



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

**Máster en Ingeniería Industrial**

**Creación de una herramienta para el cálculo  
de costes por actividades.**

**Autor:**

**Mínguez Olivares, Laura**

**Tutor:**

**Redondo Castán, Alfonso  
Dpto.de Organización de Empresas y C. e I.M.**

**Valladolid, septiembre de 2019**



## **Resumen**

Dada la situación actual de competencia feroz a la que tienen que hacer frente las organizaciones, se ha vuelto un requerimiento necesario conocer con precisión sus costes. Para ello, necesitan emplear herramientas potentes que permitan calcularlos con la mayor rapidez y exactitud posibles.

Por ello y a propuesta del Departamento de Organización de Empresas de la Escuela de Ingenierías Industriales, hemos afrontado el reto de desarrollar una aplicación en Excel para el cálculo de costes empleando el método ABC.

En los distintos capítulos del Trabajo Fin de Máster se incluye la información necesaria para dar a conocer la utilidad del cálculo de costes por actividades, así como un manual de usuario de la herramienta desarrollada para garantizar su correcto entendimiento y posterior uso.

## **Palabras clave**

Coste basado en actividades (ABC), contabilidad de costes, Actividades, Productos, Inductores de coste.

## **Abstract**

Due to the current situation of huge competition that companies must come face to face with, it is an essential requirement knowing their costs with accuracy. To do that, they need to use powerful tools that determine their costs with the fastest and most accurate method available.

To achieve this, I have being requested by the Management Department Of Industrial Engineering to do this Project. We have faced the challenge of developing an Excel application to calculate costs by using the ABC method.

Among the different chapters of this Final Project, it is included required information to show the utility of activity based costing. Moreover, the Project includes a user manual of the analytic tool to make sure the users understand and will be able to use it afterwards.

## **Key words**

Activity Based Costing (ABC), cost accounting, Activities, Products, Cost drivers



# ÍNDICE

ÍNDICE.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	VI
INTRODUCCIÓN:.....	1
I.    Justificación del proyecto .....	1
II.   Objetivos del proyecto .....	1
III.  Estructura de la memoria .....	2
1.  GESTIÓN EMPRESARIAL.....	5
1.1.  El Sistema Contable .....	5
1.2.  Evolución histórica de los métodos de cálculo de costes.....	8
1.3.  Conceptos Económicos.....	12
1.4.  Clasificación de los Costes .....	15
1.4.1.  De acuerdo con la función en la que se incurren.....	15
1.4.2.  De acuerdo con su relación con su objeto de coste .....	17
1.4.3.  De acuerdo con el tiempo en que fueron calculados .....	18
1.4.4.  De acuerdo con el tiempo en que se enfrentan a los ingresos..	19
1.4.5.  De acuerdo con el control que se tenga sobre la ocurrencia de un costo	20
1.4.6.  De acuerdo con su comportamiento con el volumen de producción 20	
1.4.7.  De acuerdo con su importancia para la toma de decisiones .....	21
1.4.8.  De acuerdo con el tipo de sacrificio en que se ha incurrido .....	22
1.4.9.  De acuerdo con el cambio originado por un aumento o disminución de la actividad .....	22
1.4.10.  De acuerdo con la relación en la disminución de actividades	23
1.4.11.  De acuerdo con su impacto en la calidad .....	23
2.  SISTEMAS DE COSTES .....	27
2.1.  Modelos o Sistemas de Coste .....	27
2.1.1.  Método del Coste total – Full costing.....	27
2.1.2.  Modelo de imputación Racional .....	28
2.1.3.  Modelos de Coste Directo - Direct Costing.....	31

2.1.4.	Comparación de los sistemas de coste .....	32
2.2.	Sistema de costes ABC .....	33
2.2.1.	Bases teóricas.....	33
2.2.2.	Definición.....	33
2.2.3.	Objetivos del ABC.....	34
2.2.4.	Elementos empleados en el sistema de costes ABC .....	35
2.2.5.	Etapas de asignación de costes .....	43
2.2.6.	Planteamiento analítico para el cálculo de costes por actividades 46	
2.2.7.	Comparación entre Sistema de Coste tradicional y ABC .....	48
2.2.8.	Pasos para cambiar el método de costes tradicional empleado en una organización por el método ABC.....	50
2.2.9.	Ventajas e inconvenientes de la aplicación del sistema de cálculo de costes por actividades .....	54
2.2.10.	Aplicación del modelo ABC de manera eficiente .....	56
2.3.	Otras técnicas de gestión empresarial .....	57
2.3.1.	Cadena de valor .....	57
2.3.2.	El método Time-Driven Activity-based Costing (TDABC).....	58
3.	DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA EMPLEADA .....	63
3.1.	Razones de la elección de VBA como lenguaje de programación de la herramienta .....	63
3.2.	Esquema relacional Excel.....	65
3.3.	Manual de usuario de la herramienta Excel .....	65
3.3.1.	Procedimiento de instalación .....	65
3.3.2.	Pasos a seguir en el empleo de la herramienta Excel .....	66
4.	ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO .....	87
4.1.	Introducción.....	87
4.2.	Jerarquía de la organización .....	87
4.3.	Fases del proyecto .....	88
4.4.	Estudio económico.....	91
4.5.	Días efectivos anuales.....	92
4.6.	Costes directos.....	93
4.6.1.	Costes mano de obra.....	93

4.6.2. Costes de amortización de equipos .....	94
4.6.3. Costes de materiales .....	96
4.7. Costes indirectos .....	97
4.8. Costes totales .....	97
CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO .....	101
Bibliografía .....	105
ANEXO I – Descripción de la empresa .....	111
• Consideraciones previas .....	111
• Ubicación, características y distribución en planta .....	112
• Procesos, actividades y productos .....	116
• Maquinaria .....	121
• Recursos personales .....	122
• Superficies .....	133
• Listado de procesos y actividades .....	134

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura del sistema contable.....	5
Figura 2. El triángulo contable.....	6
Figura 3. Evolución histórica de la contabilidad de costes.....	11
Figura 4. Coste total. ....	15
Figura 5. Etapas de asignación de costes por actividades.....	43
Figura 6. Matriz Producto-Actividad.....	47
Figura 7. Interfaz de la herramienta Excel.....	63
Figura 8. Esquema relacional Excel.....	65
Figura 9. Menú de opciones. ....	66
Figura 10. Datos generales de la empresa.....	68
Figura 11. Nuevo tipo de recurso. ....	68
Figura 12. Nuevo inductor.....	69
Figura 13. Definir Inductores. ....	69
Figura 14. Tipo de recurso. ....	70
Figura 15. Nombre del recurso.....	70
Figura 16. Nombre del puesto de trabajo.....	70
Figura 17. Inductor de recurso. ....	71
Figura 18. Nuevo recurso de tipo personal.....	71
Figura 19. Listado de recursos completo. ....	72
Figura 20. Nueva actividad. ....	73
Figura 21. Listado de actividades. ....	74
Figura 22. Nuevo proceso. ....	75
Figura 23. Listado de procesos. ....	76
Figura 24. Nuevo producto. ....	77
Figura 25. Creación Matriz Producto-Proceso. ....	77
Figura 26. Matriz Producto-Proceso en blanco.....	78
Figura 27. Matriz Producto-Proceso completada. ....	78
Figura 28. Matriz Recurso-Espacios rellenar datos.....	79
Figura 29. Matriz Recurso personal -Espacios. ....	80
Figura 30. Matriz Actividad - Recurso ....	80
Figura 31. Matriz Proceso - Actividad.....	81
Figura 32. Matriz Producto - Proceso ....	82
Figura 33. Nombre del Producto. ....	82
Figura 34. Coste del Producto deseado.....	83
Figura 35. Esquema relacional del personal del proyecto.....	88
Figura 36. Fases de desarrollo del proyecto.....	89
Figura 37. Equipos empleados en el proyecto. ....	95
Figura 38. Ubicación nave industrial.....	112
Figura 39. Distribución en Planta de la factoría.....	115
Figura 40. Plantilla de trabajadores empresa. ....	123



Figura 41. Taller de embutición.....	124
Figura 42. Taller de soldadura.....	125
Figura 43. Taller de pintura.....	127
Figura 44. Taller de Montaje.....	129

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diferencia entre coste y gasto.....	13
Tabla 2. Ventajas e inconvenientes del método de Coste Total. ....	27
Tabla 3. Ventajas e inconvenientes del método de imputación Racional.....	30
Tabla 4. Ventajas e inconvenientes del método de coste directo.....	31
Tabla 5. Comparación de los métodos de costes. ....	32
Tabla 6. Comparación entre tipos de inductores. ....	38
Tabla 7. Inductores de coste. Ejemplos. ....	38
Tabla 8. Comparación método tradicional de costes y ABC. ....	49
Tabla 9. Días efectivos anuales. ....	92
Tabla 10. Coste horario de los empleados. ....	93
Tabla 11. Horas invertidas por cada fase del proyecto. ....	94
Tabla 12. Costes de personal. ....	94
Tabla 13. Coste horario de los equipos informáticos. ....	95
Tabla 14. Coste de amortización de los equipos. ....	96
Tabla 15. Costes directos de material. ....	96
Tabla 16. Coste total del proyecto.....	97
Tabla 17. Maquinaria: Dimensiones, criterio de reparto, precio y cantidad. ....	121
Tabla 18. Recursos materiales empresa. ....	123
Tabla 19. Embutición: actividades y plantilla asociada.....	125
Tabla 20. Soldadura: actividades y personal asociado.....	127
Tabla 21. Pintura: actividades y plantilla asignada.....	129
Tabla 22. Montaje: actividades y plantilla asociada. ....	130
Tabla 23. Ingeniería.....	131
Tabla 24. Oficina.....	132
Tabla 25. Personal: superficie, puntos de luz y potencia asociadas. ....	133
Tabla 26. Listado de procesos y número de veces actividad por proceso....	135
Tabla 27. Listado de productos y procesos asociados. ....	135
Tabla 28. Datos generales empresa ejemplo.....	136
Tabla 29. Coste unitarios generales.....	137
Tabla 30. Coste VTHG.....	137
Tabla 31. Coste por proceso de VTHG.....	138
Tabla 32. Coste VTHD.....	138
Tabla 33. Coste por producto VTHD. ....	139
Tabla 34. Coste VH. ....	139
Tabla 35. Costes por proceso VH. ....	140
Tabla 36. Coste VEL.....	141
Tabla 37. Coste por producto VEL. ....	141



## INTRODUCCIÓN:

### I. Justificación del proyecto

Las organizaciones en la actualidad se encuentran sometidas a bruscos y repentinos cambios a los que deben adaptarse y obtener de nuevo una ventaja competitiva. Se encuentran no sólo condicionadas por un entorno altamente competitivo, si no por clientes cada vez más exigentes en cuanto a los productos o servicios ofrecidos por las empresas.

Por ello, las organizaciones deben asegurarse de ofrecer productos o servicios al menor coste posible, con la calidad y tiempos exigidos por los clientes potenciales del mercado. Para ello, es fundamental conocer al máximo nivel de detalle los costes ocasionados en la fabricación del producto o los costes incurridos al ofrecer un servicio determinado.

Hoy en día es necesario para las empresas tener un control exhaustivamente detallado de sus gastos, de manera que facilite la toma de decisiones a la Dirección, permitiendo dar una respuesta adecuada ante los requerimientos del cliente.

Para tener control sobre sus gastos, las organizaciones emplean herramientas relacionadas con la contabilidad de costes, siendo ésta la que permite controlar a nivel interno los elementos de coste directos e indirectos que componen el proceso de obtención del producto o servicio ofrecido por la organización.

### II. Objetivos del proyecto

En base a lo descrito, como objetivo principal del proyecto se encuentra la elaboración de una herramienta que permita calcular los costes de una organización partiendo de las actividades que se realizan para la obtención de los productos o servicios de la misma. La herramienta empleada ha sido elaborada a partir del programa de Microsoft denominado Excel.

Además, éste Trabajo Fin de Máster pretende aportar justificación ante la necesidad para las organizaciones de emplear una herramienta robusta de cálculo de costes, de manera que se facilite la planificación y la toma de decisiones.



Entre otros objetivos secundarios del proyecto, se encuentran conocer diversos conceptos económicos necesarios para comprender las distintas herramientas de cálculo de costes y analizar los modelos de coste existentes a empleados históricamente, incluyendo sus ventajas e inconvenientes, de manera que cada usuario pueda decidir qué modelo es el que más se ajusta a las especificaciones de su organización.

### III. Estructura de la memoria

La memoria se ha estructurado en cuatro capítulos:

- Un primer capítulo que contiene información sobre los distintos tipos de contabilidad existentes, analizando su empleo de manera histórica. Además, se incluyen diversos conceptos relacionados con la contabilidad, como son la diferenciación entre Coste y Gasto y una detallada clasificación de los costes en función de diversas consideraciones.

- El segundo capítulo consiste en un análisis de los distintos sistemas de coste existentes, centrando su atención en el sistema de costes por actividades (ABC).

- En el tercer capítulo se muestra en detalle la herramienta diseñada en el proyecto, explicando las razones de la elección de Excel como software de trabajo. Además, se incluye un amplio Manual de Usuario de la aplicación, de manera que cualquier usuario pueda seguir unos sencillos pasos para definir los datos de su empresa y proceder a determinar sus costes.

- El cuarto capítulo es un estudio económico del proyecto, justificando la necesidad del mismo.

Para finalizar se presentan las conclusiones del proyecto y la bibliografía empleada, así como los anexos pertinentes.



# CAPÍTULO 1

# LA GESTIÓN EMPRESARIAL



Universidad de Valladolid

## Máster en Ingeniería Industrial



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

# 1. GESTIÓN EMPRESARIAL

## 1.1. El Sistema Contable

Un sistema contable es aquel que contiene la información de una empresa. Ese flujo de información se consigue a través de la contabilidad, entendiendo la misma como el proceso por el cual se recoge la información de carácter económico de una organización teniendo como objetivo fundamental planificar, evaluar y controlar la situación de la empresa. El correcto uso de la contabilidad supone: (Wong, 2007)

- El empleo de terminología precisa en el registro de las transacciones realizadas
- La organización de las cuentas en función de las exigencias internas del control de gestión
- La valoración de las cuentas unidades monetarias comparables
- El agrupamiento de las cuentas en cuadros universales
- El respecto de principios que garanticen la veracidad de la información

La estructura del sistema contable viene representada por la siguiente figura: (López & Ibarra, 1989)

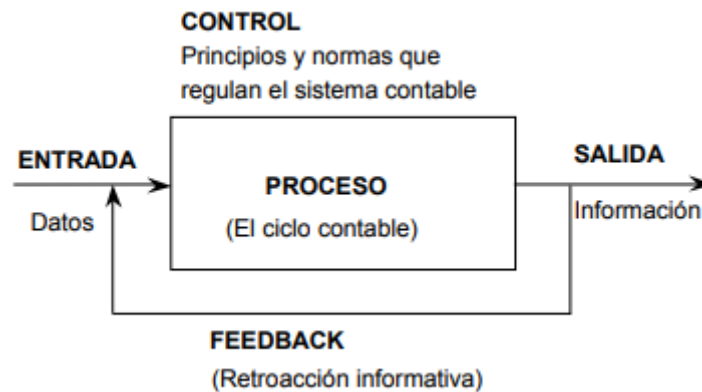


Figura 1. Estructura del sistema contable.  
Fuente: (López & Ibarra, 1989)

El sistema contable se podría considerar un sistema de control, formado por entradas y salidas. Las entradas se corresponderían con los datos que posee la empresa, es decir, los hechos económicos que han ocurrido y se han registrado por los sistemas de contabilidad. El proceso constituiría los sistemas de cálculo empleados para determinar los costes de la organización en un

periodo determinado. Como consecuencia de estos procedimientos de cálculo aplicados, se generan unas salidas de información (Balance de situación, Cuenta de resultados). Una vez conocida la información de salida, ésta se retroalimenta al sistema para poder obtener informes posteriores. Este sistema se controla a partir de los principios y normas que regulan el sistema contable, garantizando la comprensión de la realidad sobre la que se genera información.

El sistema de información contable empresarial se esquematiza mediante la representación del triángulo contable, que estructura la información en tres niveles.



Figura 2. El triángulo contable.

Fuente: (Belda & Ortega, Manual de Contabilidad de Costes, 2008)

Existen varias maneras de controlar los costes de una empresa empleando la contabilidad: (Villegas C. F., 2010) (Belda & Ortega, Manual de Contabilidad de Costes, 2008):

- Contabilidad financiera:

Francis Rouse definió la contabilidad como un sistema de información organizado, que permitía registrar y clasificar los hechos contables que caracterizan a las organizaciones. Entiende la contabilidad como una técnica universal que se ha desarrollado de manera paralela con la economía de las sociedades. (Wong, 2007)

Su propósito fundamental es suministrar información sobre resultados operacionales, posición financiera de la empresa y sus flujos de efectivo. La información proporcionada por la contabilidad financiera está destinada a usuarios externos, por lo que los estados financieros deben elaborarse en conformidad con los Principios Contables Generalmente Aceptados.



- Contabilidad de costes

Se encarga de analizar los elementos de coste directos e indirectos presentes en todas las actividades que componen el proceso de obtención del producto o servicio ofrecido por la organización, proporcionando información sobre los costes y aportando datos sobre los elementos que forman parte de la cadena de valor. Está orientada al control de la productividad y de los costes.

Recopila información de costes para su uso a nivel interno, para ayudar en la planificación y la toma de decisiones.

