecto	Integración	Mejorable
Dirigir trabajo de proyecto	Integración	Mejorable
Controlar el trabajo de proyecto	Integración	Mejorable
Control de cambios	Integración	Mejorable
Cerrar la fase del proyecto	Integración	-
Recopilar lecciones aprendidas	Integración	Mejorable
Identificar partes interesadas	Parte interesada	-
Gestionar partes interesadas	Parte interesada	-
Definir alcance	Alcance	Mejorable
Crear estructura de desglose de trabajo	Alcance	Mejorable
Definir actividades	Alcance	Mejorable
Controlar alcance	Alcance	Mejorable
Establecer el equipo de trabajo	Recursos	-
Estimar los recursos	Recursos	Mejorable
Definir organización del proyecto	Recursos	-
Desarrollar equipo de proyecto	Recursos	Mejorable
Controlar los recursos	Recursos	Mejorable
Gestionar el equipo de proyecto	Recursos	-
Secuenciar las actividades	Tiempo	Mejorable
Estimar la duración de actividades	Tiempo	Mejorable
Desarrollar el cronograma	Tiempo	Mejorable
Controlar el cronograma	Tiempo	Mejorable
Estimar costos	Costo	Mejorable
Desarrollar el presupuesto	Costo	Mejorable
Controlarlos costos	Costo	Mejorable
Identificar riesgos	Riesgo	Mejorable
Evaluar riesgos	Riesgo	Mejorable
Tratar los riesgos	Riesgo	Mejorable
Controlar los riesgos	Riesgo	Mejorable
Planificar la calidad	Calidad	Mejorable
Realizar aseguramiento de la calidad	Calidad	Mejorable
Realizar control de la calidad	Calidad	Mejorable
Planificar adquisiciones	Adquisiciones	Mejorable
Seleccionar proveedores	Adquisiciones	-
Administrar los contratos	Adquisiciones	-
Planificar las comunicaciones	Comunicaciones	Mejorable
Distribuir la información	Comunicaciones	Mejorable
Gestionar las comunicaciones	Comunicaciones	Mejorable

Tabla 13 - Diagnostico del segundo proceso

3. ETIQUETADO DE CAJA EXPOSITORA		
Procesos PMBOK/ISO 21500	Materias	Acción
Desarrollo de acta de constitución de proyecto	Integración	-
Desarrollo de planes de proyecto	Integración	-
Dirigir trabajo de proyecto	Integración	-
Controlar el trabajo de proyecto	Integración	Mejorable
Control de cambios	Integración	-
Cerrar la fase del proyecto	Integración	-
Recopilar lecciones aprendidas	Integración	-
Identificar partes interesadas	Parte interesada	-
Gestionar partes interesadas	Parte interesada	-
Definir alcance	Alcance	-
Crear estructura de desglose de trabajo	Alcance	-
Definir actividades	Alcance	-
Controlar alcance	Alcance	-
Establecer el equipo de trabajo	Recursos	-
Estimar los recursos	Recursos	Mejorable
Definir organización del proyecto	Recursos	-
Desarrollar equipo de proyecto	Recursos	-
Controlar los recursos	Recursos	Mejorable
Gestionar el equipo de proyecto	Recursos	-
Secuenciar las actividades	Tiempo	Mejorable
Estimar la duración de actividades	Tiempo	-
Desarrollar el cronograma	Tiempo	Mejorable
Controlar el cronograma	Tiempo	Mejorable
Estimar costos	Costo	-
Desarrollar el presupuesto	Costo	-
Controlarlos costos	Costo	-
Identificar riesgos	Riesgo	Mejorable
Evaluar riesgos	Riesgo	Mejorable
Tratar los riesgos	Riesgo	Mejorable
Controlar los riesgos	Riesgo	Mejorable
Planificar la calidad	Calidad	Mejorable
Realizar aseguramiento de la calidad	Calidad	Mejorable
Realizar control de la calidad	Calidad	Mejorable
Planificar adquisiciones	Adquisiciones	-
Seleccionar proveedores	Adquisiciones	-
Administrar los contratos	Adquisiciones	-
Planificar las comunicaciones	Comunicaciones	-
Distribuir la información	Comunicaciones	-
Gestionar las comunicaciones	Comunicaciones	-

Tabla 14 - Diagnostico del tercer proceso

4. LLENADO		
Procesos PMBOK/ISO 21500	Materias	Acción
Desarrollo de acta de constitución de proyecto	Integración	-
Desarrollo de planes de proyecto	Integración	-
Dirigir trabajo de proyecto	Integración	-
Controlar el trabajo de proyecto	Integración	Mejorable
Control de cambios	Integración	-
Cerrar la fase del proyecto	Integración	-
Recopilar lecciones aprendidas	Integración	Mejorable
Identificar partes interesadas	Parte interesada	-
Gestionar partes interesadas	Parte interesada	-
Definir alcance	Alcance	-
Crear estructura de desglose de trabajo	Alcance	-
Definir actividades	Alcance	-
Controlar alcance	Alcance	-
Establecer el equipo de trabajo	Recursos	-
Estimar los recursos	Recursos	-
Definir organización del proyecto	Recursos	-
Desarrollar equipo de proyecto	Recursos	-
Controlar los recursos	Recursos	-
Gestionar el equipo de proyecto	Recursos	-
Secuenciar las actividades	Tiempo	-
Estimar la duración de actividades	Tiempo	Mejorable
Desarrollar el cronograma	Tiempo	-
Controlar el cronograma	Tiempo	-
Estimar costos	Costo	-
Desarrollar el presupuesto	Costo	-
Controlarlos costos	Costo	-
Identificar riesgos	Riesgo	Mejorable
Evaluar riesgos	Riesgo	Mejorable
Tratar los riesgos	Riesgo	Mejorable
Controlar los riesgos	Riesgo	Mejorable
Planificar la calidad	Calidad	Mejorable
Realizar aseguramiento de la calidad	Calidad	Mejorable
Realizar control de la calidad	Calidad	Mejorable
Planificar adquisiciones	Adquisiciones	-
Seleccionar proveedores	Adquisiciones	-
Administrar los contratos	Adquisiciones	-
Planificar las comunicaciones	Comunicaciones	Mejorable
Distribuir la información	Comunicaciones	Mejorable
Gestionar las comunicaciones	Comunicaciones	Mejorable

Tabla 15 - Diagnostico del cuarto proceso

5. TAPONADO		
Procesos PMBOK/ISO 21500	Materias	Acción
Desarrollo de acta de constitución de proyecto	Integración	Mejorable
Desarrollo de planes de proyecto	Integración	Mejorable
Dirigir trabajo de proyecto	Integración	Mejorable
Controlar el trabajo de proyecto	Integración	Mejorable
Control de cambios	Integración	-
Cerrar la fase del proyecto	Integración	-
Recopilar lecciones aprendidas	Integración	Mejorable
Identificar partes interesadas	Parte interesada	-
Gestionar partes interesadas	Parte interesada	-
Definir alcance	Alcance	-
Crear estructura de desglose de trabajo	Alcance	-
Definir actividades	Alcance	-
Controlar alcance	Alcance	-
Establecer el equipo de trabajo	Recursos	-
Estimar los recursos	Recursos	Mejorable
Definir organización del proyecto	Recursos	-
Desarrollar equipo de proyecto	Recursos	-
Controlar los recursos	Recursos	Mejorable
Gestionar el equipo de proyecto	Recursos	-
Secuenciar las actividades	Tiempo	Mejorable
Estimar la duración de actividades	Tiempo	Mejorable
Desarrollar el cronograma	Tiempo	-
Controlar el cronograma	Tiempo	-
Estimar costos	Costo	Mejorable
Desarrollar el presupuesto	Costo	Mejorable
Controlarlos costos	Costo	Mejorable
Identificar riesgos	Riesgo	Mejorable
Evaluar riesgos	Riesgo	Mejorable
Tratar los riesgos	Riesgo	Mejorable
Controlar los riesgos	Riesgo	Mejorable
Planificar la calidad	Calidad	-
Realizar aseguramiento de la calidad	Calidad	-
Realizar control de la calidad	Calidad	-
Planificar adquisiciones	Adquisiciones	-
Seleccionar proveedores	Adquisiciones	-
Administrar los contratos	Adquisiciones	-
Planificar las comunicaciones	Comunicaciones	Mejorable
Distribuir la información	Comunicaciones	Mejorable
Gestionar las comunicaciones	Comunicaciones	Mejorable

Tabla 16 - Diagnostico del quinto proceso

6. ETIQUETADO DE LOTE INDIVIDUAL		
Procesos PMBOK/ISO 21500	Materias	Acción
Desarrollo de acta de constitución de proyecto	Integración	Mejorable
Desarrollo de planes de proyecto	Integración	Mejorable
Dirigir trabajo de proyecto	Integración	Mejorable
Controlar el trabajo de proyecto	Integración	Mejorable
Control de cambios	Integración	-
Cerrar la fase del proyecto	Integración	-
Recopilar lecciones aprendidas	Integración	Mejorable
Identificar partes interesadas	Parte interesada	Mejorable
Gestionar partes interesadas	Parte interesada	Mejorable
Definir alcance	Alcance	Mejorable
Crear estructura de desglose de trabajo	Alcance	Mejorable
Definir actividades	Alcance	Mejorable
Controlar alcance	Alcance	Mejorable
Establecer el equipo de trabajo	Recursos	-
Estimar los recursos	Recursos	Mejorable
Definir organización del proyecto	Recursos	-
Desarrollar equipo de proyecto	Recursos	-
Controlar los recursos	Recursos	Mejorable
Gestionar el equipo de proyecto	Recursos	-
Secuenciar las actividades	Tiempo	-
Estimar la duración de actividades	Tiempo	Mejorable
Desarrollar el cronograma	Tiempo	-
Controlar el cronograma	Tiempo	-
Estimar costos	Costo	Mejorable
Desarrollar el presupuesto	Costo	Mejorable
Controlarlos costos	Costo	Mejorable
Identificar riesgos	Riesgo	-
Evaluar riesgos	Riesgo	-
Tratar los riesgos	Riesgo	-
Controlar los riesgos	Riesgo	-
Planificar la calidad	Calidad	Mejorable
Realizar aseguramiento de la calidad	Calidad	Mejorable
Realizar control de la calidad	Calidad	Mejorable
Planificar adquisiciones	Adquisiciones	Mejorable
Seleccionar proveedores	Adquisiciones	Mejorable
Administrar los contratos	Adquisiciones	Mejorable
Planificar las comunicaciones	Comunicaciones	-
Distribuir la información	Comunicaciones	-
Gestionar las comunicaciones	Comunicaciones	-

Tabla 17 - Diagnostico del sexto proceso

7. ENCAJADO INDIVIDUAL		
Procesos PMBOK/ISO 21500	Materias	Acción
Desarrollo de acta de constitución de proyecto	Integración	Mejorable
Desarrollo de planes de proyecto	Integración	Mejorable
Dirigir trabajo de proyecto	Integración	Mejorable
Controlar el trabajo de proyecto	Integración	Mejorable
Control de cambios	Integración	-
Cerrar la fase del proyecto	Integración	-
Recopilar lecciones aprendidas	Integración	Mejorable
Identificar partes interesadas	Parte interesada	-
Gestionar partes interesadas	Parte interesada	-
Definir alcance	Alcance	Mejorable
Crear estructura de desglose de trabajo	Alcance	Mejorable
Definir actividades	Alcance	Mejorable
Controlar alcance	Alcance	Mejorable
Establecer el equipo de trabajo	Recursos	-
Estimar los recursos	Recursos	-
Definir organización del proyecto	Recursos	Mejorable
Desarrollar equipo de proyecto	Recursos	-
Controlar los recursos	Recursos	-
Gestionar el equipo de proyecto	Recursos	Mejorable
Secuenciar las actividades	Tiempo	Mejorable
Estimar la duración de actividades	Tiempo	Mejorable
Desarrollar el cronograma	Tiempo	Mejorable
Controlar el cronograma	Tiempo	Mejorable
Estimar costos	Costo	-
Desarrollar el presupuesto	Costo	-
Controlar los costos	Costo	-
Identificar riesgos	Riesgo	-
Evaluar riesgos	Riesgo	-
Tratar los riesgos	Riesgo	-
Controlar los riesgos	Riesgo	-
Planificar la calidad	Calidad	-
Realizar aseguramiento de la calidad	Calidad	-
Realizar control de la calidad	Calidad	-
Planificar adquisiciones	Adquisiciones	-
Seleccionar proveedores	Adquisiciones	-
Administrar los contratos	Adquisiciones	-
Planificar las comunicaciones	Comunicaciones	Mejorable
Distribuir la información	Comunicaciones	Mejorable
Gestionar las comunicaciones	Comunicaciones	Mejorable

Tabla 18 - Diagnostico del séptimo proceso

8. ENCAJADO EXPOSITOR		
Procesos PMBOK/ISO 21500	Materias	Acción
Desarrollo de acta de constitución de proyecto	Integración	-
Desarrollo de planes de proyecto	Integración	-
Dirigir trabajo de proyecto	Integración	-
Controlar el trabajo de proyecto	Integración	Mejorable
Control de cambios	Integración	-
Cerrar la fase del proyecto	Integración	-
Recopilar lecciones aprendidas	Integración	Mejorable
Identificar partes interesadas	Parte interesada	-
Gestionar partes interesadas	Parte interesada	-
Definir alcance	Alcance	-
Crear estructura de desglose de trabajo	Alcance	-
Definir actividades	Alcance	-
Controlar alcance	Alcance	-
Establecer el equipo de trabajo	Recursos	-
Estimar los recursos	Recursos	Mejorable
Definir organización del proyecto	Recursos	Mejorable
Desarrollar equipo de proyecto	Recursos	Mejorable
Controlar los recursos	Recursos	Mejorable
Gestionar el equipo de proyecto	Recursos	Mejorable
Secuenciar las actividades	Tiempo	Mejorable
Estimar la duración de actividades	Tiempo	Mejorable
Desarrollar el cronograma	Tiempo	Mejorable
Controlar el cronograma	Tiempo	Mejorable
Estimar costos	Costo	-
Desarrollar el presupuesto	Costo	-
Controlar los costos	Costo	-
Identificar riesgos	Riesgo	-
Evaluar riesgos	Riesgo	-
Tratar los riesgos	Riesgo	-
Controlar los riesgos	Riesgo	-
Planificar la calidad	Calidad	-
Realizar aseguramiento de la calidad	Calidad	-
Realizar control de la calidad	Calidad	-
Planificar adquisiciones	Adquisiciones	-
Seleccionar proveedores	Adquisiciones	-
Administrar los contratos	Adquisiciones	-
Planificar las comunicaciones	Comunicaciones	Mejorable
Distribuir la información	Comunicaciones	Mejorable
Gestionar las comunicaciones	Comunicaciones	Mejorable

Tabla 19 - Diagnostico del octavo proceso

5.8 Propuesta y determinación de los mecanismos de mejora

A continuación, se determinarán tanto las mejoras comunes para el proyecto en general, como las específicas para cada proceso en particular.

5.8.1 Mejoras comunes para todos los procesos

Las mejoras comunes se han ideado a partir de los procesos que resultan a mejorar repetidos prácticamente en cada uno de los procesos diagnosticados.

- mecanizar y automatizar las partes mas simples y repetitivas de los procesos.
- mejorar comunicación entre el encargado/a de sección y el resto de personal esencial que puede intervenir durante el proyecto (encargado de producción, mecánico, encargado de almacén, carretillero...)
- Unificación y estandarización de sistemas de procesado, o subsistemas de cada proceso.
- mejoras de acuerdos con suministradores y clientes.
- mejora de administrar los procesos en calidad de proceso y acabados más regularmente.
- Cambio de la jornada laboral actual a jornada intensiva o a turnicidad.

5.8.2 Mejoras específicas para cada proceso

Cada una de las mejoras, ha surgido como consecuencia de dar solución a los subprocesos deficientes de cada proceso (subprocesos a mejorar).

Evidentemente, cada una de ellas ha sido adaptada según la materia única y específica que afecta a cada proceso en particular

(ejemplos: cada proceso diferente tendrá un tipo de **riesgo** propio; unos **recursos** únicos de personal, máquinas, herramientas, utensilios...).

Proceso 1, montaje del tapón: Mejoras introducidas el 21 de abril

En el proceso 1, se realizaron modificaciones en el subproceso de introducción del cordón en el orificio de la arandela. En vez de pasar los dos herretes a la vez a través del agujero de la arandela, se pasa el primero, y pegado a este por detrás, el segundo. Con este nuevo método se gana en rapidez y en ergonomía, ya que introducir los dos herretes a la vez provocaba dolor en la yema de los dedos debido a la presión que se tenía que hacer para que consiguiesen pasar porque cabían muy justos por el hueco. El resto de subprocesos se unifican igualmente para todas las trabajadoras con el sistema más rápido detectado en alguna de ellas.



Figura 27 - Cambio de subproceso del cordón

Se realiza un cambio de sistema de fabricación en el proceso 1 de forma general en el montaje del tapón. Anteriormente se montaban de forma integra cada uno de los tapones de 1 en 1.



Figura 28 - Sistema inicial de montaje del tapón

El cambio consiste en realizar los subprocesos en cadena y dividirlos en 2 partes solamente. En la primera, cada operaria realiza la introducción de la espiga en el tapón por tongadas de 145. En la segunda operación se introduce el condón por la espiga, y todo seguido se hace pasar por la arandela con el sistema anteriormente dicho. Después de realizar pruebas de dividirlo en 3 partes, se llegó a la conclusión de que con 2 era suficiente porque independizar la introducción del condón en la arandela, daba más contratiempos por tener que dejar y recoger los materiales de las bandejas, que rapidez del método del proceso de cadena en si. Se hacen en manojos de 145 concretamente, porque son las unidades que contiene cada paquete de cordones (es la división más pequeña de todos sus componentes).



Figura 29 - Nuevo sistema de montaje del tapón

Proceso 1, montaje del tapón: Mejoras introducidas el 28 de abril

Se realizó una programación, nada más empezar el día, de reorganización del puesto de trabajo en la parte de la línea de producción donde se realizaba el montaje del tapón para el ambientador.

En un primer momento el puesto de trabajo no tenía luz directa de las lámparas de tubo que hay sujetas en el techo, si no que estaba bastante desplazado hacia la izquierda de estas. Este es el principal motivo de tener sombras del propio personal sobre la mesa de trabajo. Además, las cajas de almacenaje y la propia mesa de trabajo no tenían la visibilidad adecuada. Fue por eso que el primer cambio consistió en reubicar la mesa y el puesto de trabajo del primer proceso, bajo la línea de luz de las lámparas.

El segundo cambio se completó con una redistribución del almacenaje de los materiales de abastecimiento, utensilios de trabajo y almacenaje de

los productos finalizados, para poder tenerlos alrededor del lugar del trabajo y lo más cerca posible, pensando aun así en la comodidad del trabajador dentro de la zona de trabajo.

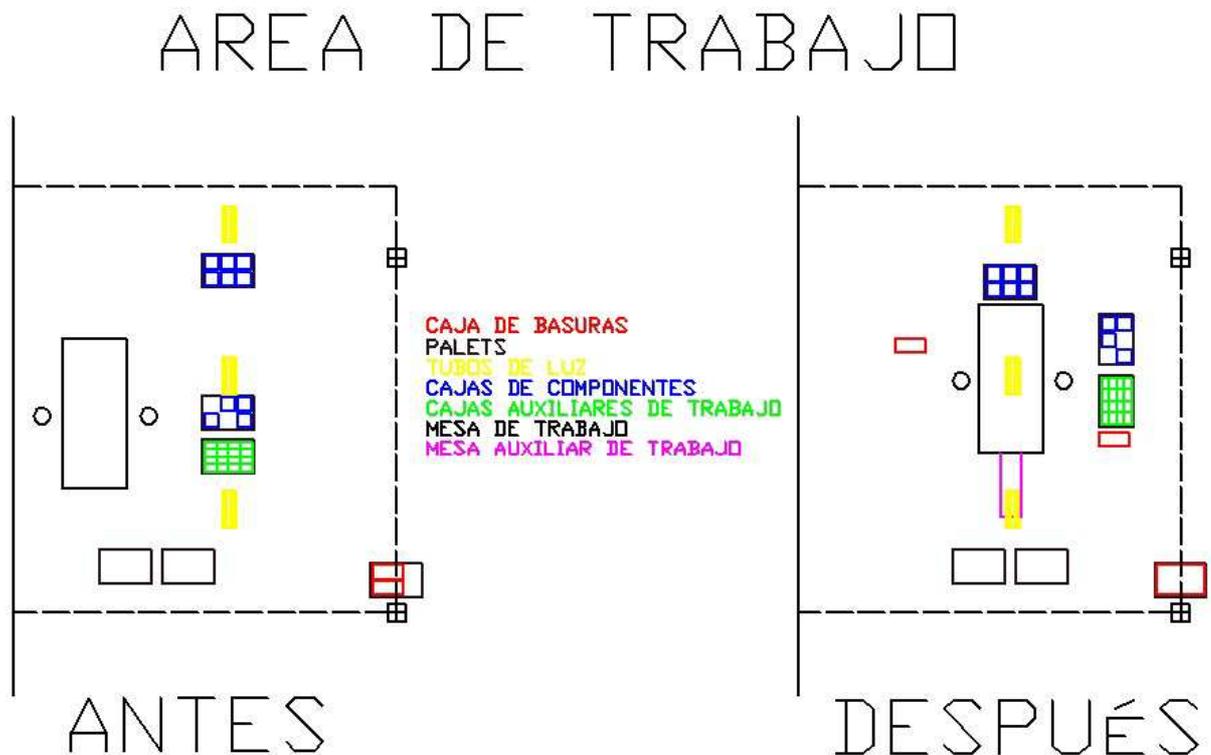


Figura 30 - Plano de distribución de la zona de trabajo

Proceso 2, etiquetado de botellas: Mejoras introducidas el 22 de abril

Dos horas después del inicio del segundo proceso, se puso en práctica la mejora de estandarizar el subproceso de pegado de etiqueta manual más ventajoso para todas las trabajadoras por igual. El sistema descartado consistía en coger los botes en grupos de unos 20 y tumbarlos encima de la mesa de trabajo, pegándoles la etiqueta después. El problema de ello, era que pasaba de tener 2 subprocesos a 3 (depositar en mesa- pegar etiqueta- depositar en caja). Después de realizar unas comprobaciones durante las 2 primeras horas, se determinó que era relativamente más lento que el otro sistema empleado. La alternativa a este, consistía en coger los botes de 1

en 1 directamente de la caja de almacenaje de 220 unidades, colocarle la etiqueta correspondiente, y depositarlo seguidamente en la caja final (pegar etiqueta- depositar en caja). Con el nuevo sistema, lo convertíamos en un proceso tipo "línea de producción" y conseguíamos que resultara más rápida la manipulación.

Proceso 2, etiquetado de botellas: Mejoras introducidas el 25 de abril

Esta mejora consiste en mecanizar totalmente el subproceso de etiquetado. Antes siquiera de empezar el proceso de etiquetado, uno de los primeros subprocesos que se contemplo para ser mecanizado fue el etiquetado de los frascos por su simplicidad. Se tuvo muy en cuenta porque se contaba con una etiquetadora automática de objetos redondos dentro de la empresa, aunque esta, estaba fuera de funcionamiento por problemas mecánicos. Así pues, se derivó al mecánico para que pusiera a punto el aparato cuanto antes y poder introducirlo en la cadena de producción. Por tanto, a partir de este momento cambiaron los pasos del procesado anteriormente mencionados y pasaron a ser los siguientes:

1. Se depositan los frascos de cristal desde las bandejas almacenadas de 220 unidades a la bandeja redonda alimentadora de la etiquetadora.
2. Los frascos pasan sobre una cinta automática que los conduce a través de la etiquetadora.
3. Se etiquetan los frascos.
4. La cinta automática conduce los frascos hasta la bandeja de almacenaje posterior, donde son depositados en el centro.
5. Se recogen los frascos etiquetados y se vuelven a colocar en las bandejas primitivas que venían.



Alimentador de frascos



Sistema de etiquetado central

Figura 31 - Máquina de etiquetado

Con el motivo de mecanizar el sistema de etiquetado, se introdujo a una persona que alimentara y extrajera los frascos de las bandejas. Además de dicha tarea, se le encomendó que realizara una revisión periódica de los frascos terminados como parte de la mejora a incluir. Con esto se conseguiría comprobar cualquier anomalía que pudiera ocasionarse durante el proceso.

Gracias a la revisión de calidad introducida en el proceso, consiguió evitarse un error que podía haberse vuelto fatídico si no se hubiera detectado en un tiempo razonablemente corto. Dicho error consistía en que el mecánico introdujo del revés el royo completo de las etiquetas en la maquina, con lo cual se etiquetaron cabeza abajo alrededor de 440 unidades.



Figura 32 - Defecto de etiquetado

Proceso 3, etiquetado de caja expositora: Mejoras introducidas el 3 de mayo

Las mejoras introducidas para este proceso fueron fundamentalmente; aumento de comodidad en la ergonomía del trabajo, ya que los utensilios se ajustaron en orientación y cercanía de forma fija para cada una de las operarias; se reorganizó el lugar de trabajo y se estudiaron los lugares/zonas más adecuadas para tener a mano los materiales de suministro o desecharlos. De esta manera se recortaron en gran medida los desplazamientos y actividades innecesarias y repetitivas. Por último, se implementó el lugar de trabajo con algunos útiles que se necesitaban para completar las dos mejoras anteriormente mencionadas. Algunos de ellos eran: bandejas auxiliares para ajustar alturas de suministros, papeleras independientes para cada operaria y dispensadores adaptados para cada tipo de etiqueta.



Figura 33 - Estado inicial del proceso



Figura 34 - Prueba de mejoras intermedias durante el proceso



Figura 35 - Sistema final del etiquetado

La opción de colocar el dispensador en el suelo y que el rollo de etiquetas pasara a través de las rendijas de la mesa de trabajo fue desechado y mejorado debido a que había problemas con el royo cuando subía desde el dispensador hasta la mesa. Este sistema daba lugar a nudos y roscas en las tiras de etiquetas que con el tiempo aumentaban de tamaño hasta formar atasco en la rendija e impedir el desplazamiento de la misma.

El nuevo sistema de trabajo se ideó a partir de los sistemas dispensadores de papel industrial para limpieza y de las pistolas dispensadoras de celofán, aunque adaptados directamente al puesto de trabajo, a las condiciones del mismo y a las necesidades de volumen de rollo de etiquetas y su anchura/volumen.

Tras comprobar la eficacia del sistema de los dispensadores de etiquetas en conjunto con la papelera, se decidió incorporarlo a todos los procesos posteriores que tuvieran algún tipo de etiquetado en los artículos, y que además, se personalizaran según el tamaño y forma de cada royo.

Proceso 4, llenado: Mejoras introducidas antes del inicio

En un principio, el llenado de las botellas iba a ser con una simple jeringuilla estándar regulada a 7 ml. Antes de comenzar el proceso se decidió implementar este utensilio con un sistema de autollenado, para tener que reducir a la mitad el número de subprocesos (recarga de jeringuilla en bidón - descarga de jeringuilla en frasco). Para ello se compró una jeringuilla nueva inoxidable regulable de 0 a 10 ml y un utensilio auxiliar de autorecarga para jeringuillas. Cada vez que se realiza un llenado de frasco, la misma jeringuilla se recarga al volver al sitio inicial su gatillo.

También se implanto un sistema de supervisión de calidad para el llenado de botellas. Este consiste en comprobar 1 a 1 todas las unidades de la primera bandeja rellena de cada día, para evitar infiltraciones de materias y/o colores no deseados que hayan quedado depositados en la manguera o en el bidón de suministro y se hayan transferido al líquido durante el reposo de la noche. En todo caso se revisaran las primeras unidades llenadas después de cualquier cambio de fragancia del líquido ambientador o del desmontaje para la limpieza periódica de la jeringuilla. Con este sistema se detectaron errores como los que se muestran a continuación:



Figura 36 - Unidades desechadas por depósitos de impurezas en el líquido ambientador durante la noche



Figura 37 - Unidades desechadas por mezcla de líquidos durante el cambio de fragancia en la jeringuilla

Proceso 5, taponado: Mejoras introducidas el 5 de mayo

Durante este proceso, nos vimos en la obligación de introducir una mejora en ergonomía del operario rápidamente, ya que las operarias resultaban seriamente perjudicadas en las manos por culpa del tipo de manipulación. La causa fue por presionar con excesiva fuerza con los dedos para poder introducir los obturadores en los frascos, durante un largo periodo de tiempo. Para su solución, se introdujo el utensilio del mazo de goma. Al tener la ventaja de ser un martillo acolchado con goma, evita el riesgo de romper las botellas de cristal al golpear los obturadores con el mismo, y así, imitar el sistema de clavar clavos.

Durante las primeras pruebas realizadas con el mazo, se implementó el sistema añadiendo una cuña de madera con una dimensión muy específica, escogida por testeos de entre varios tipos de cuñas con espesores y dimensiones variables. Con esta tabla utilizada, se consigue un rendimiento óptimo entre superficie de taponado y calidad del acabado, sin tener que realizar excesivas comprobaciones ni golpes para taponar adecuadamente.

La idea de este sistema de trabajo se traspasó desde el método de trabajo existente de la obra para chapar y nivelar azulejos al suelo y paredes, ya que lo que se intenta es que todos los obturadores queden cerrados por igual y se pueda comprobar en su superficie.

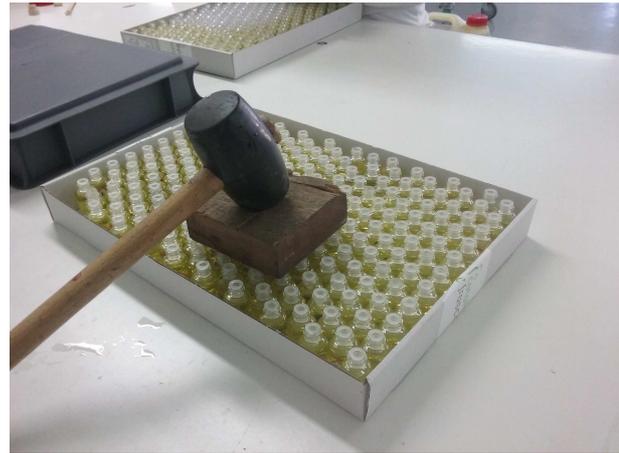
También se pusieron a disposición de las operarias bandejas auxiliares en el área de trabajo para acondicionar el lugar de trabajo de llenado y taponado a sus requerimientos.



Figura 38 - Bandejas auxiliares para la acomodación según la altura de trabajo de cada operaria



Incorporación de maza



Maza + cuña de madera

Figura 39 - Evolución de las mejoras del taponado

Proceso 5, taponado: Mejoras introducidas posteriormente al presente estudio

Otro de los subprocesos que se planteo para automatizar, fue el taponado automático mediante prensa hidráulica. Esta maquina fue instalada posteriormente al estudio por no considerarse un proceso excesivamente relevante ni mayormente eficaz, con lo que respecta a la mejora de tiempos de producción, ya que la puesta de tapones seguiría haciéndose a mano. Por este motivo se pospuso su acondicionamiento y se asigno al mecánico de la fábrica para tareas más imperativas.

La maquina utilizada está compuesta básicamente de dos plataformas rígidas que se aproximan por accionamiento hidráulico de la parte superior, mientras que la inferior permanece fija. Se le ha añadido un apoyo inferior flexible para impedir que parta los frascos de cristal por exceso de presión de la prensa.

No se ha contemplado en los cálculos de mejoras por no haber podido obtener datos durante el tiempo de seguimiento de los procesos y de los operarios en la fabricación del primer lote de 14.000 unidades. Aunque se tendrá en cuenta como mejora a estudiar en un futuro, ya que se presentó y desarrolló durante la fase previa de análisis de procesos y madurez.