- Contabilidad gerencial, de gestión o directiva

Es aquella que comprende un campo más amplio de actuación que la contabilidad de costes. Incorpora nuevas técnicas para la gestión. Se encarga de analizar, medir e interpretar la información financiera a través de la gerencia con el objetivo de usar de manera óptima los recursos de la empresa. Ofrece datos históricos basados en eventos pasados, que pueden ser aplicables en el futuro. Entre sus funciones se encuentran la estimación y control de costes, la medición del desempeño de la gerencia y la creación de sistemas para el control de información.

Utiliza herramientas tales como presupuestos operativos, cuadros de mando e indicadores de gestión, además de aplicar técnicas matemáticas y estadísticas.

- Presupuesto operativo

Es un documento que contiene la previsión de actividad productiva de la empresa en un futuro. Contiene información sobre el presupuesto de materias primas, de mano de obra directa y de otros gastos de fabricación.

Para elaborarlo se emplean datos de los gastos que la empresa sabe que tendrá y los costes e ingresos esperados en un futuro teniendo en cuenta datos históricos además de las tendencias del sector, los nuevos productos que se desea poner a la venta y las principales fuerzas competitivas.



- Cuadro de mando integral

Es una herramienta de gestión que mide la evolución de la actividad de una compañía, sus objetivos y resultados.

- Indicadores de gestión

En la contabilidad gerencial se emplea un amplio número de indicadores para conocer el estado de la empresa. Entre estos se encuentran indicadores de eficiencia, eficacia, calidad.

- Contabilidad directiva

Es la cúspide del triángulo contable. Se alimenta de la información procedente de la contabilidad financiera, de costes y de gestión para realizar un análisis exhaustivo de la empresa.

## 1.2. Evolución histórica de los métodos de cálculo de costes

La Revolución Industrial se configuró con la invención de la máquina de vapor y del telar industrial. La aparición de estos inventos cambió radicalmente la manera de producir en la Industria. Estos cambios en la producción acarrearón a su vez la necesidad de modificar los sistemas administrativos y contables de las empresas, ya que los criterios contables anteriores no suministraban la información suficiente que requerían las nuevas actividades industriales. Los cambios sustanciales en la contabilidad, como consecuencia de la necesidad de mayor información fueron el control del ciclo de las materias primas desde su adquisición hasta la venta del producto terminado; la asignación de la mano de obra tanto a productos como a procesos; y por último la contabilización de los costes indirectos de producción. (Chacón, 2006)

Inicialmente, los cambios que se produjeron en la producción estaban relacionados con el empleo de las máquinas como ayuda a los artesanos especialistas, permitiéndoles crear productos cada vez más diversos a medida que la máquina se conseguía hacer más flexible. De esta manera, se favorecía la especialización de los artesanos, por lo que los bienes eran producidos por personas altamente cualificadas. Con esta situación, la actividad empresarial estaba en su mayoría constituida por operaciones externas, por lo que el empresario no realizaba por sí mismo la actividad productiva. En esta situación, que perduró hasta el siglo XX, la Contabilidad Financiera era un medio eficaz para representar la actividad Industrial.



Los historiadores han diferenciado hasta tres Revoluciones Industriales. La primera (1760-1830) se caracterizó por el reconocimiento de la tierra, el trabajo y el capital como factores de producción. Con esta revolución se consiguió producir en grandes cantidades a bajo coste, es decir, el pilar básico de la producción en serie, cuya característica principal es la reducción de costes sustituyendo la mano de obra cualificada por maquinaria. (Chacón, 2006). La segunda Revolución Industrial (1870-1914) se caracteriza por la aparición del capitalismo financiero, por la formación de grandes capitales debidos a fusiones y adquisiciones y por grandes innovaciones en todos los campos. Se presentó un gran cambio en la metodología del trabajo, promovido por Frederick Taylor (1856-1915), que definió el concepto de tarea como una unidad elemental de trabajo. Propuso que el trabajo debería ser planificado científicamente por expertos. Fue pionero en reconocer la importancia del factor humano sin mermar la productividad, sugiriendo entre otras medidas que los obreros deberían recibir incentivos y descansar la cuarta parte de su jornada laboral. (Gallegos, 2012, págs. 45-52)

La Revolución Industrial provoca un cambio drástico en las organizaciones, donde surge la necesidad de poseer un sistema de información contable adecuado a la nueva situación. Este sistema de información debe ser lo suficientemente robusto para emplearse como herramienta en el coste de productos, para la planificación y la toma de decisiones estratégicas.

Hasta el siglo XX, la Contabilidad General presentaba suficiente información, ya que contempla las transacciones externas de la empresa. La eficiencia del negocio consistía en obtener mayor cantidad de dinero por la venta a los clientes que por la compra de materias primas y servicios a los proveedores. Tras la Revolución Industrial, surgió la necesidad de poseer información sobre los procesos de transformación internos, para obtener un cálculo adecuado de los costes en empresas multiproceso, jerárquicas y dirigidas por asalariados. (Chacón, 2006)

La Contabilidad de Gestión ha evolucionado al mismo tiempo que los cambios que surgieron en los entornos productivos, supliendo las carencias de la Contabilidad General o Financiera por sí sola.

Un grupo de ingenieros, de los que formaba parte Taylor empleaba estándares cuantitativos para determinar el coste por unidad de tiempo de la MOD (Mano de Obra Directa) y los costes materiales unitarios. De esta manera se podían comparar los costes previstos con los reales, favoreciendo la sistematización del trabajo. (Hidalgo F. G., 2005)

La tercera Revolución (1945-Actualidad) se caracteriza por la aplicación de la información en la generación de conocimiento, empleando dispositivos de



procesamiento de la información. Actualmente, los sistemas de producción buscan tener gran flexibilidad desde el punto de vista de los procesos de producción. El concepto de flexibilidad no es el mismo que se entendía en la Primera Revolución, si no que un sistema de producción se considera flexible cuando tiene una capacidad de respuesta rápida ante un cambio sin causar gran perjuicio a nivel tiempo, costo o valor proporcionado al cliente. (Chacón, 2006)

Los nuevos requerimientos de información promovieron el desarrollo de medidas destinadas al cálculo del costo. Las principales funciones de la contabilidad de costes son la gestión y control de los stocks, la definición del valor de los inventarios, la comprobación de la eficacia de los procesos o la detección de derroches y determinación de los productos que aportan mayores beneficios. (Hidalgo F. G., 2005)

A continuación, se muestra la evolución histórica de la contabilidad de costes: (Hidalgo F. G., 2005)

PERIODO	EVENTOS	CONTABILIDAD DE GESTIÓN
Antes del siglo XV	Medieval	-Evidencias de cálculo
XV - XVIII	Desarrollo industrial en fábricas	-Transacciones Internas -Control de costes de producción -Primeras decisiones en base a cálculos de coste
XIX	Revolución Industrial	-Registros contables de MP y MOD -Indicadores operativos -Asignación de CI en base a MOD
1900 - 1930	Multinacionales Taylor	-Desarrollo del coste estándar -Indicadores de gestión (ROI)
1930	Depresión	-Preponderancia de la contabilidad financiera
1940 - 1950	Objetivo de coste verdadero	-Full Costing
1960	Objetivo del usuario	-Direct Costing
1970	Objetivo de la verdad costosa	-Contabilidad interna -Modelos de decisión
Década de los 80	Nuevo entorno de producción	-JIT -Kaizen -ABC/ABM
1990 - Actualidad	Nuevo optimismo	-Perspectiva a LP -Indicadores no financieros

Figura 3. Evolución histórica de la contabilidad de costes.

Fuente: (Hidalgo F. G., 2005)



### 1.3. Conceptos Económicos

En este capítulo se van a definir diversos conceptos relacionados con la contabilidad que será necesario conocer para comprender la justificación y el objetivo de este trabajo.

#### ▪ Coste

A continuación, se van a dar diversas definiciones de coste propuestas por distintos autores.

El coste es la suma de erogaciones (gastos, costes e inversiones que soporta una entidad o una persona) en que incurre una persona para la adquisición de un bien o un servicio con la intención de que genere ingresos en el futuro.

El costo corresponde al valor del consumo de recursos en que se incurre para generar un servicio. Los costos tienen dos componentes: el consumo físico de recursos asociado al proceso de provisión y la asignación de un valor a este consumo físico. Cuando expresamos el consumo de recursos en términos unitarios podemos hablar de precio. (Alcayaga, 2010)

Entre los principales objetivos de los costos se encuentran: (Quijano, 2009)

- Determinar el desembolso necesario para elaborar un producto
- Fijar los precios de venta, teniendo en cuenta el margen de rentabilidad
- Controlar los costes de producción y analizar los factores que ocasionan los posibles cambios que se produzcan, ya sean a nivel interno o externo. A nivel interno los cambios se podrían producir debido a averías en las instalaciones o cortes de suministro eléctrico y a nivel externo debido a cambios políticos.
- Comparar los costes reales con los presupuestados para tener un control de todo el proceso de producción.
- Analizar todas las actividades que han tenido lugar en el proceso de producción

La contabilidad de costes es una herramienta de la contabilidad financiera que sirve para medir utilidades y valorar inventarios, controlar el cumplimiento de objetivos, definir nuevas metas y para la toma de decisiones.

- **Gasto**

La definición aportada por el Plan General Contable “Decremento en el patrimonio neto de la empresa durante el ejercicio, ya sea en forma de salidas o disminuciones en el valor de los activos, o de reconocimiento o aumento del valor de los pasivos, siempre que no tengan su origen en distribuciones, monetarias o no, a los socios o propietarios, en su condición de tales” (PlanGeneralContable, 2019)

- **Diferencia entre Coste y Gasto**

La principal diferencia entre coste y gasto radica en que los costes son inversiones necesarias para producir algún producto u ofrecer un servicio, mientras que los gastos son desembolsos generales de capital para poder desarrollar distintas actividades sin esperar un retorno con la venta del producto o servicio. Un coste es el valor que adquiere un producto o servicio como consecuencia de la suma de varios gastos.

A continuación, se muestra una tabla a modo de resumen de las principales diferencias ente coste y gasto. (Estrada, 2013)

COSTE	GASTO
Es un activo	Se sitúa en la cuenta de resultados
Recuperable	No recuperable
Generador de ingreso	No tiene relación con los ingresos
Se convierte en un gasto al efectuarse la venta del producto o servicio	Puede ser una pérdida

*Tabla 1. Diferencia entre coste y gasto.  
Fuente: (Estrada, 2013)*



### ▪ Rentabilidad

Es la medida del rendimiento que producen los recursos utilizados en un determinado periodo de tiempo. La rentabilidad es un indicador que se aplica en cualquier acción económica que conlleve el uso de recursos humanos, materiales y financieros con un fin determinado. (Ballesta, 2002)

Es posible calcular la rentabilidad económica como:

$$RE = \frac{\text{Resultado}}{\text{Activo}} = \frac{\text{Resultado}}{\text{Ventas}} \cdot \frac{\text{Ventas}}{\text{Activo}} = \text{Margen} \cdot \text{Rotación}$$

- Margen de Beneficio

Mide el beneficio obtenido por cada unidad monetaria vendida.

$$\text{Margen} = \frac{\text{Resultado}}{\text{Ventas}}$$

- Rotación

Mide el número de unidades monetarias vendidas por cada unidad invertida, es decir, el número de veces que se recupera el activo al venderlo.

$$\text{Rotación} = \frac{\text{Ventas}}{\text{Activo}}$$



## 1.4. Clasificación de los Costes

Existen diversas clasificaciones en las que pueden comprenderse los costes: (Cifuentes & Guzmán, 2017)

### 1.4.1. De acuerdo con la función en la que se incurren

El coste total de un producto sería la suma de los costes de producción, los de operación y otros costes no incluidos en ninguna de las categorías anteriores.



Figura 4. Coste total.  
Fuente: Elaboración propia

#### ▪ Costos de producción o de manufactura

La manufactura es la conversión de materias primas en productos terminados a través del esfuerzo de los trabajadores y del uso de los equipos de producción. (Villegas C. F., Contabilidad de Costos. Enfoque gerencial y de gestión., 2001)

El coste o costo de producción, es un gasto económico debido a la fabricación de un producto o a la prestación de un servicio. Este coste de fabricar un producto se obtiene como resultado de la suma del costo de materia prima directa, el de la mano de obra directa y los costes indirectos. Una vez conocido el coste de producción, se puede establecer el precio de



venta del producto o servicio, siendo éste la suma del coste de producción y el beneficio. (Ucha, 2011)

- Coste de materia prima directa

Las materias primas son los materiales a los que se someterá a operaciones de transformación o manufactura para su cambio físico y/o químico antes de poder venderse como productos terminados. Las materias primas pueden ser directas, en caso de que se puedan apreciar y cuantificar a simple vista con los productos terminados e indirectas, que son aquellos materiales que sufren cambios que no se aprecian ni se pueden cuantificar. Un ejemplo de materia prima directa sería la chapa empleada en fabricar la carrocería de un vehículo y de materia prima indirecta, los productos químicos aplicados para evitar la corrosión. Por tanto, el coste de materia prima es el correspondiente a todos los subproductos necesarios para la obtención del producto final.

- Coste de mano de obra directa

La mano de obra es el esfuerzo físico y mental necesario para realizar un trabajo. Existen diversos tipos de mano de obra: directa, que son aquellos trabajadores cuyas tareas están directamente relacionadas con la fabricación del producto o servicio mientras que la mano de obra indirecta es aquella vinculada a actividades administrativas de apoyo a la fabricación del producto. El coste de mano de obra está constituido por los salarios brutos de los trabajadores, las provisiones para prestaciones sociales y las compensaciones a los trabajadores entre otros. (Martínez, 2015)

- Coste indirecto de fabricación

También se denominan gastos indirectos de fabricación. Son aquellos costes que intervienen en la fabricación de los productos que no están clasificados como materias primas directas ni mano de obra directa. En estos costes se incluirían las materias primas indirecta, la mano de obra indirecta, las amortizaciones y depreciaciones de los bienes inmuebles, los servicios auxiliares de calefacción y refrigeración, la iluminación y la energía de la nave. (Montoya, Arias, & Henao, 2010)

- **Costes de operación**

Son aquellos costes no vinculados directamente con el proceso de producción.

- Costos de distribución o venta

La distribución es el conjunto de acciones que se realizan desde que el producto final es elaborado por el fabricante hasta que es comprado por el consumidor final. Por tanto, el coste de distribución es el que se genera al llevar un producto desde su lugar de obtención al punto de venta.

- Costos de administración

Son aquellos que se originan en el área administrativa. Abarcan distintos departamentos de la empresa que realizan actividades encargadas de coordinar, organizar, controlar y apoyar a otros departamentos. Generan outputs no medibles, sin existir una relación directa con el producto o servicio ofrecido por la empresa. Son costes fijos, ya que no dependen del nivel de producción de la organización.

- Costos de financiamiento

Son aquellos que se originan por el uso de recursos ajenos empleados para financiar el crecimiento y desarrollo de la empresa.

#### 1.4.2. De acuerdo con su relación con su objeto de coste

- **Costes directos**

Son aquellos costes que se pueden asociar directamente con la fabricación de un producto o la prestación de un servicio. Para este tipo de costes, la empresa ha definido procedimientos de medición y control para poder obtener la cifra real de consumo y por tanto calcular de manera exacta el coste directo, pudiendo determinar de manera objetiva la cantidad de factor que ha consumido el objeto de coste. (Belda & Ortega, Manual de contabilidad de costes, 2008)



- **Costes indirectos**

Son los costes que afectan al proceso productivo, pero no se pueden asignar a un único producto de manera directa. Un ejemplo de coste indirecto sería el personal de seguridad o las materias primas que se consuman en una cantidad mínima y por tanto sea difícil aplicar el coste proporcional de la materia prima a cada producto final.

Para realizar una correcta clasificación entre costes directos e indirectos se debe tener en cuenta el nivel de importancia que se le atribuye al coste a identificar, así como evaluar las herramientas disponibles para el cálculo de los costes.

#### 1.4.3. De acuerdo con el tiempo en que fueron calculados

- **Costes históricos o reales**

Son todos los gastos que se han incurrido durante un periodo de tiempo en el proceso de producción. Para determinar la eficiencia de un proceso, se puede comparar los costes históricos de un periodo con los de otro cuya muestra de tiempo o volumen de producción sea idéntico. Estos costes sólo se pueden conocer cuando el proceso de producción ha finalizado, sin requerir agregar ningún ajuste adicional, ya que para su cálculo se tienen en cuenta todos los elementos que incurren un coste en el producto o servicio. (Reyes, 2005)

- **Costes predeterminados**

Son aquellos costes que buscan estimar el coste de los productos antes de iniciar el proceso productivo. Están basados en cálculos estadísticos, pudiendo basarse en estimaciones de lo que podría ser el coste (coste predeterminado estimado) o en lo que debería ser el coste (coste predeterminado estándar).

- Coste estimado

Son aquellos costes predeterminados basados en bases empíricas para lograr una aproximación lo más cercana posible a los costes reales. Este tipo de coste es de utilidad para bajos volúmenes de producción y muy repetitivos.

#### - Coste estándar

Es un patrón de medida elaborado técnicamente a partir de todos los elementos presentes en el proceso de fabricación. Consiste en analizar los costes de producción mediante estudios matemáticos, análisis de eficiencia y estudio de métodos y tiempos para determinar el coste de los productos finales como la suma de los costes parciales mano de obra, materias primas y costes indirectos. Como resultado de esta suma se obtiene el coste estándar, es decir, el coste del producto en condiciones normales, que se establece como objetivo de coste a alcanzar.

#### 1.4.4. De acuerdo con el tiempo en que se enfrentan a los ingresos

##### ▪ Costes de periodo

Son costes identificados con intervalos de tiempo en vez de con los productos o servicios de la organización. Son costes reconocidos como gasto porque no se espera obtener beneficio de ellos, pero son necesarios para poder vender los productos fabricados. Algunos ejemplos de costes de periodo son los relacionados con el almacenaje y distribución del producto final, los costes de investigación y desarrollo y los costes administrativos.

##### ▪ Costes del producto

Son los costes asignados a los productos fabricados o los servicios ofrecidos por la empresa. Este tipo de costes también se denominan costes inventariables y son registrados como inventario en el balance general hasta que se venden, momento en el cual se registran como un gasto denominado costo de bienes vendidos en la cuenta de resultados.

En las empresas de manufactura, los costes de producto se corresponden con las materias primas, la mano de obra y los gastos generales necesarios para fabricar el producto.

En las empresas dedicadas a la reventa de mercancía, los costes de producto constituirían el coste de los bienes adquiridos para la reventa.

En las empresas de servicios no existen costos inventariables, por lo que todos los costes se consideran costes de periodo y se registran como gastos dentro del periodo en el que se incurren. (Conceptos básicos de costos, 2016)



#### 1.4.5. De acuerdo con el control que se tenga sobre la ocurrencia de un costo

- **Costes controlables**

Son los costes sobre los que un mando superior de la organización tiene una influencia considerable. Algunos ejemplos son los salarios, los beneficios complementarios o las horas extraordinarias. (Costos controlables y no controlables, 2015)

- **Costes no controlables**

Son aquellos costes sobre los que un gerente tiene un alcance limitado de control. Debido a que los gerentes no tienen control sobre estos costes, no deberán ser responsables de los mismos. Un ejemplo sería la depreciación de los bienes inmuebles y materiales.

#### 1.4.6. De acuerdo con su comportamiento con el volumen de producción

Para poder afirmar si un coste es fijo o variable se debe definir primero la variable respecto de la cual se va a determinar, pudiendo ser el nivel de actividad, la productividad o el nivel de producción. (Aca) En este caso, se va a explicar respecto de la variable de nivel de producción.

- **Costes variables**

Son aquellos que varían antes modificaciones en el volumen de producción. Existen tres tipos de costes variables: proporcionales, progresivos y degresivos. Los primeros son aquellos que varían en la misma proporción que el volumen de producción, por lo que el coste variable unitario se mantiene constante. Sin embargo, los costes variables progresivos varían en mayor medida que el nivel de producción, generando un coste variable unitario creciente y en el caso de los degresivos el coste variable unitario es decreciente.

- **Costes fijos**

Son aquellos que permanecen constantes independientemente del volumen de producción o de ventas que se realiza en la empresa. Algunos autores distinguen entre costes fijos de inactividad o estructura, que existen siempre, a pesar de la inexistencia de actividad y costes fijos de puesta en marcha o de preparación de la producción, que son aquellos imprescindibles para comenzar la fabricación, independientemente del número de unidades a fabricar. Algunos ejemplos de costes fijos o cargas de estructura son los alquileres de maquinaria e instalaciones, los gastos de mantenimiento o las amortizaciones.

- **Costes mixtos**

Son un tipo de coste que varían, pero no proporcionalmente con el volumen de producción. Se puede diferenciar entre costes semifijos y costes semivARIABLES. Los primeros permanecen constantes hasta un determinado volumen de producción, momento en el cual aumentan los costes, por lo que este tipo de costes son variables a saltos. Los costes semivARIABLES son los formados por un componente fijo y uno variable, como por ejemplo el consumo de energía eléctrica.

#### 1.4.7. De acuerdo con su importancia para la toma de decisiones

- **Costes relevantes o diferenciales**

Son aquellos que se modifican frente a la toma de una decisión. Por ejemplo, en caso de modificación en el número de unidades de un pedido, se modificaría el coste de materia prima, energía, pero no el de la depreciación de los bienes inmuebles.

- **Costes irrelevantes**

Son aquellos que no sufren ninguna modificación ante la toma de una decisión. Por ejemplo, en caso de un pedido especial en el que se solicitan mayor número de unidades de las acordadas, serían costes irrelevantes la MOD (siempre y cuando con los recursos disponibles en su jornada laboral



se satisfaga el nuevo pedido), los salarios de los directivos o la depreciación de la nave.

#### 1.4.8. De acuerdo con el tipo de sacrificio en que se ha incurrido

- **Costes desembolsables**

Son los tipos de coste que conllevan una salida de efectivo, por lo que pueden ser registrados empleando la contabilidad financiera. Este tipo de costes se convertirán posteriormente en costes históricos. Pueden ser o no relevantes frente a la toma de decisiones de la empresa. (Orellana, s.f.)

- **Coste de oportunidad**

El coste de oportunidad es el valor del mejor uso alternativo del recurso al que se está renunciado por emplearlo para otro uso. (Giménez, 1999)

Es una manera de medir lo que cuesta algo identificando la mejor alternativa de emplear ese dinero. El coste de oportunidad sería el beneficio que se percibiría si se realizase la mejora alternativa posible. Un ejemplo es el coste de oportunidad de asistir a la universidad, que se corresponde con el salario que podría haber ganado el estudiante durante su estancia en la universidad más el coste de la matrícula. (Orellana, s.f.)

#### 1.4.9. De acuerdo con el cambio originado por un aumento o disminución de la actividad

- **Costes diferenciales**

Son los incrementos o decrementos en el coste total ante cambios en una operación o actividad de la empresa. Estos costes son importantes para la toma de decisiones, ya que muestran la variación de coste antes cambios en la organización. Pueden ser incrementales si el coste aumenta o decrementales si disminuye.

Un ejemplo es la fabricación de un nuevo modelo, considerando un coste diferencial incremental la nueva plantilla que se debe contratar para llevar a cabo el trabajo. En caso contrario, si se elimina una línea de producción, sería un coste decremental la plantilla y las materias primas de las que se puede prescindir a partir del momento de desaparición de la línea.



- **Costes sumergidos o muertos**

Son costes en los que se incurrió en el pasado, por lo tanto, no es posible evitarlos en la actualidad. Tampoco pueden ser revendidos, por lo que una vez empleado el dinero es imposible recuperarlo. Un ejemplo serían los gastos de marketing, publicidad en los medios de comunicación o depreciación de la maquinaria. (Ayala, 2012)

#### 1.4.10. De acuerdo con la relación en la disminución de actividades

- **Costes evitables**

Son aquellos que se identifican plenamente con un producto o servicio, por lo tanto, si éste desaparece lo hacen con él los costes evitables asociados al mismo. Por ejemplo, el coste de las materias primas asociadas a la fabricación de un determinado producto pasaría a ser nulo si se dejase de fabricar.

- **Costes inevitables**

Son aquellos en los que se incurre por el hecho de poseer medios estructurales (maquinaria, instalaciones, recursos humanos) que se usan para determinada actividad y que no se pueden evitar a corto plazo. Por ejemplo, si se eliminase una línea de producción de un taller, el salario del jefe de taller no sufriría modificaciones y la depreciación de la maquinaria seguiría existiendo, al menos a corto plazo.

#### 1.4.11. De acuerdo con su impacto en la calidad

- **Costes por fallas internas**

Son aquellos costes que se podrían evitar si no tuviese defectos el producto antes de ser entregado.



Entre los costes de este tipo se encuentran:

- Desperdicios (chatarra):

Es el coste asociado a aquellos productos intermedios o finales irre recuperables que no pueden utilizarse por no superar los controles de calidad. En este coste se debe incluir las materias primas, los gastos de energía y mano de obra que estaban destinados a la fabricación de ese producto.

- Reprocesamiento

Este coste se corresponde al coste de energía, MOD y materia prima necesaria para reprocesar un producto intermedio o final que era defectuoso pero que es recuperable.

- **Costes por fallas externas**

Son los costes que se podrían evitar si no se entregaran productos con algún defecto al cliente.

- **Costes de evaluación**

Son aquellos que se producen al realizar los controles de calidad para determinar si el producto cumple con las especificaciones.

- **Costes de prevención**

Son aquellos en los que se incurre antes de comenzar con la fabricación para minimizar la formación de defectos en el producto final.



# CAPÍTULO 2

## MODELOS O SISTEMAS DE COSTES



## 2. SISTEMAS DE COSTES

### 2.1. Modelos o Sistemas de Coste

Para poder determinar el beneficio de una organización, se debe comparar la cifra de ventas con el coste necesario para fabricar las unidades que se han vendido.

Existen diversos métodos para determinar el coste de fabricación de un producto. (Torrecilla, 1997)

#### 2.1.1. Método del Coste total – Full costing

Es un método que consiste en acumular los elementos de costo durante un periodo concreto y distribuirlos en función del volumen de producción. El método de coste total considera todos los costes como elementos incorporables al coste final del producto o servicio, justificando que la actividad productiva de la empresa se lleva a cabo tanto con los recursos directos, como con los recursos indirectos.

Este método es utilizado por empresas que tienen un gran volumen de producción, y las características de sus productos son similares, ofreciendo información encaminada a la toma de decisiones a largo plazo.

VENTAJAS	INCOVENIENTES
Permite medir la rentabilidad comparando el coste final del producto con su precio de venta	No considera variaciones en el nivel de actividad en el coste del producto
Provee de información detallada de los distintos momentos del proceso contable	No aporta información para poder establecer una política de precios adecuada
Ofrece una valoración real de los inventarios de forma permanente, ayudando a la toma de decisiones a largo plazo	No ofrece información útil para la toma de decisiones a corto plazo

*Tabla 2. Ventajas e inconvenientes del método de Coste Total.*

*Fuente: (Torrecilla, 1997)*



Para contabilizar los inventarios, tomando como base el sistema de inventario permanente, y teniendo en cuenta que a través de los asientos se debe reflejar el ciclo de producción, se debe registrar un asiento por cada uno de los ciclos productivos. Existen diversos métodos para realizar la valoración de inventarios (Quijano, 2009)

- **FIFO – First In First Out**  
Esta metodología consiste en que aquellas materias primas que entraron en primer lugar, serán las primeras que salgan cuando sean demandadas para la producción.  
De la misma manera que con las materias primas, se puede extrapolar a los productos fabricados, de manera que el primero que se fabrica será el primero que se distribuya para su venta.
- **LIFO – Last In First Out**  
Este sistema se basa en que las materias primas o productos que entraron o se fabricaron en último lugar, son las primeras en ser utilizadas.
- **Promedio Ponderado**  
Este método consiste en calcular el coste promedio de cada uno de los artículos del inventario. Para ello, se suma el coste total de los artículos inventariados y se divide entre el número de unidades existentes.

### 2.1.2. Modelo de imputación Racional

El método consiste en considerar el coste final de un producto como la suma de todos los costes variables existentes y una parte de los costes fijos. Opera bajo la suposición de la imputación de los costes fijos en función de la actividad realmente desarrollada en la empresa y no respecto de su totalidad. Para poder calcular de esta manera los costes, la empresa debe hacer una previsión a largo plazo de su volumen de producción. Al aplicar este método se evita asignar costes al producto que no procedan de la verdadera actividad productiva.

Algunos conceptos empleados en este modelo son:

- Actividad disponible

Es la capacidad teórica suponiendo una saturación del 100% de las instalaciones y los recursos humanos.

- Actividad Normal

Es una capacidad menor que la máxima teórica, ya que se consideran posibles problemas técnicos y otros inconvenientes.

- Actividad Real

Es la capacidad efectiva, es decir, lo que realmente se trabaja. Se determina mediante observaciones del centro de trabajo

Una vez definida la actividad normal de la empresa, entra en juego el término conocido como coeficiente de imputación racional CIR.

$$CIR = \frac{\textit{Actividad Normal}}{\textit{Actividad Real}}$$

Existen tres casos posibles dependiendo del valor del CIR:

- CIR = 1

La empresa trabaja a ritmo normal, coincidiendo la actividad real con la normal. En este caso, el cálculo de costes sería idéntico que el empleado mediante el método de coste total, ya que se imputan todos los costes fijos al producto.

- CIR < 1

En este caso, el nivel de actividad real es mayor que el normal, por lo que se está trabajando a mayor ritmo de producción. Por lo tanto, esto supondrá un mayor beneficio para la empresa producido por la sobreactividad existente.

- CIR > 1

En esta suposición, la empresa estaría trabajando a un ritmo inferior que el considerado normal, produciendo menor beneficio que el esperado en

situación de actividad normal, existiendo subactividades. Esta situación se puede producir en caso de que haya una avería de larga duración en las instalaciones, no pudiendo llevar a cabo la producción.

El coste racional se calcularía de la siguiente manera:

$$\text{Coste Racional} = CD + CI \text{ variables} + CI \text{ fijos necesarios}$$

Los costes indirectos fijos no necesarios para la producción se consideran costes del periodo, no imputándose al coste del producto. En caso de obtener un CIR > 1, la pérdida generada se considera coste de periodo, ya que se ha originado por la diferencia entre la capacidad normal estimada a largo plazo y la capacidad real a corto plazo.

A continuación, se muestran los aspectos positivos y negativos de la aplicación de este modelo para el cálculo de costes:

VENTAJAS	INCOVENIENTES
Método óptimo para la valoración de existencias	Es necesario estimar una capacidad normal
Evita la imputación excesiva de costes indirectos	Existe una necesidad de dividir los costes en fijos y variables, lo que complica la gestión de los mismos
El resultado es expresado en función de la actividad	

Tabla 3. Ventajas e inconvenientes del método de imputación Racional.  
Fuente: (Torrecilla, 1997)



### 2.1.3. Modelos de Coste Directo - Direct Costing

Es un modelo que consiste en repercutir al coste del producto final únicamente los costes vinculados directamente con el volumen de producción. Los costes fijos generados por la capacidad instalada son inevitables, pero al no variar a corto plazo no son considerados en el cálculo del coste, si no que se les considera como coste de periodo y son repercutidos en la cuenta de resultados directamente. Por tanto, se trata de un método de costes parcial. Los costes variables se consideran exclusivamente proporcionales, por lo que el coste variable unitario permanece constante.

Algunas de las ventajas e inconvenientes de aplicar este modelo se representan simplificadas en la tabla siguiente:

VENTAJAS	INCOVENIENTES
Aporta información del margen de cada producto, independientemente de los costes fijos	Requiere separar los costes en fijos y variables
Permite maximizar la rentabilidad, ya que se puede escoger la combinación idónea de productos	Sólo es válido a nivel interno, ya que sólo incluye los costes variables en la valoración de existencias
Evita la arbitrariedad en la distribución	

*Tabla 4. Ventajas e inconvenientes del método de coste directo  
Fuente: (Torrecilla, 1997)*

Este modelo ofrece información encaminada a la toma de decisiones a corto plazo.

### 2.1.4. Comparación de los sistemas de coste

	<b>Coste total</b>	<b>Coste de imputación Racional</b>	<b>Coste Directo</b>
<b>Costes Fijos</b>	Costes de Producción	CIR y Costes de Periodo	Costes de Periodo
<b>Costes variables</b>	Costes de Producción	Costes de Producción	Costes de Producción
<b>Resultado</b>	Depende del volumen de producción	-	Independiente del volumen de producción
<b>Toma de decisiones</b>	Largo Plazo	-	Corto Plazo

Tabla 5. Comparación de los métodos de costes.

Fuente: (Torrecilla, 1997)



## 2.2. Sistema de costes ABC

### 2.2.1. Bases teóricas

El método de costes por actividades fue desarrollado Robert S. Kaplan y Robien Cooper, ambos profesores de la Universidad de Harvard. En el año 1972 se creó una fundación sin ánimo de lucro integrada por ingenieros y consultores llamada Manufactura Asistida por Computadora Internacional (CAM-I), que trabajó en colaboración con la universidad de Harvard y aportaron los conceptos que fundaron el sistema de costes por actividades en una obra llamada Gerencia de Costos para la Manufactura de hoy. El diseño conceptual de CAM-I. (Barraza, 2013)

A partir de los años 80, varios autores comienzan a hablar de esta nueva manera empleada en el cálculo de costes. Tras la publicación de varias obras en relación con esta nueva metodología, el profesor Robert S. Kaplan propone la metodología ABC cuya hipótesis principal es que no son los productos de una empresa los que generan coste, si no las actividades, que son aquellas que consumen recursos. Los productos son los que demandan las actividades necesarias para su obtención. En 1987, Kaplan publica un libro junto con H. Thomas Johnson llamado Relevancia perdida: Auge y Caída de la Contabilidad Gerencial, en el que explican en detalle las propuestas de Kaplan sobre la metodología ABC. Durante los años noventa, tanto Kaplan como sus adjuntos continúan realizando publicaciones en relación al coste basado en actividades. (Barraza, 2013)

Este método surgió con el objetivo de mejorar el proceso de cálculo del coste de cualquier objetivo. Su metodología se basa en la definición de “actividad” como base conceptual. El principio de ABC pone a las actividades como generadoras de coste, en vez de a los productos.

### 2.2.2. Definición

El sistema de costes ABC (Activity Based Costing) es un método de cálculo de costes que determina el coste de los productos y/o servicios a partir de las actividades que los originan. Es un método que calcula los costes de un producto a partir de la suma de los costes generados por cada realizar cada una de las actividades necesarias para fabricar ese producto. El coste de las actividades se genera mediante los impulsores de costos (factores que originan el consumo de recursos) y su coste se aplica a los productos o procesos

mediante los impulsores de actividades (factores que provocan el consumo de actividades). (Morillo, 2001)

El modelo de costes ABC se basa en los siguientes principios: (Barraza, 2013) (Robin Cooper, 1992)

- Las actividades son las que consumen los recursos de la empresa, no los productos.
- Los productos consumen actividades.
- El coste no varía en función del volumen de producción, si no dependiendo de los niveles de las actividades.
- Los costes indirectos se consideran generalmente como costes fijos.