Figura 40 - Prensa hidráulica para el taponado

Proceso 6, etiquetado individual de lote: Mejoras introducidas posteriormente al presente estudio.

El tercer aparato que se considero para introducirlo como mejora en la cadena de montaje, fue la loteadora automática. Este aparato consiste en una cinta transportadora y una maquina de diseño e impresión con pantalla y teclado, que además, lleva incorporado un brazo mecánico. Dicho brazo actúa como manguera, y es el que realiza el marcado mediante un chorro de tinta debidamente dosificado. Los distintos sensores acoplados al brazo son los que dan las órdenes de los lugares en los que hay que realizar la impresión.

Esta máquina no se implementó antes debido al cambio de ejecución del presente proceso, ya que pasó de pegarse una etiqueta de loteado, a ser impreso con tinta directamente sobre la caja individual de cartón. Para poder cambiarlo, primero se debía de llegar a un acuerdo con el cliente para que aprobara esta permuta, ya que repercutiría directamente sobre el acabado final del producto. Además se debían de renegociar los términos y condiciones del proceso porque al cliente se le iba a quitar un material esencial, para su producto, por lo que le resultaría más barato. Por contra, la empresa debe realizar gastos extraordinarios en tinta y mantenimiento de la máquina. Por estas dos razones, se llegó al consenso de pasar los gastos de las etiquetas del cliente, directamente a nuestra empresa como pago por ese sobrecoste en materiales.

Con la introducción de este aparato, se mejora en ergonomía al trabajador, ya que el equipo se puede colocar a la altura confortable de la persona que valla a estar al cargo y la tarea a realizar queda reducida a una acción muy simple. Por consiguiente, los subprocesos quedan reducidos de tres (recoger cajas en tongadas-pegar etiqueta- dejar en bandeja) a solamente uno (dejar cajas en la cinta transportadora), con lo que la reducción de tiempo de este proceso es mucho más que considerable.

Aun así, no se va a tener en cuenta en los cálculos actuales de procesos y sistemas, ya que no se instaló hasta el segundo lote de 14.000 unidades, pero sí que formara parte del estudio de mejoras a incorporar, porque se tuvo en cuenta desde un principio.



Loteado por chorro de tinta



Sistema de funcionamiento

Figura 40 - Loteadora

Proceso 7-8, encajado individual y caja expositora: Mejoras introducidas el 6 de mayo

El proceso de encajado individual, fue mejorado con la aplicación de un sistema muy esencial. Consistió en la unificación de los métodos de montaje que tenía cada una de las 3 operarias. Después de un día de seguimiento de cada una de ellas, se documentó el mejor de los sistemas y fueron estandarizados para todas las trabajadoras por igual. El método elegido consistía en realizar el encajado individual e ir colocando de uno en uno los ambientadores de manera individual directamente en el interior de la caja expositora hasta ser completada, por lo cual pasaba a ser un sistema unificado (dos subprocesos convertidos en uno). El sistema desechado consistía en realizar el encajado individual de unos 60 ambientadores, para posteriormente encajarlos a la vez en 5 cajas expositoras, por lo que pasaba a convertirse en un sistema de línea de montaje. El problema de este último residía en que ocupaban mucho espacio las cajas individuales y había un menor orden en la mesa de trabajos, en consecuencia, la

maniobrabilidad de las trabajadoras aumentaba (menor confortabilidad) y hacia aumentar los tiempos de estos subprocesos.

Para la siguiente mitad del proceso se estandarizó justamente el sistema contrario; la fabricación en línea. Este sistema se aplicaba en las acciones consistentes en cerrar la caja expositora, precintarla, pegarle la etiqueta DUN de identificación del producto y paletizarla. El sistema de trabajo escogido fue el de línea de producción por ser más adecuado, y consecuentemente, desechado el sistema de unificación de subprocesos. Cada vez que se rellenaba una caja expositora con las 12 cajas individuales, se dejaba alrededor de la zona de trabajo y se pasaba a la siguiente. Así iban amontonando las cajas hasta que llenaban el resto de hueco libre en la mesa de trabajo. Posteriormente se cerraban y precintaban todas a la vez. Por último, se etiquetaban y se paletizaban de manera conjunta. Para dar mayor rendimiento al sistema, se reorganizaron los materiales y suministros que había encima de las mesas de trabajo. Los elementos no esenciales, auxiliares o materias primas, se quitaron del centro de la zona de trabajo para dejar más sitio a las cajas expositoras semielaboradas. También se implantó un nuevo sistema de acumulado de cajas expositoras que además de almacenarlas en plano, mediante el cerrado de parte de las solapas, se acumulaban en sentido vertical haciendo pilas de cajas, sin tener riesgo de caídas y sin realizar ningún subproceso extra que consuma tiempo. De esta manera hay una menor cantidad de cambios de unos subprocesos a otros, ya que contaban con un mayor volumen de cajas semielaboradas puestas a punto para el siguiente paso en su elaboración.



Figura 41 - Montaje en línea de producción y almacenado en horizontal



Figura 42 - Montaje estandarizado



Figura 43 - Almacenado en horizontal y vertical

Proceso 7-8, encajado individual y caja expositora: Mejoras introducidas el 9 de mayo

Al día siguiente de la mejora anterior, se implementó de nuevo el proceso de encajado. Esta nueva mejora consta de dos partes fundamentales.

La primera de ellas consiste en reorganizar la mesa de trabajo de los dos subprocesos principales que se llevan a cabo; el encajado individual-colectivo, y el cerrado-paletizado. Se definieron claramente dos áreas separativas la una de la otra para que no interfiriesen las herramientas, los lugares de trabajo, ni los materiales utilizados para fabricar.

La parte interior de la mesa (alrededor del 80% de mesa) se siguió utilizando para la primera parte del proceso (almacenar, encajado individual, encajado expositor y almacenaje del producto semiacabado), tal y como se define en la mejora del día anterior. Las dos esquinas de mesa (alrededor

del 20% de la superficie) se pasó a utilizar para la segunda parte (almacenado expositor, cerrado, precintado, etiquetado DUN y paletizado).

La segunda parte del proceso se mejoró mediante la reorganización del entorno de trabajo. Los palets de almacenaje de materias primas se han colocado estratégicamente en una de las cabezas de la mesa y se han unificado todas las materias primas que van a ser utilizadas a lo largo este proceso en el mismo punto. De este modo no se perderán tiempos de traslado de materiales hasta la mesa. En segundo lugar, se han colocado los utensilios que se utilizan constantemente para cada una de las unidades a fabricar al lado de cada operaria para evitar desplazamientos innecesarios (precintadora, cutex, dispensadores, cajas auxiliares...). Así mismo, también se han incluido en este mismo sitio las materias primas que son de necesidad inmediata para la fabricación (cajas unitarias, cajas expositoras, tapones y frascos). Por último, se han colocado los palets, en los que se van a depositar los artículos terminados, justo detrás de la parte de la mesa de trabajo reservada para el finalizado del encajado (precintado y etiquetado DUN).

Tras realizar estos cambios, se añadieron mejoras mencionadas anteriormente como dispensador de etiquetas personalizado, según tamaño necesario, cajas auxiliares para la ergonomía de la altura de trabajo y altura de suministro de materias primas.

Con esta nueva distribución tendremos un lugar de trabajo más compacto, más ágil, razonadamente mejor organizado y con una dirección de procesado de un único sentido bien definido.



Figura 44 - Organización inicial



Figura 45 - Organización redistribuida



Figura 46 - Zona de acabado de expositores



Figura 47 - Utensilios y materias primas de primera necesidad

5.9 Datos recabados sobre los trabajos del proyecto

La línea de montaje para cosméticos fue creada en Febrero del 2016. Esta cadena de montaje estaba destinada expresamente para proyectos de ambientadores, colonias y perfumes de todo tipo.

El proyecto de fabricación y montaje de ambientadores de coche de fragancias varias, fue testado durante todo el mes de febrero y marzo. Con ello se consiguieron los primeros tiempos estimados para cada proceso, así como la mejora de tiempo objetivo mínima a conseguir y la progresión estimada por la curva de aprendizaje.

La iniciación del estudio tuvo comienzo el día 18 de abril del presente año, aunque en las semanas previas a este día, ya se habían realizado algunas visitas de toma de contacto con los que iban a ser los posibles proyectos a estudiar. Entre todos ellos, se eligió el que más posibilidades ofrecía frente a mejoras, y el que mayor número de procesos diferentes desempeñaba en su desarrollo.

El primer día de trabajo, solamente se dedicó a tareas de observación de la zona de trabajo, a recabar documentación e información acerca del proyecto y a conocer el personal que iba a intervenir. En el transcurso de este día, la empresa, solamente hizo preparativos para la puesta a punto de los primeros puestos de trabajo que iban a ocupar los procesos, por lo tanto, no se dio el inicio como tal de fabricación.

El día 19 de abril a las 8:00 de la mañana se empezó con el arranque del primer proceso: fabricación del tapón. El lote de fabricación de 14.000 unidades de ambientadores de fragancia frutos rojos, fue finalizado el 20 de mayo del 2016, y con ello se dio por finalizo el recabado de datos para nuestros cálculos.

Durante el transcurso de este proyecto, se comprobará que intervienen de forma muy variada 3 operarias como personal de fabricación para esta sección, en donde realizan manipulación y ensamblaje de

materias primas y/o productos semielaborados. Ellas son; Salomé (denominada trabajadora 1), Marisa (denominada trabajadora 2) y Verónica (denominada trabajadora 3)

Nuestro personal de fabricación tiene una jornada laboral de 8 horas diarias que lo conforman: de 8:00 a 10:00, de 10:30 a 14:00 y de 15:00 a 17:30; parando a almorzar y a comer durante los dos descansos respectivamente. Este horario comprende como días laborables desde el lunes hasta el viernes (excepto festivos), con un total de 40 horas semanales.

Cabe mencionar que algunas veces, no se dedica el día completo a la misma fabricación o al mismo proceso, si no que va variando de proyecto, dependiendo de las necesidades de entrega parciales de cada uno de ellos.

A continuación, se presentará el cronograma laboral realizado por cada persona en el proyecto de estudio. Este está dividido por cada día diferente trabajado. En él, se especifica el tipo de producción realizada y las horas totales dedicadas durante ese día. Según los datos recabados por los partes de trabajo y nuestro propio seguimiento, partimos con la siguiente información:

PRODUCCIÓN	FECHA	HORAS TR1 (SALOMÉ)
TAPON	19/04/2016	4,00
TAPON	20/04/2016	8,00
TAPON	21/04/2016	5,50
ETIQ. BOT.	22/04/2016	4,00
ETIQ. BOT.	25/04/2016	0
ETIQ. BOT.	26/04/2016	0
TAPON	27/04/2016	4,00
TAPON	28/04/2016	8,00
TAPON	29/04/2016	8,00
TAPON	02/05/2016	8,00
TAPON / ETIQ CAJA EXPO.	03/05/2016	5,5 / 0
TAPON / LLENADO / TAPONADO	04/05/2016	2,66 / 0 / 0
ETIQ LOTE / ENCAJADO / LLENADO / TAPONADO	05/05/2016	6 / 2 / 0 / 0
ETIQ LOTE / ENCAJADO	06/05/2016	0 / 8
ETIQ LOTE / ENCAJADO	09/05/2016	0 / 8
ENCAJADO	10/05/2016	8
LLENADO / TAPONADO / ENCAJADO	11/05/2016	0 / 0 / 8
LLENADO / TAPONADO / ENCAJADO	12/05/2016	0 / 0 / 8
ETIQ LOTE	13/05/2016	0
	16/05/2016	0
ENCAJADO	17/05/2016	8
ENCAJADO	18/05/2016	4
ENCAJADO	19/05/2016	8
ENCAJADO	20/05/2016	4,07

Tabla 20 - Cronograma laboral de la operaria 1

PRODUCCIÓN	FECHA	HORAS TR2 (MARISA)
TAPON	19/04/2016	4,00
TAPON	20/04/2016	8,00
TAPON	21/04/2016	5,50
ETIQ BOT.	22/04/2016	4,00
ETIQ BOT.	25/04/2016	0
ETIQ BOT.	26/04/2016	0
TAPON	27/04/2016	4,00
TAPON	28/04/2016	8,00
TAPON	29/04/2016	0,00
TAPON	02/05/2016	8,00
TAPON / ETIQ CAJA EXPO.	03/05/2016	0 / 4,11
TAPON / LLENADO / TAPONADO	04/05/2016	2,66 / 2,77 / 2,48
ETIQ LOTE / ENCAJADO / LLENADO / TAPONADO	05/05/2016	0 / 0 / 4,75 / 3,25
ETIQ LOTE / ENCAJADO	06/05/2016	7 / 0
ETIQ LOTE / ENCAJADO	09/05/2016	6 / 0
ENCAJADO	10/05/2016	8
LLENADO / TAPONADO / ENCAJADO	11/05/2016	2,7 / 1,8 / 0
LLENADO / TAPONADO / ENCAJADO	12/05/2016	0,61 / 0,41 / 0
ETIQ LOTE	13/05/2016	6,43
	16/05/2016	0
ENCAJADO	17/05/2016	0
ENCAJADO	18/05/2016	0
ENCAJADO	19/05/2016	0
ENCAJADO	20/05/2016	0

Tabla 21 - Cronograma laboral de la operaria 2

PRODUCCIÓN	FECHA	HORAS TR3 (VERO)
TAPON	19/04/2016	0
TAPON	20/04/2016	0
TAPON	21/04/2016	0
ETIQ BOT.	22/04/2016	0
ETIQ BOT.	25/04/2016	8,00
ETIQ BOT.	26/04/2016	3,65
TAPON	27/04/2016	0
TAPON	28/04/2016	0
TAPON	29/04/2016	0
TAPON	02/05/2016	0
TAPON / ETIQ CAJA EXPO.	03/05/2016	0 / 4,11
TAPON / LLENADO / TAPONADO	04/05/2016	0 / 2,77 / 2,48
ETIQ LOTE / ENCAJADO / LLENADO / TAPONADO	05/05/2016	0 / 0 / 4,75 / 3,25
ETIQ LOTE / ENCAJADO	06/05/2016	0 / 8
ETIQ LOTE / ENCAJADO	09/05/2016	0 / 8
ENCAJADO	10/05/2016	8
LLENADO / TAPONADO / ENCAJADO	11/05/2016	2,7 / 1,8 / 0
LLENADO / TAPONADO / ENCAJADO	12/05/2016	0,61 / 0,41 / 0
ETIQ LOTE	13/05/2016	0
	16/05/2016	0
ENCAJADO	17/05/2016	8
ENCAJADO	18/05/2016	4
ENCAJADO	19/05/2016	0
ENCAJADO	20/05/2016	4,07

Tabla 22 - Cronograma laboral de la operaria 3

Ahora, se presentará el cronograma laboral de fabricación realizado diariamente por la totalidad del personal durante el proyecto de estudio. Al igual que el anterior, está dividido por cada día diferente trabajado. En él, se especifica el tipo de producción realizado y la cantidad de unidades procesadas, tanto diarias como totales acumuladas hasta ese mismo día, del mismo tipo.

En amarillo se indica el proceso finalizado durante ese día y la cantidad subrayada son las unidades del lote con las que se da por concluido el proceso.

Según los datos recabados por los partes de trabajo y nuestro propio seguimiento, las producciones han sido las siguientes:

PRODUCCIÓN	FECHA	CANTIDAD DIARIA FABRICADA	CANTIDAD ACUMULADA
TAPON	19/04/2016	786	786
TAPON	20/04/2016	1.693	2.479
TAPON	21/04/2016	1.495	3.974
ETIQ BOT.	22/04/2016	5.613	5.613
ETIQ BOT.	25/04/2016	5.760	11.373
ETIQ BOT.	26/04/2016	2.627	14.000
TAPON	27/04/2016	1.160	5.134
TAPON	28/04/2016	2.570	7.704
TAPON	29/04/2016	1.370	9.074
TAPON	02/05/2016	2.900	11.974
TAPON / ETIQ CAJA	03/05/2016	1.025 / 1.250	12.999 / 1.250
TAPON / LLENADO / TAPONADO	04/05/2016	1.001 / 3.520 / 3.520	14.000 / 3.520 / 3.520
ETIQ LOTE / ENCAJADO / LLENADO / TAPONADO	05/05/2016	2.600 / 120 / 6.160 / 6.160	2.600 / 120 / 9.680 / 9.680
ETIQ LOTE / ENCAJADO	06/05/2016	3.400 / 1.392	6.000 / 1.512
ETIQ LOTE / ENCAJADO	09/05/2016	3.500 / 1.800	9.500 / 3.312
ENCAJADO	10/05/2016	3.024	6.336
LLENADO / TAPONADO / ENCAJADO	11/05/2016	3.520 / 3.520 / 1.056	13.200 / 13.200 / 7.392
LLENADO / TAPONADO / ENCAJADO	12/05/2016	800 / 800 / 1.104	14.000 / 14.000 / 8.496
ETIQ LOTE	13/05/2016	4.500	14.000
	16/05/2016	0	0
ENCAJADO	17/05/2016	2.160	10.656
ENCAJADO	18/05/2016	1.104	11.760
ENCAJADO	19/05/2016	1.104	12.864
ENCAJADO	20/05/2016	1.136	14.000

Tabla 23 - Cronograma de la producción del proyecto

5.10 Pronostico de la aplicación de cada mejora

A lo largo de todo este estudio, se nos ha permitido ir introduciendo libremente la mayoría de las mejoras expuestas en los momentos que se han indicado anteriormente. Parte de ellas se han incorporado en cuanto se ha creído más conveniente, y otras, se han implantado en el momento que las hemos tenido preparadas para su cometido.

En este preciso momento, se reorganizarán todos los datos de los que se dispone (mejoras y cronogramas de trabajo incluidos), y se sacará el cálculo de cada uno de los procesos, implementados y sin implementar, separándolos como partes independientes y constituyentes de todo el proyecto.

Se empezará con el proceso número 1, **el montaje del tapón**. Lo primero es organizar la información de la que se disponía anteriormente y ordenarla según el día de la toma de los datos, el día en que se realizó dicha toma, la cantidad de unidades producidas, las horas totales empleadas cada día y el número de personas que intervinieron en el proceso, tal y como se indica en la siguiente tabla:

DATOS RECABADOS DE INSPECCIÓN Y SEGUIMIENTO				
DIA PRODUCTIVO	FECHA	PRODUCCION TOTAL (u)	TIEMPO (h)	Nº PERSONAS
1	19/04/2016	786	4,00	2
2	20/04/2016	1.693	8,00	2
3	21/04/2016	1.495	5,50	2
4	27/04/2016	1.160	4,00	2
5	28/04/2016	2.570	8,00	2
6	29/04/2016	1.370	8,00	1
7	02/05/2016	2.900	8,00	2
8	03/05/2016	1.025	5,50	1
9	04/05/2016	1.001	2,66	2
TOTAL		14.000		

Tabla 24

A partir de aquí, se empieza calculando las unidades que produjo cada operaria por día:

CALCULO DE PRODUCCIÓN (REAL)			
DIA P.	PRODUCCION TOTAL (u)	Nº PERSONAS	unidades por persona y día
1	786	2	393,0
2	1.693	2	846,5
3	1.495	2	747,5
4	1.160	2	580,0
5	2.570	2	1285,0
6	1.370	1	1370,0
7	2.900	2	1450,0
8	1.025	1	1025,0
9	1.001	2	500,5

Tabla 25

Además, los tiempos trabajados al día se dividen en dos columnas. En la primera permanecen las horas al día trabajadas y en la segunda se pasa a segundos cada uno de los tiempos empleados en el proceso, para posteriores cálculos.

CALCULO DE TIEMPO TRABAJADO		
DIA P.	TIEMPO POR DIA (h)	TIEMPO POR DIA(s)
1	4,00	14.400
2	8,00	28.800
3	5,50	19.800
4	4,00	14.400
5	8,00	28.800
6	8,00	28.800
7	8,00	28.800
8	5,50	19.800
9	2,66	9.576

Tabla 26

Con estos primeros pasos, se puede empezar a sacar la eficiencia de unidades a la hora, fabricadas por cada persona y día. Para ello se toman los datos de la columna de unidades que fabrica cada persona por día y se divide entre las horas totales trabajadas en el mismo (columna izquierda de la tabla 26). No debemos olvidar que en la mayoría de los días, no se

destinan las 8 horas completas al mismo proceso, si no que varían según necesidades de la empresa.

También se calcula la diferencia de unidades producidas por hora con respecto a la toma de datos anterior. De esta forma podemos ir comparando la progresión de mejora que siguen las trabajadoras entre las diferentes tomas de datos.

En el presente estudio, existen diferentes recogidas de datos que pueden ser con diferencia de días o solamente de horas entre ellas, aunque se ha procurado que sean siempre con la misma frecuencia (ya sean días o horas), para que los resultados que se obtengan sean lo más fiables posibles.

Las tomas que aparecen en verde claro en las tablas 27 y 28 (líneas de tomas 3 y 5), son las del momento en que se tomaron datos, y ya había aplicada una nueva mejora, de las descritas y explicadas en el apartado de mecanismos de mejoras a implementar.

Para poder sacar el primer aumento de producción real (en unidades fabricadas), debemos tener en cuenta el dato de cantidad fabricada por persona y hora, que obtuvimos durante los primeros ensayos realizados en los meses anteriores de pruebas y testeos. Para el proceso de fabricación del tapón de madera, partimos de 89,93 unidades por hora, como valor medio base.

CALCULO DE EFICIENCIA (MEDICIONES REALES)		
DIA P.	CANTIDAD POR PERSONA Y HORA REAL	AUMENTO DE PRODUCCIÓN REAL (u)
1	98,25	8,32
2	105,81	7,56
3	135,91	30,10
4	145,00	9,09
5	160,63	15,63
6	171,25	10,63
7	181,25	10,00
8	186,36	5,11
9	188,16	1,79

Tabla 27

De forma paralela, se calculan los tiempos (en segundos) que se tarda en fabricar una unidad de tapón de madera para el ambientador. Aunque esta vez se tomarán los datos de la columna del tiempo por día en segundos (columna azul) y la dividiremos entre las unidades que fabrica cada persona por día.

Como en el caso anterior, también se calcula la diferencia de tiempo existente en segundos, con respecto a la toma de datos anterior. De esta forma podemos ir viendo la progresión de mejora de tiempo que siguen las operadoras entre los diferentes momentos.

Con los resultados que nos de, se puede hacer una estimación del tiempo máximo que va a tardarse en fabricar un determinado número de unidades, por esta razón lo vamos a denominar "calculo de tiempos máximos para plazos de entrega".

En este caso, se va a sacar la primera disminución de tiempo real (en segundos) que se tarda en fabricar una unidad. Para ello debemos tener en cuenta el dato de tiempo de fabricación por unidad, que obtuvimos durante los primeros ensayos realizados en los meses anteriores de pruebas y testeos. Para el proceso de fabricación del tapón de madera, partiremos de 40,03 segundos por unidad, como valor medio base.

CALCULO DE PLAZO DE ENTREGA (MEDICIONES REALES)		
DIA P.	TIEMPO POR UNIDAD REAL (s)	DISMINUCIÓN DE TIEMPO (s)
1	36,64	3,39
2	34,02	2,62
3	26,49	7,53
4	24,83	1,66
5	22,41	2,42
6	21,02	1,39
7	19,86	1,16
8	19,32	0,54
9	19,13	0,18

Tabla 28

Una vez obtenidos ya estos datos en la tabla 28, se pasa a hacer una estimación de los valores más aproximados que podríamos tener en nuestras manos si no se hubiera implementado el proceso con las mejoras propuestas.

Como no tenemos el porcentaje de curva al que esta sometido nuestro proceso, no podemos calcular directamente los valores de la curva de aprendizaje. Por esta razón, se va a realizar una estimación aproximada. Para ello vamos a reemplazar los valores obtenidos anteriormente de "aumento de producción real" del día de introducción de las mejoras (líneas en verde claro), por el valor que resulte de la media del aumento producido en la lectura anterior (sin mejorar) y con la lectura posterior (toma siguiente a la mejora).

CALCULO DE AUMENTO ESTIMADO DE CANTIDAD DE PRODUCCIÓN			
DIA P.	MEJORA DIA ANTERIOR (u)	MEJORA DIA POSTERIOR (u)	MEDIA
3	7,56	9,09	8,33
5	9,09	10,63	9,86

Tabla 29

Como podemos ver en la tabla 29, el valor estimado para el tercer día es de 8,33 unidades más de fabricación por hora, que el día anterior. Este nuevo valor pasará a sustituir a 30,10 en la tabla de cálculo (el real medido durante la fabricación). Con la misma formula, pero aplicada para el quinto día, obtenemos que la mejora de fabricación respecto al día anterior, debería ser 9,86 en vez de 15,63 si no se hubiese aplicado mejora alguna a principio del mismo.

Cuando ya hemos cambiado estos dos valores en la columna de "aumento de producción estimada" en la tabla (el resto de valores permanecen igual ya que son sin mejora), recalcularemos las nuevas cantidades fabricadas por persona y hora "estimadas". Los valores deben cambiar a partir del primer día en que se introduce la primera mejora (en este caso, el día 3), ya que los anteriores permanecen inalterados. Este paso se realiza de forma inversa a como habíamos obtenido la fabricación

real de unidades por persona y hora reales en la tabla anterior, por tanto para hallar dicho valor, hay que sumar la nueva cantidad de aumento de producción a la fabricación por persona y hora del día anterior.

Un ejemplo del cálculo, sería empezando con el día 3. Daría como resultado 114,14 de sumar 8,33 (la mejora estimada), con la cantidad de 105,81 (cantidad fabricada el día anterior). De este modo, vamos sacando todos los nuevos valores hasta la toma número 9, tal y como podemos apreciar en la tabla número 30.

CALCULO EFICIENCIA (DATOS ESTIMADOS)		
DIA P.	CANTIDAD POR PERSONA Y HORA ESTIMADO	AUMENTO DE PRODUCCIÓN ESTIMADA (u)
1	98,25	8,32
2	105,81	7,56
3	114,14	8,33
4	123,23	9,09
5	133,09	9,86
6	143,71	10,63
7	153,71	10,00
8	158,83	5,11
9	160,62	1,79

Tabla 30

Esta vez repetiremos el mismo proceso de estimación, pero con el dato "disminución de tiempo". Para sacar el valor de mejora de tiempo estimado por cada unidad producida, calcularemos la media del día anterior y posterior.

CALCULO DE DISMINUCIÓN ESTIMADO DE TIEMPO DE FABRICACIÓN			
DIA P.	MEJORA DIA ANTERIOR (s)	MEJORA DIA POSTERIOR (s)	MEDIA
3	2,62	1,66	2,14
5	1,66	1,39	1,53

Tabla 31

Como podemos ver en la tabla 31, los nuevos valores son 2,14 segundos, que sustituirá a 7,53 en la medición del tercer día, y 1,53 segundos sustituirá a 2,42 que era el tiempo real medido el quinto día.

Una vez sustituidos estos dos tiempos, pasamos a recalcular los tiempos estimados por unidad fabricada. Esta operación se realiza restando la disminución del tiempo estimado al valor que se tarda en fabricar una unidad del día anterior.

Ejemplo de ello sería el cálculo del día 3. Se coge el valor del segundo día que es 34,02 (sabiendo de antemano que no variará el cálculo hasta ese día porque desde que se inició el proceso hasta entonces, no se había implementado el proceso con ninguna mejora) y le restamos la nueva disminución de tiempo del tercer día que es 2,14. El resultado, nos dará el nuevo tiempo estimado por unidad fabricada de 31,88 segundos. Así, repetimos el proceso hasta la toma 9 recalculando todos los tiempos de esa misma columna.

CALCULO DE PLAZO DE ENTREGA (DATOS ESTIMADOS)		
DIA P.	TIEMPO POR UNIDAD ESTIMADO (s)	DISMINUCIÓN DE TIEMPO (s)
1	36,64	3,39
2	34,02	2,62
3	31,88	2,14
4	30,22	1,66
5	28,70	1,53
6	27,31	1,39
7	26,15	1,16
8	25,60	0,54
9	25,42	0,18

Tabla 32

Todas estas cantidades/tiempos de fabricación unitarias, nos servirán posteriormente para realizar graficas de comparación entre las unidades/tiempos reales fabricadas y las estimadas. Del mismo modo, nos servirá hallar la mejora de cantidades/tiempos real y estimada de cada toma de datos.

El siguiente paso, es calcular de nuevo las unidades producidas al día, pasando la producción por hora a producción por día, aunque esta vez serán estimadas. Esto nos dará un desfase de unidades pendientes por acabar, ya

que las estimaciones de fabricación son más bajas que las conseguidas debido a las mejoras implementadas.

El primer paso es hallar las unidades por persona y día. Para ello, hay que multiplicar las cantidades de producción por persona y hora estimadas, por el número de horas de trabajo que se realizaron en cada toma, en este caso, serán las horas realizadas cada día que obtuvimos durante el estudio (ver que cada día tiene diferente número de horas trabajadas).

El segundo paso consiste en multiplicar la cantidad fabricada de unidades por persona al día, por el número de personas que intervinieron en la fabricación. De este modo hallamos la producción estimada de cada día por la totalidad de operarios.

En el tercer paso, se suman todas las cantidades fabricadas durante los todos días de producción que tuvimos realmente y comprobamos que no alcanzamos la cantidad real fabricada, tal y como se muestra en la tabla de cálculos número 33.

CALCULO DE PRODUCCIÓN ESTIMADA			
DIA P.	unidades por persona y día	Nº PERSONAS	PRODUCCION DIA
1	393	2	786
2	847	2	1693
3	628	2	1256
4	493	2	986
5	1.065	2	2129
6	1.150	1	1150
7	1.230	2	2459
8	874	1	874
9	427	2	855
SUB TOTAL			12187
			CANTIDAD EXTRA
10	907	2	1813
TOTAL			14000

Tabla 33

Se distingue que hay un desfase de 1.813 unidades necesarias que faltan por fabricar para finalizar las 14.000 del lote. Por último asignamos

una cantidad de operarias que deberían de fabricar las unidades restantes (en este caso se han asignado 2 porque en la mayoría de los días han intervenido dos trabajadoras) y dividimos el total de estas unidades entre el número de operarias asignado, para poder saber cuantos tapones tienen que ensamblar cada una de ellas.

A partir de estos datos, podemos calcular el total de horas estimadas que deberían de haber trabajado realmente las operarias, si no se hubiese implementado el proceso de forma alguna.

Seguidamente, se proceder a calcular el tiempo que se tardaría en fabricar las unidades necesarias para completar el lote. En este caso, cogemos las unidades restantes y las multiplicamos por el último valor que habíamos hallado en la tabla de "tiempo por unidad estimado" (último dato hallado en la mejora de tiempos estimado), en este caso daría como resultado 6,4 horas, a la acción de multiplicar 1.813 unidades por 25,42 segundos que se tardaría en hacer cada una de las piezas, y posteriormente dividirlo entre 3.600 para pasar esta cantidad de segundos a horas.

Luego, multiplicamos las horas trabajadas cada día por el número de operarios del que disponía el proceso en cada uno de ellos. Seguidamente, sumamos las horas que se deberían de haber realizado de más (12,8 horas en este caso) junto a todas las del resto del proceso, dándonos un total de 106,6 como se aprecia a continuación en la tabla 34.

HORAS TOTALES TRABAJADAS ESTIMADAS				
DIA P.	TIEMPO POR UNIDAD (s)	TIEMPO (h)	Nº PERSONAS	HORAS AL DIA
1	36,64	4,00	2	8
2	34,02	8,00	2	16
3	31,88	5,50	2	11
4	30,22	4,00	2	8
5	28,70	8,00	2	16
6	27,31	8,00	1	8
7	26,15	8,00	2	16
8	25,60	5,50	1	5,5
9	25,42	2,66	2	5,32
10	25,42	6,40	2	12,8
TOTAL				106,6

Tabla 34

En última estancia, calculamos las horas totales realmente realizadas. El valor daría el mismo que en la tabla anterior, pero omitiendo el tiempo de más empleado de producción como podemos ver en la tabla 35.