El modelo de Costes ABC se basa en dos ideas clave: los productos y servicios consumen actividades y las actividades y procesos consumen recursos. Por tanto, el coste real de un producto o servicio sería la suma de los costes generados por cada actividad necesaria para fabricar ese producto o dar ese servicio.

El Institute of Management Accountants (IMA) define el sistema ABC como: *"un concepto de contabilidad de costes basado en que los productos y los servicios que ofrece una organización requieren que la organización realice actividades y en que estas actividades comportan que la organización incurra en unos costes. En el ABC, cualquier coste que no pueda asignarse directamente a un producto o a un servicio se traslada a las actividades que hacen necesario este coste. Los costes acumulados en cada actividad se trasladan entonces a otras actividades, productos o servicios que hacen que aquella actividad sea necesaria"*. (Lilian Edith Alvarado Valderrama, 2015)

### 2.2.3. Objetivos del ABC

El costeo basado en actividades es una metodología empleada para poder asignar los costes indirectos de fabricación a los productos de la empresa. La meta del ABC es identificar las actividades que aportan valor añadido al producto y proveer con esa información a la gerencia para que pueda emplear esa información en la toma de decisiones. (Villegas C. F., Costeo Objetivo y Costeo ABC en el proceso de reducción de costos, 2014)



El Activity Based Costing busca la excelencia empresarial mediante cuatro objetivos fundamentales: (Abramo, 2011)

- Reducción de costes: este objetivo se consigue al identificar y eliminar las actividades que no agregan valor al producto. De esta manera, sólo se quedaría la empresa con las actividades necesarias para fabricar el producto o servicio y con aquellas que tengan valor añadido para el cliente. Así, se ofrecerían productos con mayor rentabilidad.
- Alta calidad: se debe ofrecer productos de la calidad suficiente exigida por el cliente.
- Servicio impecable al cliente: los productos ofertados deben adaptarse a los requerimientos del cliente de calidad, coste y plazo. Debido al entorno cada vez más competitivo en el que se sitúan las organizaciones, no basta con cumplir uno o varios de los requisitos del cliente, si no que la competitividad de la empresa sólo estará asegurada si se cumple simultáneamente con los tres requerimientos nombrados.
- Formación continua del personal: este es un objetivo necesario en cualquier organización actualmente, ya que debe tener capacidad de adaptación antes los constantes cambios que se producen en las sociedades.

#### 2.2.4. Elementos empleados en el sistema de costes ABC

Para el buen entendimiento de la metodología de costes por actividades, se debe conocer los elementos que componen los pasos de cálculo de los costes.

##### **Concepto de Producto o servicio**

Un producto o servicio es el elemento que la empresa ofrece a los clientes, es decir, es aquello que vende. En una organización suele haber varios productos a la venta, cada uno de ellos con distinto porcentaje de beneficio. Por ello es importante que la empresa posea de un sistema robusto de cálculo de costes para poder saber qué productos son más rentables y cuales necesitan o bien sufrir modificaciones para reducir sus costes o ser eliminados del sistema productivo.

A través de los inductores de coste, se asigna a cada producto la actividad o actividades necesarias para su obtención. Cooper y Kaplan diferencian cuatro niveles de causalidad para relacionar los costes de los productos con las actividades que los generan. Estos niveles de agregación de los costes son: (Ricardo Rodríguez Gonzalez, 1996):

- Costes debidos al volumen de producción y venta:

Son aquellos costes imputables directamente a un producto. Se asignan a nivel unitario, ya que se imputan cada vez que se fabrica una unidad de producto. Estos costes son costes directos de las actividades de producción, por lo que se vinculan al coste de los productos.

- Costes derivados de la forma de organizar la producción y la logística comercial:

Son aquellos que se imputan a una operación de fabricación o a un departamento. Están relacionados con el proceso productivo, por lo que se asignarían a nivel de lote. Éstos son costes directos de actividades de producción.

- Costes vinculados a la existencia misma del producto:

Están relacionados con las actividades que se encargan de mantener el producto, ya sea actualizando los catálogos o realizando modificaciones en las especificaciones del producto, investigando nuevas líneas de desarrollo etc. Estos costes se vinculan directamente al producto vendido, por lo que son costes directos.

- Costes debidos a la oferta de capacidad de producción:

Son los costes que surgen de una toma de decisiones anterior a la decisión del volumen de producción, ya que son los costes asociados a las dimensiones de las instalaciones, la instalación de servicios auxiliares de calefacción y refrigeración o la iluminación. Estos costes no son imputables directamente a los productos fabricados, por lo que son costes indirectos, ya que afectan al coste de un periodo de tiempo y no a los productos.

## Concepto de inductor

Un inductor es un concepto empleado en el cálculo de coste por actividades que permite asignar los costes de un producto a las actividades o recursos necesarios para la realización de ese bien o servicio. Son los factores que influyen en el nivel de consumo de las actividades.

Estas bases de imputación o inductores pueden ser de tres tipos: (Vázquez, 2019)

- De transacción:

Tiene en cuenta el número de veces que se debe llevar a cabo una actividad para producir una unidad de producto o un lote. Este tipo de inductor permite determinar el coste medio de la actividad. De los tres tipos es el más sencillo de obtener, pero también el más impreciso, ya que implica suponer que se emplea siempre la misma cantidad de recursos para realizar la actividad.

Un ejemplo sería la obtención del coste por factura emitida, que se calcularía dividiendo el coste total de facturación entre su inductor, que es el número de facturas realizadas.

- De duración:

Miden el tiempo para realizar cada una de las actividades. Este tipo de inductor se emplea cuando hay variabilidad en los recursos necesarios para realizar la actividad dependiendo de diversos factores (del tipo de máquina, del producto), Permiten calcular el coste por hora de actividad, suponiendo que cualquier hora se pague al mismo precio.

Un ejemplo sería el coste por hora de un operario fresador, obtenido dividiendo el salario bruto del operario entre su inductor que sería el número de horas trabajadas.

- De intensidad:

Miden los recursos consumidos cada vez que se realiza una actividad. Se emplean cuando la actividad posee características especiales, siendo muy variable el consumo de recursos.

Un ejemplo sería el calcular el coste de solucionar una avería de gran envergadura en una máquina. En este caso no sería correcto medir el tiempo empleado, ya que es un hito que se

produce con una frecuencia muy reducida y cada vez los recursos empleados oscilan. Para determinar el coste se debe analizar directamente los recursos consumidos para realizar la actividad.

A continuación, se muestra una comparación de los tres tipos de inductores y ejemplos de cada uno de ellos: (Vázquez, 2019)

	De transacción	De duración	De intensidad
Coste de implementación	Bajo	Media	Muy Alta
Exactitud	Baja	Alta	Muy Alta

Tabla 6. Comparación entre tipos de inductores.  
Fuente: (Vázquez, 2019)

Actividad	Inductor de Coste de la Actividad	Tipo de inductor
Realizar controles de calidad	Nº de inspecciones	De transacción
Recibir materias primas	Nº de informes de recepción	De transacción
Mantenimiento preventivo	Nº horas de mantenimiento	De duración
Fresar	Nº horas máquina	De duración

Tabla 7. Inductores de coste. Ejemplos.  
Fuente: (Vázquez, 2019)





## Concepto de Proceso

Un proceso consiste en la agrupación de varias actividades. Por ejemplo, un proceso de pintura de un vehículo está constituido por varias actividades como la aplicación de productos químicos que favorezcan la adherencia de la pintura, la aplicación de la pintura y la posterior aplicación de un recubrimiento y un acabado metálico.

Se podría continuar descomponiendo las actividades en elementos elementales denominados tareas. Por ejemplo, para la aplicación del producto químico se necesita una primera fase de lavado para eliminar impurezas y una fase de secado previa a la aplicación de la pintura.

Cada usuario de la metodología ABC decide hasta qué nivel de disgregación desea descomponer el proceso de fabricación de su organización. Los procesos y actividades se pueden disgregar siempre y cuando las unidades más disgregadas puedan ser cuantificadas con la misma unidad de medida.

## Concepto de Actividad

El concepto de actividad ha sido definido por varios autores con puntos de vista diferentes:

El IMA define las actividades como *“procesos o procedimientos que requieren un trabajo particular necesario para la organización. Una unidad de trabajo que tiene lugar dentro de la organización y consume recursos. Las actividades pueden clasificarse en cinco tipos: actividades de soporte a la empresa y organización, actividades de apoyo a los procesos, actividades de proceso, actividades relativas al cliente o al mercado, y actividades relativas al producto o a la línea de producto”*

Otra definición de actividad fue aportada por Sáez en 1993 que consideraba a la actividad como *“un conjunto de tareas imputables a un grupo de personas o a una persona, a un grupo de máquinas o a una máquina, y relacionadas con un ámbito preciso de la empresa”* (Lilian Edith Alvarado Valderrama, 2015)

Horngren define una actividad como un acontecimiento, tarea o unidad de trabajo que tienen un motivo específico.

Álvarez considera una actividad como un conjunto de actuaciones o de tareas cuyo objetivo es la atribución de valor añadido a un producto. (Barraza, 2013)



### Características de las actividades

Se puede considerar la actividad como un conjunto de actuaciones realizadas por personas o equipos que requieren poseer diversos conocimientos y habilidades. (Ricardo Rodríguez Gonzalez, 1996)

Las actividades forman parte de un proceso formado por los siguientes elementos: Entradas y salidas.

- Entradas: son aquellos eventos que accionan la actividad. Pueden ser una o varias las entradas que generan la actividad.
- Salidas: es aquello que se consigue tras realizar la actividad. La salida está vinculada a una única unidad de medida.

Las actividades describen lo que se hace en la empresa, definiendo los recursos que se emplean y durante cuánto tiempo. Deben ser diseñadas de manera que sólo recojan costes directos sobre ellas.

Es importante diferenciar entre el concepto de actividad y el de tarea, siendo la actividad aquella que agrega valor añadido al producto, y la tarea es un medio para realizar la actividad. La agrupación de distintas tareas elementales en una actividad se debe llevar a cabo siguiendo criterios de homogeneidad en relación con el desarrollo de la actividad.

Para que se considere una actividad en lugar de una tarea, las acciones realizadas deben tener una importancia dentro de la entidad, es decir, generar valor añadido, ya sea de manera interna y/o externa a la empresa.

### Clasificación de las actividades

Las actividades se pueden clasificar en distintos tipos en función de varios criterios.

Según su relación con los productos o servicios ofrecidos, las actividades pueden ser: (Vergíu Canto, 2005)

- Primarias: son aquellas que contribuyen de manera directa con la misión de la organización, es decir, con la producción o las ventas. Algunos ejemplos de actividades primarias serían: facturación, negociación de precios, capacitación del personal o anunciar el producto.

- Secundarias: son aquellas que sirven de apoyo a las actividades primarias, como las actividades logísticas, de mantenimiento, de control de calidad.

Según su actuación con respecto al producto: (Joaquín Catalá Alís, 1999)

- Nivel de unidad: son aquellas que se realizan cada vez que se fabrica una unidad de producto. Los costes relacionados con estas actividades se refieren a materias primas y MOD.
- Nivel de lote: son las actividades que se realizan por cada lote de producto fabricado. Los costes varían en función del número de lotes procesados, pero son independientes del número de unidades de las que esté constituido cada lote. Un ejemplo de actividad de este tipo sería el mantenimiento de equipos, ya que cada cierto número de ciclos se realiza un mantenimiento preventivo.
- Nivel de Producto: son las actividades que se deben ejecutar para garantizar el correcto funcionamiento del proceso productivo, pero son independientes de las unidades producidas y de los lotes procesados. Un ejemplo de actividad de este tipo es la organización de la mano de obra o el diseño del producto.
- Nivel de empresa (de organización): actúan de soporte para la organización. Son actividades comunes a todos los productos ofrecidos por la empresa durante todo el proceso productivo, pero no están implicadas directamente en el proceso. Se trata de las actividades administrativas.

Según la frecuencia de repetición: (Barral, 2009)

- Repetitivas: son aquellas que se realizan de manera continuada y tienen un objetivo concreto. Un ejemplo sería la preparación de materiales o la limpieza de las instalaciones.
- No repetitivas: se realizan de manera esporádica y su importancia es variable. Un ejemplo de actividad no repetitiva sería la modificación de las características de un producto concreto.



Según la capacidad para añadir valor al producto. Se debe analizar si añaden valor tanto a nivel interno de la empresa como externo, es decir, el punto de vista del cliente.

- Añaden valor: a nivel interno son aquellas necesarias para fabricar el producto y a nivel externo son actividades por las que el cliente percibe un valor añadido en el producto.
- No añaden valor: son las actividades que si fuesen eliminadas no afectarían a la fabricación del producto. A nivel externo, son las actividades por las que el cliente aprecia un valor añadido.

Para realizar un correcto cálculo del coste de un producto se debe analizar cada una de sus actividades por separado, investigando qué factor es el que influye en su mayor o menor coste.

Es una tarea fundamental definir la cadena de valor de la empresa para determinar qué actividades aportan valor añadido a la empresa y cuáles no además de para poder agrupar las distintas tareas elementales en actividades homogéneas y asignar éstas a los distintos productos o servicios de la empresa.

### **Concepto de Recurso**

Los recursos son los costos necesarios para elaborar los productos o prestar los servicios que ofrece la organización. Algunos ejemplos de recursos son los recursos personales, maquinaria, edificios, equipos de oficina. En la maquinaria y los edificios se incluye las depreciaciones de las instalaciones, el consumo de energía, el mantenimiento de las instalaciones, las reparaciones etc.

### **Concepto de centro de coste**

Los centros de coste son divisiones de la empresa que facilitan el reparto de los costes indirectos. Están formados por un conjunto de recursos personales y materiales con un objetivo común de maximizar la relación entre el volumen de fabricación y los recursos consumidos.

## 2.2.5. Etapas de asignación de costes

La asignación de costes por actividades se realiza en dos etapas principales. En una primera etapa se determina el coste de las actividades y en la segunda el de los productos o servicios de la empresa. (Paredes, 2003) (Ricardo Rodríguez Gonzalez, 1996)

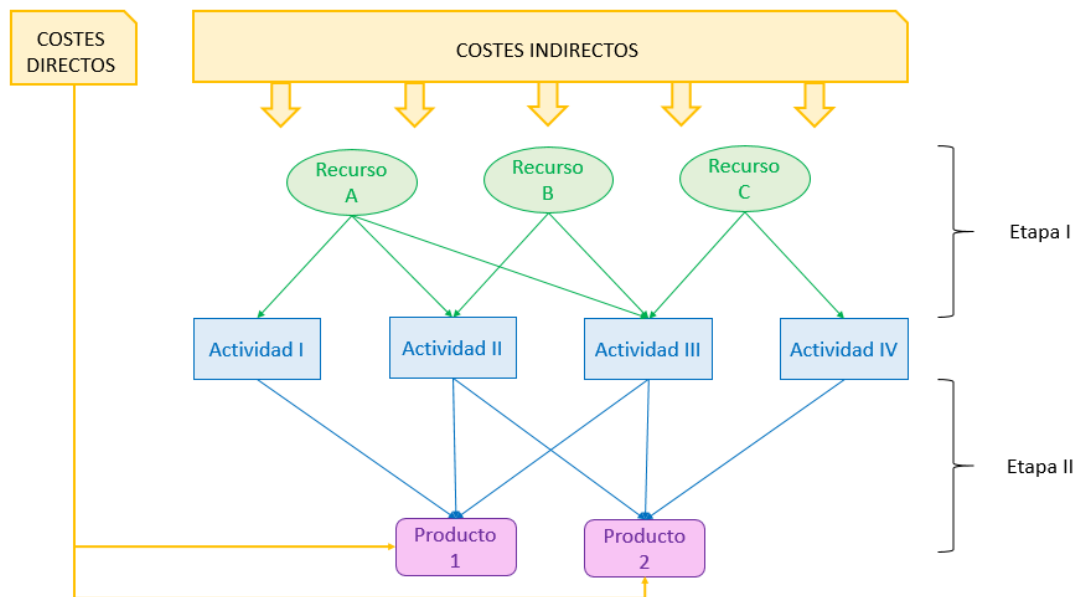


Figura 5. Etapas de asignación de costes por actividades.  
Fuente: (Mayorga & Solarte, 2010)

- Etapa I: Determinación del coste de las actividades

En esta etapa se asigna a las actividades el coste de los factores empleados para su realización. Para ello, se debe determinar qué recursos se emplean para realizar cada una de las actividades, asignándoles su correspondiente inductor de coste, dando como resultado el coste de cada actividad. Esta primera etapa, se puede subdividir en subetapas:

- Identificación de los costes indirectos
- Identificación de las actividades:

Para definir de manera precisa los costes de un producto, se debe identificar con el mayor grado de exactitud las actividades que tienen lugar en la organización para la elaboración de ese producto.



- Selección de los inductores de recurso:

Una vez definidas las actividades, se identifican los recursos necesarios para realizarlas. Se debe asignar a cada recurso un inductor, de manera que se vincule el coste del recurso al de la actividad en cuestión.

- Cálculo del coste unitario de las actividades:

El coste de cada una de las actividades se determina como la suma de los costes asociados de cada uno de los recursos empleados para llevar a cabo esa actividad.