HORAS TOTALES TRABAJADAS REALES		
TIEMPO (h)	Nº PERSONAS	HORAS AL DIA
4,00	2	8
8,00	2	16
5,50	2	11
4,00	2	8
8,00	2	16
8,00	1	8
8,00	2	16
5,50	1	5,5
2,66	2	5,32
TOTAL		93,8

Tabla 35

El resultado final de todos los cálculos de cantidades y tiempos, refleja que para fabricar una cantidad de 14.000 tapones, hemos tardado 93,8 horas laborales, realizadas entre todas las operarias que han intervenido y añadiendo durante el proceso una serie de mejoras. Este resultado habría sido, por contra de un total de 106,6 horas si no se hubiese implementado, todo ello según el calculo estimatorio realizado.

Toda esta serie de cálculos, se van a repetir con los mismos pasos y con el mismo sistema estimatorio para el resto de los demás procesos por igual, en los que exista mejoras introducidas durante el proceso.

El siguiente proceso que se va a analizar, es el número 2, que corresponde al **etiquetado de botellas**. Como en el proceso anterior, lo primero que se va a hacer es a ordenar los datos recabados anteriormente, en la tabla 36.

DATOS RECABADOS DE INSPECCIÓN Y SEGUIMIENTO				
DIA PRODUCTIVO	FECHA	PRODUCCION TOTAL (u)	TIEMPO (h)	Nº PERSONAS
1	22/04/2016	2.483	2,00	2
1	22/04/2016	3.130	2,00	2
2	25/04/2016	5.760	8,00	1
3	26/04/2016	2.627	3,65	1
TOTAL		14.000		

Tabla 36

A continuación se sacan las unidades producidas por persona al día.

CALCULO DE PRODUCCIÓN (REAL)			
DIA P.	PRODUCCION TOTAL (u)	Nº PERSONAS	unidades por persona y día
1	2.483	2	1241,5
1	3.130	2	1565,0
2	5.760	1	5760,0
3	2.627	1	2627,0

Tabla 37

Dividimos los tiempos empleados en el proceso en dos columnas, la primera para las horas y la segunda para los segundos trabajados.

CALCULO DE TIEMPO TRABAJADO		
DIA P.	TIEMPO POR DIA (h)	TIEMPO POR DIA(s)
1	2,00	7.200
1	2,00	7.200
2	8,00	28.800
3	3,65	13.140

Tabla 38

El siguiente paso es calcular la cantidad de frascos etiquetados por persona y hora. A su vez, también se sacaran el aumento de cantidades producidas en cada toma de datos. Para este cálculo, tendremos en cuenta como valor medio el de los primeros ensayos realizados en el procesado de etiquetas. La cantidad es 474 unidades por hora.

CALCULO DE EFICIENCIA (MEDICIONES REALES)		
DIA P.	CANTIDAD POR PERSONA Y HORA REAL	AUMENTO DE PRODUCCIÓN REAL (u)
1	620,75	146,75
1	782,50	161,75
2	720,00	-62,50
3	720,00	0,00

Tabla 39

Como dato interesante, cabe destacar que en la tercera toma que corresponde al segundo día, sale una producción negativa, con lo cual quiere decir que desciende el ritmo de fabricación comparado con los días anteriores. Esto se debe a que la maquina de etiquetado tiene un ritmo inferior establecido que el de las operadoras. Aunque la etiquetadora podía funcionar más deprisa (hasta un ritmo de 3 segundo la unidad), se dejo a cinco segundos por unidad, ya que con una velocidad mayor daba muchos problemas mecánicos y errores en el etiquetado.

De forma paralela al cálculo de la tabla 39, se realizó también el de plazo de entrega. En el sacamos el tiempo que se tarda en fabricar una unidad y la disminución de tiempo consecuente entre dos tomas consecutivas. El tiempo inicial de los testeos se sitúa en 7,6 segundos para fabricar una unidad, de media.

Las líneas que permanecen en verde claro (línea 2 y 3), son las tomas de datos en las que ya estaban instaladas las mejoras correspondientes, mencionadas anteriormente.

CALCULO DE PLAZO DE ENTREGA (MEDICIONES REALES)		
DIA P.	TIEMPO POR UNIDAD REAL (s)	DISMINUCIÓN DE TIEMPO (s)
1	5,80	1,80
1	4,60	1,20
2	5,00	-0,40
3	5,00	0,00

Tabla 40

Como era de esperar, la tercera toma de datos sale negativa, lo cual quiere decir que costaba 0,4 segundos más de etiquetar cada botellita que en la toma anterior.

Para el siguiente cálculo, se tendrá en cuenta que este va a ser el único proceso en que se va a hacer una excepción y no se sacará la media de las mejoras anteriores y posteriores para estimar la progresión de mejora. Esto es debido al cambio de condiciones en el sistema de fabricación, ya que va a pasar de ser un proceso manual a ser un proceso prácticamente automático. Los datos que se utilizarían para este tipo de estimación serían el de la toma uno que es manufacturado y el de la toma cuatro que es realizado automáticamente, con lo cual, son incompatibles y poco fiables.

Por tanto, el aumento de producción estimado a considerar va a ser cero, durante el resto de tomas por su corta duración, tal y como se puede ver en la siguiente tabla número 41.

CALCULO EFICIENCIA (DATOS ESTIMADOS)		
DIA P.	CANTIDAD POR PERSONA Y HORA ESTIMADO	AUMENTO DE PRODUCCIÓN ESTIMADA (u)
1	620,75	146,75
1	620,75	0,00
2	620,75	0,00
3	620,75	0,00

Tabla 41

Seguidamente, hallaremos el cálculo de tiempo estimado que se tarda en fabricar cada unidad, teniendo en cuenta como hemos mencionado antes, que la mejora para el resto de días en que no existiría mejora alguna va a ser igual a cero.

CALCULO DE PLAZO DE ENTREGA (DATOS ESTIMADOS)		
DIA P.	TIEMPO POR UNIDAD ESTIMADO (s)	DISMINUCIÓN DE TIEMPO (s)
1	5,80	1,80
1	5,80	0,00
2	5,80	0,00
3	5,80	0,00

Tabla 42

El siguiente paso, es calcular de nuevo las unidades producidas al día con los valores de "unidades producidas por hora estimadas" que acabamos de sacar, aunque esta vez serán estimadas. Esto dará un desfase de unidades pendientes por acabar, ya que las estimaciones de fabricación son más bajas que las conseguidas debido a las mejoras implementadas, como se puede ver a continuación en la tabla 43.

CALCULO DE PRODUCCIÓN ESTIMADA			
DIA P.	unidades por persona y día	Nº PERSONAS	PRODUCCION DIA
1	1.242	2	2483
1	1.242	2	2483
2	4.966	1	4966
3	2.266	1	2266
SUB TOTAL			12198
			CANTIDAD EXTRA
3	1802	1	1802
TOTAL			14000

Tabla 43

A partir de estos datos, se puede calcular el total de horas estimadas que deberían de haber trabajado realmente las operarias, si no se hubiese implementado el proceso de forma alguna.

HORAS TOTALES TRABAJADAS ESTIMADAS				
DIA P.	TIEMPO POR UNIDAD (s)	TIEMPO (h)	Nº PERSONAS	HORAS AL DIA
1	5,80	2,00	2	4
1	5,80	2,00	2	4
2	5,80	8,00	1	8
3	5,80	3,65	1	3,65
3	5,80	2,90	1	2,9
TOTAL				22,6

Tabla 44

Por último, sacamos las horas reales que han trabajado nuestras operarias contando con mejoras en el proceso, para poder compararlas con las horas estimadas de producción.

Este va a ser un caso especial de cálculo, como se ve en la siguiente tabla, ya que se considera que la trabajadora que esta a cargo de la etiquetadora, solamente trabaja en este proceso la mitad del tiempo. Los momentos que dedica a esta maquina es para alimentarla, recoger la mercancía acabada o para comprobar la calidad del etiquetado, durante el resto de tiempo libre, realiza otras tareas.

HORAS TOTALES TRABAJADAS REALES		
TIEMPO (h)	Nº PERSONAS	HORAS AL DIA
2,00	2	4
2,00	2	4
8,00	0,5	4
3,65	0,5	1,83
TOTAL		13,8

Tabla 45

A continuación le sigue el proceso número 3, en el que se realizará el **etiquetado de la caja expositora**. Como en las ocasiones anteriores, lo primero es organizar la información de forma detallada de cada momento de producción controlado a pie del proceso.

En este caso, las tomas se realizaron tan poco espaciadas, porque se estimaba que sería un proceso corto y rápido de realizar.

DATOS RECABADOS DE INSPECCIÓN Y SEGUIMIENTO				
DIA PRODUCTIVO	FECHA	PRODUCCION TOTAL (u)	TIEMPO (h)	Nº PERSONAS
1	03/05/2016	270	1,00	2
1	03/05/2016	276	1,00	2
1	03/05/2016	328	1,00	2
1	03/05/2016	376	1,11	2
TOTAL		1.250		

Tabla 46

A partir de aquí, se empieza calculando las unidades que produjo cada operaria en cada momento.

CALCULO DE PRODUCCIÓN (REAL)			
DIA P.	PRODUCCION TOTAL (u)	Nº PERSONAS	unidades por persona y toma
1	270	2	135,0
1	276	2	138,0
1	328	2	164,0
1	376	2	188,0

Tabla 47

Seguidamente, en la tabla 48 se dividen los tiempos trabajados en dos columnas. En la de la izquierda permanecen las horas al día trabajadas y en la de la derecha se pasan los mismos a segundos.

CALCULO DE TIEMPO TRABAJADO		
DIA P.	TIEMPO POR DIA (h)	TIEMPO POR DIA(s)
1	1,00	3.600
1	1,00	3.600
1	1,00	3.600
1	1,11	3.996

Tabla 48

Con estos valores, se puede empezar a sacar la eficiencia de unidades a la hora, fabricadas por cada persona y día.

También se calcula la diferencia de unidades producidas por hora con respecto a la toma de datos anterior. De esta forma podemos ir apreciando la progresión de mejora que siguen las operarias entre las diferentes tomas de datos.

Las líneas que permanecen en verde claro (línea 3), son las inspecciones realizadas en las que ya estaban instaladas las mejoras correspondientes, mencionadas en los sub-apartados anteriores.

Para el proceso del pegado de las etiquetas exteriores de las cajas expositoras, se parte de 122,73 unidades por hora, como valor medio base.

CALCULO DE EFICIENCIA (MEDICIONES REALES)		
DIA P.	CANTIDAD POR PERSONA Y HORA REAL	AUMENTO DE PRODUCCIÓN REAL
1	135,00	12,27
1	138,00	3,00
1	164,00	26,00
1	169,37	5,37

Tabla 49

Como puede observarse en la tabla 49, durante este proceso se incorporan todas las mejoras a la vez, justo después de realizar el segundo recabado de datos correspondiente a la segunda hora de trabajo (mejoras observadas en la toma de datos número tres).

En el proceso de etiquetado de las cajas expositoras, se tarda 29,33 segundos para etiquetar una unidad como valor medio base. Este valor servirá para calcular los plazos de entrega de este proceso al siguiente. En la tabla 50 se puede observar los resultados del tiempo real y la disminución de tiempo en que tarda en manipularse una unidad realmente.

CALCULO DE PLAZO DE ENTREGA (MEDICIONES REALES)		
DIA P.	TIEMPO POR UNIDAD REAL (s)	DISMINUCIÓN DE TIEMPO (s)
1	26,67	2,66
1	26,09	0,58
1	21,95	4,14
1	21,26	0,70

Tabla 50

Una vez obtenidos estos datos, se va a pasar a hacer una estimación de los valores aproximados que podríamos tener si no se hubiera implementado el proceso.

Al igual que en el primero, se va a calcular los nuevos valores del aumento de producción (verde oscuro), con los valores medios que resulten

del aumento producido en la lectura anterior (sin mejorar) y con la lectura posterior (toma siguiente a la mejora).

CALCULO DE AUMENTO ESTIMADO DE CANTIDAD DE PRODUCCIÓN			
DIA P.	MEJORA DIA ANTERIOR (u)	MEJORA DIA POSTERIOR (u)	MEDIA
1	3,00	5,37	4,18

Tabla 51

Ahora que ya se ha obtenido el nuevo aumento estimado para la tercera toma (las demás se mantienen con los valores que tenían), se recalcularán todas las cantidades producidas por persona a la hora.

CALCULO EFICIENCIA (DATOS ESTIMADOS)		
DIA P.	CANTIDAD POR PERSONA Y HORA ESTIMADO	AUMENTO DE PRODUCCIÓN ESTIMADA
1	135,00	12,27
1	138,00	3,00
1	142,18	4,18
1	147,55	5,37

Tabla 52

Se realiza el mismo proceso, pero esta vez para el cálculo del plazo de entrega, el cual comprende; el tiempo que se tarda en fabricar una unidad y la disminución del tiempo de fabricado que acarrea el aprendizaje del montaje.

Primero calculamos el valor estimado para la toma 3 de tiempos.

CALCULO DE DISMINUCIÓN ESTIMADO DE TIEMPO DE FABRICACIÓN			
DIA P.	MEJORA DIA ANTERIOR (s)	MEJORA DIA POSTERIOR (s)	MEDIA
1	0,58	0,70	0,64

Tabla 53

En segundo lugar, sustituimos el valor y recalculamos los tiempos de fabricación por unidad.

CALCULO DE PLAZO DE ENTREGA (DATOS ESTIMADOS)		
DIA P.	TIEMPO POR UNIDAD ESTIMADO (s)	DISMINUCIÓN DE TIEMPO (s)
1	26,67	2,66
1	26,09	0,58
1	25,45	0,64
1	24,75	0,70

Tabla 54

El siguiente paso, es hallar las unidades por persona y día estimadas. Después las multiplicaremos por el número de operarias que intervinieron en cada una de las operaciones y con ello se saca la producción estimada total de cada día. Las sumamos, y vemos el desfase de unidades pendientes por acabar, hasta llegar a la totalidad del lote.

CALCULO DE PRODUCCIÓN ESTIMADA			
DIA P.	unidades por persona y día	Nº PERSONAS	PRODUCCION DIA
1	135	2	270
1	138	2	276
1	142	2	284
1	164	2	328
SUB TOTAL			1158
			CANTIDAD EXTRA
1	46	2	92
TOTAL			1250

Tabla 55

Podemos apreciar en la tabla 55, que quedarían 92 unidades por etiquetar con el tiempo que hemos empleado realmente. Como el proceso lo han realizado entre 2 trabajadoras, quedaría pendiente de realizar 46 etiquetados más a cada una de ellas.

A partir de estos datos, se puede calcular el total de horas estimadas que deberían de haber trabajado realmente las operarias, si no se hubiese implementado el proceso de forma alguna.

HORAS TOTALES TRABAJADAS ESTIMADAS				
DIA P.	TIEMPO POR UNIDAD (s)	TIEMPO (h)	Nº PERSONAS	HORAS AL DIA
1	26,67	1,00	2	2
1	26,09	1,00	2	2
1	25,45	1,00	2	2
1	24,75	1,11	2	2,22
1	24,75	0,32	2	0,6
			TOTAL	8,9

Tabla 56

Finalmente, se calculan las horas totales reales realizadas.

HORAS TOTALES TRABAJADAS REALES		
TIEMPO (h)	Nº PERSONAS	HORAS AL DIA
1,00	2	2
1,00	2	2
1,00	2	2
1,11	2	2,22
TOTAL		8,2

Tabla 57

Se puede ver a simple vista en la tabla 57, que la diferencia de tiempo no es muy excesiva entre el tiempo estimado y el tiempo real total, aunque seguramente se deba a que el proceso es muy corto, con lo cual, no tiene gran repercusión.

El siguiente proceso que se va a estudiar es el número 4, que corresponde al **llenado de los frascos**. Como en los procesos antecesores, lo primero en hacer es ordenar los datos recabados anteriormente en una tabla, en este caso será la número 58.

DATOS RECABADOS DE INSPECCIÓN Y SEGUIMIENTO				
DIA PRODUCTIVO	FECHA	PRODUCCION TOTAL (u)	TIEMPO (h)	Nº PERSONAS
1	04/05/2016	1.320	1,05	2
1	04/05/2016	2.200	1,72	2
2	05/05/2016	6.160	4,75	2
3	11/05/2016	3.520	2,70	2
4	12/05/2016	800	0,61	2
TOTAL		14.000		

Tabla 58

En este proceso, las tomas se realizaron tan poco espaciadas y tan irregulares porque iban combinadas con los tiempos de taponado.

A continuación se sacan las unidades producidas por persona al día.

CALCULO DE PRODUCCIÓN (REAL)			
DIA P.	PRODUCCION TOTAL (u)	Nº PERSONAS	unidades por persona y día
1	1.320	2	660
1	2.200	2	1100
2	6.160	2	3080
3	3.520	2	1760
4	800	2	400

Tabla 59

Se dividen los tiempos empleados en el proceso en dos columnas, la izquierda para las horas y la derecha para los segundos trabajados:

CALCULO DE TIEMPO TRABAJADO		
DIA P.	TIEMPO POR DIA (h)	TIEMPO POR DIA(s)
1	1,05	3.786
1	1,72	6.180
2	4,75	17.108
3	2,70	9.728
4	0,61	2.204

Tabla 60

La peculiaridad de este proceso, es que la mejora se implantó anteriormente a empezar el proceso en si, con lo cual no puede entrar dentro de los datos del estudio. Por otra parte, durante el proceso no se integro ninguna mejora añadida, así que no se marca ninguna toma como implementada, tal y como se observa a continuación.

El siguiente paso es calcular la cantidad de frascos llenados por persona y hora. A su vez, también se sacaran el aumento de cantidades acabadas en cada toma de datos. Para este cálculo, tomaremos como valor el de los primeros ensayos realizados en la parte del proceso de llenado. La cantidad media es de 550 unidades por hora.

CALCULO DE EFICIENCIA (MEDICIONES REALES)		
DIA P.	CANTIDAD POR PERSONA Y HORA REAL	AUMENTO DE PRODUCCIÓN REAL (u)
1	627,6	77,58
1	640,8	13,20
2	648,1	7,34
3	651,3	3,20
4	653,5	2,15

Tabla 61

De forma paralela al cálculo de la tabla 61, se realizó también el de "plazo de entrega". En él, sacamos el tiempo que se tarda en fabricar una unidad y la disminución de tiempo entre dos tomas consecutivas debido consecuentemente a la curva de aprendizaje. El tiempo inicial de los testeos sitúa en 6,54 segundos la fabricación de cada unidad como media.

CALCULO DE PLAZO DE ENTREGA (MEDICIONES REALES)		
DIA P.	TIEMPO POR UNIDAD REAL (s)	DISMINUCIÓN DE TIEMPO (s)
1	5,74	0,80
1	5,62	0,12
2	5,55	0,06
3	5,53	0,03
4	5,51	0,02

Tabla 62

Por último, sacamos las horas reales que han trabajado nuestras operarias, ya que no existe ninguna mejora a tener en cuenta.

Este va a ser el caso más simple de cálculo, ya que solamente tenemos que desmenuzar los datos recogidos y sacar los valores de las partes que más nos interesen para el estudio en cuestión.

HORAS TOTALES TRABAJADAS REALES		
TIEMPO (h)	Nº PERSONAS	HORAS AL DIA
1,05	2	2,10
1,72	2	3,43
4,75	2	9,50
2,70	2	5,40
0,61	2	1,22
TOTAL		21,7

Tabla 63

El siguiente proceso es el número 5, tratándose del **taponado** con obturador de los frascos de cristal. Como en las ocasiones anteriores, lo primero es organizar la información de forma detallada de cada momento de producción, controlado ante el proceso.

DATOS RECABADOS DE INSPECCIÓN Y SEGUIMIENTO				
DIA PRODUCTIVO	FECHA	PRODUCCION TOTAL (u)	TIEMPO (h)	Nº PERSONAS
1	04/05/2016	1.320	0,95	2
1	04/05/2016	2.200	1,53	2
2	05/05/2016	6.160	3,25	2
3	11/05/2016	3.520	1,80	2
4	12/05/2016	800	0,41	2
TOTAL		14.000		

Tabla 64

En este proceso, las tomas se realizaron tan poco espaciadas y tan irregulares porque iban interpuestas con los tiempos de llenado. Esto es consecuencia de impedir que parte de la fragancia se volatilice, y por tanto, se está en la obligación de realizar los dos procesos en consecución y por partes.

A partir de aquí, se empezará calculando las unidades que produjo cada operaria por día.

CALCULO DE PRODUCCIÓN (REAL)			
DIA P.	PRODUCCION TOTAL (u)	Nº PERSONAS	unidades por persona y día
1	1320	2	660,0
1	2200	2	1100,0
2	6160	2	3080,0
3	3520	2	1760,0
4	800	2	400,0

Tabla 65

Seguidamente, los tiempos trabajados al día se dividen en dos columnas. En la izquierda permanecen las horas al día trabajadas y en la derecha se pasan los mismos a segundos.

CALCULO DE TIEMPO TRABAJADO		
DIA P.	TIEMPO POR DIA (h)	TIEMPO POR DIA(s)
1	0,95	3.420
1	1,53	5.508
2	3,25	11.700
3	1,80	6.480
4	0,41	1.476

Tabla 66

Con estos primeros pasos, podemos empezar a sacar la eficiencia de unidades a la hora, terminadas por cada persona y día.

También se calcula la diferencia de unidades producidas por hora con respecto a la toma de datos anterior. Así, podemos ver la progresión de mejora que siguen las operarias entre las diferentes tomas de datos, debido a la curva de aprendizaje y al resultado de las mejoras introducidas.

La línea que permanece en verde claro (línea 3), es la inspección realizada en la que ya se encontraba implementada la mejora correspondiente, de las mencionadas anteriormente.

Para el proceso del taponado de botellas con el obturador de plástico, partimos de 550 unidades por hora, como valor medio base.

CALCULO DE EFICIENCIA (MEDICIONES REALES)		
DIA P.	CANTIDAD POR PERSONA Y HORA REAL	AUMENTO DE PRODUCCIÓN REAL (u)
1	694,74	144,74
1	718,95	24,22
2	947,69	228,74
3	977,78	30,09
4	975,61	-2,17

Tabla 67

Como puede observarse en la tabla 67, durante este proceso se incorporan todas las mejoras a la vez, justo después de realizar el segundo recabado de datos correspondiente a las dos horas y media de haber empezado el trabajo (mejoras observadas en la toma de datos número tres).

Para el proceso de taponado, partiremos de 6,54 segundos por unidad como valor medio base, para realizar el cálculo de los plazos de entrega de este proceso al siguiente; junto con la disminución de tiempo real y el tiempo en que tarda en manipularse cada unidad realmente.

CALCULO DE PLAZO DE ENTREGA (MEDICIONES REALES)		
DIA P.	TIEMPO POR UNIDAD REAL (s)	DISMINUCIÓN DE TIEMPO (s)
1	5,18	1,36
1	5,01	0,17
2	3,80	1,21
3	3,68	0,12
4	3,69	-0,01

Tabla 68

Una vez obtenido esto, se va a pasar a hacer una estimación de los valores aproximados que podríamos tener en el caso de que no se hubiera implementado el proceso.

Al igual que en el resto de procesos con mejoras introducidas, vamos a calcular los nuevos valores del aumento de producción (línea 3, verde oscuro), con los valores medios que resulten del aumento producido en la lectura anterior (sin mejorar) y con la lectura posterior (toma siguiente a la mejora) por ser dos valores reales que poseemos.

CALCULO DE AUMENTO ESTIMADO DE CANTIDAD DE PRODUCCIÓN			
DIA P.	MEJORA DIA ANTERIOR (u)	MEJORA DIA POSTERIOR (u)	MEDIA
3	24,22	30,09	27,15

Tabla 69

Ahora que ya se ha obtenido el nuevo aumento estimado para la tercera toma (las demás se mantienen con los valores que tenían), recalculamos todas las cantidades producidas por persona a la hora.

CALCULO EFICIENCIA (DATOS ESTIMADOS)		
DIA P.	CANTIDAD POR PERSONA Y HORA ESTIMADO	AUMENTO DE PRODUCCIÓN ESTAMADA (u)
1	694,74	144,74
1	718,95	24,22
2	746,11	27,15
3	776,19	30,09
4	774,02	-2,17

Tabla 70

Esta vez realiza el mismo proceso, pero para el calculo del plazo de entrega, el cual comprende; el tiempo que se tarda en taponar una unidad y la disminución del tiempo de taponado que acarrea el aumento de la soldadura del montaje.

Primero calculamos el valor estimado para la toma 3 de tiempos.

CALCULO DE DISMINUCIÓN ESTIMADO DE TIEMPO DE FABRICACIÓN			
DIA P.	MEJORA DIA ANTERIOR (s)	MEJORA DIA POSTERIOR (s)	MEDIA
3	0,17	0,12	0,15

Tabla 71

En segundo lugar, sustituimos el valor y recalculamos los tiempos de procesado por unidad.

CALCULO DE PLAZO DE ENTREGA (DATOS ESTIMADOS)		
DIA P.	TIEMPO POR UNIDAD ESTIMADO (s)	DISMINUCIÓN DE TIEMPO (s)
1	5,18	1,36
1	5,01	0,17
2	4,86	0,15
3	4,74	0,12
4	4,75	-0,01

Tabla 72

El siguiente paso, es hallar las unidades por persona y día estimadas. Después las multiplicaremos por el número de operarias que intervinieron en cada una de las operaciones y con ello se saca la producción estimada total de cada día. Seguidamente, se suman y se compara el desfase de unidades pendientes por acabar, hasta llegar a la totalidad del lote.

CALCULO DE PRODUCCIÓN ESTIMADA			
DIA P.	unidades por persona y día	Nº PERSONAS	PRODUCCION DIA
1	660	2	1320
1	1.100	2	2200
2	2.425	2	4850
3	1.397	2	2794
4	317	2	635
SUB TOTAL			11164
			CANTIDAD EXTRA
4	1418	2	2836
TOTAL			14000

Tabla 73

Podemos apreciar que quedarían 2.836 unidades por acabar con el tiempo que hemos empleado realmente. Como el proceso lo han realizado entre 2 trabajadoras, quedaría pendiente de poner otros 1.418 tapones más, por cada una de ellas.

A partir de estos datos, podemos calcular el total de horas estimadas que deberían de haber trabajado realmente las operarias, si no se hubiese implementado el proceso de forma alguna.

HORAS TOTALES TRABAJADAS ESTIMADAS				
DIA P.	TIEMPO POR UNIDAD (s)	TIEMPO (h)	Nº PERSONAS	HORAS AL DIA
1	5,18	0,95	2	1,9
1	5,01	1,53	2	3,06
2	4,86	3,25	2	6,5
3	4,74	1,80	2	3,6
4	4,75	0,41	2	0,82
4	4,75	1,87	2	3,74
			TOTAL	19,6

Tabla 74

Finalmente, calculamos las horas totales reales realizadas.

HORAS TOTALES TRABAJADAS REALES		
TIEMPO (h)	Nº PERSONAS	HORAS AL DIA
0,95	2	1,90
1,53	2	3,06
3,25	2	6,50
1,80	2	3,60
0,41	2	0,82
TOTAL		15,9

Tabla 75

Podemos ver a simple vista en la tabla 75, que la diferencia entre el tiempo estimado y el tiempo real es bastante más que considerable, aunque no tendrá excesiva repercusión, ya que los tiempo de fabricación son cortos en comparación con otros procesos.

El siguiente proceso que se va a analizar es el número 6, que corresponde al **etiquetado de lote de las cajas individuales**. Como en el resto de procesos, lo primero que se va a hacer es ordenar los datos recabados anteriormente en la tabla 76.

DATOS RECABADOS DE INSPECCIÓN Y SEGUIMIENTO				
DIA PRODUCTIVO	FECHA	PRODUCCION TOTAL (u)	TIEMPO (h)	Nº PERSONAS
1	05/05/2016	2.600	6,00	1
2	06/05/2016	3.400	7,00	1
3	09/05/2016	3.500	6,00	1
4	13/05/2016	4.500	6,43	1
TOTAL		14.000		

Tabla 76

A continuación sacamos las unidades producidas por persona al día.

CALCULO DE PRODUCCIÓN (REAL)			
DIA P.	PRODUCCION TOTAL (u)	Nº PERSONAS	unidades por persona y día
1	2600	1	2600
2	3400	1	3400
3	3500	1	3500
4	4500	1	4500

Tabla 77

Dividimos los tiempos empleados en el proceso en dos columnas, la primera para las horas y la segunda para los segundos trabajados:

CALCULO DE TIEMPO TRABAJADO		
DIA P.	TIEMPO POR DIA (h)	TIEMPO POR DIA(s)
1	6,00	21.600
2	7,00	25.200
3	6,00	21.600
4	6,43	23.148

Tabla 78

El siguiente paso es calcular la cantidad de unidades, por persona y hora, que son etiquetadas con el número de lote correspondiente. A su vez, también se sacaran el aumento de cantidades acabadas en cada toma de datos.

La peculiaridad de este proceso, es que la mejora se implantó posteriormente a haber terminado este primer lote de 14.000 unidades, con

lo cual no puede entrar dentro de los datos del estudio. Por otra parte, durante el proceso no se integro ninguna mejora añadida, al igual que había pasado en el proceso 4 (llenado de frascos), así que no marcamos ninguna toma como implementada, tal y como veremos a continuación.

Para este cálculo, tomaremos como valor el de los primeros ensayos y testeos realizados en la parte del proceso de etiquetado de lote. La cantidad media es de 395,6 unidades por hora.

CALCULO DE EFICIENCIA (MEDICIONES REALES)		
DIA P.	CANTIDAD POR PERSONA Y HORA REAL	AUMENTO DE PRODUCCIÓN REAL (u)
1	433,3	37,73
2	485,7	52,38
3	583,3	97,62
4	699,8	116,51

Tabla 79

De forma paralela al cálculo de la tabla 79, se realizó también el de "plazo de entrega". En el, sacamos el tiempo que se tarda en etiquetar una unidad y la disminución de tiempo entre dos tomas consecutivas debido consecuentemente a la curva de aprendizaje únicamente. El tiempo inicial de los testeos da 9,1 segundos por unidad producida de media.

CALCULO DE PLAZO DE ENTREGA (MEDICIONES REALES)		
DIA P.	TIEMPO POR UNIDAD REAL (s)	DISMINUCIÓN DE TIEMPO (s)
1	8,31	0,79
2	7,41	0,90
3	6,17	1,24
4	5,14	1,03

Tabla 80

Por último, sacamos las horas reales que han trabajado nuestras operarias.

Este es otro de los casos más simple de cálculo, ya que no existen mejoras introducidas y no tenemos que sacar estimación alguna de horas trabajadas.

HORAS TOTALES TRABAJADAS REALES		
TIEMPO (h)	Nº PERSONAS	HORAS AL DIA
6,00	1	6,00
7,00	1	7,00
6,00	1	6,00
6,43	1	6,43
TOTAL		25,4

Tabla 81

Finalizamos con los dos últimos procesos que se realizaran consecutivamente y a la vez por motivos de eficiencia y espacio. El 7, que es el encajado individual de los ambientadores y el 8 que es encajado del expositor. Entre los dos, forman el **encajado en su totalidad** del proceso.

En primer lugar se organiza la información que se tenía anteriormente y se ordenará al igual que se ha procedido en todo el resto de procesos sin excepción, según el día de la toma de los datos, el día en que se realizó dicha toma, la cantidad de unidades producidas, las horas totales empleadas cada día y el número de personas que intervinieron en el proceso, tal y como se muestra en la siguiente tabla número 82.

DATOS RECABADOS DE INSPECCIÓN Y SEGUIMIENTO				
DIA PRODUCTIVO	FECHA	PRODUCCION TOTAL (u)	TIEMPO (h)	Nº PERSONAS
1	05/05/2016	120	2,00	1
2	06/05/2016	1.392	8,00	2
3	09/05/2016	1.800	8,00	2
4	10/05/2016	3.024	8,00	3
5	11/05/2016	1.056	8,00	1
6	12/05/2016	1.104	8,00	1
7	17/05/2016	2.160	8,00	2
8	18/05/2016	1.104	4,00	2
9	19/05/2016	1.104	8,00	1
10	20/05/2016	1.136	4,07	2
TOTAL		14.000		

Tabla 82

A partir de aquí, se empieza calculando las unidades que produjo cada operaria por día.

CALCULO DE PRODUCCIÓN (REAL)			
DIA P.	PRODUCCION TOTAL (u)	Nº PERSONAS	unidades por persona y día
1	120	1	120,0
2	1.392	2	696,0
3	1.800	2	900,0
4	3.024	3	1008,0
5	1.056	1	1056,0
6	1.104	1	1104,0
7	2.160	2	1080,0
8	1.104	2	552,0
9	1.104	1	1104,0
10	1.136	2	568,0

Tabla 83

Además, los tiempos trabajados al día se dividen en dos columnas. En la primera permanecen las horas al día trabajadas y en la segunda se pasa a segundos cada uno de los tiempos empleados en el proceso, para posteriores cálculos.

CALCULO DE TIEMPO TRABAJADO		
DIA P.	TIEMPO POR DIA (h)	TIEMPO POR DIA(s)
1	2,00	7.200
2	8,00	28.800
3	8,00	28.800
4	8,00	28.800
5	8,00	28.800
6	8,00	28.800
7	8,00	28.800
8	4,00	14.400
9	8,00	28.800
10	4,07	14.652

Tabla 84

Con estos primeros datos empezamos a sacar la eficiencia de unidades a la hora, fabricadas por cada persona y día.

También se calcula la diferencia de unidades producidas por hora con respecto a la toma de datos anterior. De esta forma podemos ir comparando la progresión de mejora que siguen las trabajadoras entre las diferentes tomas de datos, gracias a la curva de aprendizaje y a las mejoras impuestas durante el proceso.

Las tomas que aparecen en verde claro en las siguientes dos tablas (líneas 2 y 3), son las de los momentos en que se tomaron datos, y ya había aplicada una nueva mejora, de las descritas y explicadas en el apartado de mecanismos de mejoras a implementar.

En este caso, para poder sacar el primer aumento de producción real (en unidades fabricadas), debemos tener en cuenta el dato de cantidad fabricada por persona y hora, que obtuvimos durante los primeros ensayos realizados en los meses anteriores de pruebas y testeos. Para el proceso de encajado (no olvidemos que incluye el individual y el expositor conjuntamente), partimos de 52 unidades por hora, como valor medio base.

CALCULO DE EFICIENCIA (MEDICIONES REALES)		
DIA P.	CANTIDAD POR PERSONA Y HORA REAL	AUMENTO DE PRODUCCIÓN REAL (u)
1	60,00	8,00
2	87,00	27,00
3	112,50	25,50
4	126,00	13,50
5	132,00	6,00
6	138,00	6,00
7	135,00	-3,00
8	138,00	3,00
9	138,00	0,00
10	139,56	1,56

Tabla 85

Al mismo tiempo, se calculan los tiempos (en segundos) que se tarda en encajar cada unidad de los ambientadores (cálculo realizado siempre por unidad independiente, no colectiva de caja de 12 unidades).

Como en el caso anterior, también se calcula la diferencia de tiempo existente en segundos, con respecto a la toma de datos anterior. De esta forma podemos ir siguiendo la progresión de mejora de tiempo que realizan las operadoras entre las diferentes tomas de datos.

El tiempo medio del encajado que nos resulto como media de las pruebas hechas con anterioridad es de 69,23 segundos por unidad.

CALCULO DE PLAZO DE ENTREGA (MEDICIONES REALES)		
DIA P.	TIEMPO POR UNIDAD REAL (s)	DISMINUCIÓN DE TIEMPO (s)
1	60,00	9,23
2	41,38	18,62
3	32,00	9,38
4	28,57	3,43
5	27,27	1,30
6	26,09	1,19
7	26,67	-0,58
8	26,09	0,58
9	26,09	0,00
10	25,80	0,29

Tabla 86

Una vez obtenidos ya estos datos, se va a hacer una estimación de los valores más aproximados que podríamos tener en nuestras manos si no se hubieran introducido mejoras en el proceso.

Al igual que en los restantes procesos, en este, no se tiene el porcentaje de curva al que esta sometida la manipulación. Por esta razón, se va a realizar una estimación aproximada que se verá a continuación. Para ello vamos a reemplazar los valores anteriores de "aumento de producción real" de los días de introducción de las dos mejoras (líneas en verde claro), por el valor que resulte de la media del aumento producido de las lecturas anterior y posterior a la introducción de las mejoras.

Este caso va a ser un poco especial porque las mejoras se introdujeron en dos días consecutivos.

Para hallar el primero lo que se ha hecho es calcular la media de la primera toma y de la cuarta, ya que estas son la inmediatamente antecesora y la sucesora. Para el segundo se coge el valor que se acaba de conseguir en la segunda toma, ya que pasa a ser una toma estimada y la de la cuarta otra vez, debido a que es el valor inmediatamente sucesor a este. Este procedimiento los podemos ver más detallado en la siguiente tabla:

CALCULO DE AUMENTO ESTIMADO DE CANTIDAD DE PRODUCCIÓN			
DIA P.	MEJORA DIA ANTERIOR (u)	MEJORA DIA POSTERIOR (u)	MEDIA
2	8,00	13,50	10,75
3	10,75	13,50	12,13

Tabla 87

Como se ve en la tabla 87, el valor estimado para el segundo día pasa de 27 a 10,75 unidades más de fabricación por hora, que el día anterior (valor que se usa para la media de la tercera). La cantidad de unidades que aumenta para el tercer día cambia a 12,13. Este nuevo valor pasará a sustituir a 25,5 que eran las realmente medidas.

A continuación recalcularemos las nuevas cantidades fabricadas por persona y hora "estimadas" a partir de los 2 nuevos números de mejora. Los valores deben cambiar a partir del primer día en que se introduce la primera mejora (en este caso, el día 2), ya que los anteriores permanecen inalterados como podemos ver en la tabla 88.

CALCULO EFICIENCIA (DATOS ESTIMADOS)		
DIA P.	CANTIDAD POR PERSONA Y HORA ESTIMADO	AUMENTO DE PRODUCCIÓN ESTIMADA (u)
1	60,00	8,00
2	70,75	10,75
3	82,88	12,13
4	96,38	13,50
5	102,38	6,00
6	108,38	6,00
7	105,38	-3,00
8	108,38	3,00
9	108,38	0,00
10	109,93	1,56

Tabla 88

Esta vez repetiremos el mismo proceso de estimación, pero con el dato "disminución de tiempo". Para sacar el valor de mejora de tiempo estimado por cada unidad producida, calcularemos la media del día anterior y posterior a los mejorados como en la tabla anterior.

CALCULO DE DISMINUCIÓN ESTIMADO DE TIEMPO DE FABRICACIÓN			
DIA P.	MEJORA DIA ANTERIOR (s)	MEJORA DIA POSTERIOR (s)	MEDIA
2	9,23	3,43	6,33
3	6,33	3,43	4,88

Tabla 89

Como se puede ver en la tabla 89, los nuevos valores son 6,33 segundos, que sustituirá a 18,62 en la medición del segundo día, y 4,88 segundos sustituirá a 9,32 que era el tiempo real medido el tercer día.

Una vez sustituidos estos dos tiempos, recalculamos los tiempos por unidad fabricada estimado. Esta operación se realiza restando la disminución del tiempo estimado al valor que se tarda en fabricar una unidad del día anterior.

CALCULO DE PLAZO DE ENTREGA (DATOS ESTIMADOS)		
DIA P.	TIEMPO POR UNIDAD ESTIMADO (s)	DISMINUCIÓN DE TIEMPO (s)
1	60,00	9,23
2	53,67	6,33
3	48,79	4,88
4	45,36	3,43
5	44,06	1,30
6	42,88	1,19
7	43,46	-0,58
8	42,88	0,58
9	42,88	0,00
10	42,59	0,29

Tabla 90

El siguiente paso, es hallar las unidades por persona y día estimadas. Después las multiplicaremos por el número de operarias que intervinieron

en cada una de las operaciones y con ello sacamos la producción estimada total de cada día. Las sumamos, y vemos el desfase de unidades pendientes por acabar, hasta llegar a la totalidad del lote.

CALCULO DE PRODUCCIÓN ESTIMADA			
DIA P.	unidades por persona y día	Nº PERSONAS	PRODUCCION DIA
1	120	1	120
2	566	2	1132
3	663	2	1326
4	771	3	2313
5	819	1	819
6	867	1	867
7	843	2	1686
8	434	2	867
9	867	1	867
10	447	2	895
SUB TOTAL			10892
			CANTIDAD EXTRA
11	1554	2	3108
TOTAL			14000

Tabla 91

En la tabla 91, se aprecia un desfase de 3.108 unidades necesarias que faltan por encajar para finalizar las 14.000 del lote. Por último asignamos una cantidad de operarias que deberían de fabricar las unidades restantes (en este caso se han asignado 2 por ser la media que han ido interviniendo a lo largo del proceso) y dividimos el total de estas unidades entre el número de operarias asignado, para poder saber cuantos ambientadores tienen que encajar cada una de ellas.

A partir de estos datos, se puede calcular el total de horas estimadas que deberían de haber trabajado realmente las operarias, si no se hubiese implementado el proceso de forma alguna.

Lo primero ha proceder, es calcular el tiempo que se tardaría en fabricar las unidades necesarias para completar el lote.

Luego, multiplicamos las horas trabajadas cada día, por el número de operarios del que disponía el proceso en cada uno de ellos. Seguidamente, sumamos las horas que se deberían de haber realizado de más (un total de 36,8 horas en este caso, que quedan divididas en 3 días distintos) junto a todas las del resto del proceso, dando un total de 150,9 como se aprecia a continuación en la tabla 92.

HORAS TOTALES TRABAJADAS ESTIMADAS				
DIA P.	TIEMPO POR UNIDAD (s)	TIEMPO (h)	Nº PERSONAS	HORAS AL DIA
1	60,00	2,00	1	2
2	53,67	8,00	2	16
3	48,79	8,00	2	16
4	45,36	8,00	3	24
5	44,06	8,00	1	8
6	42,88	8,00	1	8
7	43,46	8,00	2	16
8	42,88	4,00	2	8
9	42,88	8,00	1	8
10	42,59	4,07	2	8,14
9	42,59	8,00	2	16,0
10	42,59	8,00	2	16,0
11	42,59	2,38	2	4,8
TOTAL				150,9

Tabla 92

En última estancia, se calculan las horas totales realmente realizadas. El valor daría el mismo que en la tabla anterior, pero omitiendo los días de más empleados en producir la falta de unidades.

HORAS TOTALES TRABAJADAS REALES		
TIEMPO (h)	Nº PERSONAS	HORAS AL DIA
2,00	1	2
8,00	2	16
8,00	2	16
8,00	3	24
8,00	1	8
8,00	1	8
8,00	2	16
4,00	2	8
8,00	1	8
4,07	2	8,14
TOTAL		114,1

Tabla 93

El resultado final de todos los cálculos de cantidades y tiempos en este último proceso, refleja que para encajar una cantidad de 14.000 ambientadores, hemos tardado 114,1 horas laborales totales entre todas las operarias que han intervenido, añadiendo mejoras al proceso. Este resultado habría sido, por contra, de 150,9 horas si no se hubiese implementado, todo ello según el cálculo estimatorio realizado.

Capítulo 6: Resultados

Los resultados de todo el estudio se van a dividir en dos partes principales.

En la primera, se individualizarán los resultados dentro de cada uno de los procesos del proyecto general y analizaremos los valores, tratándolos como si cada proceso fuera un único proyecto y poder ver como han afectado las mejoras al mismo.

En la segunda, se agruparán todos los procesos y se verán los resultados de ganancias/perdidas totales en comparación con la oferta presupuestada al cliente de este proyecto en concreto.

6.1 Resultados por procesos

En esta primera parte, se compararán de forma separada cada uno de los procesos.

Dentro de cada uno de ellos, se tienen como valores ya conocidos, las horas finales de trabajo calculadas anteriormente. Lo único que faltaría sacar es el importe total de la empresa en mano de obra, y así, tener los resultados parciales reales y estimados de costes de los procesos. Para ello, el dato que nos ha proporcionado la empresa, es que cada operaria le supone un gasto final de 8 euros por cada hora trabajada.

Para el resultado de cada proceso, se considerará una buena mejora en aquellos casos en que el porcentaje supere el 10% de diferencia entre el coste mejorado y el estimado. Ante una diferencia de menos del 10% se consideraría una mejora básica, aunque a tener en cuenta. Si nos encontráramos con una diferencia mayor al 20%, se estaría ante una mejora muy buena. Esta graduación es propia de la empresa y se ha

obtenido tras consulta previa del propietario de la compañía y del encargado del departamento de administración.

Se toman estos porcentajes como base, porque con un incremento en las ganancias de entre 0% y 10%, las ganancias se destinan a cubrir parte de los gastos generales en la empresa, de la totalidad de proyectos que se realizan simultáneamente. Con porcentajes de mejoras situados entre 10% y 20%, la empresa ya pasaría a tener ganancias sustanciales con una gran producción contratada. A partir del 20%, la compañía contaría con grandes ganancias, tanto si los pedidos para fabricación y/o manipulación son grandes, como si son pequeñas tiradas o lotes.

Para tomar las decisiones de que mejoras se deben ir implantando primero, para ser perfeccionadas, además de influir el tipo de porcentaje de mejora que tiene cada proceso, también contribuye de gran forma el porcentaje de tiempo que emplean los distintos procesos en completarse con respecto al total del proyecto.

En la siguiente figura, se han calculado estos últimos tomando como origen las duraciones del proyecto mejorado por ser las mediciones reales. En ella distinguimos tres datos; el primero es el proceso en cuestión al que representa, el segundo indica la cantidad de horas totales que se le dedican al proceso y el tercero el porcentaje aproximado sobre el total del proyecto.

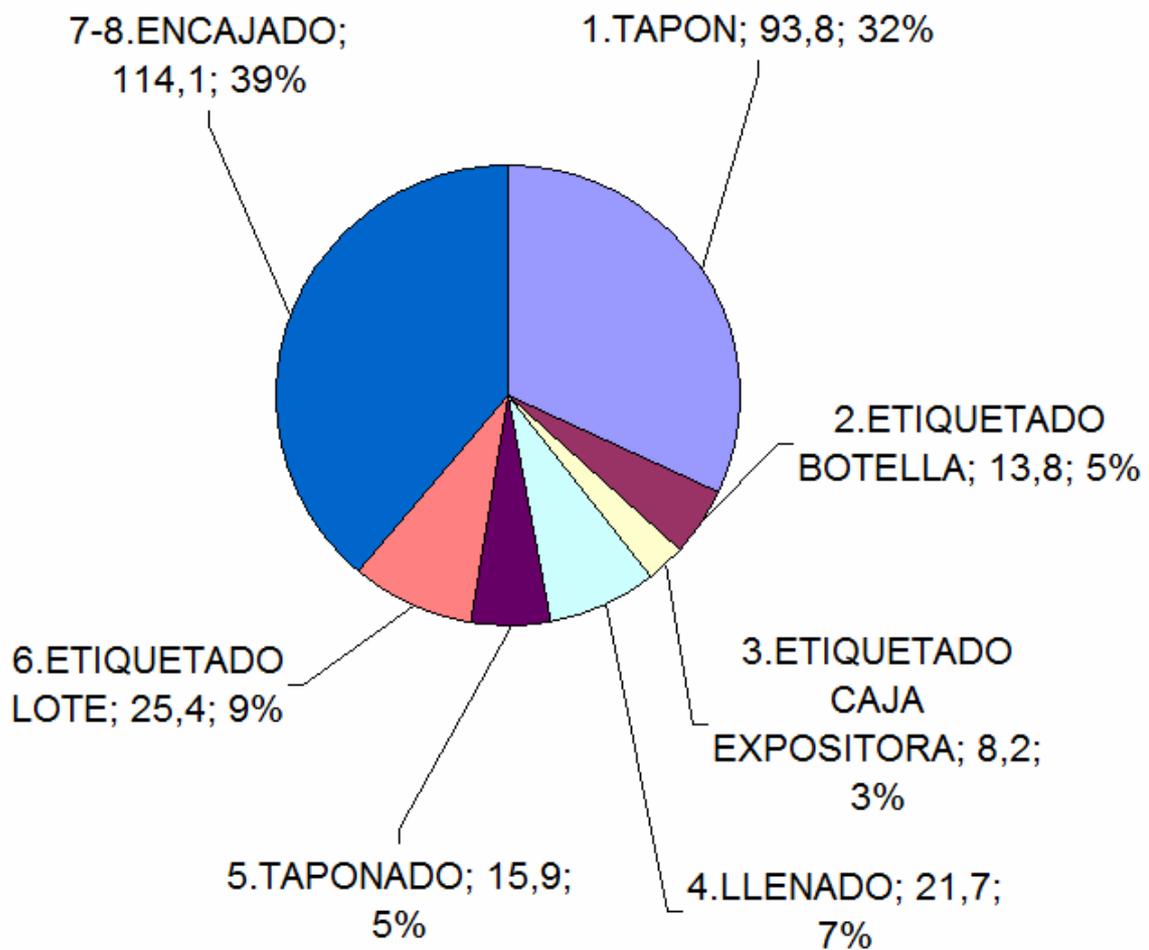


Figura 48 - Procesos del proyecto

A continuación, se comentarán las peculiaridades propias de cada proceso. Para cada uno, representaremos gráficamente y de forma conjunta la cantidad de unidades fabricadas reales y estimadas, el tiempo de fabricación por unidad real y estimado, y por último, la línea temporal de mejora por unidades en cada una de las tomas de datos recabadas durante el proceso.

El primer proceso en valorar va a ser el de **montaje del tapón** de madera.

Primero ante todo, se calcula el coste de mano de obra de la empresa multiplicando las horas de procesado halladas durante el estudio anterior,

por los ocho euros de gasto que le cuesta a la empresa cada hora de operario. Con esta información se podrán comentar los resultados finales del proceso del montaje de tapón.

	HORAS	JORNAL BRUTO (€ x h)	COSTE TOTAL
COSTE EMPRESA CON MEJORAS	93,8	8 €	750,6 €
COSTE EMPRESA SIN MEJORAS	106,6	8 €	853,0 €
		AHORRO	102,4 €
		PORCENTAJE AHORRO	12,01%

Tabla 94

El coste total del montaje del tapón para el ambientador con mejoras incluidas es de 750,6 euros, mientras que el montaje sin mejoras tiene un coste de 853 euros. Ante estos datos, se ve en la tabla 94 que la diferencia entre aplicar mejoras o no habría sido de 102,4 euros, algo que supone un ahorro para WORKINGSPAIN del 12,01% sobre el total de este proceso. Este porcentaje de ahorro sería bueno por superar el 10% de mejora. Además, pasa a tener mucha importancia porque es uno de los procesos existentes más largos. Exactamente tiene una repercusión del 32,02% sobre la totalidad del tiempo del proyecto (casi una tercera parte).

Ahora se pasa a representar la figura 49, que compara en cada una de las tomas de datos que hicimos, las unidades fabricadas por hora reales y las estimadas que deberían haberse fabricado sin implementaciones.

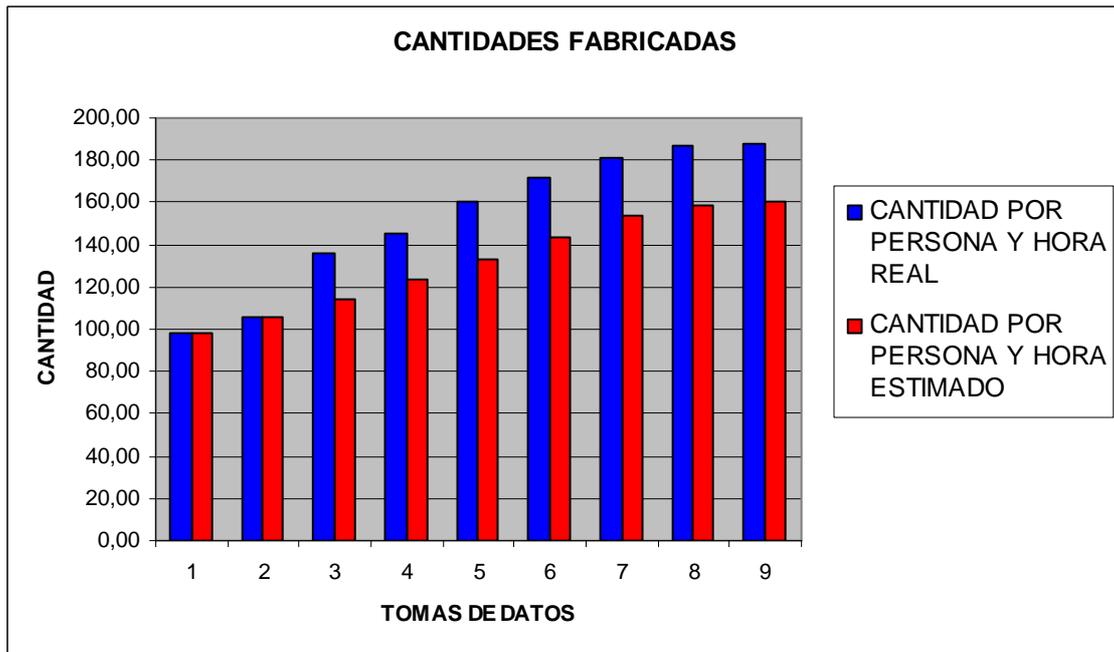


Figura 49

La siguiente figura 50, comparará la diferencia de tiempos en fabricar cada unidad, a lo largo de los 9 controles realizados.

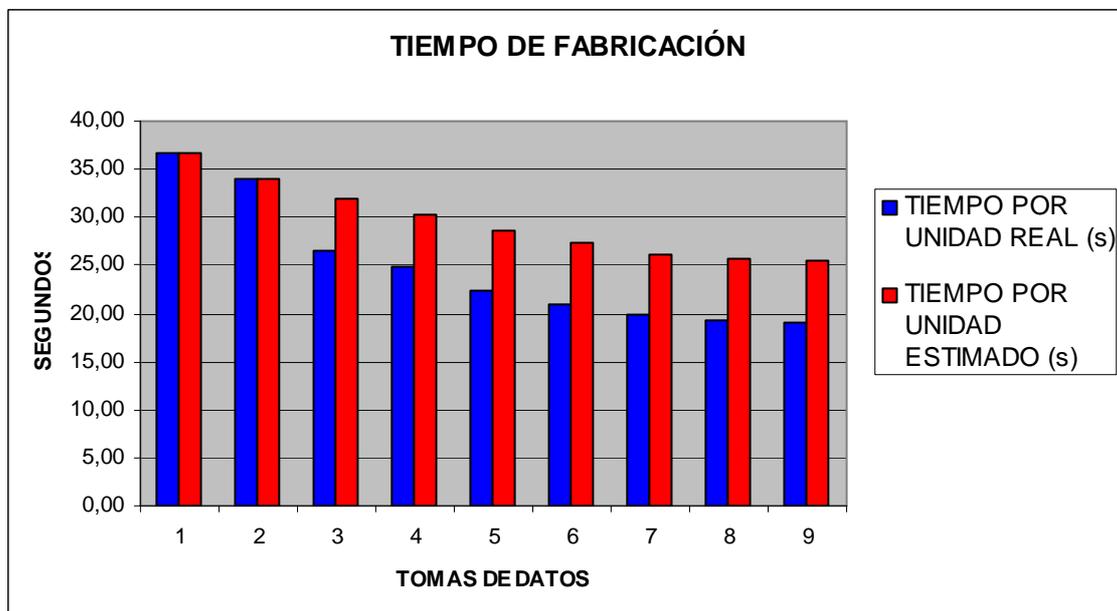


Figura 50

En cada una de ellas, se aprecia claramente la curva de aprendizaje que forman las barras decrecientemente, aumentando la producción y

descendiendo el tiempo de fabricación con el tiempo, tanto para los tiempos reales como para los estimados.

La diferencia entre ambos cálculos, radica en que en los días en que se implemento el proceso con mejoras, se puede observar como se dispara la producción a partir de la tercera toma de datos, continuando ese incremento para los días posteriores tras la mejora. Es más, con la segunda mejora (quinto día), se vuelve a apreciar otro salto de producción, aunque esta de vez de un modo menos relevante.

Por contra, la producción estimada de este proceso en concreto, tiende a seguir la típica desviación de aminorar el ritmo de mejora con el tiempo más uniformemente que en el caso del proceso realizado realmente.

A continuación, para tener una mayor noción de la repercusión que han tenido las mejoras introducidas en cada momento, se comentará más detenidamente la figura número 51, la cual compara la diferencia de aumento de producción entre las distintas tomas realizadas.

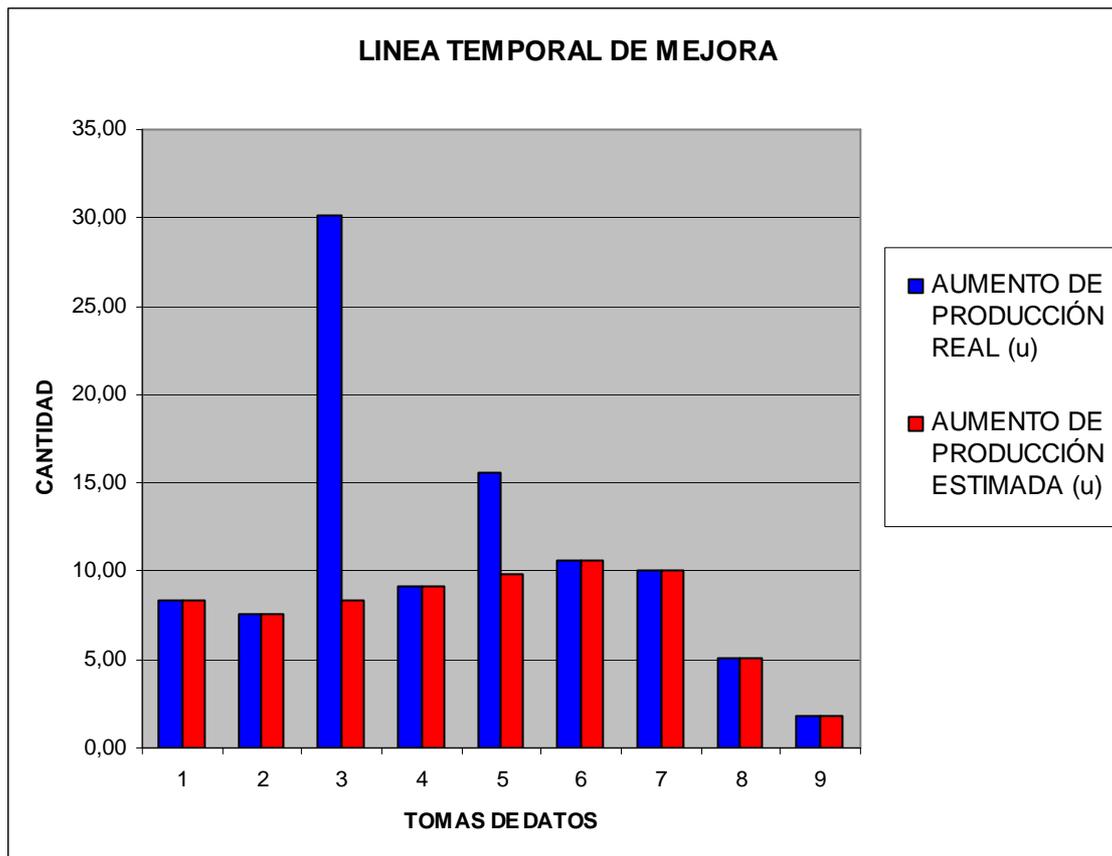


Figura 51

En este modelo se ve de forma clara como se dispara la producción real del tercer día con respecto a la estimada para ese momento del proceso. La diferencia entre ambas es de 3,6 veces la real sobre la estimada, mientras que la segunda implementación es más suave, superando una a la otra con casi 1,6 veces más en aumento de producción.

Con estos datos, se puede intuir que los cambios introducidos de mejorar algunos subprocesos, cambiar el sistema de montaje a producción en serie en alguna de sus partes y unificar los sistemas de fabricación del proceso para todas las operarias (mejoras introducidas antes de la tercera toma), es mucho más eficaz que la segunda implementación y por tanto más relevante.

Otra de las cosas que se puede deducir en esta gráfica, es que la misma no sigue el modelo de la curva de aprendizaje descendente habitual (con el tiempo), si no más bien todo lo contrario, tiene una tendencia de

subir el aumento de producción con los días correspondientes a los posteriores a la mejora del proceso en comparación con los anteriores de haber sido implementado el mismo. De hecho, el primer día que empieza a descender la producción realmente, es el octavo día con respecto al segundo, ya que pasa de 7,56 a 5,11 unidades más cada hora. Así pues, se puede afirmar que los días comprendidos entre el tercero y el séptimo (ambos inclusive), se ven influenciados por las mejoras introducidas durante el proceso, ya que ayudan a mejorar la comodidad, la soltura, ergonomía y demás elementos que propician un aumento en la producción, que en una situación normal no debería ocurrir.

El segundo proceso en comentar los resultados obtenidos, va a ser el de **etiquetado de botellas**.

Como en el caso anterior, se calcula el coste final de mano de obra del proceso, el ahorro en euros que supone para la empresa y el porcentaje de mejora entre el coste estimado y el real (con mejoras).

	HORAS	JORNAL BRUTO (€ x h)	COSTE TOTAL
COSTE EMPRESA CON MEJORAS	13,8	8 €	110,6 €
COSTE EMPRESA SIN MEJORAS	22,6	8 €	180,4 €
AHORRO			69,8 €
PORCENTAJE AHORRO			38,70%

Tabla 95

Extrayendo los resultados obtenidos y comparándolos con el resto, este proceso destaca porque es el que más porcentaje en mejora ha obtenido de forma más concluyente. Con un 38,70% de mejora, casi dobla al segundo mejor valor obtenido. De hecho, dobla las expectativas del 20% de mejora en eficiencia, que eran las más altas que se estimaban alcanzar como se indica al principio del análisis de los resultados.

Aunque viéndolo detenidamente, de los 180,4 euros que ha tenido de coste estimado, se ha ahorrado casi 70 euros la empresa, una cantidad

poco significativa comparándolo con el alto rendimiento que ha obtenido. Esto se debe a que el proceso de etiquetado de frascos es uno de los procesos más cortos de todo el proyecto, representando solamente el 4,71% sobre la totalidad del tiempo.

Seguidamente, se representan las gráficas de mejora de cantidades etiquetadas y la de disminución de los tiempos de acabado de cada unidad, entre los diferentes momentos en que se recogieron los datos.