- Etapa II: Determinación del coste de los bienes o servicios.

Esta etapa se corresponde con la asignación del coste de cada una de las actividades con el bien o servicio que requiere de su realización. Para ello, se debe definir previamente la actividad y su inductor correspondiente, buscando establecer una relación entre la actividad y el objetivo de costes. Para conocer el coste total del producto, se debe tener en cuenta tanto los costes indirectos, que proceden de la etapa I, como los costes directos, que se imputan directamente al producto. Por tanto, esta segunda etapa se podría dividir en dos fases:

- Imputación de costes de las actividades a los productos:

Para ello, se emplean los inductores de actividad, que son factores que permiten medir de manera cuantitativa el coste de cada actividad en relación al producto o servicio obtenido.

- Asignación de costes directos a los productos

Aquellos costes que no hayan sido identificados como indirectos en la etapa inicial, serán los costes directos de la empresa. Estos costes se pueden asignar directamente al producto o servicio, sin necesidad de vincularse previamente a la realización de una actividad. Un ejemplo de coste directo es el coste de las materias primas empleadas para la elaboración de un producto.



En caso de que la organización tenga un proceso de producción de elevada complejidad, incluyendo gran número de recursos y actividades, se añadirían algunos pasos intermedios en las etapas anteriormente mencionadas. En primer lugar, se vincularían los costes por naturaleza a diversos centros de coste. En algunas ocasiones, los costes por naturaleza se corresponden con costes directos que se pueden imputar directamente al coste del producto, sin necesidad de ser asignados a ningún centro de coste. Es elección del usuario definir los costes directos e indirectos de la organización.

Costes por naturaleza:

- Materias primas
- Mano de obra directa
- Servicios exteriores
- Amortizaciones
- Costes financieros
- Otros costes

Centros de coste (centros de responsabilidad):

- Aprovisionamiento
- Transformación
- Comercial
- Administración
- Control
- I + D
- Personal

Una vez agrupados en centros de coste, se vinculan a actividades elementales (tareas) que se realicen en cada uno de los centros de responsabilidad. Seguidamente, las actividades elementales se agrupan en actividades homogéneas (procesos) y se repercute a éstas el coste de las actividades elementales que constituyan cada actividad homogénea, teniendo en cuenta en la medida en que han intervenido en su elaboración, es decir, en la cantidad de tiempo empleado por cada actividad elemental y los recursos necesarios. Finalmente, se repercute el coste de las actividades al bien o servicio formado como resultado de la realización de esa actividad.



## 2.2.6. Planteamiento analítico para el cálculo de costes por actividades

El modelo de costes por actividades es un método de cálculo que permite determinar el coste estimado de un producto a partir de las actividades que tienen lugar para la obtención del mismo. Para ello, se debe dividir el objeto de costo en actividades discretas y cuantificables, de modo que el coste del bien o servicio será determinado como la suma de los costes de cada actividad que tiene lugar para la producción del mismo. Es imprescindible que las actividades definidas sean medibles y de valor añadido. (Mayorga & Solarte, 2010)

A continuación, se va a plantear las ecuaciones necesarias para calcular los costes de fabricar cualquier producto o servicio mediante el método ABC.

### COSTE POR ACTIVIDAD

Para poder definirlo, se deben tener en cuenta los siguientes parámetros:

$$\frac{C}{A} = \text{Costo estimado por actividad}$$

$$H = n^{\circ} \text{ horas de mano de obra necesarias}$$

$$D = \text{salario por hora de trabajo}$$

$$M = \text{costo del material necesario para realizar la actividad una vez}$$

$$E = \text{costo de los equipos para realizar la actividad una vez}$$

$$S = \text{costos indirectos de fabricación para realizar la actividad una vez}$$

El coste incurrido en cada una de las actividades es el resultado de sumar los costes materiales, de equipos, e indirectos necesarios para realizar esa actividad una vez y el salario por hora de trabajo por el número de horas trabajadas.

$$\frac{C}{A} = H \cdot D + M + E + S$$

El coste total para la realización de la actividad varía en función del número de veces que se ejecute esa actividad para la obtención del bien o servicio durante un periodo de tiempo específico.



## COSTE TOTAL DEL PRODUCTO O SERVICIO

Para poder definirlo, se deben tener en cuenta los siguientes parámetros:

$CB = \text{Coste del producto o servicio } j$

$\frac{C}{A_{ij}} = \text{Coste de la actividad } i \text{ para el producto } j$

$i = \text{número de actividad empleado en la elaboración del producto } j$

$n = \text{número total de actividades necesarias para la elaboración del producto } j$

El coste total de la fabricación de un producto es el resultado de sumar el coste de todas las actividades necesarias para elaborar ese producto, teniendo en cuenta que el coste total para la realización de una actividad se basa en el número de veces que tenga lugar esa actividad durante un periodo de tiempo específico.

$$CB = \sum_{i=1}^n \frac{C}{A_{ij}}$$

El proceso de cálculo del coste total de un producto podría ser expresado de forma matricial de la siguiente manera: (Mayorga & Solarte, 2010)

Actividades	1	2	3	...	i
Producto					
1	$A_{11}$	$A_{12}$	$A_{13}$	...	$A_{1i}$
2	$A_{21}$	$A_{22}$	$A_{23}$	...	$A_{2i}$
3	$A_{31}$	$A_{32}$	$A_{33}$	...	$A_{3i}$
...	...	...	...	...	...
n	$A_{n1}$	$A_{n2}$	$A_{n3}$	...	$A_{ni}$
	$A_1$	$A_2$	$A_3$		$A_i$

Figura 6. Matriz Producto-Actividad.  
Fuente: (Mayorga & Solarte, 2010)



### 2.2.7. Comparación entre Sistema de Coste tradicional y ABC

El coste de un producto se compone de costos fijos y costes variables. Los sistemas de costes tradicionales basan su metodología de cálculo en que los productos o servicios consumen recursos, calculando el coste de los mismos imputándolo directamente a los recursos. De acuerdo con este sistema, los costes se calculan en función, por ejemplo, de la MOD empleada en la producción de ese producto o servicio. Sin embargo, esta metodología de cálculo no es fiable en todas las ocasiones, ya que, en caso de que la organización produzca más de un bien o servicio, el reparto de costes fijos (instalaciones, maquinaria, iluminación...), se asignaría a todos los productos en la misma proporción, pudiendo no ser real este dato. Por ejemplo, si una empresa produjese dos productos diferentes, el primero fabricado en su totalidad con MOD y el segundo automatizado un 75% y el otro 25% con MOD; si se emplease un sistema de cálculo de costes tradicional, el primer producto aparecería como el de mayor coste para la empresa, ya que la base de cálculo se establecería sobre la MOD, mientras que el segundo parecería ser el más rentable. Sin embargo, en este caso no se estaría considerando el consumo de potencia o de superficie ocupada por los robots del segundo producto, pudiendo darse la situación de que generen un coste mayor que la MOD que emplea el primero.

Para solucionar este conflicto, surge la metodología ABC, cuyo objetivo es determinar el coste real de las distintas líneas de producto que existan en una organización para poder determinar la rentabilidad de cada una de ellas.

El sistema de costes ABC se trata de un sistema de costes integral, que sitúa a las actividades como generadoras de coste de los productos o servicios. Esta metodología considera que los productos consumen actividades y éstas consumen recursos, tanto de tipo personal como material. Este método de costes atribuye los costes indirectos, fijos y variables directamente al producto, que dependerá de la realización de varias actividades para fabricarlo. Por lo tanto, el coste del producto sería la suma del de las materias primas empleadas más los costes de las actividades necesarias para fabricar ese producto.

Al aplicar esta metodología en la que se definen las actividades de la empresa con el máximo grado de detalle, se puede analizar de manera más realista los costos que tiene la empresa, conociendo cuales son las actividades más críticas, permitiendo a la gerencia centrar su atención en los mismos para analizar las posibilidades de reducción de costos.

Las principales diferencias entre el método de coste basado en actividades y el sistema de contabilidad tradicional es que éste último asigna los costes indirectos a los productos empleando bases volumétricas, como el número de unidades de mano de obra directa mientras que el ABC emplea generadores de coste distintos para cada actividad, por lo que los costes calculados son los costes reales de producción.

A continuación, se muestra una tabla comparativa entre el costeo tradicional y el ABC.

ABC	Costeo tradicional
Emplea generadores de coste específicos para cada actividad.	Utiliza una base volumétrica de asignación.
Está centrado en las actividades, que son las que consumen los recursos.	Se centra en los recursos gastados para fabricar un producto.
Asigna los costes indirectos a las actividades y después a los productos.	Asigna los costes generales a los recursos y luego a los productos.
Contempla el coste de oportunidad.	Sólo contempla aquellos costes que se miden.
Tiene un enfoque de proceso. Analiza los procesos y actividades que tienen lugar para fabricar un producto.	Está enfocado en los costes de las unidades de producto.

Tabla 8. Comparación método tradicional de costes y ABC.

Fuente: (Francisco Ramis, 2001)



### 2.2.8. Pasos para cambiar el método de costes tradicional empleado en una organización por el método ABC.

Para llevar a cabo una correcta aplicación del sistema de costeo por actividades, se debe analizar en profundidad la organización, evaluando los procesos que tienen lugar en ella. Para ello, se debe comenzar con un análisis general de la empresa y progresivamente avanzar hacia un análisis más detallado. En primer lugar, se determinan los procesos que tienen lugar para la fabricación de los productos o servicios ofertados. Una vez definidos los procesos que tienen lugar, se entra en mayor grado de detalle segregando los procesos en las actividades que los componen. Conocidas las actividades que determinan el proceso de producción, se puede evaluar la influencia y el valor añadido que aportan cada una de ellas en el producto final.

A continuación, se van a explicar los pasos que debe seguir una organización que desee pasar de emplear un sistema tradicional de cálculo de costes a la metodología ABC. La empresa deberá incorporar diversas herramientas de manera estructurada para obtener eficazmente un sistema que muestre los costes reales de los productos de la organización. (Villegas, Chávez, Castillo, Caicedo, & Solarte, 2004)

En primer lugar, antes de aplicar ningún cambio organizacional, se debe tener en cuenta un paso fundamental, que es la actitud ante el cambio. Todos los integrantes de la organización deben tomar conciencia de la importancia del cambio y estar predispuestos al mismo. La primera iniciativa ante cualquier modificación, es planificar la administración del cambio, definiendo en primer lugar el estado actual de la organización y el estado que se desea alcanzar. Para pasar de un estado a otro, la organización se encontrará en un proceso de transición en el que será fundamental el compromiso de la alta gerencia para comunicar la importancia del cambio y concienciar a la plantilla de la empresa, formando grupos de trabajo que adquieran las nuevas habilidades requeridas para aplicar en la empresa la nueva metodología.

De manera paralela a la administración del cambio, se aplica la metodología, planteada en siete fases que parten con la definición del proyecto y finalizan con el rediseño de los procesos.



### **Fase permanente**

En esta fase de cambio de mentalidad de la organización, es fundamental la realización de distintas actividades como: definir los patrocinadores del cambio y la estrategia de comunicación, desarrollar la estrategia de formación y comunicación con el nivel uno de la organización y con los usuarios claves de la empresa, buscando generar un compromiso con la aplicación del cambio en la organización.

Una vez realizadas todas las actividades mencionadas, se conseguiría un equipo de proyecto concienciado con el cambio, con una estrategia de comunicación definida para lanzar el proyecto de cambio en la empresa.

### **Fase I: Establecer la dirección del proyecto**

El objetivo de esta primera fase es la definición de un equipo de proyecto, con un plan de trabajo definido y la estrategia de comunicación que van a emplear. Para la consecución de este objetivo, es fundamental preparar un plan de trabajo detallado y establecer los procedimientos de seguimiento y control del proyecto para asegurar que se va cumpliendo con los hitos definidos en el plan de trabajo. Además, el equipo de proyecto elegido debe estar cualificado en la metodología ABC para poder realizar con éxito el lanzamiento del proyecto.

### **Fase II: Estructuración y distribución de los costos directos**

Esta fase es principalmente de evaluación del sistema actual y búsqueda de defectos que corregir en él. Se evalúa la manera en la que se identifican los materiales y los consumos y la forma en la que se realizan las actividades de la organización.

En esta fase se definen los costes directos de la empresa, como son las materias primas y la depreciación de los bienes materiales empleados para la fabricación de los productos.



### Fase III: Analizar los procesos y actividades

En esta fase se elabora una lista de los procesos y actividades que tienen lugar en la empresa. Si se realiza un análisis profundo de la empresa, se clasifica a las actividades según sus atributos, pudiendo ser definidas como actividades críticas, esenciales, no esenciales y opcionales.

- Actividades críticas: son cruciales para definir los objetivos de la organización. Deben ser realizadas continuamente y son percibidas por el cliente. Por ejemplo, la actividad de pintar un vehículo.
- Actividades esenciales: se deben desempeñar de manera indispensable para fabricar los productos de la organización, pero no son percibidas de manera directa. Por ejemplo, la actividad de remachar piezas de la carrocería de un vehículo antes de soldarlas. Aunque el cliente no lo aprecie, es fundamental realizar esta actividad para evitar problemas de calidad en las piezas.
- Actividades no esenciales: no son consideradas importantes para la generación de los productos o servicios que ofrece la empresa. Por ejemplo, la limpieza de las instalaciones. De no ser realizada periódicamente no se apreciaría una modificación inmediata en el producto, pero sí lo apreciarían los empleados de la factoría.
- Actividades opcionales: son aquellas que se realizan en la empresa, pero que de no hacerlo no afectaría al producto. Por ejemplo, la clasificación de los albaranes de compra de materia prima por fecha y producto. Esta actividad afecta únicamente a nivel interno de la organización y en ningún caso a los productos que se venden.

Para determinar el tipo de actividad que es cada una de ellas, se emplea una medida de productividad (MDP), mediante la cual se obtiene información real del coste de los procesos y actividades, pudiendo analizar el valor añadido de cada actividad y la cantidad de recurso humano que consume. Para determinar si una actividad genera o no valor, se puede emplear el diagrama de Pareto.

Con la MDP, la empresa puede plantear un rediseño de los procesos o actividades que sean críticos para la organización.



#### **Fase IV: Obtener información sobre costos y cost drivers**

Partiendo de la base del modelo de costes de la Fase II, se define un sistema de costos completo, teniendo en cuenta los requerimientos de ABC, identificando los cambios que sean necesarios para llevar a cabo esta metodología.

Además, se debe validar con la alta dirección los objetivos de coste y las premisas básicas del modelo.

#### **Fase V: Diseñar el modelo de costos ABC**

En esta fase se elabora el sistema de costes con la metodología ABC, asignando los recursos a las actividades o procesos que realizan, y las actividades a los productos o servicios de la empresa.

En esta etapa también se definen las fuentes de información de donde se obtendrán los Cost drivers.

#### **Fase VI: Desarrollar análisis de rentabilidad y costos de los productos y servicios.**

Una vez elaborado el sistema de costes creado en la fase anterior, se definen los indicadores que se van a seguir para definir la rentabilidad de los productos de la empresa.

La información generada por el sistema de costes es analizada con los responsables de cada área, para ayudar en la búsqueda de oportunidades de mejora. En ese análisis se compara el coste previsto de cada una de las actividades con su coste real y se analiza dónde se ha producido la desviación, pudiendo ser en la MOD, la maquinaria, las materias primas empleadas, entre otros posibles factores. A continuación, se estudian las causas de la posible desviación, comprobando que la asignación de costes es correcta. (Joaquín Catalá Alís, 1999)

Para facilitar la toma de decisiones, se emplean herramientas como el Diagrama de Pareto. Este diagrama es un tipo especial de gráfico de barras en el que aparecen los valores ordenados de mayor a menor en el eje de abscisas. En este caso, sería de gran utilidad para analizar aquellas actividades en las que hay mayor desviación entre el coste real y el previsto.



## Fase VII: Rediseño de procesos

Es la etapa de cierre de proceso en el que se implantan las mejoras sugeridas por el proyecto. Para cuantificar el grado de incremento de la rentabilidad tras las mejoras se definen los indicadores de monitoreo.

### 2.2.9. Ventajas e inconvenientes de la aplicación del sistema de cálculo de costes por actividades

Una vez definido el método y explicado cómo calcular los costes en base a su doctrina, se van a indicar ventajas e inconvenientes del método para que cada usuario juzgue si considera que es el método más adecuado de cálculo de costes en su organización. (Calderón, 2016)

#### Ventajas

A continuación, se van a citar algunas de las principales ventajas de aplicación del método ABC.

- Permite analizar la rentabilidad de cada uno de los productos y servicios por separado
- Proporciona mayor conocimiento de las líneas de producción, ya que se deben definir las actividades meticulosamente
- Facilita el control de los costes indirectos de fabricación
- Proporciona unas bases lógicas para el cálculo de costes
- El uso de inductores permite asignar de manera más equitativa los costes a los productos
- Proporciona información tanto financiera como no financiera, como información acerca de calidad, productividad y tiempo de mantenimiento de maquinaria
- Los costes indirectos vienen determinados por el volumen de actividades, no por el volumen de producción





- Permite analizar la cadena de valor de la empresa, facilitando a los gestores la información sobre los costes relevantes
- Se pueden definir los inductores de coste necesarios para definir completamente todas las actividades
- Es un sistema flexible, ya que permite analizar cualquier objeto de coste, ya sea un producto, servicio, proceso etc.
- Proporciona información detallada y precisa sobre objeto de coste
- Permite analizar los costes de las tareas relacionadas directamente con el producto (marketing, I+D, logística)

### Inconvenientes

- Requiere mayor esfuerzo y capacitación para implementarlo de manera adecuada
- A pesar de ser un sistema de alta precisión, no puede nunca conocerse el coste exacto, debido a que existen gastos que surgen repentinamente que no han sido registrados.
- La asignación de costes es arbitraria, especialmente en los costes de actividades de infraestructura (administración, planificación), que son comunes a todos los productos y servicios de la organización.
- No es un sistema de costes, si no más bien un complemento al método de cálculo Full Costing, ya que todos los costes se vinculan al coste del producto excepto los costes de actividades de infraestructura, que son comunes a todos los productos.
- Presenta variabilidad en la elección de los inductores de coste dependiendo de qué persona los defina.
- Presupone que el diseño de las actividades del sistema productivo es el adecuado, adaptando el modelo de medición a ese diseño.
- No es el modelo óptimo para cualquier tipo de empresa, no siendo recomendable para aquellas que no tengan gran variabilidad de productos.



### 2.2.10. Aplicación del modelo ABC de manera eficiente

La estructura de la organización es de gran importancia a la hora de definir una metodología para el cálculo de costes. Se deben tener en cuenta cuatro conceptos:

- Centralización: concentración de la toma de decisiones en un nivel específico de la jerarquía.
- Diferenciación vertical: parámetro que indica el número de niveles jerárquicos existentes en una organización partiendo del gerente.
- Formalización: es el grado de estandarización de los trabajos de la organización.
- Estrategia: puede ser exploratoria, defensiva o analítica. La estrategia exploratoria se caracteriza por la continua búsqueda de oportunidades de mercado mientras que la defensiva se centra en ser competitiva en coste y calidad. La estrategia analítica se encuentra en un punto intermedio de las otras dos.

El modelo ABC sería aplicado de manera eficiente en organizaciones con las siguientes características: (Aznar, 2011)

- Alto porcentaje de costes indirectos de fabricación en relación con el coste total del producto.
- Empresas con gran competitividad en su sector, que tengan fuertes presiones de precios y deban conocer de la manera más exacta y detallada posible el coste de sus productos
- Organizaciones con gran cantidad de productos obtenidos con procesos de fabricación muy diferentes, por lo que es complicado conocer la proporción de coste indirecto que afecta a cada producto.
- Empresas con una estrategia exploratoria, en las que existen constantes cambios estratégicos, por lo que existe gran necesidad de información sobre las actividades y sus costes asociados
- Empresas con gran diferenciación vertical

Además de los parámetros descritos, se debe tener en cuenta el factor social de resistencia al cambio, analizando los motivos que la generan para tratar conseguir un cambio de mentalidad en los individuos.

## 2.3. Otras técnicas de gestión empresarial

Las técnicas de gestión son procedimientos que se emplean para optimizar el uso de los recursos de la empresa. Esta optimización está centrada en un objetivo, lograr la competitividad de la organización. Para lograr la competitividad deseada, se deben juntar diversos factores de coste, plazo tiempo y calidad del producto. A continuación, se van a analizar otras técnicas de gestión empresarial que, unidas con el Costo basado en actividades son capaces de proporcionar competitividad a la empresa.

### 2.3.1. Cadena de valor

En la descripción del modelo de costes por actividades se ha hecho referencia en varias ocasiones a la necesidad de identificar las actividades de valor añadido de la empresa. Para poder conocer aquellas actividades que añaden valor, la cadena de valor es un modelo teórico de gran utilidad.

El concepto de cadena de valor lo dio a conocer Michael Porter en 1986 en textos que hablaban de la ventaja competitiva.

Este modelo permite analizar aquellas actividades que generan valor añadido para el cliente, denominadas actividades de valor agregado real (AVAR), que, desde el punto de vista del cliente son necesarias para proporcionar el producto o servicio que el cliente desea. Sin embargo, existen actividades que no agregan valor desde el punto de vista del cliente, pero son necesarias para la empresa. Estas últimas reciben el nombre de actividades de valor agregado de la empresa (VAE). Existe un tercer tipo de actividad que no generan valor añadido ni para el cliente ni para la empresa. (Sánchez & Quintero, 2006).

Otros autores dividen a las actividades de valor añadido en dos grupos, las actividades primarias y las de apoyo. (Vergíu Canto, 2013)

Por tanto, existen tres tipos distintos de actividades:

- Actividades de valor agregado real: son las actividades denominadas primarias, es decir, aquellas que intervienen directamente en la creación del producto.



- Actividades de valor agregado de la empresa: son las actividades de apoyo, como la administración.
- Actividades de no valor agregado: son las actividades logísticas y aquellas relacionadas con el almacenamiento de mercancías y de productos terminados.

### 2.3.2. El método Time-Driven Activity-based Costing (TDABC)

El método ABC fue diseñado para resolver la asignación de los costes indirectos a los productos de la empresa a través de las actividades que se realizan para lograr su obtención. Al emplear esta metodología, la empresa conoce el coste de cada una de sus actividades, pudiendo determinar las que generan valor añadido y las que no. Sin embargo, el método de costeo por actividades presenta cierta subjetividad, ya que se deben hacer estimaciones de la cantidad de tiempo que emplea el personal en realizar cada tarea y se deben adoptar criterios de reparto de los costes indirectos. Para evitar esta subjetividad, Robert Kaplan y Steven Anderson desarrollan en el año 2004 un nuevo enfoque del ABC llamado TDABC. (López & Fortuny-Santos, 2010)

Este método innovador surge para suplir las deficiencias del ABC. Entre los principales problemas del costeo por actividades se encuentra la dificultosa y tediosa puesta en marcha del modelo, ya que requiere analizar con el máximo nivel de detalle la organización para conocer las actividades que tienen lugar. Para ello, es necesario realizar diversas entrevistas hasta conocer y comprender las actividades necesarias para la fabricación del producto o servicio. Otro inconveniente es el grado de subjetividad del método, debido a que la asignación de los costes a las actividades se basa muchas veces en cálculos que hace cada responsable de área sobre el porcentaje de su tiempo que dedica a cada actividad, sin tener en cuenta tiempos improductivos o no utilizados, por lo que los cálculos se realizan como si se trabajase a capacidad total. El modelo ABC no es lo suficientemente preciso para poder registrar la complejidad de las operaciones reales de una empresa, ya que para ello sería necesario añadir un gran número de actividades, lo que aumentaría la complejidad del cálculo y además la subjetividad en la estimación del tiempo que se dedica a cada una de ellas.

Para solucionar los inconvenientes mencionados, surge el método TDABC. Este nuevo enfoque identifica los recursos, sus costes y su capacidad normal. La capacidad normal correspondería a las horas de jornada laboral de los empleados menos el tiempo no productivo o de descansos.



A continuación, se analizan las etapas que se suceden en ambos métodos para determinar el coste de un producto o servicio.

### Etapas del ABC

1. Identificación de las actividades
2. Asignación de los costes indirectos a las actividades a través de los inductores de coste
3. Identificación de los inductores de cada actividad
4. Cálculo del coste de los inductores
5. Cálculo del coste de cada producto

### Etapas del TDABC

1. Identificación de las actividades que son realizadas con los mismos medios para constituir los grupos de recursos.
2. Estimación de los recursos consumidos por cada grupo de recurso
3. Estimación de la capacidad normal de cada grupo de recurso [h/trabajo]
4. Cálculo del coste unitario de los inductores
5. Determinación del tiempo necesario para realizar cada tarea en función de sus características
6. Para cada tarea, multiplicar el coste unitario de los recursos por el tiempo necesario para llevar a cabo la tarea.

TDABC, al igual que ABC, es un sistema de costes completos, en el que se reparten los costes indirectos en base a algún criterio. En el caso de TDABC su inductor es básicamente el tiempo de trabajo. Es recomendable aplicar esta nueva metodología en ámbitos con gran variabilidad de productos y no existe gran margen neto.





# CAPÍTULO 3

## DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA EMPLEADA





### 3. DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA EMPLEADA

#### 3.1. Razones de la elección de VBA como lenguaje de programación de la herramienta

La aplicación práctica del presente proyecto Fin de Máster ha consistido en el desarrollo de una herramienta para el cálculo de costes mediante el método ABC. Para ello, se ha optado por emplear el Excel como herramienta de desarrollo debido a su simplicidad de uso, con el objetivo de llegar a mayor cantidad de público que pueda emplear la herramienta.

Para la elaboración del programa, se ha empleado Microsoft VBA (Visual Basic para aplicaciones), que es el lenguaje de macros empleado para programar en la aplicación Excel de Microsoft.

La razón por la que se decidió emplear macros es debido a que permite crear aplicaciones completamente programadas, automatizando el programa Excel al máximo nivel con el objetivo de facilitar su uso.

Se escogió este lenguaje de programación en lugar de otros como C, C++ o Access debido a su sencillez de uso, tanto para el programador como para el usuario, ofreciendo una interfaz mucho más visual e intuitiva en comparación con otros lenguajes de programación. Se escogió Excel frente a Access debido a que permite ejecutar de manera sencilla comparaciones estadísticas de los datos, crear gráficos de manera sencilla, realizar operaciones de hipótesis en los datos, que son de gran utilidad para la función del proyecto, que es la de aportar una herramienta potente de cálculo de costes para reducir gastos innecesarios en las empresas. Las simulaciones permiten generar posibles escenarios de mercado y comprobar la viabilidad de la empresa en los mismos.

A continuación, se muestra un ejemplo de lo que vería el usuario por pantalla al abrir el libro Excel desarrollado.



Figura 7. Interfaz de la herramienta Excel.

Como se puede apreciar en la imagen anterior, no se requieren conocimientos de informática ni lenguajes de programación para ejecutar el programa,



mostrando por pantalla un menú de opciones sencillo, en el que el usuario va rellenando los datos de la empresa de estudio de manera organizada y sencilla pulsando botones de opciones. El flujo de información debe ser completado en el orden que se indica con las flechas, de manera que se eviten errores o tener que realizar numerosas modificaciones durante la introducción de datos.

Para la elaboración del programa Excel, se ha pretendido estructurarlo de la manera más intuitiva y visual posible para el usuario. Para ello, se ha definido el menú de opciones mostrado en la imagen anterior, a partir del cual se puede acceder a todas las pestañas necesarias para rellenar o visualizar información sobre la empresa de la que se van a estudiar los costes.

El menú está estructurado en tres partes, la parte superior, la central y la inferior. En la parte central es en la que el usuario debe rellenar los datos correspondientes de su empresa para llegar finalmente a la pestaña de coste, donde se muestra el coste del producto deseado. En la parte inferior, se encuentran registrados los datos introducidos por el usuario, separados por categorías de recurso, actividad y proceso, sirviendo estas pestañas como base de datos modificables por el usuario. En la parte superior aparecen opciones de visualización de las matrices presentes en el programa. Estas matrices muestran la información detallada en la parte inferior del menú, pero más esquematizada y compacta.

El flujo de información a nivel interno (código de programación de las macros), fluye desde los botones situados en la parte central hacia los de la parte inferior, de manera que cada vez que se añade información en cualquier lugar de la parte central, ésta se registra automáticamente en las bases de datos que corresponden con los botones situados en la parte inferior. Antes de proceder al cálculo del coste, el usuario debe actualizar las matrices correspondientes, de manera que la información existente en la base de datos se transfiera a las matrices y de estas a la pestaña de coste. De esta manera, el proceso finalizaría, mostrando la información demandada por el usuario de la aplicación.

### 3.2. Esquema relacional Excel

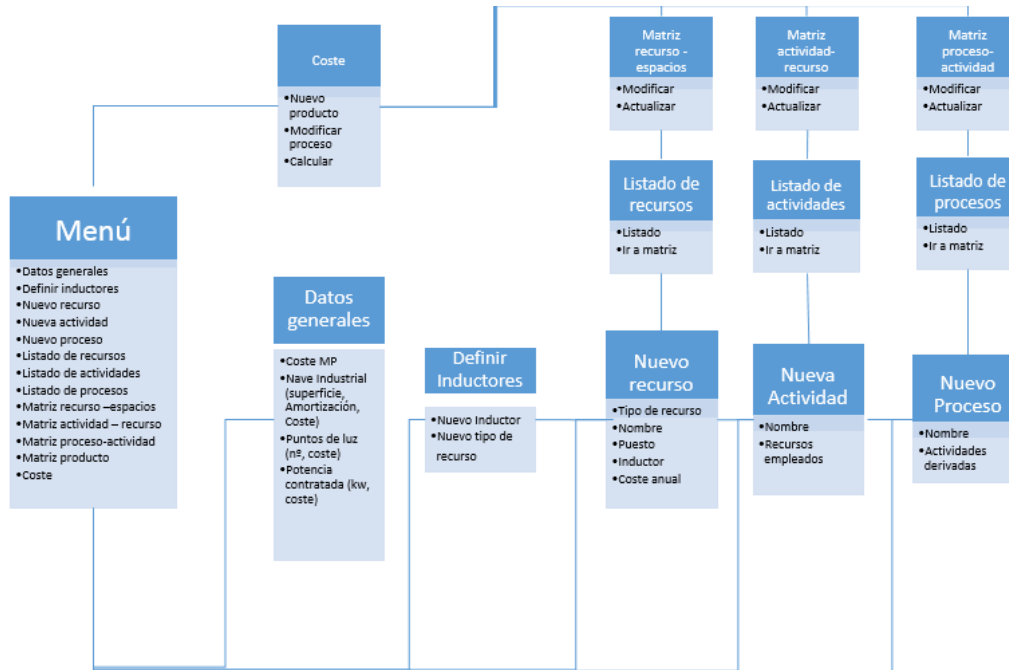


Figura 8. Esquema relacional Excel.

### 3.3. Manual de usuario de la herramienta Excel

A lo largo de este capítulo se va a explicar paso a paso cómo emplear la herramienta Excel creada para el cálculo del coste ABC de una empresa. Para conocer en detalle los datos de la empresa de la que se van a analizar los costes, se debe consultar el ANEXO I, donde aparece una descripción detallada de la misma.

#### 3.3.1. Procedimiento de instalación

Como ya se ha mencionado con anterioridad, el programa empleado para el desarrollo de la herramienta de cálculo de costes ha sido Excel. Esta aplicación pertenece al conjunto de programas Office de Microsoft, por lo que para su instalación es necesario poseer una cuenta de Microsoft.

El procedimiento de instalación de Office consta de los siguientes pasos:

- En primer lugar se debe iniciar sesión con una cuenta de Microsoft y especificar la clave del producto. De esta manera se vincula a esa clave una cuenta Office.

- A continuación, en Servicios y suscripciones se debe buscar el producto Office que se desea instalar (Excel), seleccionando el idioma que desea que tenga la aplicación. Además, se debe tener en cuenta la versión que se desea instalar. En este caso, la aplicación se ha desarrollado en Excel 2013, por lo que el usuario debe instalar esa misma o versiones más recientes para que el programa funcione de manera adecuada.
- Después, haga clic en Instalar y comenzará la instalación de la aplicación Excel.
- Cuando la instalación finalice, aparecerá por pantalla un mensaje “Ya está listo. Office está instalado”. El usuario debe hacer clic en el botón Cerrar. Una vez hecho esto, la aplicación Excel estará lista para su uso.

NOTA: En este caso, el programa Excel emplea Macros para el cálculo de costes, por lo que es imprescindible habilitarlas antes de su uso. Cuando abra el archivo, aparecerá una barra amarilla con un mensaje indicando que las macros están deshabilitadas. El usuario debe hacer clic en Habilitar contenido, de manera que se abrirá el archivo y se convertirá en un documento confiable.

### 3.3.2. Pasos a seguir en el empleo de la herramienta Excel

En primer lugar, se muestra el aspecto del **Menú** de opciones que presenta el Excel. Para calcular el coste de la empresa, se deberá seguir secuencialmente las distintas pestañas mostradas en el Menú. Para facilitar su comprensión, se han indicado los pasos a seguir mediante flechas y números.



Figura 9. Menú de opciones.



A continuación, se ha explicado en un punto independiente del trabajo cada uno de los botones existentes en el menú de opciones.

### Datos generales

En primer lugar, el usuario debe definir los datos generales de la empresa. Para ello, se debe pulsar el botón de **Datos generales** e incluir los parámetros que definen la empresa.

El programa tiene definidos por defecto tres inductores de tipo material, la superficie ocupada, la iluminación y la potencia consumida por la empresa. El usuario deberá completar las celdas sombreadas en azul correspondientes a los datos de la superficie que ocupa la nave industrial, el coste de la nave, el número de años en el que se amortiza y su valor residual para completar los datos del inductor de superficie. En la creación de la herramienta Excel, se ha supuesto que la amortización de los edificios y la maquinaria es lineal para la simplificación de los cálculos.

En cuanto a la iluminación, se mide en puntos de luz, por lo que es necesario que el usuario introduzca el gasto anual en luz y el número de puntos de luz existentes en toda la nave. Por último, en cuanto al inductor de potencia, se debe completar el coste anual y la potencia contratada. Para facilitar el uso de la herramienta Excel, se han sombreado en color azul las celdas que deben ser modificadas por el usuario, debiendo permanecer el resto inalteradas.

Además, en la pestaña de datos generales se deberán incluir los posibles gastos de subcontratación de la empresa. Esto se refiere a todas aquellas actividades que no sean realizadas por asalariados de la compañía, si no que sean realizadas por empresas externas. Otra casilla a rellenar son los gastos generales que no hayan sido imputados a ninguna actividad, como pueden ser los gastos en material de oficina, gastos administrativos etc.