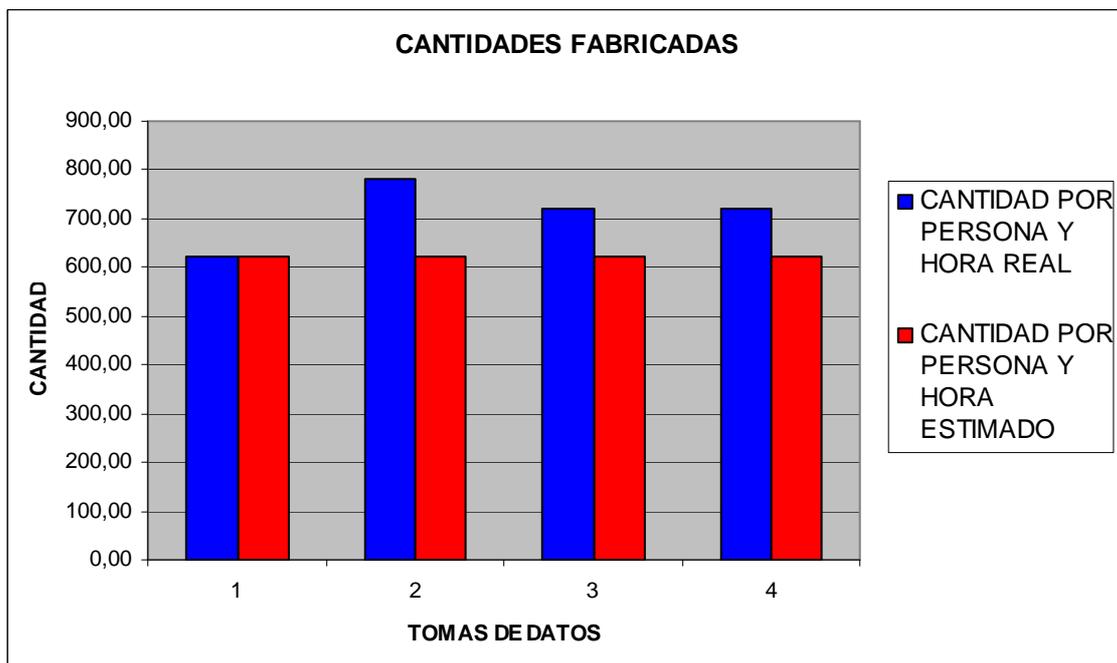


Figura 52

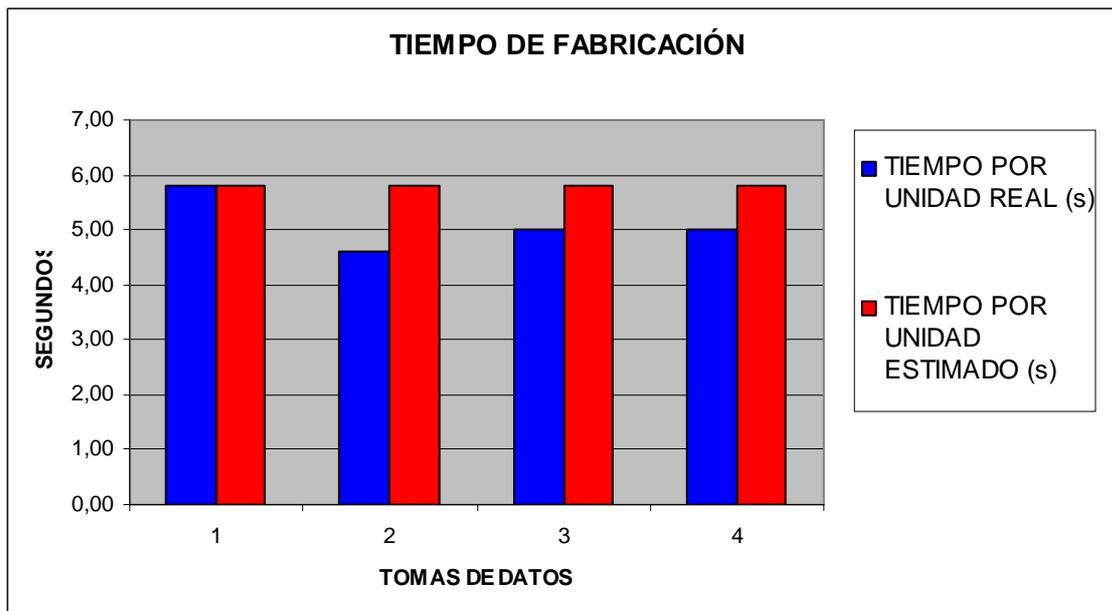


Figura 53

Seguidamente, se observa en la figura 53 que se está ante un caso especial, ya que la línea de barras que forman todas ellas, no tiene semejanza alguna con respecto a la curva de aprendizaje que debería de seguir. Esto se debe, por una parte, a que la cantidad estimada de mejora se ha considerado como cero, por las causas comentadas en el capítulo 5 (apartado 5.8, Propuesta y determinación de los mecanismos de mejora) por tanto da como resultado una gráfica plana. Por otro lado, quitando de la primera toma de contacto con el proceso, en que resultan idénticas las barras de datos estimados y reales, el resto de proceso medido proporciona resultados muy irregulares.

En la segunda toma hay una clara mejoría como consecuencia de la implementación del proceso, aunque en la tercera hay un empeoramiento del rendimiento que se mantiene durante la cuarta y última toma del proceso. Este comportamiento tan extraño, no se debe a que la segunda mejora incorporada antes del tercer control sea peor, si no que simplemente, cambia el sistema de procesado de los materiales, pasando de ser manufacturados (hechos a mano) a ser automatizados con maquina de etiquetado.

Aunque la gráfica muestre un empeoramiento con los rendimientos, debido a que la maquina va más lenta que las trabajadoras, pasa a ser un proceso más rentable porque la operaria que está al cargo de la maquina solamente emplea la mitad de su tiempo en ella, con lo cual, el gasto para la empresa en este proceso pasa repentinamente a ser la mitad, de ahí el gran porcentaje de diferencia en el coste entre el trabajo real invertido y el estimado.

Por último, se analizará la figura 54, en la que se representa la línea temporal de mejora con el aumento de producción que sigue el etiquetado de frascos. En este caso, esta herramienta de diagnostico no va a proporcionar ningún dato nuevo, aunque complementa la información extraída anteriormente y apoyará sus conclusiones.

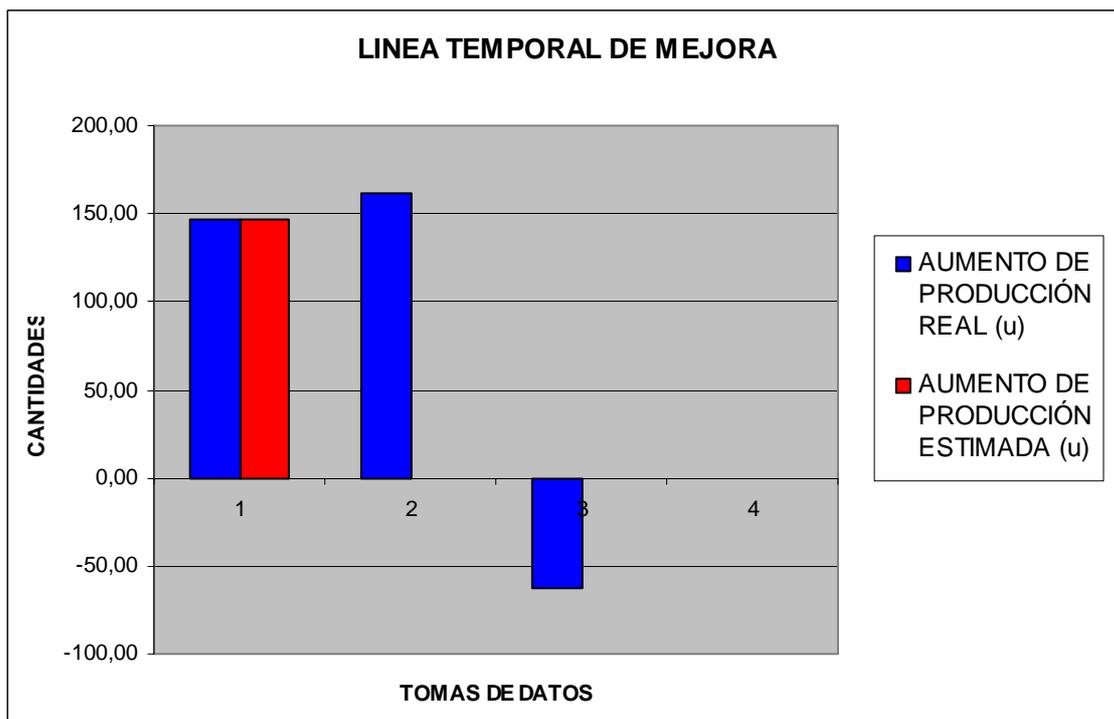


Figura 54

Como cabía esperar, el aumento estimado a lo largo del tiempo es cero, tal y como se había considerado.

Pasando a lo que concierne a las cantidades reales, por un lado, el aumento de las dos primeras mediciones reales sigue un patrón normal de mejora por ser manipulado a mano, mientras que en la tercera, disminuye el número de fabricación drásticamente hasta la cantidad ajustada según la fabricación adecuada para el tipo de maquina utilizada. Esta cantidad de producción por hora se mantiene igual de aquí en adelante por ser un sistema automatizado.

Seguidamente, se pasa a analizar los resultados del tercer proceso, el **etiquetado de la caja expositora** exterior.

En primer lugar, se sacan los costes finales para calcular la diferencia entre el coste real y el coste estimado.

	HORAS	JORNAL BRUTO (€ x h)	COSTE TOTAL
COSTE EMPRESA CON MEJORAS	8,2	8 €	65,8 €
COSTE EMPRESA SIN MEJORAS	8,9	8 €	70,8 €
		AHORRO	5,1 €
		PORCENTAJE AHORRO	7,15%

Tabla 96

Observando en la tabla 96 la poca cantidad de horas de trabajo que supone este proceso, se prevé que no tendrá gran repercusión sobre el total del proyecto. Solamente cuenta con una proporción del 2,80%, la más pequeña de todas, por tanto es el proceso más corto en duración de fabricación. Aun así, se decidió mejorar para sacar mayor rentabilidad.

A pasado de tener un coste de 70,8 euros esperado, a un coste real de 65,8 habiendo obtenido un ahorro total para la empresa de 5,1 euros. Como se puede comprobar, se ha conseguido una mejora básica del 7,15% concordando perfectamente con el tipo de mejora que se le ha implementado al proceso como se ha descrito en el capítulo de mecanismos de mejora a implementar.

A continuación, se exponen las figuras con la representación de las mejoras en cantidades y tiempo resultantes de los cálculos de este proceso.

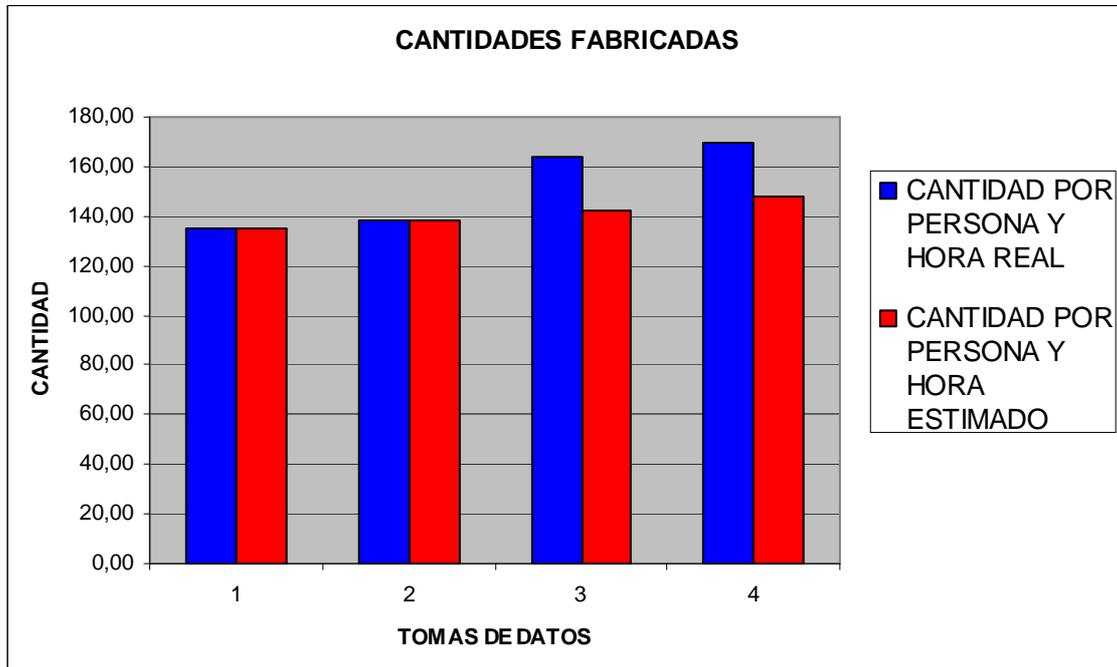


Figura 55

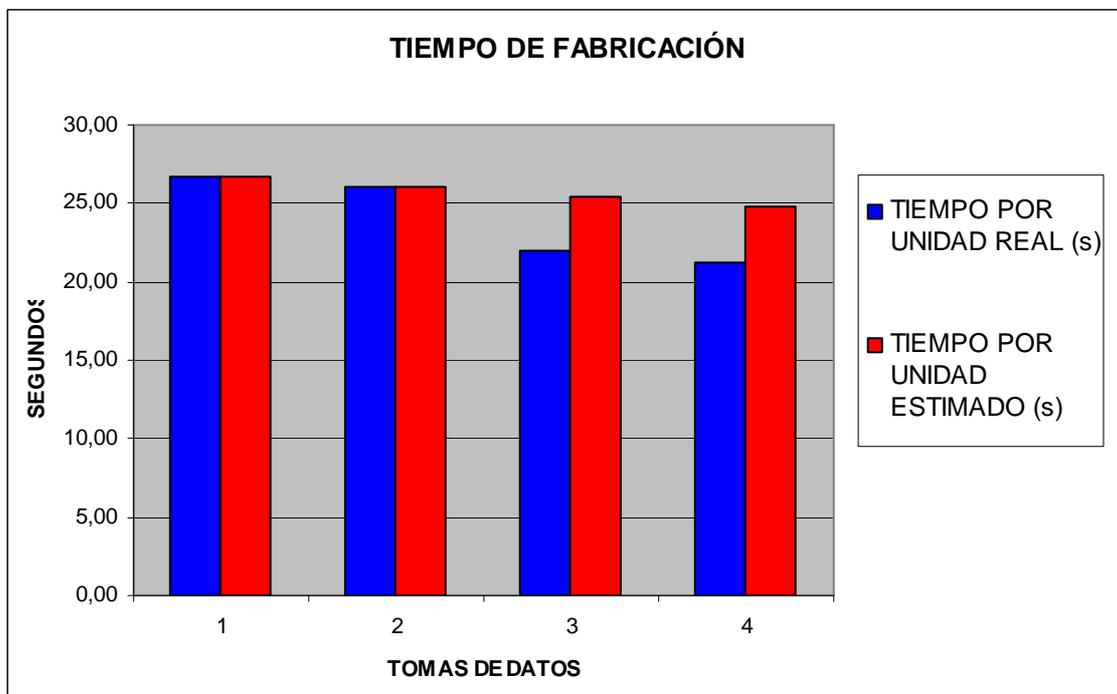


Figura 56

Después de ver el comportamiento que siguen los valores de cada toma de la figura, se aprecia una similitud muy característica con la curva de aprendizaje estándar. Aunque en este caso, existe un salto bastante representativo entre los controles 2 y 3 en la mejora de fabricación de unidades reales. Este salto se debe a la introducción de las mejoras tras haber recogido los datos de la segunda toma.

La parte más importante de este caso, es que la mejora introducida (útiles específicos como dispensadores a medida y organizar las herramientas dentro del lugar de trabajo de cada operario), se puede implementar prácticamente para cualquiera de los restantes procesos, ya que este tipo de utensilios son necesarios para la mayoría del resto de procesos por el tipo de características específicas de los componentes a fabricar y del tipo de operaciones a realizar en el proyecto.

El siguiente paso será la representación de las unidades que se implementa en cada toma de datos.

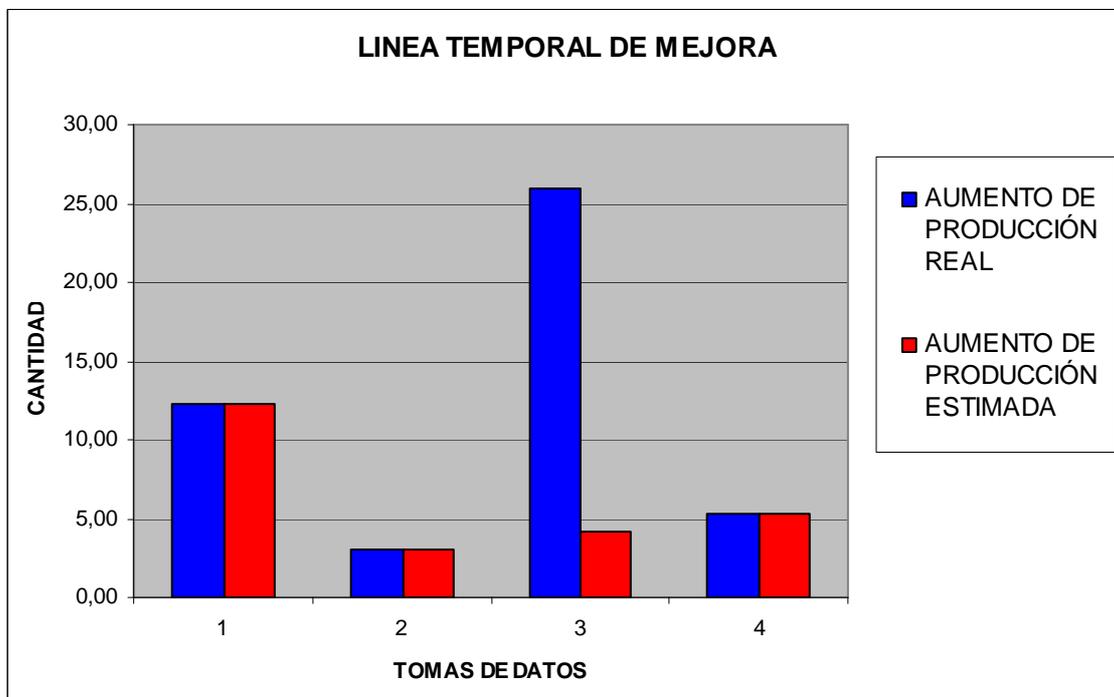


Figura 57

Mientras que las figuras anteriores seguían la misma planificación que la curva de aprendizaje, al ver la diferencia de unidades que aumenta la producción aquí, se aprecia el efecto contrario, justamente a partir de donde se introdujo la mejora. Esto es debido a la mejora general de las condiciones de trabajo como consecuencia de la implementación del proceso.

En esta estimación, se consideraba que habría una mejora de media de unas 4 unidades más fabricadas en cada control diferente, pero con la introducción de la mejora este resultado asciende hasta 26 unidades, un 650% más de lo esperado (6,5 veces más). Este valor es sorprendentemente mejor de lo que se percibía en las gráficas de unidades y tiempos anteriores. Seguramente se deba a que la cantidad fabricada por hora durante el proceso es una cantidad de unidades muy elevada, con lo cual el incremento tiene poca representación con respecto al total, pero en comparación a la mejora tiene una importancia muy alta.

Para finalizar, cabe mencionar que la implementación introducida, no se sabe hasta que punto repercutirá exactamente sobre el proceso. Esto se debe a que el proceso en sí, es tan corto que no deja margen para ver a partir de que momento la mejora dejara de tener influencia suficiente sobre el proceso como para que siga descendiendo la mejora de producción en comparación con la toma número dos.

El siguiente proceso en el que van a analizar los resultados, es el de **llenado** de los frascos. En este caso, al contrario que los anteriores, no se llegó a introducir ninguna mejora durante el seguimiento del mismo.

Primero se saca el coste total del proceso multiplicando las 21,7 horas que costo de completarse por los 8 euros hora que le cuesta a la empresa. Con ello se obtiene un gasto total de 173,4 euros.

COSTE DE EMPRESA		
HORAS	JORNAL BRUTO	COSTE TOTAL
21,7	8 €	173,4 €

Tabla 97

La repercusión de tiempos que tiene el proceso de llenado sobre el total de los procesos es exactamente del 7,41%, siendo uno de los porcentajes medio-bajos en el proyecto. Con lo cual, aunque se le hubiera aportado alguna mejora, no habría sido muy significativa ni habría aportado gran mejoría al coste final.

Seguidamente, se presentan las figuras que muestra las diferentes cantidades procesadas y tiempos entre cada uno de los controles realizados.

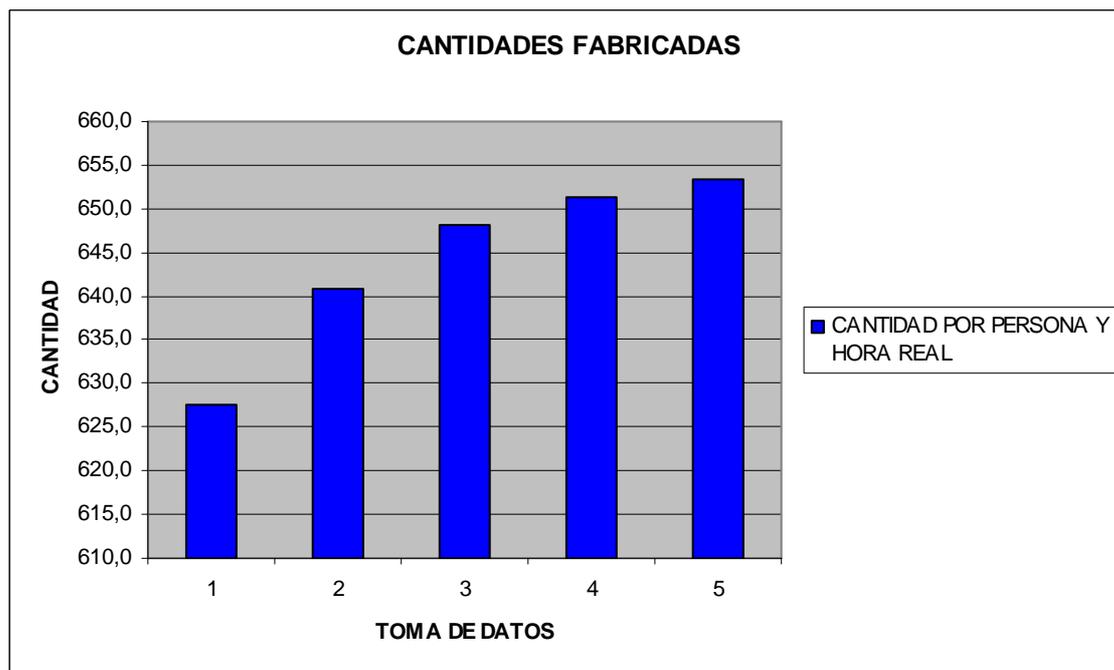


Figura 58

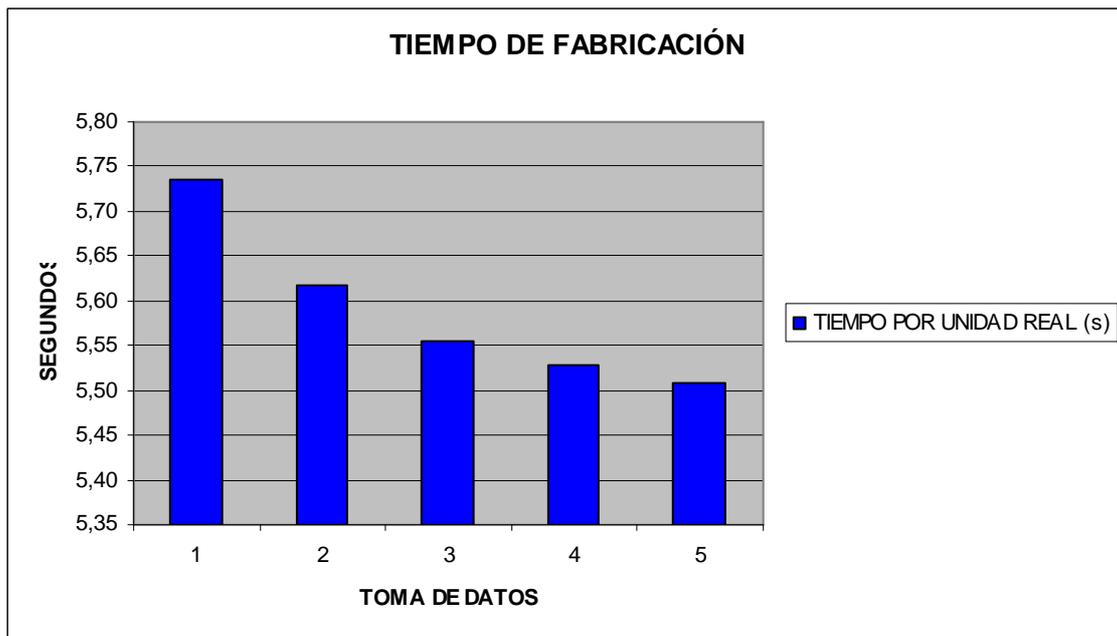


Figura 59

Este es un caso perfecto en el que las figuras resultantes, definen y coinciden perfectamente con la forma de la curva de aprendizaje estándar, en ella se observan los valores del trabajo que realizaban las operadoras durante todo el tiempo que duró el proceso.

Consiguientemente, se representará la línea temporal de los aumentos de unidades que se produjeron durante el transcurso del procesado.

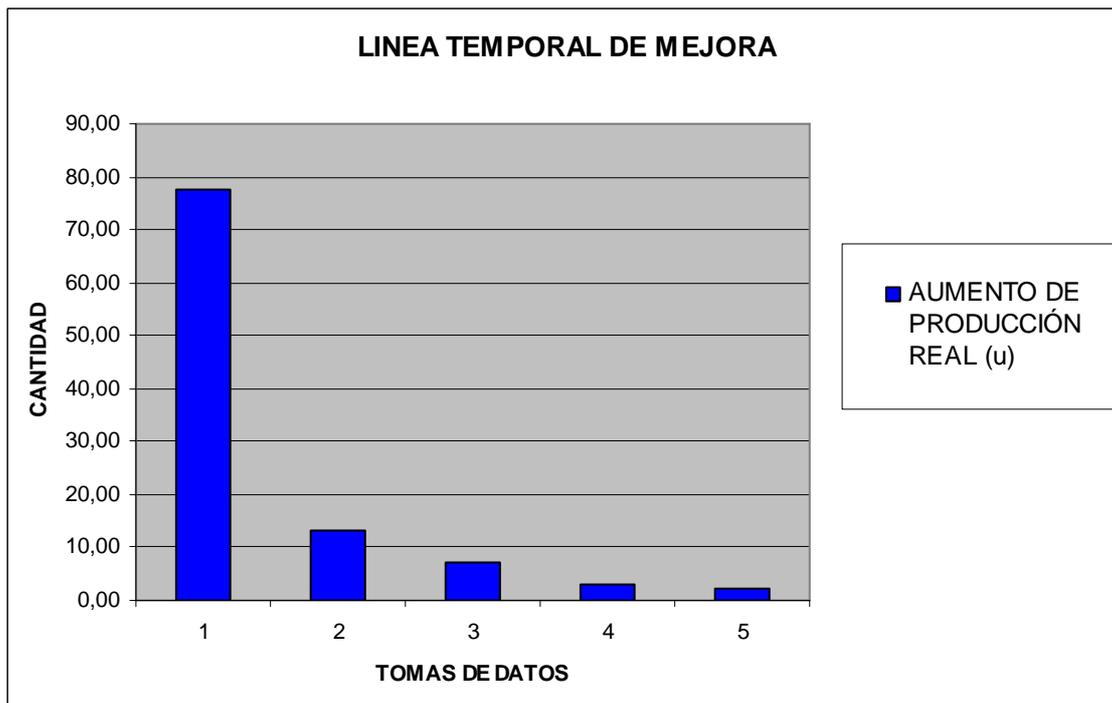


Figura 60

Sin ningún tipo de mejora implementada en el proceso, esta gráfica debería ser coincidente en forma, y de hecho lo es en este caso, con la curva que define la gráfica de los tiempos de fabricación (curva inversa a la producción de cantidades). El único dato que se podría destacar es que en la primera hora de llenado, la mejora es de casi 6 veces con respecto a las dos horas posteriores, pasando de 77,58 unidades a 13,20 (diferencia de 64,38 unidades). Mientras que el resto de tomas, solamente tienen mejoras que oscilan entre 1 y 5 unidades de diferencia entre ellas.

El quinto proceso en comentar los resultados obtenidos, va a ser el de **taponado de los frascos** con el obturador.

Como en los casos anteriores en los que se introducía mejoras durante el proceso, se calcula el coste final de mano de obra del proceso, el ahorro en euros que supone para la empresa y el porcentaje de mejora entre el coste estimado y el real (con mejoras).

	HORAS	JORNAL BRUTO (€ x h)	COSTE TOTAL
COSTE EMPRESA CON MEJORAS	15,9	8 €	127,0 €
COSTE EMPRESA SIN MEJORAS	19,6	8 €	157,0 €
		AHORRO	30,0 €
		PORCENTAJE AHORRO	19,08%

Tabla 98

El coste total del montaje del taponado de las botellas, con mejoras incluidas, es de 127 euros, mientras que el montaje sin mejoras tiene un coste de 157 euros. Ante estos datos, se ve que la diferencia entre aplicar mejoras o no habría sido de 30 euros, algo que supone un ahorro para la empresa del 19,08% sobre el total de este proceso. Este porcentaje de ahorro sería muy bueno por llegar casi a ese 20% de mejora, al que se intenta llegar para que el proceso esté optimizado adecuadamente. El inconveniente principal es que el proceso en cuestión, es uno de los que tiene menor importancia porque es de los más cortos que existen. Exactamente tiene una repercusión del 5,43% sobre la totalidad del tiempo del proyecto (prácticamente despreciable).

A partir de este momento, se representarán las figuras que comparan en cada una de las tomas de datos que se obtuvieron, las unidades fabricadas reales por hora, con las estimadas que deberían haberse fabricado sin implementaciones.

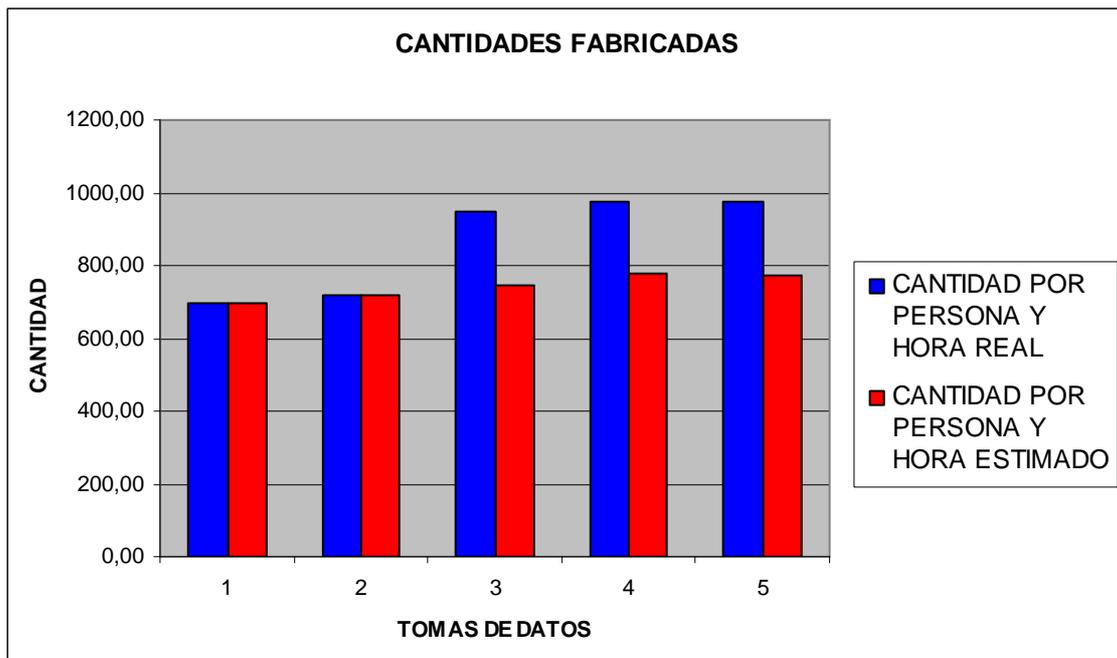


Figura 61

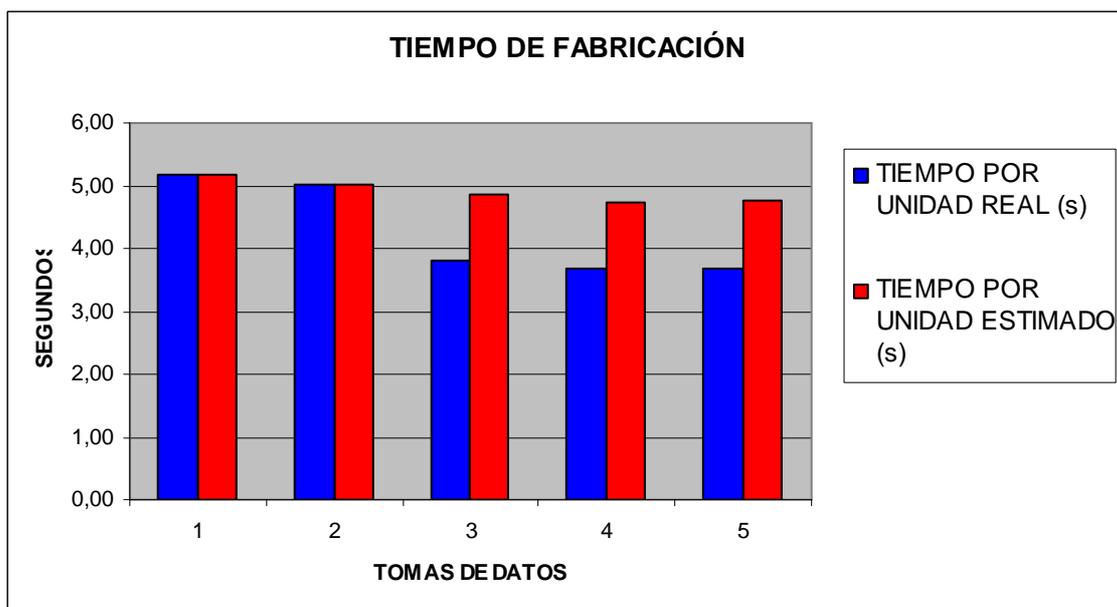


Figura 62

Una de las cosas más representativas de este proceso es que la cantidad de unidades fabricadas estimadas y tiempos de fabricación estimados, forman perfectamente la curva de aprendizaje estándar, aunque con bastante más planeidad. Esto seguramente se deba a que es un proceso muy simple y ágil de hacer, por tanto, poco mejorable con el tiempo.

A partir de la tercera toma de datos real, se nota una mejoría muy acentuada en el proceso. Esta es causada por la mejora de la introducción de nuevos utensilios que se realizó para el proceso del taponado.

A continuación se analizará la figura 63, que cuenta con la línea temporal de mejora que sigue el taponado de los ambientadores. En este caso, esta herramienta de diagnóstico nos va a proporcionar el dato exacto de la cantidad que ha aumentado la eficiencia entre las tomas 2 y 3.

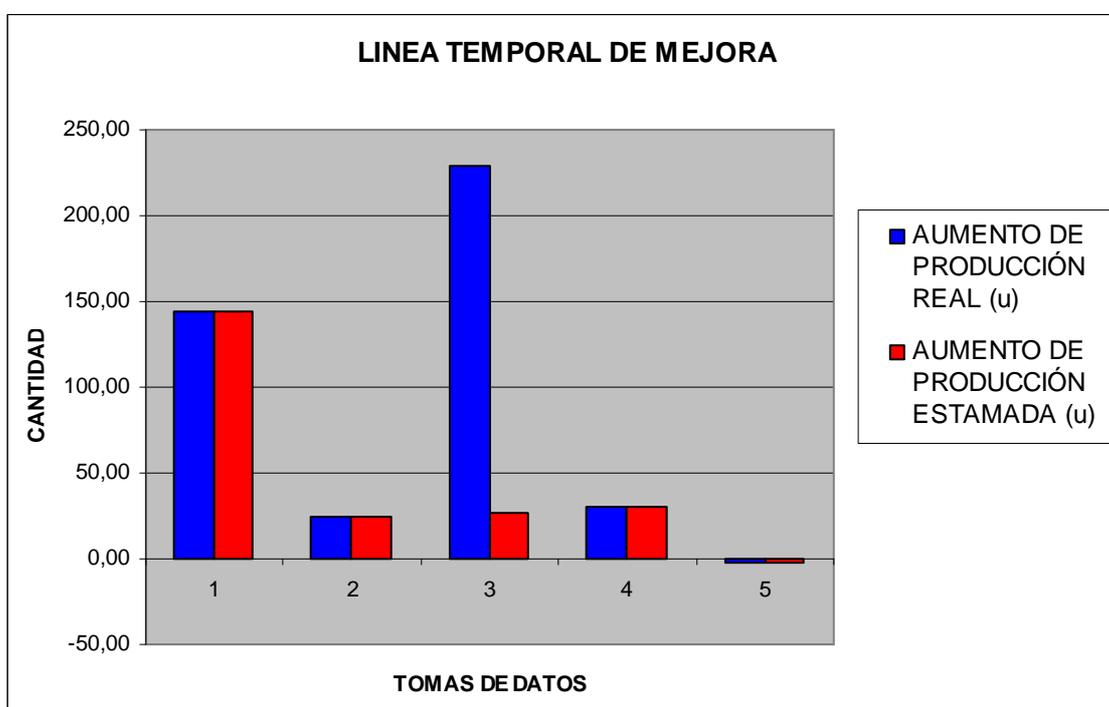


Figura 63

El dato más importante y que más destaca en este caso es el aumento de la productividad con la mejora introducida. De un aumento de producción esperado de 27,15 unidades, se ha pasado a un aumento real de 228,74 unidades la hora. La diferencia en cuestión es de 201,59 unidades por hora, exactamente un incremento del 842,5% (casi 8,5 veces más). El mayor aumento en productividad obtenido en todo el proyecto.

Este dato calculado, indica que la mejora introducida ha tenido una repercusión en la mejoría del proceso muy grande. De hecho, es uno de los

procesos que más a mejorado en todo el proyecto, y el que más lo ha hecho teniendo en cuenta que solamente se ha implementado con una única mejora.

También, cabe destacar, que la figura llega a contemplar la caída de la productividad por debajo de la toma 2 de datos, durante la toma 5 (la toma 5 muestra una disminución de mejora en comparación con la 2). Esto indica que la mejora introducida solamente ha tenido 5 horas de desarrollo hasta alcanzar su máximo aprendizaje durante la recogida de datos número 4.

Como se puede comprobar, la mejora en el primer control con respecto a los ensayos previos, da un aumento mucho mayor que en el resto de tomas, algo típico que viene ocurriendo durante todo el proyecto como consecuencia de una rápida adaptación al puesto de trabajo del proceso durante las primeras horas de producción.

En cuanto al proceso de **etiquetado del lote** de las cajas individuales, que es el sexto proceso, no se le llegó a introducir ninguna mejora durante el seguimiento del proyecto.

Sacamos el coste total del proceso que es simplemente multiplicar las 25,4 horas que costo de completarse por los 8 euros hora que le cuesta a la empresa. Con ello se obtiene un gasto total de 203,4 euros, como se observa en la tabla 99.

COSTE DE EMPRESA		
HORAS	JORNAL BRUTO	COSTE TOTAL
25,4	8 €	203,4 €

Tabla 99

La repercusión de tiempos que tiene el proceso del etiquetado del lote en las cajas individuales del ambientador, en comparación con el total de los procesos es exactamente del 8,67%, siendo uno de los medio-bajos en

el proyecto. Con lo cual, aunque se le hubiera introducido alguna mejora, no habría sido muy significativa ni habría influido demasiado al coste final.

Seguidamente, se presentan las figuras que muestra las diferentes cantidades procesadas y tiempos entre cada uno de los controles realizados.

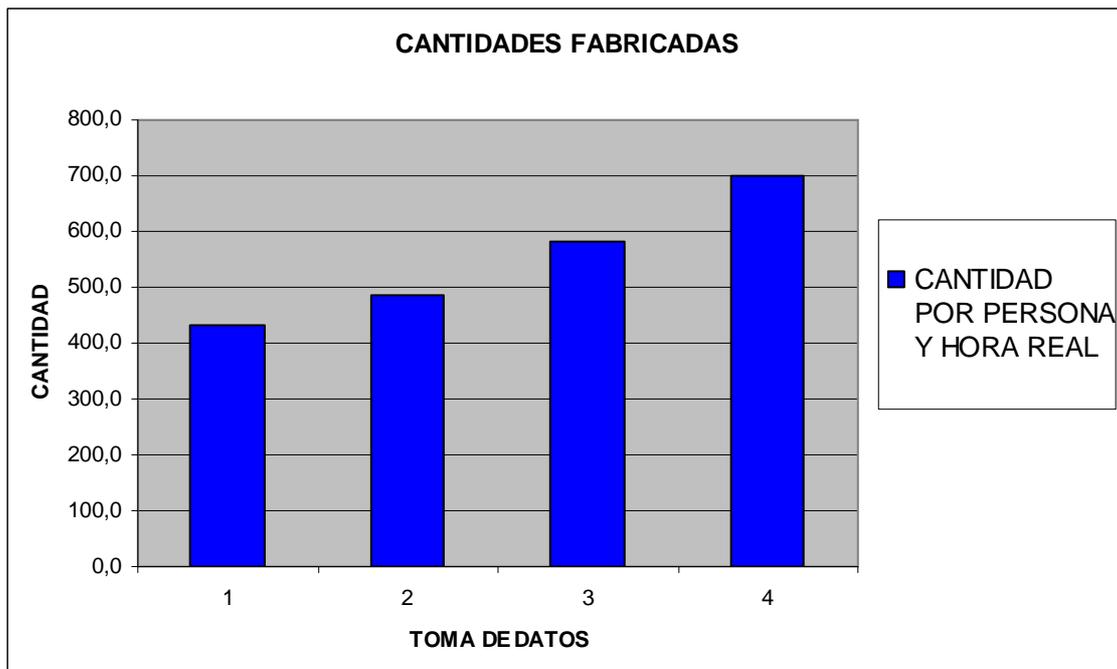


Figura 64

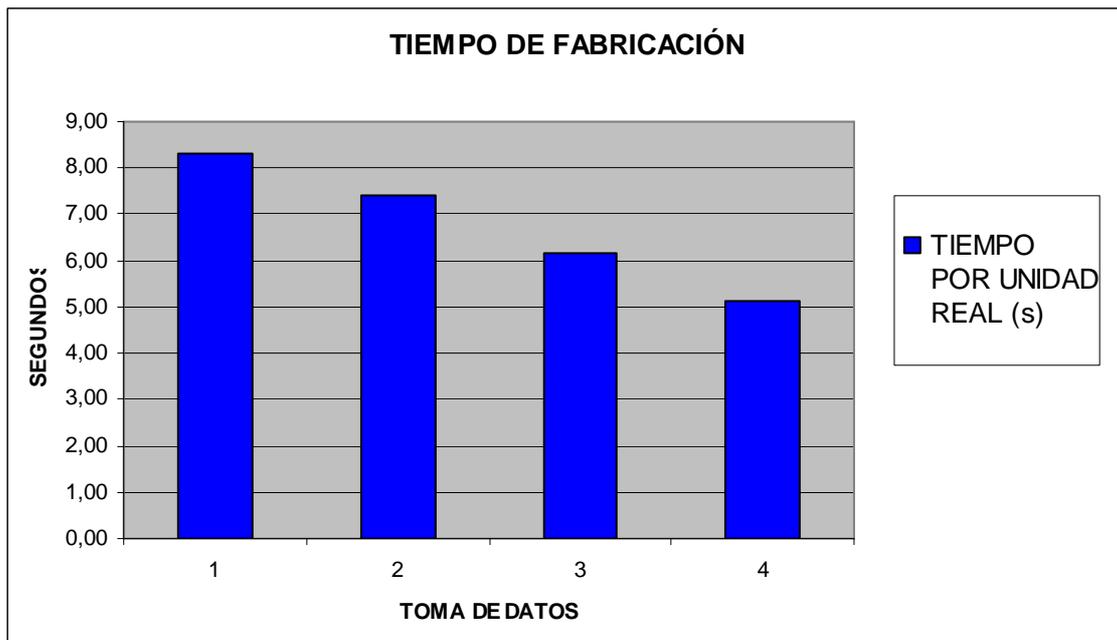


Figura 65

La punta de las barras, debería de dibujar una parábola muy parecida a la de la curva de aprendizaje estándar, aunque en este caso no lo hace. Más bien, crean una escalera ascendente y descendente en los dos gráficos respectivamente.

Seguramente se deba a que la primera toma de datos fue recogida de una operadora y en las otras tres restantes de otra diferente, ya que la primera fue reasignada posteriormente al proceso de encajado total, por necesidades de entrega al cliente de una parte del lote.

Otro de los factores que podrían haber influido es que el proceso se encontrara todavía en fase primeriza o de "toma de contacto" durante el periodo que duró la fabricación de este primer lote, no habiéndose desarrollado por completo la agilidad, habilidad, eficiencia o practicidad básica de las operadoras como consecuencia de no haber tenido la suficiente experiencia con este proceso. Este motivo podría ser el principal que haga que la representación en la gráfica de una curva tan ascendente, ya que es la propia de las mejoras iniciales en los procesos como vemos en la mayoría de los otros procesos.

Consiguientemente, se representará la línea temporal de los aumentos de unidades que se produjeron durante el transcurso del procesado.

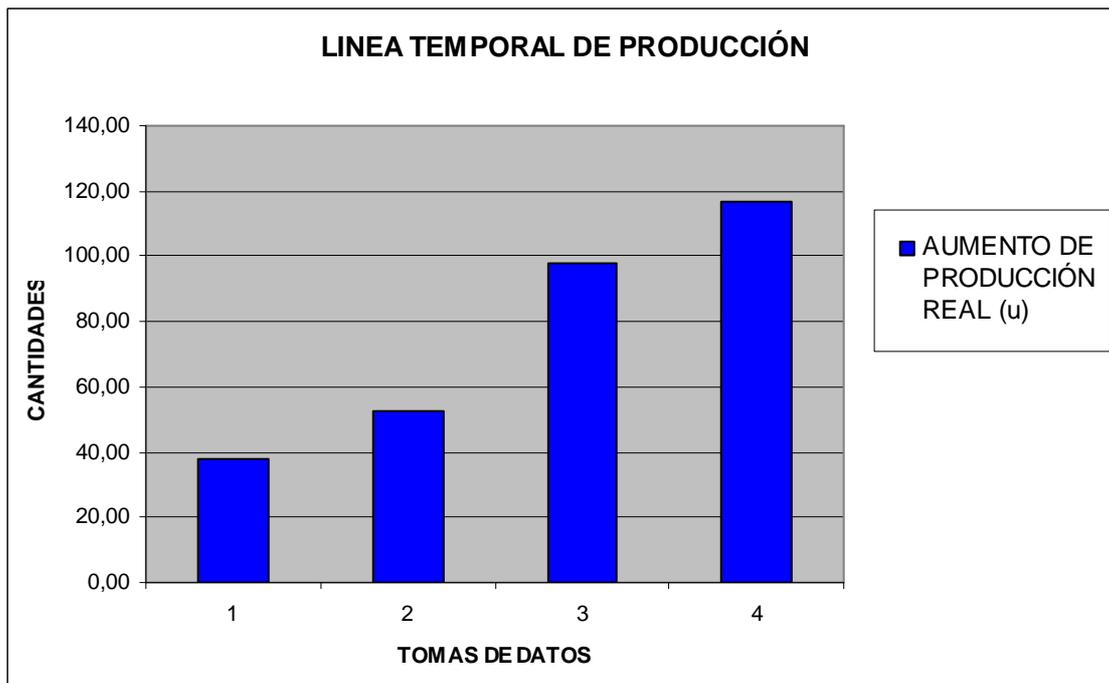


Figura 66

Sin ningún tipo de mejora implementada en el proceso, esta figura, debería ser coincidente en forma con la curva que define la gráfica de los tiempos de fabricación (curva inversa a la producción de cantidades), pero como ya se ha visto y explicado con las figuras 64 y 65, no sigue el modelo normal. Es más, en esta representación de la diferencia de unidades aumentadas en fabricación, se acentúa la incoherencia de que la primera toma no coincide de manera alguna con el ritmo de mejora de las otras tres, debido a que la diferencia de soldadura en fabricación de las dos operarias era distinta.

El último proceso a valorar va a ser el del encajado total del ambientador, que consta del encajado individual más el encajado del expositor.

Seguidamente, se calculará el coste de mano de obra de la empresa, tanto el estimado como el real, el ahorro o ganancia que suponen las mejoras y la proporción con respecto el uno del otro.

	HORAS	JORNAL BRUTO (€ x h)	COSTE TOTAL
COSTE EMPRESA CON MEJORAS	114,1	8 €	913,1 €
COSTE EMPRESA SIN MEJORAS	150,9	8 €	1.207,3 €
		AHORRO	294,2 €
		PORCENTAJE AHORRO	24,37%

Tabla 100

Extrayendo los resultados obtenidos y comparándolos con el resto de procesos, este destaca sobre la mayoría porque es el segundo mejor porcentaje de ahorro que se ha obtenido, con un 24,37%. Además, el ahorro que proporciona es el que más va a repercutir porque el proceso del encajado es el más largo de todo el proyecto, abarcando un 38,96% del tiempo sobre el total de todos ellos.

Analizando más a fondo el resultado, se considera que se han obtenido unas mejoras muy buenas, dado que el margen de ahorro proporcionado por las mismas supera ampliamente el máximo como objetivo a alcanzar, que era del 20%. El coste de este proceso ha supuesto el mayor de todos con 913,1 euros como gasto de empresa, aunque ha sido mucho menor del esperado que era de 1207,3 euros. Por tanto, el ahorro final proporcionado ha sido de 294,2 euros, un 24,37% menor del estimado como ya se había comentado.

La próxima figura, muestra la evolución que siguió la cantidad de unidades encajadas y la de disminución de los tiempos de acabado de cada una, entre los diferentes momentos en que se recogieron los datos.

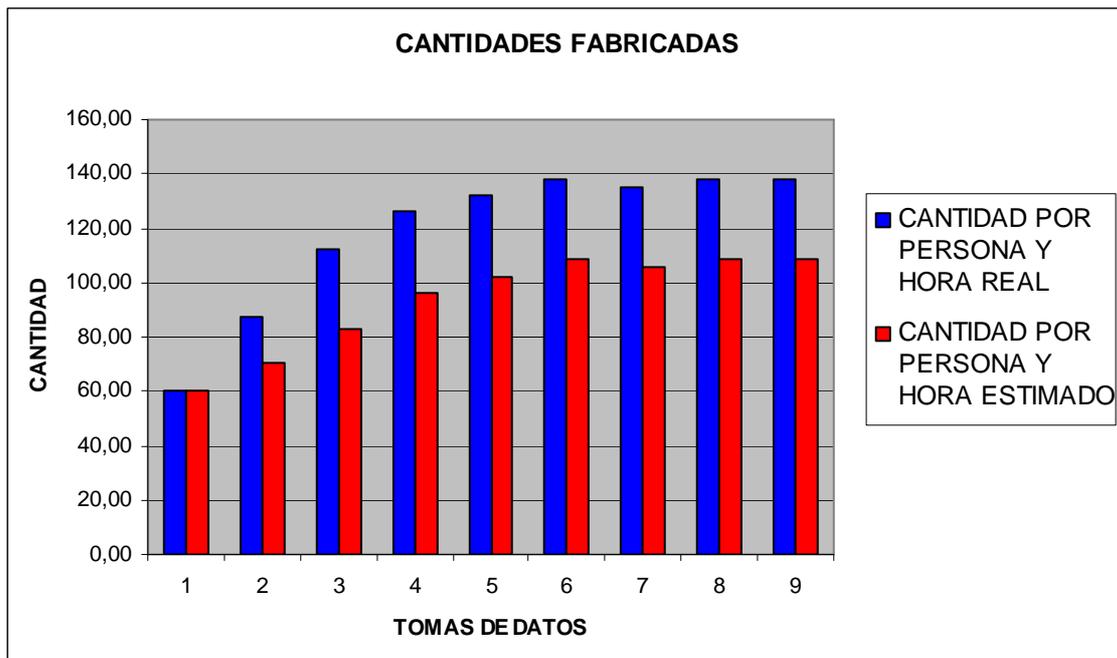


Figura 67

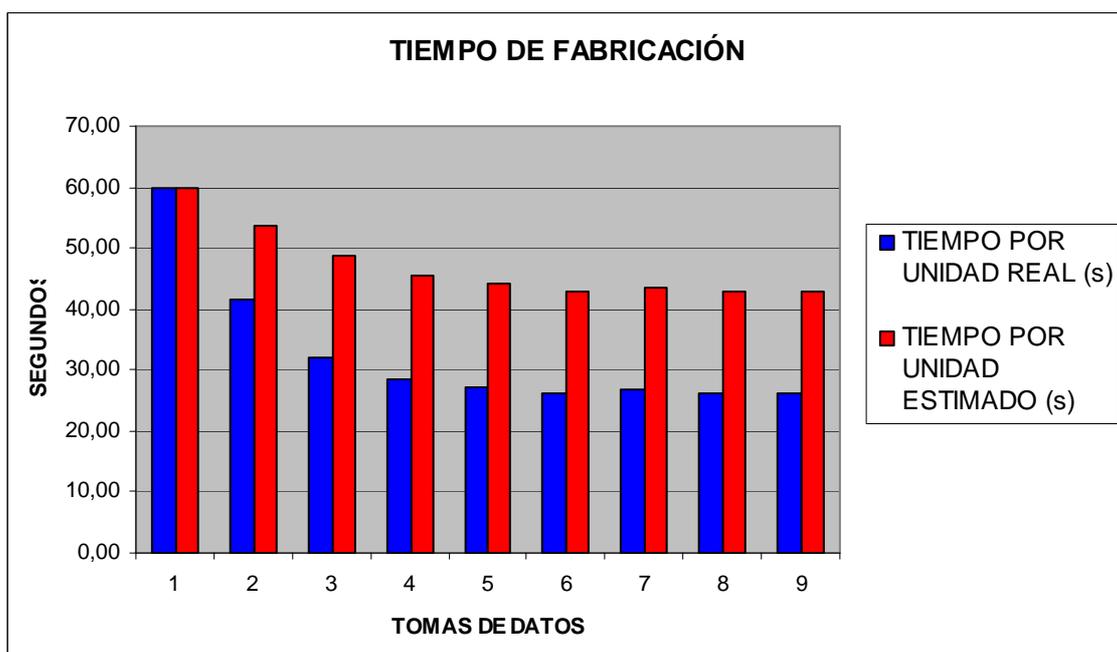


Figura 68

En cada una de las dos, se aprecia claramente la curva de aprendizaje que forman las barras en evolución decreciente, aumentando la producción en la figura 67 y descendiendo el tiempo de fabricación con el tiempo en la figura 68, tanto para los tiempos reales como para los estimados.

La diferencia entre ambos cálculos radica en los días en que se implemento el proceso. Se ve claramente como se dispara la producción a partir del segundo control y más todavía en el tercero, arrastrando ese incremento para los días posteriores tras las mejoras.

En cambio, la producción estimada de este último proceso, tiende a seguir la típica desviación de aminorar el ritmo de mejora con el tiempo más uniformemente que en el caso del proceso realizado realmente, como era de esperar.

Otra cosa que se aprecia perfectamente en estas gráficas y que no se ha podido ver en el resto de procesos, es el estancamiento de la productividad durante la fase final de su duración, pudiendo comprobar incluso como oscilan las últimas producciones entorno a un número de fabricación bastante fijo (138 unidades por hora).

A continuación, para tener una mayor noción de la repercusión que han tenido las mejoras introducidas en cada momento, vamos a observar más detenidamente la gráfica que compara la diferencia de aumento de producción entre las distintas tomas realizadas.

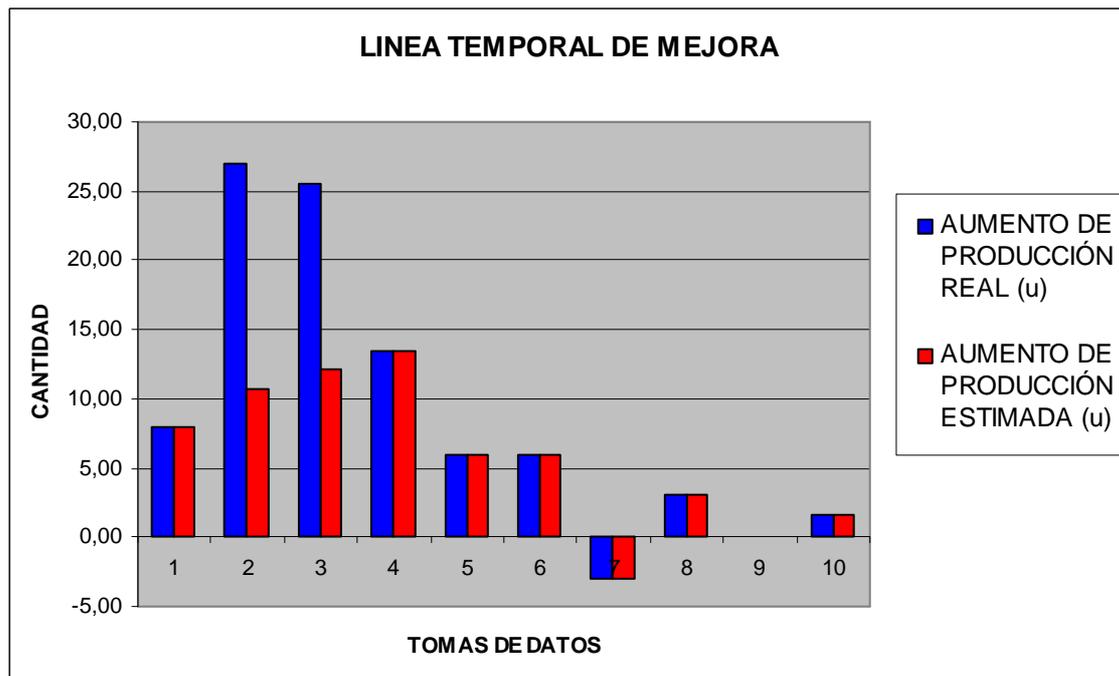


Figura 69

En este modelo (figura 69) se ve de forma clara como se dispara la producción real del segundo y tercer día con respecto a la estimada para ese momento del proceso, llegando a ser las dos mejoras prácticamente del mismo incremento.

En la segunda toma se pasa de un aumento estimado de fabricación de 10,75 a 27 unidades realizadas realmente más a la hora, llegando a experimentar un crecimiento del 251% (2,5 veces más). En la tercera toma se pasa de estimar un incremento de producción de 12,13 unidades a 25,5 reales, siendo un aumento del 210% (2,1 veces más).

Tal y como se pueden analizar los resultados, los dos incrementos no han sido excesivamente grandes en comparación con los anteriormente obtenidos, aunque lo que si se aprecia es que han sido muy similares, lo cual quiere decir que han tenido una repercusión parecida las dos mejoras implementadas sobre el proceso en general. Realmente lo que provoca una mejoría tan grande en la producción total es el sumatorio de ambas mejoras y que se hayan introducido a una edad tan temprana.

Otra de las cosas que se puede deducir en esta gráfica, es que el proceso de aprendizaje de las mejoras implantadas ha sido muy corto, ya

que en la toma 5 de recogida de datos, el incremento de las cantidades fabricadas ha pasado a ser más baja que la toma anterior de implantar mejora alguna (toma 1), lo cual quiere decir que la evolución de los mecanismos introducidos ha sido solamente de un día (toma 4) volviendo posteriormente al aumento de producción normal de la curva de aprendizaje esperada.

Por último se destaca, tal y como se había mencionado anteriormente, que los últimos incrementos de producciones oscilan alrededor de una cantidad determinada (llegando incluso a haber un incremento negativo), lo que indica que el proceso a llegado a su máximo desarrollo en cuanto a aprendizaje y adaptación se refiere, por parte de las operarias. Para que este proceso en cuestión pudiera continuar desarrollándose o evolucionando, debería introducirse alguna otra mejora en el procesado, o realizarse un cambio en el sistema de trabajo establecido.

6.2 Resultado general de la investigación

En esta segunda parte, compararemos los diferentes presupuestos realizados para el proyecto del montaje de los ambientadores.

Al igual que para el calculo de los resultados anteriores, se parte de los valores ya conocidos de horas totales trabajadas en manipulación por las operarias (M.N.1), incluyendo todos los procesos realizados durante el proyecto. Los trabajos estimados suman un total de 355,7 horas realizadas, mientras que los trabajos en los que se han implementado los procesos solamente se realizaron 292,9 horas totales.

El primer presupuesto que se calculó en la compañía de WorkingSpain fue tomando como base los valores de los testeos y pruebas realizadas en los dos meses previos a empezar los trabajos. Como resultado se estimó un total de 333,81 horas de trabajos dedicados solamente a la manipulación de

los procesos. Además, para el cálculo se tuvo en cuenta una curva de aprendizaje con una proporción específica y adecuada a las tareas a realizar.

Los trabajos auxiliares y complementarios que se han realizado para llevar a cabo la fabricación de las 14.000 unidades de ambientadores son iguales para todos los tipos de presupuestos realizados. Sus características y costes se describen a continuación:

- Se ha necesitado 0,35 horas de carretillero (C.N.3) para mover los 7 palets de las materias primas y los 7 palets de ambientadores terminados. El carretillero tiene un coste de empresa de 10 euros la hora.
- Se han necesitado 8 horas de trabajos del mecánico de la empresa para la puesta a punto y mantenimiento de la maquinaria empleada. El mecánico supone un coste de empresa de 20 euros la hora.
- Se han necesitado 7 horas de trabajos del encargado del almacén para dar entrada y servir al cliente las mercancías, tanto físicamente como en procesos informáticos y administrativos. El encargado de almacén tiene un coste de empresa de 20 euros la hora.

Los materiales y consumibles que han sido necesarios para llevar a cabo la fabricación de las 14.000 unidades de ambientadores son iguales para todos los tipos de presupuestos realizados. Sus características y costes se describen a continuación:

- Se han utilizado 7 palets a cargo de la empresa, para almacenar y dar salida a la mercancía de este proyecto. El precio unitario de cada uno de ellos, es de 6,75 euros.
- Se ha utilizado precinto de plástico adhesivo para cerrar cada una de las cajas de los expositores. El coste del material de precintado ha corrido a cargo de la compañía con un coste de 0,008 euros el metro.

El resto de materiales y consumibles, ha corrido a cargo o han sido suministrados directamente por el cliente, sin ningún tipo de coste. Al igual ha ocurrido con el camión de transporte que ha servido los materiales a nuestra empresa y los artículos finalizados al cliente.

Al igual que en el cálculo de los procesos, para el resultado de los presupuestos, consideraremos un buen beneficio en aquellos casos en que el porcentaje de ganancias supere el 10% de diferencia entre la oferta presupuestada al cliente (margen cero de beneficio, en caso de que el coste sea igual a la cantidad percibida) y el presupuesto de costes de la empresa (presupuesto inicial, estimado o real). Ante una diferencia menor del 10% se consideraría un margen básico, aunque a tener en cuenta, ya que el beneficio iría destinado a cubrir gastos generales de empresa. Si nos encontráramos con una diferencia mayor al 20%, estaríamos ante un gran beneficio para la compañía.

Seguidamente, se plasmarán los presupuestos del proyecto en el mismo orden cronológico que se realizaron cada uno de ellos. El primero será la oferta presupuestada al cliente.