A continuación, se muestra un ejemplo de lo que aparecería en la pestaña de Datos generales:

Gastos generales anuales		200.000,00 €	
Gastos subcontratación genéricos anuales		712.000,00 €	
INDUCTORES	Superficie Nave industrial	10.000,00	m2
	Amortización Nave	30	años
	Coste Nave Industrial	10.000.000,00 €	
	Valor residual	1.000.000,00 €	
	€/m2	33,33 €	ANUAL
	nº puntos de luz Totales	2500	
	Gasto anual Luz	1.000.000,00 €	
	€/punto de luz	400,00 €	ANUAL
	Potencia consumida	500,00	KW
	Coste potencia consumida anual	750.000,00 €	
€/KW	1500	ANUAL	

Figura 10. Datos generales de la empresa.

### Definir Inductores

Una vez conocidos los datos de la empresa, se definen los inductores de coste y los tipos de recurso existentes en la pestaña **Definir Inductores**. En esta pestaña se pueden definir los tipos de recurso (personales, materiales...) y los inductores de la organización (m<sup>2</sup>, kw, vida útil, ....). Para añadir un nuevo tipo de inductor, el usuario deber pulsar el botón azul “Nuevo tipo de inductor” y aparecerá lo siguiente por pantalla, donde se debe escribir el nombre deseado. Este proceso se repetirá cuantas veces sean necesarias para definir todos los tipos de recurso.

Figura 11. Nuevo tipo de recurso.

Para añadir los inductores, el usuario deber presionar el botón “Nuevo Inductor” e introducir el nombre del inductor. Se debe repetir este procedimiento hasta definir todos los inductores.

Figura 12. Nuevo inductor.

En esta pestaña se incluye a modo informativo en las celdas B2 y B3 el número de inductores y de tipos de inductores declarados por el usuario.

Una vez introducidos todos los datos relacionados con los inductores de la empresa, se mostrará por pantalla lo siguiente:

nº inductores	8
tipos de Recursos	3

Nuevo tipo de Recurso

Tipo de Recurso
Personal
Material
Otros

NUEVO INDUCTOR

INDUCTORES	tipo de recurso	
m2	Material	0
ptos. luz	Material	0
Potencia [kw]	Material	0
vida útil [ciclos]	Material	1
Tarifa teléfono [h]	Material	1
Tarifa internet [h]	Material	1
h/año	Personal	11
h Altos directivos/año	Personal	1

MENU

Material	6
----------	---

Figura 13. Definir Inductores.

Nota: Los tipos de recurso personal y material vienen definidos por defecto, así como los inductores de superficie, puntos de luz y potencia.

### Nuevo recurso

A continuación, se comenzará a definir los recursos (de tipo personal, material, etc.) que componen la organización. Para ello, el usuario debe emplear el botón Nuevo Recurso y rellenar los campos solicitados. En cada una de las casillas a rellenar, el programa incluye comentarios explicativos para facilitar la tarea al usuario. Una vez introducidos los datos, se debe pulsar el botón *Añadir*.

A continuación, se van a explicar los campos a rellenar por el usuario en orden de aparición:

En primer lugar, se debe determinar si el recurso a introducir es de tipo material, personal u otro tipo introducido por el usuario. Para la selección, se desplegará una lista de opciones, que corresponden con los datos introducidos de tipo de recurso en la pestaña de Datos generales.

Tipo de recurso	Personal
Nombre y Apellidos	

Personal  
Material  
Otros

Figura 14. Tipo de recurso.

A continuación, se introduce el nombre del recurso. En caso de que se trate de un recurso personal se introducirán nombre y apellidos de la persona para evitar repeticiones de nombres. Si el recurso fuese de tipo material, el usuario teclearía el nombre del recurso (ej ordenador).

Tipo de recurso	Personal
Nombre y Apellidos	Francisco García Teruel
Puesto	Operario
Inductor	h/a
Coste Anual	

**AÑADIR**

**Nombre**  
En caso de tratarse de un recurso de tipo PERSONAL, introduzca el nombre y apellidos del recurso.  
Si fuese un recurso de otro tipo introduzca el nombre del recurso.

Figura 15. Nombre del recurso.

Después, en caso de que el recurso que se esté añadiendo sea de tipo personal, se debe aportar información acerca del puesto de trabajo. Si no fuese un recurso de tipo personal, este campo se debería dejar en blanco.

Tipo de recurso	Personal
Nombre y Apellidos	Francisco García Teruel
Puesto	Operario
Inductor	h/a
Coste Anual	

**AÑADIR**

**Nombre del Puesto de trabajo**  
Recurso PERSONAL: teclear el nombre del puesto de trabajo  
Recurso MATERIAL: dejar en BLANCO  
Recurso OTRO: dejar en BLANCO

Figura 16. Nombre del puesto de trabajo.



Seguidamente, se deberá asignar el inductor más adecuado para el recurso introducido y la cantidad de ese inductor. Por ejemplo, en este caso, se están introduciendo datos de un recurso personal, cuyo inductor es el número de horas que trabaja al año, siendo una cantidad de 1870 h/año.

Tipo de recurso	Personal	AÑADIR	
Nombre y Apellidos	Francisco García Teruel		
Puesto	Operario		
Inductor	h/año	1.870	1.870
Coste Anual	Inductor de recurso Introduzca el inductor de recurso más adecuado. En caso de que no sea ninguno de los existentes, presione el botón parámetros y añada un nuevo inductor.		

Figura 17. Inductor de recurso.

Después, el usuario debe introducir el coste anual de ese recurso. En caso de que se trate de un recurso personal, sería el salario bruto anual de ese trabajador.

NUEVO RECURSO			MENU
Tipo de recurso	Personal	AÑADIR	
Nombre y Apellidos	Francisco García Teruel		
Puesto	Operario		
Inductor	h/año	1.870	
Coste Anual	35.000,00 €		

Figura 18. Nuevo recurso de tipo personal.

Una vez rellenos todos los campos, el usuario debe pulsar el botón **Añadir** para que el recurso introducido pase a formar parte de la base de datos de la herramienta Excel. Al pulsar el botón Añadir, el programa direcciona hacia la pestaña Listado recursos, donde el usuario puede apreciar todos los recursos registrados en la empresa hasta el momento.

En caso de querer **Añadir un Nuevo recurso**, se deberá pulsar el botón existente en la pestaña listado recursos y automáticamente el programa redireccionará a la pestaña de nuevo recurso, donde el usuario deberá repetir el proceso detallado hasta el momento para completar los datos de un nuevo recurso.

## Listado de recursos

Si el usuario desea ver el listado completo de recursos que componen la empresa puede hacerlo mediante el botón Listado de Recursos. En esta pestaña se pueden modificar los parámetros de los recursos en caso de que haya habido alguna modificación. Por ejemplo, si Raúl Carrión es ascendido a Encargado, el usuario debería clicar en el botón Listado de Recursos y modificar el nombre del puesto y el salario de este empleado.

En caso de querer **Eliminar un recurso** ya existente, se deberá seleccionar la fila o filas que corresponden al recurso o recursos que se desea eliminar y pulsar el botón derecho del ratón y a continuación la opción eliminar.

Una vez que en la hoja de listado de recursos aparecen todos los recursos existentes en la empresa actualizados, es fundamental pulsar el botón Volver a **Matriz** y pulsar en **Actualizar**. De esta manera, los datos existentes en la matriz estarán actualizados y el cálculo del coste unitario del producto será correcto.

A continuación, se muestra el aspecto de la pestaña de listado de recursos.

Tipo de recurso	Nombre	Puesto	Inductor	Coste Anual	MENU	Volver a Matriz
Personal	Elisa Pérez	Operario	h/año	1.870	28.000,00 €	Añadir Nuevo Recurso
Personal	Javier Ruiz	Operario	h/año	1.870	28.000,00 €	
Personal	Enrique Frías	Encargado	h/año	1.870	34.000,00 €	
Personal	Raúl Carrión	Ayudante Encargado	h/año	1.870	30.000,00 €	

Figura 19. Listado de recursos completo.

El botón de Volver a Matriz no se debe emplear hasta que no se haya definido por completo la empresa, con todos los productos, procesos y actividades que la componen.

## Nueva Actividad

Una vez definidos todos los recursos que componen la empresa, se puede pasar a la siguiente fase, en la que se definen las actividades. Para ello, se debe clicar en Nueva Actividad, y rellenar los campos con el nombre de la actividad a añadir y los recursos que se emplean para llevar a cabo la misma.

En primer lugar, se debe rellenar el nombre de la actividad a la que se le van a asignar recursos. A continuación, se debe especificar los recursos, tanto personales, como de otro tipo que se necesitan para llevar a cabo esa actividad y el número de horas necesarias de cada recurso.

Por ejemplo, en este caso, para realizar la actividad de elaborar factura, la persona que realiza la factura es Yolanda Muñoz, que tarda 2 h en realizarlo y para ello necesitan un ordenador durante ese tiempo. Además, Andoni Fernández revisa la factura impresa durante media hora, por lo que él no hace uso del ordenador.

NUEVA ACTIVIDAD						MENU
Nombre Actividad		Elaboración factura				AÑADIR
Recursos empleados						
Personales			Materiales			Otros
Yolanda Muñoz	2	h	Ordenador	2	h	
Andoni Fernández	0,5	h				

Figura 20. Nueva actividad.

Una vez rellenas todas las casillas necesarias, se debe pulsar el botón **Añadir**, para que la actividad introducida se registre y guarde en el listado de actividades de la empresa.

## Listado de Actividades

Si el usuario desea ver el listado completo de actividades que componen la empresa puede hacerlo mediante el botón **Listado de Actividades**. En esta pestaña se pueden modificar los parámetros de las actividades en caso de que haya habido alguna modificación. Por ejemplo, si se realiza una mejora en la instalación encargada de aplicar el spray de pintura del coche y en vez de consumir 1h de instalación, se reduce ese tiempo a 0.8h, este valor se tendría que modificar en su casilla correspondiente en la hoja de Listado de Actividades.

El listado de actividades de la empresa sería el siguiente:

Nombre Actividad	Recursos empleados			MENU	Volver a Matriz
	Personales		Materiales		
Elaboración factura	Yolanda Muñoz	2 h	Ordenador	2 h	
Elaboración factura	Andoni Fernández	0,5 h			
Puesta en marcha	Arancha Rodríguez	4 h	Instalaciones	7 h	
Puesta en marcha	Andoni Fernández	2 h			
Ensamble	Elisa Pérez	7 h	Instalaciones	7 h	
Ensamble	Laura Berzosa	5 h			
Revisión	Raúl Carrión	2 h			

Figura 21. Listado de actividades.

En caso de querer **Añadir una Nueva actividad**, se deberá pulsar el botón existente en la pestaña listado de actividades y automáticamente el programa redireccionará a la pestaña de nuevo actividad, donde el usuario deberá repetir el proceso detallado hasta el momento para completar los datos de una nueva actividad.

En caso de querer **Eliminar una actividad** ya existente, se deberá seleccionar la fila o filas que corresponden a la actividad o actividades que se desea eliminar y pulsar el botón derecho del ratón y a continuación la opción eliminar.

Una vez que en la hoja de listado de actividades aparecen todas las actividades existentes en la empresa actualizadas, es fundamental pulsar el botón Volver a **Matriz** y pulsar en **Actualizar**. De esta manera, los datos existentes en la matriz estarán actualizados y el cálculo del coste unitario del producto será correcto.

## Nuevo Proceso

Para continuar definiendo la empresa, se necesita detallar los procesos que tienen lugar en ella. Un proceso es un conjunto de actividades necesarias para producir una unidad de un producto concreto. Para añadir un proceso, el usuario debe clicar en Nuevo Proceso y rellenar las celdas correspondientes con los datos de ese proceso.

En primer lugar, se introducirá el nombre del proceso y seguidamente las actividades vinculadas a ese proceso y el número de veces que es necesario realizar cada una de las actividades para completar ese proceso.

En este caso, el proceso de entrega está formado por las actividades de revisión y elaboración de factura, ambas realizadas una única vez.

Nota: No modificar la celda en rojo en la que se muestra el número de actividades vinculadas al proceso del que se están introduciendo datos.

NUEVO PROCESO			MENU
Nombre	Entrega		AÑADIR
Actividades derivadas	Nombre Actividad	nº veces	Volver a Matriz
2	Revisión	1	
	Elaboración factura	1	

Figura 22. Nuevo proceso.

Una vez rellenas todas las casillas necesarias, se debe pulsar el botón **Añadir**, para que el proceso se guarde en el listado de procesos de la empresa.

## Listado de Procesos

Si el usuario desea ver el listado completo de procesos que componen la empresa puede hacerlo mediante el botón Listado de Procesos. En esta pestaña se pueden modificar los parámetros de los mismos en caso de que haya habido alguna modificación.

Nombre Proceso	Nombre Actividad vinculada	nº veces	MENU	Volver a Matriz
Entrega	Revisión	1		
Entrega	Elaboración factura	1		
Montaje	Colocación tornillería	3		
Montaje	Revisión	1		
Montaje	Ensamble	1		
Montaje	Puesta en marcha	1		

Figura 23. Listado de procesos.

En caso de querer **Añadir un Nuevo proceso**, se deberá pulsar el botón existente en la pestaña listado de procesos y automáticamente el programa redireccionará a la pestaña de nuevo proceso, donde el usuario deberá repetir el proceso detallado hasta el momento para completar los datos de un nuevo proceso.

En caso de querer **Eliminar un proceso ya existente**, se deberá seleccionar la fila o filas que corresponden al proceso o procesos que se desea eliminar y pulsar el botón derecho del ratón y a continuación la opción eliminar.

Una vez que en la hoja de listado de procesos aparecen todos los procesos existentes en la empresa actualizados, es fundamental pulsar el botón Volver a **Matriz** y pulsar en **Actualizar**. De esta manera, los datos existentes en la matriz estarán actualizados y el cálculo del coste unitario del producto será correcto.

## Nuevo Producto

Por último, el usuario debe definir los productos que la empresa ofrece a sus clientes. Para ello, se emplea el botón **Nuevo Producto** y se introduce el nombre de los distintos modelos que están a la venta.

Dato nombre\_producto

Nombre del producto a fabricar 3

Aceptar

Cancelar

Figura 24. Nuevo producto.

Una vez añadidos los productos de la empresa, obtendríamos lo siguiente:

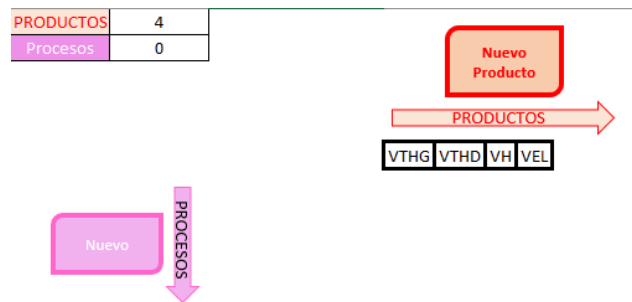


Figura 25. Creación Matriz Producto-Proceso.

Una vez definidos todos los productos, se debe pulsar el botón de *Actualizar* para que aparezcan los procesos definidos previamente por el usuario y se pueda rellenar la Matriz Producto-Proceso.

Tras pulsar el botón de *Actualizar*, tendremos una matriz con el aspecto mostrado en la siguiente imagen. El usuario deberá rellenar la matriz de acuerdo con el número de veces que se tenga que realizar cada uno de los procesos para poder elaborar los distintos productos.

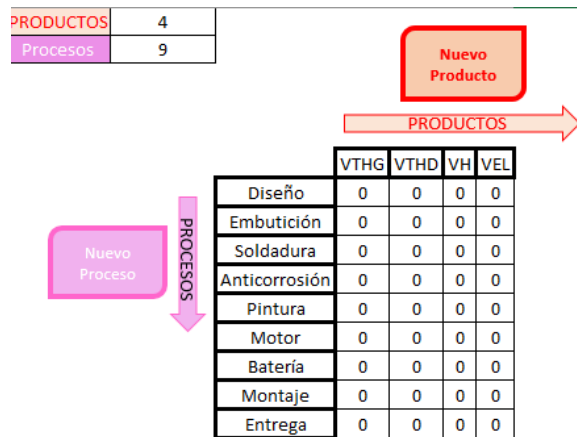


Figura 26. Matriz Producto-Proceso en blanco.

La matriz que quedaría como resultado de introducir los datos necesarios es la siguiente:

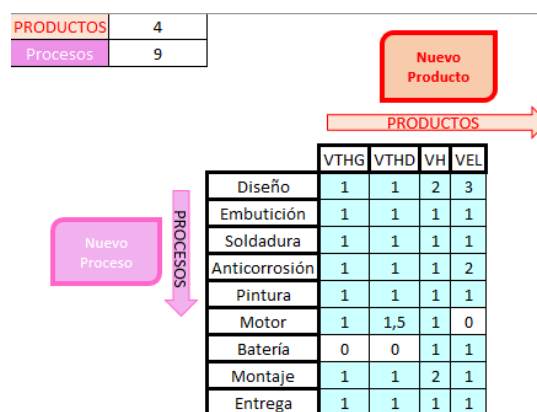


Figura 27. Matriz Producto-Proceso completada.

En caso de querer **Añadir un Nuevo producto**, se deberá pulsar el botón Nuevo Producto e introducir el nombre del mismo.

En caso de querer **Eliminar un producto ya existente**, se deberá seleccionar la columna o columnas que corresponden al producto que se desea eliminar y pulsar el botón derecho del ratón y a continuación la opción eliminar.