Inicialmente, se calculará el coste unitario de toda la mano de obra que interviene en cualquier fase del proyecto de forma individual. Este valor se halla dividiendo el total de horas realizadas, entre la cantidad total de unidades fabricadas.

	M.N.1	C.N.3	MECANICO	ENCARGADO ALMACEN
TOTAL HORAS	333,81	0,35	8	7
HORAS UNIDAD	0,0238	0,00003	0,0006	0,0005

Tabla 101

A continuación, multiplicamos la cantidad de horas por el precio unitario y sacamos el coste unitario de cada una de las partes (con las horas del presupuesto ofertado). Sumando todos los costes unitarios, hallamos el coste unitario total de cada ambientador. Lo siguiente, es sacar el coste del total de las 14.000 unidades del lote y añadirle un 10% que es el margen de beneficio que pretende sacar la empresa. Además, como complemento de información, calculamos los porcentajes para ver en qué proporción ha afectado cada partida al coste final unitario.

PRESUPUESTO OFERTADO AL CLIENTE						
Naturaleza	Unidades	Resumen	Cantidad	Precio Unitario (€)	Coste unitario (€)	PORCENTAJES
M.O.	h.	MECANICO	0,0006	20	0,0114	5,29%
M.O.	h.	ENCARGADO ALMACEN	0,0005	20	0,0100	4,63%
M.O.	h.	CARRETILLERO NIVEL III	0,00003	10	0,0003	0,12%
M.O.	h.	MNUS NIVEL I	0,0238	8	0,1907	88,31%
Material	m.	PALET	0,0005	6,7500	0,0034	1,56%
Material	m.	PRECINTO	0,0250	0,008	0,0002	0,09%
TOTAL COSTE UNITARIO					0,216	100,00%
TOTAL COSTE UNIDADES ESTIMADO			14000	0,216	3024,00	
TOTAL PRESUPUESTADO			14000	0,240	3360,00	
						BENEFICIO
MARGEN BRUTO ESTIMADO					336,00	10,00%

Tabla 102 - Presupuesto inicial de WORKINGSPAIN

Después de los cálculos, se puede comprobar que para generar un beneficio del 10%, el presupuesto total a ofertar debería ser de 3.360 euros (el coste unitario da como resultado 0,24 euros). En este caso, la empresa tendría un coste fijo de proyecto de 3024 euros y un beneficio de 336 euros.

Este presupuesto ofertado va a ser la base de todo cálculo para futuros presupuestos de este proyecto, ya que ha sido el pactado y contratado por el cliente en la empresa WORKINGSPAIN.

El segundo supuesto de cálculo será sacar el presupuesto estimado final.

Como en el anterior, primero se valora el coste unitario de toda la mano de obra que interviene.

	M.N.1	C.N.3	MECANICO	ENCARGADO ALMACEN
TOTAL HORAS	355,7	0,35	8	7
HORAS UNIDAD	0,0254	0,00003	0,0006	0,0005

Tabla 103

El siguiente paso, es calcular los costes unitarios de cada parte (con las horas de trabajo estimadas) y sumarlos para saber el coste unitario total de cada ambientador. Posteriormente se multiplica por la totalidad de unidades fabricadas. El valor resultante será restado al presupuesto final ofertado al cliente, ya que este es inamovible porque ha sido el contratado anteriormente, para que a la empresa se le asignase dicho proyecto.

PRESUPUESTO CON COSTES ESTIMADOS						
Naturaleza	Unidades	Resumen	Cantidad	Precio Unitario (€)	Coste unitario (€)	PORCENTAJES
M.O.	h.	MECANICO	0,0006	20	0,0114	5,00%
M.O.	h.	ENCARGADO ALMACEN	0,0005	20	0,0100	4,38%
M.O.	h.	CARRETILLERO NIVEL III	0,00003	10	0,0003	0,11%
M.O.	h.	MNUS NIVEL I	0,0254	8	0,2033	88,95%
Material	m.	PALET	0,0005	6,7500	0,0034	1,48%
Material	m.	PRECINTO	0,0250	0,008	0,0002	0,09%
TOTAL COSTE UNITARIO					0,229	100,00%
TOTAL COSTE UNIDADES ESTIMADO			14000	0,229	3199,15	
TOTAL OFERTADO			14000	0,240	3360,00	
MARGEN BRUTO ESTIMADO					160,85	4,79%
						BENEFICIO

Tabla 104 - Presupuesto final estimado

Al finalizar los cálculos de la tabla 104, se puede comprobar que las estimaciones anteriores a empezar el proyecto no eran exactas y se desvían de la realidad, de forma que se había contemplado un pequeño exceso en la curva de aprendizaje utilizada inicialmente. El coste estimado durante la producción de los ambientadores, da una previsión final de coste unitario de

0,229 euros, mientras que inicialmente se esperaba un gasto de 0,216. Este cambio en el coste, tiene como consecuencia una disminución del beneficio que se había ofertado, pasando del 10% a tener prácticamente la mitad con un 4,79%.

El tercer y último presupuesto a calcular, será el presupuesto final real.

Al igual que en el resto de casos, primero se saca el coste unitario de toda la mano de obra que interviene.

	M.N.1	C.N.3	MECANICO	ENCARGADO ALMACEN
TOTAL HORAS	292,9	0,35	8	7
HORAS UNIDAD	0,0209	0,00003	0,0006	0,0005

Tabla 105

A continuación, se calculan los costes unitarios de cada parte (con las horas de trabajo realmente medidas) para sumarlos y poder saber el coste unitario total de cada ambientador. Posteriormente se multiplica por la totalidad de unidades fabricadas. El valor resultante será restado al presupuesto final ofertado al cliente, por ser la cantidad a percibir realmente por la empresa.

PRESUPUESTO CON COSTES REALES						
Naturaleza	Unidades	Resumen	Cantidad	Precio Unitario (€)	Coste unitario (€)	PORCENTAJES
M.O.	h.	MECANICO	0,0006	20	0,0114	5,93%
M.O.	h.	ENCARGADO ALMACEN	0,0005	20	0,0100	5,19%
M.O.	h.	CARRETIILERO NIVEL III	0,00003	10	0,0003	0,13%
M.O.	h.	MNUS NIVEL I	0,0209	8	0,1674	86,89%
Material	m.	PALET	0,0005	6,7500	0,0034	1,75%
Material	m.	PRECINTO	0,0250	0,008	0,0002	0,10%
TOTAL COSTE UNITARIO					0,193	100,00%
TOTAL COSTE UNIDADES REAL			14000	0,193	2696,75	
TOTAL OFERTADO			14000	0,240	3360,00	
						BENEFICIO
MARGEN BRUTO REAL					663,25	19,74%

Tabla 106 - Presupuesto final real

Después de obtener todos los valores necesarios para el análisis del resultado de la situación real (tabla 106), se puede comprobar que tanto el estudio inicial como las estimaciones finales de fabricación que se habían realizado, resultan tener gastos de proyecto superiores a los reales. Este resultado era de esperar, al menos para el presupuesto estimado después de implementar debidamente el proceso con las mejoras introducidas en los diferentes niveles de los estados de capacidad y madurez en cada proceso, tal y como se ha hecho.

El coste real medido durante la producción de los ambientadores, da un resultado final en gasto unitario de 0,193 euros, mientras que inicialmente se esperaba un coste de 0,216. Esta desviación da como consecuencia un aumento del beneficio bastante importante con respecto al precio que se había ofertado, pasando de un margen planteado del 10% a uno real de casi el doble con un 19,74%.

Como conveniencia de la empresa, este es el resultado y el dato que más va a tener en cuenta, puesto que es la que realizó el cálculo previo de oferta y ganancias iniciales, y es en la que va a repercutir el beneficio final que se va a obtener.

El siguiente paso será comparar los 3 resultados de los presupuestos realizados.

En un principio salta a la vista por los valores finales obtenidos, tanto en el estudio inicial como las estimaciones finales de fabricación que se habían realizado, que no iban mal encaminadas porque tomando los 3 valores de los presupuestos hallados (incluyendo el real) tienen una diferencia entre ellos que entra dentro de los márgenes normales, razonables y asumibles.

Ahora se introducen los resultados finales en la tabla 107, y posteriormente, se comparan para poder ver de una forma más directa el efecto de las mejoras implantadas.

COSTES	Cantidad	Precio Unitario (€)	Coste total (€)	BENEFICIO (%)
OFERTA PRESUPUESTADA AL CLIENTE	14000	0,216	3024,00	10,00%
TOTAL DE PRESUPUESTO ESTIMADO	14000	0,229	3199,15	4,79%
TOTAL DE PRESUPUESTO REAL	14000	0,193	2696,75	19,74%
MARGEN BRUTO ENTRE REAL Y ESTIMADO	0	0,036	502,40	14,95%

Tabla 107 - Resumen de presupuestos

Dejando de lado la oferta inicial presupuestada al cliente, que ya se ha comentado y comparado al final de las tablas anteriores, comprobamos que el margen de diferencia entre el presupuesto estimado y el presupuesto real es del 14,95%. Este porcentaje ha sido la diferencia resultante de implementar o no (de forma y orden adecuados) los diferentes procesos del

proyecto mediante la combinación de las directrices PMBOK/ISO 21.500 y el modelo de capacidad y madurez general.

Tanto el presupuesto estimado como el presupuesto real son los más importantes para el estudio, en cuanto a los resultados y datos concluyentes se refiere. Estos dos presupuestos han sido obtenidos de forma tan detallada y exacta gracias a los debidos seguimientos, a la información recabada y a los controles realizados (tanto de personal, como de tiempos) durante el desarrollo del proyecto y con el fin de su estudio.

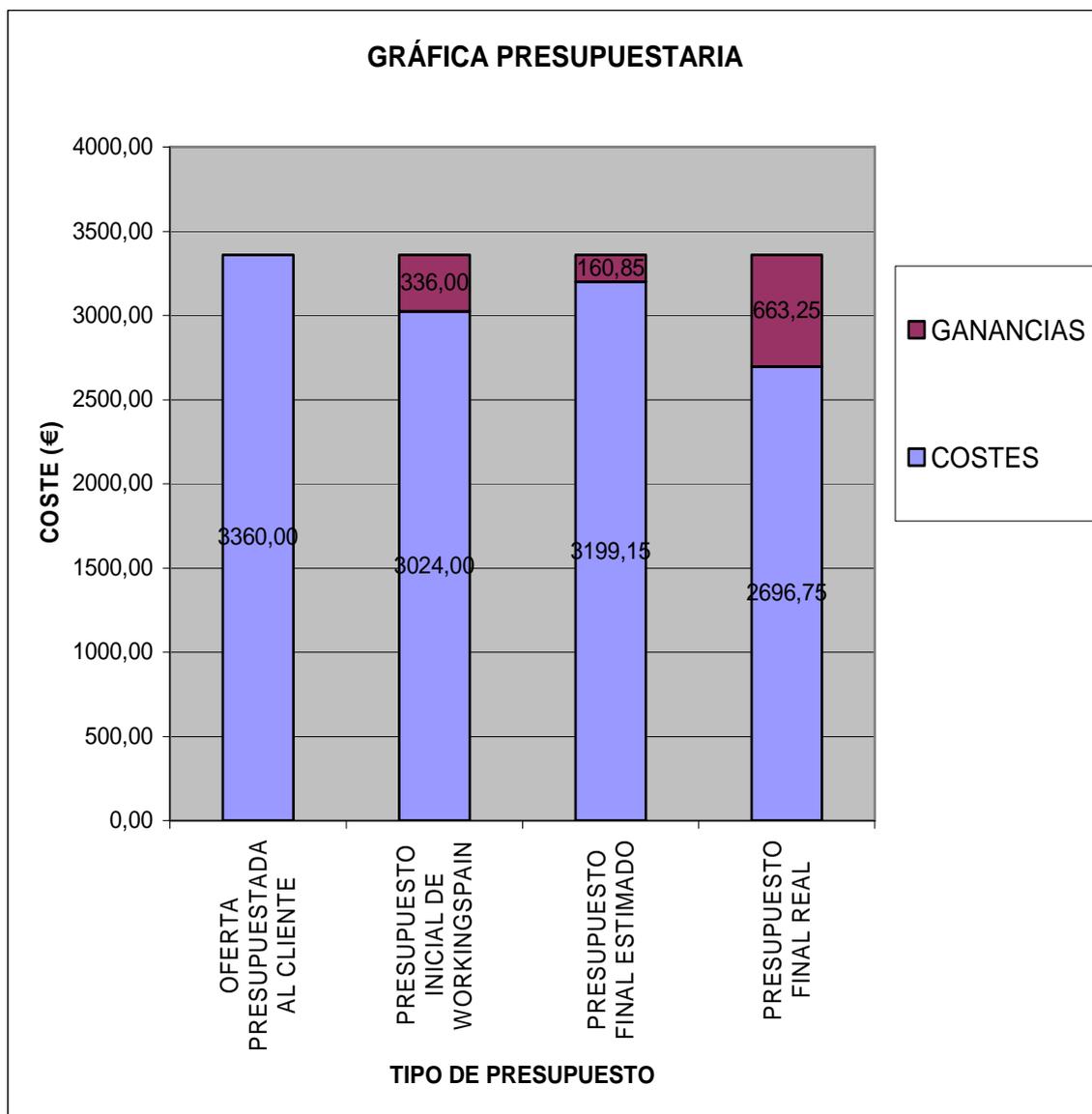


Figura 70 - Oferta y presupuestos

De la figura 70, la primera columna corresponde a la cuantía final que va a percibir la compañía, como objeto de haber completado y entregado el lote de 14.000 unidades contratadas.

La segunda barra corresponde al presupuesto inicial que se realizó con el beneficio estimado antes de empezar el proyecto.

La tercera y la cuarta barra están obtenidas de los datos de este estudio durante el transcurso del proyecto. La primera de ellas representa el presupuesto estimado solamente habiendo tenido en cuenta la curva de aprendizaje que se dio, y la segunda comprende el conjunto de la curva de aprendizaje y las mejoras implantadas.

6.3 Valoración del objetivo específico

Para llevar a cabo la valoración de los objetivos, se procederá de forma inversa a como se había ejecutado el análisis de los procesos con los métodos de estudio y diagnóstico de las directrices del PMBOK/ISO 21.500 y del modelo de capacidad y madurez.

En primer lugar se empezará comprobando el objetivo específico mediante el diagnóstico posterior a la implementación de los procesos, al igual que se hizo en el análisis del estado del que partíamos. A continuación, se diagnosticarán los procesos con las directrices del PMBOK/ISO 21.500 y se verificará el estado final en el que han acabado cada uno de ellos.

En las tablas, también se incluirá la acción inicial de la que partíamos para poder constatar si los subprocesos han conseguido ser mejorados o si por el contrario siguen en el mismo estado anterior a la implementación, quedando pendientes de intervención.

1. MONTAJE DEL TAPÓN		
Procesos PMBOK/ISO 21500	Materias	Acción/ Nuevo estado
Desarrollo de acta de constitución de proyecto	Integración	-
Desarrollo de planes de proyecto	Integración	-
Dirigir trabajo de proyecto	Integración	-
Controlar el trabajo de proyecto	Integración	Mejorable/ Mejorado
Control de cambios	Integración	Mejorable/ Mejorado
Cerrar la fase del proyecto	Integración	-
Recopilar lecciones aprendidas	Integración	Mejorable/ Mejorado
Identificar partes interesadas	Parte interesada	-
Gestionar partes interesadas	Parte interesada	-
Definir alcance	Alcance	-
Crear estructura de desglose de trabajo	Alcance	Mejorable/ Mejorado
Definir actividades	Alcance	Mejorable/ Mejorado
Controlar alcance	Alcance	-
Establecer el equipo de trabajo	Recursos	-
Estimar los recursos	Recursos	-
Definir organización del proyecto	Recursos	Mejorable/ Mejorado
Desarrollar equipo de proyecto	Recursos	-
Controlar los recursos	Recursos	Mejorable/ Igual
Gestionar el equipo de proyecto	Recursos	-
Secuenciar las actividades	Tiempo	Mejorable/ Mejorado
Estimar la duración de actividades	Tiempo	-
Desarrollar el cronograma	Tiempo	Mejorable/ Mejorado
Controlar el cronograma	Tiempo	Mejorable/ Mejorado
Estimar costos	Costo	-
Desarrollar el presupuesto	Costo	-
Controlarlos costos	Costo	-
Identificar riesgos	Riesgo	Mejorable/ Mejorado
Evaluar riesgos	Riesgo	Mejorable/ Mejorado
Tratar los riesgos	Riesgo	Mejorable/ Mejorado
Controlar los riesgos	Riesgo	Mejorable/ Igual
Planificar la calidad	Calidad	-
Realizar aseguramiento de la calidad	Calidad	-
Realizar control de la calidad	Calidad	-
Planificar adquisiciones	Adquisiciones	-
Seleccionar proveedores	Adquisiciones	-
Administrar los contratos	Adquisiciones	-
Planificar las comunicaciones	Comunicaciones	Mejorable/ Igual
Distribuir la información	Comunicaciones	Mejorable/ Mejorado
Gestionar las comunicaciones	Comunicaciones	Mejorable/ Igual

Tabla 108 - Diagnostico del primer proceso

2. ETIQUETADO DE BOTELLAS		
Procesos PMBOK/ISO 21500	Materias	Acción/ Nuevo estado
Desarrollo de acta de constitución de proyecto	Integración	-
Desarrollo de planes de proyecto	Integración	Mejorable/ Mejorado
Dirigir trabajo de proyecto	Integración	Mejorable/ Mejorado
Controlar el trabajo de proyecto	Integración	Mejorable/ Mejorado
Control de cambios	Integración	Mejorable/ Mejorado
Cerrar la fase del proyecto	Integración	-
Recopilar lecciones aprendidas	Integración	Mejorable/ Mejorado
Identificar partes interesadas	Parte interesada	-
Gestionar partes interesadas	Parte interesada	-
Definir alcance	Alcance	Mejorable/ Mejorado
Crear estructura de desglose de trabajo	Alcance	Mejorable/ Mejorado
Definir actividades	Alcance	Mejorable/ Mejorado
Controlar alcance	Alcance	Mejorable/ Igual
Establecer el equipo de trabajo	Recursos	-
Estimar los recursos	Recursos	Mejorable/ Mejorado
Definir organización del proyecto	Recursos	-
Desarrollar equipo de proyecto	Recursos	Mejorable/ Mejorado
Controlar los recursos	Recursos	Mejorable/ Igual
Gestionar el equipo de proyecto	Recursos	-
Secuenciar las actividades	Tiempo	Mejorable/ Mejorado
Estimar la duración de actividades	Tiempo	Mejorable/ Mejorado
Desarrollar el cronograma	Tiempo	Mejorable/ Mejorado
Controlar el cronograma	Tiempo	Mejorable/ Mejorado
Estimar costos	Costo	Mejorable/ Mejorado
Desarrollar el presupuesto	Costo	Mejorable/ Mejorado
Controlarlos costos	Costo	Mejorable/ Mejorado
Identificar riesgos	Riesgo	Mejorable/ Mejorado
Evaluar riesgos	Riesgo	Mejorable/ Mejorado
Tratar los riesgos	Riesgo	Mejorable/ Mejorado
Controlar los riesgos	Riesgo	Mejorable/ Mejorado
Planificar la calidad	Calidad	Mejorable/ Mejorado
Realizar aseguramiento de la calidad	Calidad	Mejorable/ Mejorado
Realizar control de la calidad	Calidad	Mejorable/ Mejorado
Planificar adquisiciones	Adquisiciones	Mejorable/ Igual
Seleccionar proveedores	Adquisiciones	-
Administrar los contratos	Adquisiciones	-
Planificar las comunicaciones	Comunicaciones	Mejorable/ Mejorado
Distribuir la información	Comunicaciones	Mejorable/ Mejorado
Gestionar las comunicaciones	Comunicaciones	Mejorable/ Mejorado

Tabla 109 - Diagnostico del segundo proceso

3. ETIQUETADO DE CAJA EXPOSITORA		
Procesos PMBOK/ISO 21500	Materias	Acción/ Nuevo estado
Desarrollo de acta de constitución de proyecto	Integración	-
Desarrollo de planes de proyecto	Integración	-
Dirigir trabajo de proyecto	Integración	-
Controlar el trabajo de proyecto	Integración	Mejorable/ Mejorado
Control de cambios	Integración	-
Cerrar la fase del proyecto	Integración	-
Recopilar lecciones aprendidas	Integración	-
Identificar partes interesadas	Parte interesada	-
Gestionar partes interesadas	Parte interesada	-
Definir alcance	Alcance	-
Crear estructura de desglose de trabajo	Alcance	-
Definir actividades	Alcance	-
Controlar alcance	Alcance	-
Establecer el equipo de trabajo	Recursos	-
Estimar los recursos	Recursos	Mejorable/ Mejorado
Definir organización del proyecto	Recursos	-
Desarrollar equipo de proyecto	Recursos	-
Controlar los recursos	Recursos	Mejorable/ Mejorado
Gestionar el equipo de proyecto	Recursos	-
Secuenciar las actividades	Tiempo	Mejorable/ Mejorado
Estimar la duración de actividades	Tiempo	-
Desarrollar el cronograma	Tiempo	Mejorable/ Mejorado
Controlar el cronograma	Tiempo	Mejorable/ Mejorado
Estimar costos	Costo	-
Desarrollar el presupuesto	Costo	-
Controlarlos costos	Costo	-
Identificar riesgos	Riesgo	Mejorable/ Mejorado
Evaluar riesgos	Riesgo	Mejorable/ Mejorado
Tratar los riesgos	Riesgo	Mejorable/ Mejorado
Controlar los riesgos	Riesgo	Mejorable/ Igual
Planificar la calidad	Calidad	Mejorable/ Mejorado
Realizar aseguramiento de la calidad	Calidad	Mejorable/ Mejorado
Realizar control de la calidad	Calidad	Mejorable/ Igual
Planificar adquisiciones	Adquisiciones	-
Seleccionar proveedores	Adquisiciones	-
Administrar los contratos	Adquisiciones	-
Planificar las comunicaciones	Comunicaciones	-
Distribuir la información	Comunicaciones	-
Gestionar las comunicaciones	Comunicaciones	-

Tabla 110 - Diagnostico del tercer proceso

4. LLENADO		
Procesos PMBOK/ISO 21500	Materias	Acción/ Nuevo estado
Desarrollo de acta de constitución de proyecto	Integración	-
Desarrollo de planes de proyecto	Integración	-
Dirigir trabajo de proyecto	Integración	-
Controlar el trabajo de proyecto	Integración	Mejorable/ Mejorado
Control de cambios	Integración	-
Cerrar la fase del proyecto	Integración	-
Recopilar lecciones aprendidas	Integración	Mejorable/ Mejorado
Identificar partes interesadas	Parte interesada	-
Gestionar partes interesadas	Parte interesada	-
Definir alcance	Alcance	-
Crear estructura de desglose de trabajo	Alcance	-
Definir actividades	Alcance	-
Controlar alcance	Alcance	-
Establecer el equipo de trabajo	Recursos	-
Estimar los recursos	Recursos	-
Definir organización del proyecto	Recursos	-
Desarrollar equipo de proyecto	Recursos	-
Controlar los recursos	Recursos	-
Gestionar el equipo de proyecto	Recursos	-
Secuenciar las actividades	Tiempo	-
Estimar la duración de actividades	Tiempo	Mejorable/ Mejorado
Desarrollar el cronograma	Tiempo	-
Controlar el cronograma	Tiempo	-
Estimar costos	Costo	-
Desarrollar el presupuesto	Costo	-
Controlarlos costos	Costo	-
Identificar riesgos	Riesgo	Mejorable/ Mejorado
Evaluar riesgos	Riesgo	Mejorable/ Mejorado
Tratar los riesgos	Riesgo	Mejorable/ Mejorado
Controlar los riesgos	Riesgo	Mejorable/ Igual
Planificar la calidad	Calidad	Mejorable/ Mejorado
Realizar aseguramiento de la calidad	Calidad	Mejorable/ Mejorado
Realizar control de la calidad	Calidad	Mejorable/ Mejorado
Planificar adquisiciones	Adquisiciones	-
Seleccionar proveedores	Adquisiciones	-
Administrar los contratos	Adquisiciones	-
Planificar las comunicaciones	Comunicaciones	Mejorable/ Igual
Distribuir la información	Comunicaciones	Mejorable/ Mejorado
Gestionar las comunicaciones	Comunicaciones	Mejorable/ Igual

Tabla 111 - Diagnostico del cuarto proceso

5. TAPONADO		
Procesos PMBOK/ISO 21500	Materias	Acción/ Nuevo estado
Desarrollo de acta de constitución de proyecto	Integración	Mejorable/ Mejorado
Desarrollo de planes de proyecto	Integración	Mejorable/ Mejorado
Dirigir trabajo de proyecto	Integración	Mejorable/ Mejorado
Controlar el trabajo de proyecto	Integración	Mejorable/ Mejorado
Control de cambios	Integración	-
Cerrar la fase del proyecto	Integración	-
Recopilar lecciones aprendidas	Integración	Mejorable/ Mejorado
Identificar partes interesadas	Parte interesada	-
Gestionar partes interesadas	Parte interesada	-
Definir alcance	Alcance	-
Crear estructura de desglose de trabajo	Alcance	-
Definir actividades	Alcance	-
Controlar alcance	Alcance	-
Establecer el equipo de trabajo	Recursos	-
Estimar los recursos	Recursos	Mejorable/ Mejorado
Definir organización del proyecto	Recursos	-
Desarrollar equipo de proyecto	Recursos	-
Controlar los recursos	Recursos	Mejorable/ Mejorado
Gestionar el equipo de proyecto	Recursos	-
Secuenciar las actividades	Tiempo	Mejorable/ Mejorado
Estimar la duración de actividades	Tiempo	Mejorable/ Mejorado
Desarrollar el cronograma	Tiempo	-
Controlar el cronograma	Tiempo	-
Estimar costos	Costo	Mejorable/ Mejorado
Desarrollar el presupuesto	Costo	Mejorable/ Mejorado
Controlarlos costos	Costo	Mejorable/ Igual
Identificar riesgos	Riesgo	Mejorable/ Mejorado
Evaluar riesgos	Riesgo	Mejorable/ Mejorado
Tratar los riesgos	Riesgo	Mejorable/ Mejorado
Controlar los riesgos	Riesgo	Mejorable/ Igual
Planificar la calidad	Calidad	-
Realizar aseguramiento de la calidad	Calidad	-
Realizar control de la calidad	Calidad	-
Planificar adquisiciones	Adquisiciones	-
Seleccionar proveedores	Adquisiciones	-
Administrar los contratos	Adquisiciones	-
Planificar las comunicaciones	Comunicaciones	Mejorable/ Igual
Distribuir la información	Comunicaciones	Mejorable/ Mejorado
Gestionar las comunicaciones	Comunicaciones	Mejorable/ Igual

Tabla 112- Diagnostico del quinto proceso

6. ETIQUETADO DE LOTE INDIVIDUAL		
Procesos PMBOK/ISO 21500	Materias	Acción/ Nuevo estado
Desarrollo de acta de constitución de proyecto	Integración	Mejorable/ Mejorado
Desarrollo de planes de proyecto	Integración	Mejorable/ Mejorado
Dirigir trabajo de proyecto	Integración	Mejorable/ Mejorado
Controlar el trabajo de proyecto	Integración	Mejorable/ Mejorado
Control de cambios	Integración	-
Cerrar la fase del proyecto	Integración	-
Recopilar lecciones aprendidas	Integración	Mejorable/ Mejorado
Identificar partes interesadas	Parte interesada	Mejorable/ Mejorado
Gestionar partes interesadas	Parte interesada	Mejorable/ Igual
Definir alcance	Alcance	Mejorable/ Mejorado
Crear estructura de desglose de trabajo	Alcance	Mejorable/ Igual
Definir actividades	Alcance	Mejorable/ Igual
Controlar alcance	Alcance	Mejorable/ Igual
Establecer el equipo de trabajo	Recursos	-
Estimar los recursos	Recursos	Mejorable/ Mejorado
Definir organización del proyecto	Recursos	-
Desarrollar equipo de proyecto	Recursos	-
Controlar los recursos	Recursos	Mejorable/ Igual
Gestionar el equipo de proyecto	Recursos	-
Secuenciar las actividades	Tiempo	-
Estimar la duración de actividades	Tiempo	Mejorable/ Mejorado
Desarrollar el cronograma	Tiempo	-
Controlar el cronograma	Tiempo	-
Estimar costos	Costo	Mejorable/ Mejorado
Desarrollar el presupuesto	Costo	Mejorable/ Mejorado
Controlarlos costos	Costo	Mejorable/ Igual
Identificar riesgos	Riesgo	-
Evaluar riesgos	Riesgo	-
Tratar los riesgos	Riesgo	-
Controlar los riesgos	Riesgo	-
Planificar la calidad	Calidad	Mejorable/ Igual
Realizar aseguramiento de la calidad	Calidad	Mejorable/ Igual
Realizar control de la calidad	Calidad	Mejorable/ Igual
Planificar adquisiciones	Adquisiciones	Mejorable/ Igual
Seleccionar proveedores	Adquisiciones	Mejorable/ Igual
Administrar los contratos	Adquisiciones	Mejorable/ Igual
Planificar las comunicaciones	Comunicaciones	-
Distribuir la información	Comunicaciones	-
Gestionar las comunicaciones	Comunicaciones	-

Tabla 113 - Diagnostico del sexto proceso

7. ENCAJADO INDIVIDUAL		
Procesos PMBOK/ISO 21500	Materias	Acción/ Nuevo estado
Desarrollo de acta de constitución de proyecto	Integración	Mejorable/ Mejorado
Desarrollo de planes de proyecto	Integración	Mejorable/ Mejorado
Dirigir trabajo de proyecto	Integración	Mejorable/ Mejorado
Controlar el trabajo de proyecto	Integración	Mejorable/ Mejorado
Control de cambios	Integración	-
Cerrar la fase del proyecto	Integración	- / Mejorado
Recopilar lecciones aprendidas	Integración	Mejorable/ Mejorado
Identificar partes interesadas	Parte interesada	-
Gestionar partes interesadas	Parte interesada	-
Definir alcance	Alcance	Mejorable/ Mejorado
Crear estructura de desglose de trabajo	Alcance	Mejorable/ Mejorado
Definir actividades	Alcance	Mejorable/ Mejorado
Controlar alcance	Alcance	Mejorable/ Mejorado
Establecer el equipo de trabajo	Recursos	-
Estimar los recursos	Recursos	-
Definir organización del proyecto	Recursos	Mejorable/ Mejorado
Desarrollar equipo de proyecto	Recursos	-
Controlar los recursos	Recursos	-
Gestionar el equipo de proyecto	Recursos	Mejorable/ Mejorado
Secuenciar las actividades	Tiempo	Mejorable/ Mejorado
Estimar la duración de actividades	Tiempo	Mejorable/ Mejorado
Desarrollar el cronograma	Tiempo	Mejorable/ Mejorado
Controlar el cronograma	Tiempo	Mejorable/ Mejorado
Estimar costos	Costo	-
Desarrollar el presupuesto	Costo	-
Controlar los costos	Costo	-
Identificar riesgos	Riesgo	-
Evaluar riesgos	Riesgo	-
Tratar los riesgos	Riesgo	-
Controlar los riesgos	Riesgo	-
Planificar la calidad	Calidad	-
Realizar aseguramiento de la calidad	Calidad	-
Realizar control de la calidad	Calidad	-
Planificar adquisiciones	Adquisiciones	-
Seleccionar proveedores	Adquisiciones	-
Administrar los contratos	Adquisiciones	-
Planificar las comunicaciones	Comunicaciones	Mejorable/ Igual
Distribuir la información	Comunicaciones	Mejorable/ Mejorado
Gestionar las comunicaciones	Comunicaciones	Mejorable/ Igual

Tabla 114 - Diagnostico del séptimo proceso

8. ENCAJADO EXPOSITOR		
Procesos PMBOK/ISO 21500	Materias	Acción/ Nuevo estado
Desarrollo de acta de constitución de proyecto	Integración	-
Desarrollo de planes de proyecto	Integración	-
Dirigir trabajo de proyecto	Integración	-
Controlar el trabajo de proyecto	Integración	Mejorable/ Mejorado
Control de cambios	Integración	-
Cerrar la fase del proyecto	Integración	-
Recopilar lecciones aprendidas	Integración	Mejorable/ Mejorado
Identificar partes interesadas	Parte interesada	-
Gestionar partes interesadas	Parte interesada	-
Definir alcance	Alcance	-
Crear estructura de desglose de trabajo	Alcance	-
Definir actividades	Alcance	-
Controlar alcance	Alcance	-
Establecer el equipo de trabajo	Recursos	-
Estimar los recursos	Recursos	Mejorable/ Mejorado
Definir organización del proyecto	Recursos	Mejorable/ Mejorado
Desarrollar equipo de proyecto	Recursos	Mejorable/ Mejorado
Controlar los recursos	Recursos	Mejorable/ Mejorado
Gestionar el equipo de proyecto	Recursos	Mejorable/ Mejorado
Secuenciar las actividades	Tiempo	Mejorable/ Mejorado
Estimar la duración de actividades	Tiempo	Mejorable/ Mejorado
Desarrollar el cronograma	Tiempo	Mejorable/ Mejorado
Controlar el cronograma	Tiempo	Mejorable/ Mejorado
Estimar costos	Costo	-
Desarrollar el presupuesto	Costo	-
Controlarlos costos	Costo	-
Identificar riesgos	Riesgo	-
Evaluar riesgos	Riesgo	-
Tratar los riesgos	Riesgo	-
Controlar los riesgos	Riesgo	-
Planificar la calidad	Calidad	-
Realizar aseguramiento de la calidad	Calidad	-
Realizar control de la calidad	Calidad	-
Planificar adquisiciones	Adquisiciones	-
Seleccionar proveedores	Adquisiciones	-
Administrar los contratos	Adquisiciones	-
Planificar las comunicaciones	Comunicaciones	Mejorable/ Igual
Distribuir la información	Comunicaciones	Mejorable/ Mejorado
Gestionar las comunicaciones	Comunicaciones	Mejorable/ Igual

Tabla 115 - Diagnostico del octavo proceso

Como se puede comprobar, la mayor parte de los subprocesos que han quedado pendientes de mejora, o bien no se ha podido introducir mejora alguna que afecte todavía a estas materias en concreto, o es que se necesita un tiempo mínimo para poder desarrollar, controlar y supervisar algunas de las partes mejoradas.

En general, casi todos los subprocesos que han sido objeto de mejora se han llevado a buen término en mayor o menor proporción, con lo cual el objetivo marcado ha quedado bastante bien consolidado, obteniendo buenos resultados.

Además, obviamente algunas de las otras secciones de materias que no se habían planteado para su mejora (por no ser el objetivo principal), se han visto influidas positivamente por las mejoras implantadas, algo que suma valor al resultado específico logrado.

6.4 Valoración del objetivo general

En esta segunda valoración se comprobará el grado en que se ha completado el objetivo general marcado mediante la evaluación posterior de mejora, o no, generada en los procesos.

Del mismo modo que se hizo el primer análisis del nivel de madurez del que se partía en cada proceso, a continuación, se volverán a evaluar de nuevo cada uno de ellos y con el mismo método. De este forma se verificará el estado final de capacidad y madurez que se ha llevado a término.

También incluiremos en las tablas el nivel inicial para poder cotejar la evolución que ha sufrido cada una de las áreas.

1. MONTAJE DEL TAPÓN		
Área de proceso	Categoría	Nivel de madurez anterior / Nuevo
Análisis y Resolución Causales (CAR)	Soporte	2/4 - Administrado
Análisis y Resolución de Decisiones (DAR)	Soporte	2/3 - Definido
Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos (PPQA)	Soporte	1/2 - Repetible
Definición de Procesos Organizacionales +IPPD(OPD +IPPD)	Gestión de procesos	2/3 - Definido
Desarrollo de Requerimientos (RD)	Ingeniería	2/2 - Repetible
Entrenamiento Organizacional (OT)	Gestión de procesos	1/3 - Definido
Administración Cuantitativa de Proyectos (QPM)	Gestión de proyectos	2/2 - Repetible
Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM)	Ingeniería	2/2 - Repetible
Administración de Requerimientos (REQM)	Gestión de proyectos	2/2 - Repetible
Administración de Riesgos (RSKM)	Soporte	2/4 - Administrado
Administración de la Configuración (CM)	Gestión de proyectos	2/3 - Definido
Administración Integral de Proyecto + IPD (IPM+IPPD)	Gestión de proyectos	2/3 - Definido
Innovación y Despliegue Organizacional (OID)	Gestión de procesos	1/4 - Administrado
Integración de Producto (PI)	Ingeniería	2/2 - Repetible
Medición y Análisis (MA)	Soporte	2/2 - Repetible
Monitoreo y Control de Proyecto (PMC)	Gestión de proyectos	1/2 - Repetible
Planificación de Proyecto (PP)	Gestión de proyectos	2/2 - Repetible
Procesos Orientados Organizacionales (OPF)	Gestión de procesos	1/4 - Administrado
Rendimiento de Procesos Organizacionales (OPP)	Gestión de procesos	2/4 - Administrado
Solución Técnica (TS)	Ingeniería	1/3 - Definido
Validación (VAL)	Ingeniería	3/3 - Definido
Verificación (VER)	Ingeniería	4/4 - Administrado
Análisis Global del proceso		2/3 - Definido

Tabla 116 - Análisis del primer proceso

2. ETIQUETADO DE BOTELLAS		
Área de proceso	Categoría	Nivel de madurez anterior / Nuevo
Análisis y Resolución Causales (CAR)	Soporte	2/3 - Definido
Análisis y Resolución de Decisiones (DAR)	Soporte	2/4 - Administrado
Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos (PPQA)	Soporte	2/4 - Administrado
Definición de Procesos Organizacionales +IPPD(OPD +IPPD)	Gestión de procesos	2/4 - Administrado
Desarrollo de Requerimientos (RD)	Ingeniería	1/5 - Optimizado
Entrenamiento Organizacional (OT)	Gestión de procesos	2/4 - Administrado
Administración Cuantitativa de Proyectos (QPM)	Gestión de proyectos	2/5 - Optimizado
Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM)	Ingeniería	2/2 - Repetible
Administración de Requerimientos (REQM)	Gestión de proyectos	1/5 - Optimizado
Administración de Riesgos (RSKM)	Soporte	2/4 - Administrado
Administración de la Configuración (CM)	Gestión de proyectos	2/5 - Optimizado
Administración Integral de Proyecto + IPD (IPM+IPPD)	Gestión de proyectos	2/4 - Administrado
Innovación y Despliegue Organizacional (OID)	Gestión de procesos	2/4 - Administrado
Integración de Producto (PI)	Ingeniería	2/3 - Definido
Medición y Análisis (MA)	Soporte	2/5 - Optimizado
Monitoreo y Control de Proyecto (PMC)	Gestión de proyectos	2/4 - Administrado
Planificación de Proyecto (PP)	Gestión de proyectos	3/4 - Administrado
Procesos Orientados Organizacionales (OPF)	Gestión de procesos	2/3 - Definido
Rendimiento de Procesos Organizacionales (OPP)	Gestión de procesos	2/3 - Definido
Solución Técnica (TS)	Ingeniería	3/5 - Optimizado
Validación (VAL)	Ingeniería	3/3 - Definido
Verificación (VER)	Ingeniería	2/4 - Administrado
Análisis Global del proceso		2/4 - Administrado

Tabla 117- Análisis del segundo proceso

3. ETIQUETADO DE CAJA EXPOSITORA		
Área de proceso	Categoría	Nivel de madurez anterior / Nuevo
Análisis y Resolución Causales (CAR)	Soporte	2/2 - Repetible
Análisis y Resolución de Decisiones (DAR)	Soporte	1/2 - Repetible
Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos (PPQA)	Soporte	1/2 - Repetible
Definición de Procesos Organizacionales +IPPD(OPD +IPPD)	Gestión de procesos	2/3 - Definido
Desarrollo de Requerimientos (RD)	Ingeniería	2/4 - Administrado
Entrenamiento Organizacional (OT)	Gestión de procesos	3/3 - Definido
Administración Cuantitativa de Proyectos (QPM)	Gestión de proyectos	2/3 - Definido
Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM)	Ingeniería	2/2 - Repetible
Administración de Requerimientos (REQM)	Gestión de proyectos	2/4 - Administrado
Administración de Riesgos (RSKM)	Soporte	1/3 - Definido
Administración de la Configuración (CM)	Gestión de proyectos	1/4 - Administrado
Administración Integral de Proyecto + IPD (IPM+IPPD)	Gestión de proyectos	2/4 - Administrado
Innovación y Despliegue Organizacional (OID)	Gestión de procesos	3/3 - Definido
Integración de Producto (PI)	Ingeniería	2/2 - Repetible
Medición y Análisis (MA)	Soporte	2/3 - Definido
Monitoreo y Control de Proyecto (PMC)	Gestión de proyectos	2/3 - Definido
Planificación de Proyecto (PP)	Gestión de proyectos	3/3 - Definido
Procesos Orientados Organizacionales (OPF)	Gestión de procesos	3/3 - Definido
Rendimiento de Procesos Organizacionales (OPP)	Gestión de procesos	3/4 - Administrado
Solución Técnica (TS)	Ingeniería	2/3 - Definido
Validación (VAL)	Ingeniería	2/2 - Repetible
Verificación (VER)	Ingeniería	1/2 - Repetible
Análisis Global del proceso		2/3 - Definido

Tabla 118- Análisis del tercer proceso

4. LLENADO		
Área de proceso	Categoría	Nivel de madurez anterior / Nuevo
Análisis y Resolución Causales (CAR)	Soporte	3/3 - Definido
Análisis y Resolución de Decisiones (DAR)	Soporte	3/3 - Definido
Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos (PPQA)	Soporte	3/4 - Administrado
Definición de Procesos Organizacionales +IPPD(OPD +IPPD)	Gestión de procesos	4/4 - Administrado
Desarrollo de Requerimientos (RD)	Ingeniería	2/2 - Repetible
Entrenamiento Organizacional (OT)	Gestión de procesos	4/4 - Administrado
Administración Cuantitativa de Proyectos (QPM)	Gestión de proyectos	2/2 - Repetible
Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM)	Ingeniería	2/2 - Repetible
Administración de Requerimientos (REQM)	Gestión de proyectos	4/4 - Administrado
Administración de Riesgos (RSKM)	Soporte	1/4 - Administrado
Administración de la Configuración (CM)	Gestión de proyectos	3/3 - Definido
Administración Integral de Proyecto + IPD (IPM+IPPD)	Gestión de proyectos	3/3 - Definido
Innovación y Despliegue Organizacional (OID)	Gestión de procesos	2/2 - Repetible
Integración de Producto (PI)	Ingeniería	4/4 - Administrado
Medición y Análisis (MA)	Soporte	4/4 - Administrado
Monitoreo y Control de Proyecto (PMC)	Gestión de proyectos	3/3 - Definido
Planificación de Proyecto (PP)	Gestión de proyectos	4/4 - Administrado
Procesos Orientados Organizacionales (OPF)	Gestión de procesos	4/4 - Administrado
Rendimiento de Procesos Organizacionales (OPP)	Gestión de procesos	4/4 - Administrado
Solución Técnica (TS)	Ingeniería	2/2 - Repetible
Validación (VAL)	Ingeniería	1/3 - Definido
Verificación (VER)	Ingeniería	1/3 - Definido
Análisis Global del proceso		3/3 - Definido

Tabla 119- Análisis del cuarto proceso

5. TAPONADO		
Área de proceso	Categoría	Nivel de madurez anterior / Nuevo
Análisis y Resolución Causales (CAR)	Soporte	2/3 - Definido
Análisis y Resolución de Decisiones (DAR)	Soporte	2/4 - Administrado
Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos (PPQA)	Soporte	3/3 - Definido
Definición de Procesos Organizacionales +IPPD(OPD +IPPD)	Gestión de procesos	4/4 - Administrado
Desarrollo de Requerimientos (RD)	Ingeniería	1/4 - Administrado
Entrenamiento Organizacional (OT)	Gestión de procesos	4/4 - Administrado
Administración Cuantitativa de Proyectos (QPM)	Gestión de proyectos	1/4 - Administrado
Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM)	Ingeniería	2/2 - Repetible
Administración de Requerimientos (REQM)	Gestión de proyectos	1/4 - Administrado
Administración de Riesgos (RSKM)	Soporte	4/4 - Administrado
Administración de la Configuración (CM)	Gestión de proyectos	3/3 - Definido
Administración Integral de Proyecto + IPD (IPM+IPPD)	Gestión de proyectos	3/3 - Definido
Innovación y Despliegue Organizacional (OID)	Gestión de procesos	4/4 - Administrado
Integración de Producto (PI)	Ingeniería	1/4 - Administrado
Medición y Análisis (MA)	Soporte	1/2 - Repetible
Monitoreo y Control de Proyecto (PMC)	Gestión de proyectos	1/2 - Repetible
Planificación de Proyecto (PP)	Gestión de proyectos	4/4 - Administrado
Procesos Orientados Organizacionales (OPF)	Gestión de procesos	2/2 - Repetible
Rendimiento de Procesos Organizacionales (OPP)	Gestión de procesos	2/3 - Repetible
Solución Técnica (TS)	Ingeniería	1/2 - Repetible
Validación (VAL)	Ingeniería	1/2 - Repetible
Verificación (VER)	Ingeniería	2/3 - Definido
Análisis Global del proceso		2/3 - Definido

Tabla 120- Análisis del quinto proceso

6. ETIQUETADO DE LOTE INDIVIDUAL		
Área de proceso	Categoría	Nivel de madurez anterior / Nuevo
Análisis y Resolución Causales (CAR)	Soporte	3/3 - Definido
Análisis y Resolución de Decisiones (DAR)	Soporte	3/3 - Definido
Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos (PPQA)	Soporte	3/3 - Definido
Definición de Procesos Organizacionales +IPPD(OPD +IPPD)	Gestión de procesos	4/4 - Administrado
Desarrollo de Requerimientos (RD)	Ingeniería	2/2 - Repetible
Entrenamiento Organizacional (OT)	Gestión de procesos	4/4 - Administrado
Administración Cuantitativa de Proyectos (QPM)	Gestión de proyectos	2/3 - Definido
Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM)	Ingeniería	1/1 - Inicial
Administración de Requerimientos (REQM)	Gestión de proyectos	1/2 - Repetible
Administración de Riesgos (RSKM)	Soporte	3/3 - Definido
Administración de la Configuración (CM)	Gestión de proyectos	4/4 - Administrado
Administración Integral de Proyecto + IPD (IPM+IPPD)	Gestión de proyectos	3/3 - Definido
Innovación y Despliegue Organizacional (OID)	Gestión de procesos	4/4 - Administrado
Integración de Producto (PI)	Ingeniería	2/3 - Definido
Medición y Análisis (MA)	Soporte	2/3 - Definido
Monitoreo y Control de Proyecto (PMC)	Gestión de proyectos	2/3 - Definido
Planificación de Proyecto (PP)	Gestión de proyectos	3/3 - Definido
Procesos Orientados Organizacionales (OPF)	Gestión de procesos	4/4 - Administrado
Rendimiento de Procesos Organizacionales (OPP)	Gestión de procesos	4/4 - Administrado
Solución Técnica (TS)	Ingeniería	3/3 - Definido
Validación (VAL)	Ingeniería	3/3 - Definido
Verificación (VER)	Ingeniería	3/3 - Definido
Análisis Global del proceso		3/3 - Definido

Tabla 121- Análisis del sexto proceso

7-8. ENCAJADO TOTAL (INDIVIDUAL + EXPOSITOR)		
Área de proceso	Categoría	Nivel de madurez anterior / Nuevo
Análisis y Resolución Causales (CAR)	Soporte	2/4 - Administrado
Análisis y Resolución de Decisiones (DAR)	Soporte	2/4 - Administrado
Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos (PPQA)	Soporte	3/3 - Definido
Definición de Procesos Organizacionales +IPPD(OPD +IPPD)	Gestión de procesos	1/5 - Optimizado
Desarrollo de Requerimientos (RD)	Ingeniería	1/3 - Definido
Entrenamiento Organizacional (OT)	Gestión de procesos	1/5 - Optimizado
Administración Cuantitativa de Proyectos (QPM)	Gestión de proyectos	3/3 - Definido
Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM)	Ingeniería	2/3 - Definido
Administración de Requerimientos (REQM)	Gestión de proyectos	2/5 - Optimizado
Administración de Riesgos (RSKM)	Soporte	3/5 - Optimizado
Administración de la Configuración (CM)	Gestión de proyectos	3/5 - Optimizado
Administración Integral de Proyecto + IPD (IPM+IPPD)	Gestión de proyectos	2/5 - Optimizado
Innovación y Despliegue Organizacional (OID)	Gestión de procesos	1/5 - Optimizado
Integración de Producto (PI)	Ingeniería	2/3 - Definido
Medición y Análisis (MA)	Soporte	2/3 - Definido
Monitoreo y Control de Proyecto (PMC)	Gestión de proyectos	2/3 - Definido
Planificación de Proyecto (PP)	Gestión de proyectos	2/5 - Optimizado
Procesos Orientados Organizacionales (OPF)	Gestión de procesos	1/5 - Optimizado
Rendimiento de Procesos Organizacionales (OPP)	Gestión de procesos	3/5 - Optimizado
Solución Técnica (TS)	Ingeniería	2/5 - Optimizado
Validación (VAL)	Ingeniería	2/4 - Administrado
Verificación (VER)	Ingeniería	2/4 - Administrado
Análisis Global del proceso		2/5 - Optimizado

Tabla 122- Análisis del séptimo y octavo proceso

A partir de este momento que ya se poseen los datos y las valoraciones, tanto las específicas como las generales de todo los procesos, para poder evaluar el estado general en que se ha resuelto el proyecto y comprobar si el objetivo principal marcado se ha podido completar.

Al igual que antes, a cada estatus obtenido de cada proceso, se le va a asignar una categoría dependiendo del nuevo grado de evolución en el que se encuentre y de la necesidad de la siguiente mejora que se tenga que realizar ("urgente", "a considerar" o "despreciable"). En esta tabla, también se incluirá el estado de diagnóstico general inicial del que se partía en la investigación.

PROYECTO DE AMBIENTADORES DE COCHE				
Proceso	Categoría anterior	Categoría nueva	Nivel de madurez anterior	Nivel de madurez Nuevo
1. MONTAJE DEL TAPÓN	URGENTE	A CONSIDERAR	2 - Repetible	3 - Definido
2. ETIQUETADO DE BOTELLAS	URGENTE	DESPRECIABLE	2 - Repetible	4 - Administrado
3. ETIQUETADO DE CAJA EXPOSITORA	URGENTE	A CONSIDERAR	2 - Repetible	3 - Definido
4. LLENADO	A CONSIDERAR	A CONSIDERAR	3 - Definido	3 - Definido
5. TAPONADO	URGENTE	A CONSIDERAR	2 - Repetible	3 - Definido
6. ETIQUETADO DE LOTE INDIVIDUAL	A CONSIDERAR	A CONSIDERAR	3 - Definido	3 - Definido
7. ENCAJADO INDIVIDUAL	URGENTE	DESPRECIABLE	2 - Repetible	5- Optimizado
8. ENCANJADO EXPOSITOR	URGENTE		2 - Repetible	
Análisis Global del proyecto			2 - Repetible	3 - Definido

Tabla 123 - Análisis final del proyecto de montaje de ambientadores

Viendo los diagnósticos parciales de cada proceso, queda claro que todos ellos han sufrido algún tipo de mejoría notable, unos más que otros. Aunque solamente algunos de todos ellos han pasado a un estado superior de madurez. Dichos procesos han sido los que mayor mejoría general han mostrado con las implementaciones introducidas.

De hecho hay algunos que han saltado varios eslabones en el nivel de madurez debido a la realización de constantes mejoras y ser muy efectivas. Estos han sido los procesos de etiquetado de botellas, el encajado individual y el encajado expositor, que es a los que mayor número de controles y mayor supervisión se les a sometido.

Comparando los resultados generales de las categorías de consideración de procesos de la última tabla se observa que, permaneciendo en este estado actual, los procesos solamente necesitarían de mejoras que se fuesen considerando oportunas con el tiempo, de manera que ya no necesitarían implementación urgente o inmediata, para que el proyecto salga adelante.

De forma general, el proyecto a evolucionado de un nivel de madurez en estado de ser repetible, a ser un proyecto debidamente definido por la organización para su implantación continua, por tanto, el objetivo general de mejorar el proyecto se ha visto cumplido.

Capítulo 7: Conclusiones

Las siguientes conclusiones están expuestas según el orden que se establecía en los objetivos del capítulo 4.

PRIMERA.- Ha quedado constatado que ambos métodos, PMBOK/ISO 21.500 y modelo de capacidad y madurez, se han conseguido cruzar de manera satisfactoria para poder obtener la sucesión de diagnósticos de los métodos escogidos que se pretendía ejecutar. En definitiva, no solamente se han logrado compatibilizar, si no que además, se ha conseguido obtener un resultado muy satisfactorio con el proyecto en el que se ha probado. Este a pasado de tener un estado inicial algo caótico y repetible, a alcanzar una productividad bastante definida en la valoración general final.

SEGUNDA.- Después del exhaustivo estudio llevado a cabo, queda bastante patente que con la ayuda de la combinación de los métodos de análisis de las directrices del PMBOK/ISO 21.500 y del modelo de capacidad y madurez, se ha conseguido obtener una mejora general bastante significativa, casi del 20% con respecto a la previsión estimada inicialmente del proyecto, cosa que ha quedado demostrado en el caso práctico estudiado, y todo ello a pesar de haberse implementado solamente seis de los ocho procesos.

TERCERA.- Otro de los datos evidentes, es que gracias a la aplicación de ambos métodos, se puede realizar un diagnóstico en el proyecto que lleva rápidamente a la planificación de mejoras muy concretas para casi cualquier tipo de proceso que se lleve a cabo. En el caso de las implantadas en el proceso de etiquetado de botellas, en el de etiquetado de la cajas expositoras y en el de taponado, apenas se tardó 2 horas en incorporar la primera mejora. El caso de implantación más rápido fue en el

proceso de encajado total, con introducción de mejora a solo 1 hora de haberse iniciado el proceso.

La razón de que se llegue a soluciones con tanta rapidez, tal y como se ha comprobado, es que estos métodos aúnan y simplifican los contenidos de los manuales de gestión de proyectos más utilizados. Además, son de aplicación muy elemental y abarca un gran número de procesos genéricos imprescindibles para progresar.

CUARTA.- En definitiva, la principal repercusión que puede acarrear la utilización de estas dos directrices de análisis es el Ahorro de costes como consecuencia de la ayuda que ofrece para optimizar las operaciones y por tanto, mejora la línea de negocio. Otra de las mejoras que ofrece y a tener muy en cuenta, es el aumento de la satisfacción del cliente y/o aumento de ventas/contratos, debido a la mejora en la calidad tanto de procesos como del producto. También tienen como objetivo principal aumentar la productividad junto con las ventajas competitivas que ello conlleva.

QUINTA.- Con la ayuda del estudio de la evolución habitual que hubiera seguido el proyecto, junto con la curva de aprendizaje estándar hallada, se ha conseguido comprobar que la duración y el coste del mismo han resultado ser inferiores en la realidad en comparación a los que se estimaba obtener en el transcurso de la producción. Es por esto que se concluye que la implantación de mejoras por medio de estos métodos a acarreado un beneficio muy significativo y real al proyecto. Este a sido casi de un 15% de diferencia en rentabilidad con respecto a la facturación estimada, y una disminución de más de dos días y medio de jornada laboral para tres operarias, llegando casi a un 18% de recorte en duración del proyecto en general con el total que habría supuesto.

En definitiva, con el cálculo de la información recabada "in situ", se ha conseguido tener una visión más global de la repercusión que han tenido las mejoras en el proyecto en cuestión.

SEXTA.- Considerando los métodos de un modo individual, por una parte, lo que se ha conseguido con el análisis del modelo de capacidad y madurez, es reflejar que tipos o familia de subprocesos son los más representativos de las fortalezas del proceso, formando la parte equivalente más sólida, y cuales de todos ellos conforman las porciones más frágiles por tener una estructura débil que los hace más inestables o deficientes.

Por otra parte, el análisis de las directrices del PMBOK/ISO 21.500 a conseguido definir que subprocesos específicos, de toda la multitud genérica existente, son los adecuados para centrar las acciones y consideraciones de implementación. Además, ayuda a orientar con el tipo de elección de mejoras a implementar, ya que enmarca cada uno de ellos dentro de un área específica y el tiempo de concurrencia dentro del proyecto.

Este soporte característico que ofrece cada uno de ellos individualmente, cuando interactúa uno a través del otro, favorece de manera muy significativa que se centren rápidamente los subprocesos que son objetivo de actuación.

SEPTIMA.- Una de las conclusiones más claras que se pueden sacar con la comparación de los resultados parciales de los procesos del proyecto, es que contra más pronto se implante una mejora, mayor repercusión tendrá su evolución sobre el proceso, más corta será su curva de aprendizaje y más compacto será el tiempo que tarde en alcanzar su máxima productividad, decreciendo tanto en coste como en tiempo el proyecto. Como se puede comprobar, las mejoras que han tenido mayor trascendencia en el proyecto de montaje de ambientadores, son las más rápidamente introducidas contando a partir del inicio del proceso.

OCTAVA.- En cuanto a lo que concierne a la experiencia personal propia, se destaca como recomendación para futuras aplicaciones, que para

poder conseguir un análisis y un diagnóstico aceptables que desemboquen a la implantación de mejoras lo suficientemente beneficiosas en un proyecto, no solamente tiene que haber un despacho o sección de técnicos dentro de la compañía encargados de la parte técnica de los proyectos, si no que además, se debe de asignar como mínimo a un técnico como responsable de cada proyecto o varios. Dicho técnico debería estar especializado en competencias de producción, dirección y/o gestión industrial (incluidas las tareas de seguimiento, recabado de información y control de costes) de cada uno de sus procesos, siempre y cuando esté en fase de producción el proyecto.

El número de personas asignadas por proyecto/s, también dependerá de la envergadura y del número de procesos que contenga cada uno de ellos o los que se consideren necesarios.

Este hecho servirá para que cada técnico lleve un seguimiento y gestión propia e individual de cada tipo de proyecto de manera diaria. Posteriormente, en el caso de que se realizase cualquier mejora, implementación o cambio, se podrá realizar un seguimiento y control, tanto subjetivo como objetivo de su evolución. Así pues, se podrá determinar realmente y corroborar de forma cuantitativa si es lo suficientemente beneficiosa.

NOVENA.- Ahora que se ha comprobado que los métodos de análisis de las directrices del PMBOK/ISO 21.500 y modelo de capacidad y madurez pueden complementarse de manera satisfactoria para mejorar un proyecto, algunos aportes que se propondrían para realizar en futuras líneas de investigación, dándole un valor añadido al presente proyecto en alguna de sus partes, serían:

-Continuar con el mismo tipo de análisis y diagnóstico de ambos modelos igual que el realizado aquí en un proyecto, pero esta vez hasta un estado más desarrollado en el que la progresión de todos los procesos llegaran a

un estancamiento más o menos coherente, y comprobar así la repercusión total de todas las mejoras introducidas en los procesos.

- Realizar un nuevo análisis y diagnóstico continuando en el mismo proyecto, para así intentar llevar el máximo número de procesos al siguiente nivel de madurez con respecto al último obtenido en esta investigación, a través de la implantación de nuevas mejoras.

-Realizar el mismo análisis y diagnóstico combinado de ambos métodos, pero escogiendo esta vez un nuevo modelo de capacidad y madurez más específico, según el tipo de industria y producción en el que se valla a implantar (manufactura, línea de producción, mecanizado, automático...). De esta forma, se podría comparar el tipo de efectividad y su sencillez.

-Realizar la misma investigación con dos líneas de producción paralelas, una a mejorar y otra que tenga un transcurso normal sin realizar ninguna intervención en ella. Con ello se obtendría un estudio más exacto de la repercusión del proyecto mejorado (hallando curvas de aprendizaje y métodos de trabajo que se afianzan en la línea que no se intervenga). Posteriormente se compararía la evolución de la línea mejorada con la que permanece sin alterar de forma más exacta. También se podría realizar el mismo proyecto, pero comparando además otra línea en la que se introduzcan las mejoras de manera más tardía en tiempo.

DECIMA.- Algunas sugerencias que se propondrían para realizar un nuevo estudio, pero de temas relacionados con el expuesto en este estudio y que podrían ser de interés de consulta en futuras líneas de investigación serían:

- Investigaciones sobre la curva de aprendizaje en implementaciones de procesos más tardíos o desarrollados, que los analizados en el presente proyecto.

- Investigación de la repercusión de cualquiera de los dos métodos o combinación de ambos, en procesos ya mecanizados con maquinaria industrial.
- Realizar una comparativa entre procesos implementados en los que unas mejoras contemplen un largo desarrollo de curva de aprendizaje y otros en los que este proceso de adaptación sea corto.
- Investigar otras combinaciones de metodologías de análisis de dirección y gestión de proyectos en conjunto a las directrices del PMBOK/ISO 21.500, o con el método de capacidad y madurez.

Capítulo 8: Referencias bibliográficas

En este último capítulo se van a presentar todas las referencias bibliográficas citadas durante el proyecto y que han sido consultadas para la realización del trabajo de investigación, según el orden de aparición en el mismo.

<http://www.minetur.gob.es/PortalAyudas/RCI/Descripcion/Paginas/finalidad.aspx>

<http://es.calameo.com/read/003350542340eff6ccc17>

<http://www.significados.com/industria>

<http://www.tiposde.org/economia-y-finanzas/110-tipos-de-industrias/>

<http://www.tipos.co/tipos-de-industrias/>

<http://www.tiposde.org/economia-y-finanzas/110-tipos-de-industrias/>

<http://www.definicionabc.com/general/manufactura.php>

http://coast.pink/industria_2081508.html

<https://debitoor.es/glosario/definicion-proveedor>

<http://deconceptos.com/ciencias-sociales/proveedores>

<http://www.definicionabc.com/general/cliente.php>

<http://concepto.de/cliente/>

<http://conceptodefinicion.de/cliente/>

<http://www.yourbubbles.com/mecanismo/industria/index.html>

<http://www.yourbubbles.com/mecanismo/industria/industriarevolucion.html>

<http://concepto.de/industria/>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Industria>

https://es.wikipedia.org/wiki/Gu%C3%ADa_de_los_fundamentos_de_gesti%C3%B3n_de_proyectos

<http://uacm123.weebly.com/>

http://www.ciccp.es/ImgWeb/Sede%20Nacional/Cursos_Jornadas/1_Gesti%C3%B3n_de%20Proyectos%20con%20la%20nueva%20ISO%2021500%20PM.pdf

<http://blogprysma.es/une-iso-215002013-directrices-para-la-direccion-y-gestion-de-proyectos/>

<http://blogprysma.es/une-iso-215002013-directrices-para-la-direccion-y-gestion-de-proyectos/>

<http://www.bpmsat.com/beneficios-de-la-norma-iso-215002013/>

<https://icrovett.wordpress.com/2010/11/18/origen-de-cmmi-el-cmm/>

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/garcia_r_ci/capitulo5.pdf

<http://www.softqanetwork.com/%C2%BFque-es-el-modelo-cmm>

- Sitio WEB del SEI (software engineering institute)
<http://www.sei.cmu.edu/>

- Fuente AENOR: norma UNE-EN 21500 Directrices para la dirección y gestión de proyectos.