Si se desea **Añadir un Nuevo proceso**, se deberá pulsar el botón Nuevo Proceso y el programa llevará al usuario directamente a la pestaña de Nuevo Proceso. Una vez introducido ese proceso, se deberá actualizar la matriz Proceso-Actividad antes de volver a la matriz Producto-Proceso.



En caso de querer **Eliminar un proceso ya existente**, se deberá pulsar el botón modificar Procesos, que llevará al usuario a la pestaña Listado de procesos, donde se podrá eliminar o modificar un proceso existente.

Una vez definidos todos los productos correctamente, se deberá presionar el botón **Actualizar** en la pestaña de Nuevo Producto/Matriz Producto-Proceso.

## Matrices

Una vez definida la empresa en su totalidad, el usuario debe proceder a crear las Matrices correspondientes que servirán para el cálculo del coste del producto.

### Matriz Recurso Personal-Espacios

En esta matriz se debe indicar la superficie [m<sup>2</sup>], el número de luminarias, la potencia [kW] que consumen los recursos personales al realizar sus tareas. El usuario deber presionar el botón Actualizar y aparecerá el siguiente mensaje por pantalla recordándole que debe rellenar la matriz con los datos correspondientes.

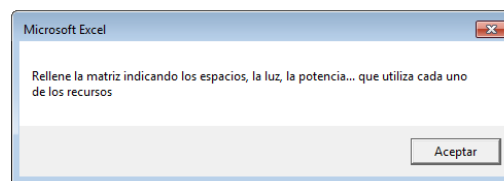


Figura 28. Matriz Recurso-Espacios rellenar datos.

Por ejemplo, Jesús Sebastián ocupa una superficie de 32 m<sup>2</sup>, que corresponden con su puesto de trabajo en una oficina. Además, emplea tres puntos de luz.

En el caso de los operarios, además de puntos de luz, llevan asociada la potencia correspondiente a la máquina en la que se encuentran. Por ejemplo, Marisa Gutiérrez ocupa en su puesto de trabajo una superficie de 49 m<sup>2</sup>, que contiene 5 puntos de luz y la potencia correspondiente a la instalación en la que se encuentra es de 10 kW.

INDUCTORE	COSTE ANUAL [€]	40.000,00 €	42.000,00 €	40.000,00 €	28.000,00 €
		Jesús Sebastián	Raquel Sánchez	Daniel Pérez	Marisa Gutierrez
	m2	32	32	992	49
	ptos. luz	3	3	100	5
	Potencia [kw]	0	0	1	10

Figura 29. Matriz Recurso personal -Espacios.

La figura anterior muestra la Matriz que se formaría teniendo en cuenta los inductores preestablecidos por el sistema y los recursos definidos por el usuario.

En caso de querer **modificar** algún dato de los **recursos**, ya sea para eliminar o para realizar algún cambio, se debe presionar el botón de Modificar Recursos, que lleva al usuario a la Hoja de Listado Recursos, donde se pueden realizar las modificaciones oportunas y posteriormente volver a la Matriz y actualizarla.

En caso de querer **modificar** algún dato de los **inductores**, se debe presionar el botón de Modificar Inductores, que lleva al usuario a la Hoja de Datos generales, donde se puede redefinir la superficie de la Nave, el número de luminarias o el coste anual de los inductores.

### Matriz Actividad – Recurso

En esta pestaña, el usuario debe presionar el botón de Actualizar y la herramienta Excel automáticamente genera la Matriz a partir de los datos de recursos y actividades introducidos por el usuario previamente.

Actividades	14
Recursos	14
<b>MENU</b>	
<b>ACTUALIZAR</b>	

RECURSOS		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; margin-right: 5px;">Modificar Actividades</div> <div style="font-size: 24px; margin: 0 5px;">→</div> <div style="border-bottom: 1px solid black; padding: 0 5px;">ACTIVIDADES</div> </div>							
		Elaboración factura	Puesta en marcha	Ensamble	Revisión	Secado	Spray pintura	Producto químico	Colocación tornillería
	Teléfono	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elisa Pérez	0	0	4	0	0	0	0	0
	Enrique Frías	0	0	0	0	0	0	0	0
	Raúl Carrión	0	0	0	2	0	0	0	0
	Laura Moreno	0	0	0	0,8	0	0	0	0
	Paula Hidalgo	0	0	0	0	0	0	0	0,5
	Andoni Fernández	1	1	0	0	0	0	0	0
	Instalaciones	0	3	7	0	3	1	1	2
	Ordenador	0,2	0	0	0	0	0	0	0
	Ana Martin	0	0	0	0	0	1	1	0
	Laura Berzosa	0	0	5	0	0	0	0	0
	Yolanda Muñoz	3	0	0	0	0	0	0	0
	Arancha Rodríguez	0	2	0	0	0	0	0	0
Jesús Sebastián	0	0	0	0	0	0	0	0	

Figura 30. Matriz Actividad – Recurso

En caso de querer **modificar** algún dato de las **actividades**, ya sea para eliminar o para realizar algún cambio, se debe presionar el botón de Modificar Actividades, que lleva al usuario a la Hoja de Listado Actividades, donde se pueden realizar las modificaciones oportunas y posteriormente volver a la Matriz y actualizarla.

### Matriz Proceso – Actividad

En esta pestaña, el usuario debe presionar el botón de Actualizar y la herramienta Excel automáticamente genera la Matriz a partir de los datos de recursos y actividades introducidos por el usuario previamente.

	Entrega	Montaje	Batería	Motor	Pintura	Anticorrosión	Soldadura	Embutición	Diseño
Elaboración factura	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Puesta en marcha	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Ensamble	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Revisión	1	3	1	1	0	0	0	1	0
Secado	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Spray pintura	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Producto químico	0	0	0	0	1	2	0	0	0
Colocación tornillería	0	3	3	5	0	0	4	0	0
Remachado	0	0	0	0	0	0	6	0	0
Contenerizado	0	0	0	0	0	0	2	1	0
Calentamiento	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Ensayos	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Simulación 3D	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Diseñar Boceto	0	0	0	0	0	0	0	0	5

Figura 31. Matriz Proceso – Actividad

En caso de querer **modificar** algún dato de los **procesos**, ya sea para eliminar o para realizar algún cambio, se debe presionar el botón de Modificar Procesos, que lleva al usuario a la Hoja de Listado Procesos, donde se pueden realizar las modificaciones oportunas y posteriormente volver a la Matriz y actualizarla.

### Matriz Producto – Proceso

En esta pestaña, el usuario deberá rellenar la Matriz definiendo cuántas veces es necesario llevar a cabo cada proceso para poder obtener el producto deseado. En caso de que un proceso no sea necesario realizarlo para la fabricación de un producto, se dejará esa celda de la matriz en blanco y el programa rellenará automáticamente esa celda con un 0.

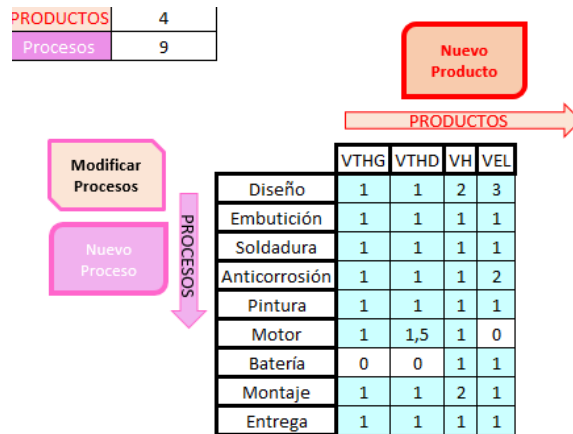


Figura 32. Matriz Producto - Proceso

### Coste del Producto

Una vez realizados todos los pasos explicados hasta el momento, se puede proceder al cálculo del coste de un producto determinado. Para ello, dentro de la Hoja Coste o Matriz Producto – Proceso, se debe seleccionar el producto del que se desea determinar su coste unitario. Para ello, aparece una lista desplegable de opciones con los productos que han sido introducidos previamente por el usuario.

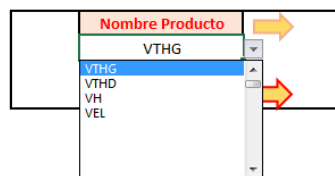


Figura 33. Nombre del Producto.

Una vez seleccionado el producto, debe incluir el gasto anual en materias primas correspondiente al producto seleccionado, así como el número de unidades anuales fabricadas de ese producto y el porcentaje de fabricación del mismo. Una vez introducidos estos datos se debe pulsar el botón de calcular y esperar a que el programa muestre el coste unitario del producto.

En caso de haber realizado modificaciones en la matriz producto, el usuario debería pulsar el botón de actualizar matriz antes de calcular el coste del producto.

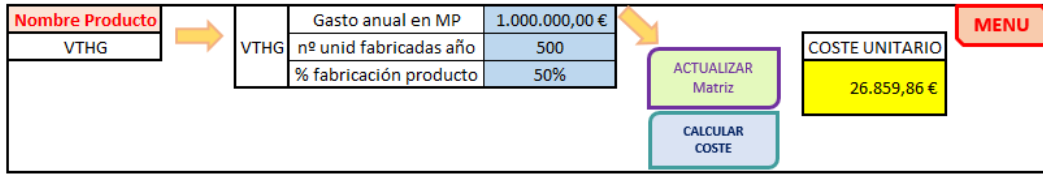


Figura 34. Coste del Producto deseado.

Nótese que el coste mostrado se corresponde con el coste de producción del vehículo, sin tener en cuenta el coste comercial de publicidad, promociones etc. Se planteará la opción de incluir este coste en posibles mejoras del trabajo fin de Máster.





# CAPÍTULO 4

## ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO



Universidad de Valladolid

## Máster en Ingeniería Industrial



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES



## 4. ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO

### 4.1. Introducción

La finalidad del proyecto es la de crear una herramienta que permita calcular costes empleando como modelo de coste el ABC.

En este caso, el proyecto no supone un gasto de material, ya que no consiste en la construcción de un prototipo, como podría ser el caso en otros proyectos de tipo mecánico o eléctrico, si no que se trata de una herramienta informática que permite gestionar los costes de manera eficiente en una empresa.

Por tanto, en el estudio económico a realizar se evaluarán únicamente los costes de mano de obra empleada en el diseño de la aplicación y aquellos costes vinculados con la utilización de los materiales necesarios para su desarrollo. No se va a considerar como coste la adquisición de equipos, ya que se presupone que los desarrolladores de la aplicación ya poseían uno.

A lo largo de este capítulo se detallarán los aspectos fundamentales del estudio económico del proyecto realizado.

Para la realización del estudio económico, se hace la suposición de que el proyecto ha sido encargado por una empresa externa y que el proyecto es desarrollado por una empresa de consultoría.

### 4.2. Jerarquía de la organización

A continuación se describe el grupo de trabajo que ha desarrollado el proyecto, indicando su puesto y sus funciones.

- Jefe de proyecto

Es el máximo responsable del proyecto. Sus principales funciones son las de coordinar el equipo, planificar las tareas, asignar responsabilidades y supervisar todo el trabajo. Además, se encarga de elaborar el presupuesto económico del proyecto.

- Ingeniero

Es aquel que se encarga de la parte técnica del proyecto. En este caso, su función es desarrollar la herramienta de cálculo de costes y el manual de usuario de la misma. Para ello, debe conocer los requerimientos del cliente, en este caso una empresa externa y elaborar la herramienta en función de los mismos.

- Economista

Es el que se encarga de tener un control de los beneficios de la empresa, así como de elaborar, junto con el jefe de proyecto el presupuesto económico.

A continuación se muestra un esquema de cómo sería la jerarquía de la organización, siendo una estructura piramidal en la que el jefe de proyecto tiene a cargo al Ingeniero y al Economista, que establecen colaboración entre ellos.

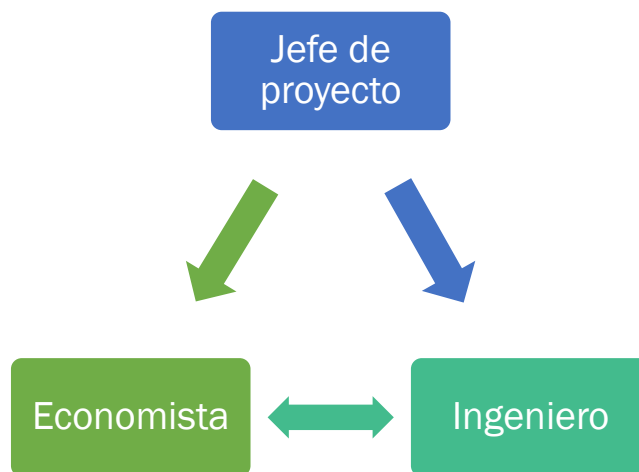


Figura 35. Esquema relacional del personal del proyecto.

### 4.3. Fases del proyecto

En primer lugar, cabe mencionar las características de un proyecto de consultoría, más concretamente la elaboración de una herramienta de apoyo para la empresa demandante.

Al tratarse de una herramienta informática y no de algo físico que deba ser fabricado, los costes resultantes del proyecto son los debidos a las horas de ingeniería empleadas y no a la fabricación de un producto físico.

Existe otra diferencia fundamental con respecto los proyectos de elaboración de un bien físico, y es la vida útil del producto. Dado que el software no se degrada y, considerando que al hacer entrega del proyecto ya se han detectado y corregido todos los posibles fallos, la vida útil del producto es ilimitada.

En cuanto al mantenimiento de la herramienta, se considera que no tiene mantenimiento y, en caso de tenerlo sería como consecuencia de un fallo grave debido a un mal diseño de la misma. En esta situación, el mantenimiento sería de gran complejidad.

La determinación de las fases que constituyen un proyecto puede variar en función del punto de vista de la persona que las defina. Sin embargo, en la mayor parte de los casos, las etapas se corresponden a la figura mostrada:

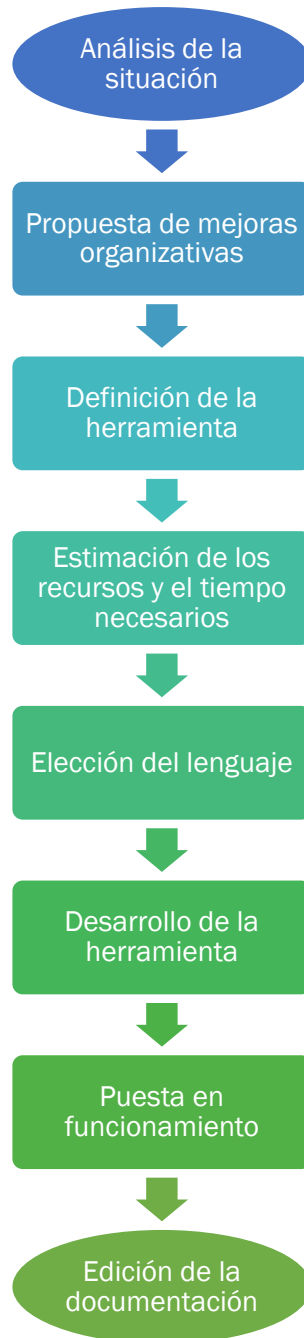


Figura 36. Fases de desarrollo del proyecto.



### 1. Análisis de la situación

En esta primera etapa se analiza de manera general el problema, recopilando la información necesaria para tratarlo. En esta fase se determina el alcance del proyecto y se definen las líneas generales, definiendo el equipo de proyecto y asignando responsabilidades a los integrantes.

### 2. Propuesta de mejora organizativas

Una vez analizada la situación actual de la empresa, se proponen mejoras organizativas, entre las cuales se debe encontrar la creación de la herramienta informática.

### 3. Definición de la herramienta

En esta fase, se hace una recopilación de datos necesarios para desarrollar la herramienta y se investiga sobre la existencia de programa que posean características similares o idénticas a lo que se desea crear. Una vez conocido el objetivo de la herramienta que se desea crear, se divide su desarrollo en tareas.

### 4. Estimación de recursos y tiempo

Una vez definido el objetivo, se analizan las fases necesarias para su alcance de manera exhaustiva. Se realiza una planificación de tareas con el tiempo y los recursos necesarios para su cumplimiento.

En esta fase, debe decidirse si el proyecto es viable o no, ya que la detección de la no viabilidad en fases posteriores ocasionaría un aumento considerable de los costes.

### 5. Elección del lenguaje

Existen multitud de lenguajes de programación, por lo que se debe tomar la decisión de cuál es el más adecuado para la herramienta concreta que se va a desarrollar, teniendo en cuenta aspectos de complejidad de programación, estética, sencillez de uso, etc.



## 6. Desarrollo de la herramienta

Una vez definidas las etapas, el tiempo empleado en cada una de ellas, los recursos y el lenguaje de programación, se realiza la aplicación. En este caso, se trata de una aplicación Excel.

## 7. Puesta en funcionamiento

Una vez finalizada la aplicación, se realizan pruebas para comprobar que no existan fallos o, en caso contrario detectarlos y corregirlos.

## 8. Edición de la documentación

Finalmente, tras haber realizado y chequeado el correcto funcionamiento del programa, se redacta un informe del mismo junto con el manual de usuario de la aplicación desarrollada.

### 4.4. Estudio económico

En este apartado se va a realizar un informe del coste económico que supone el proyecto. Como se ha explicado en anteriores capítulos del trabajo, existen costes directos e indirectos, dependiendo de si el factor considerado influye de manera directa en el producto o no. Por norma general, los costes directos suelen suponer un porcentaje bastante mayor en el coste total del proyecto que los costes indirectos. A continuación se muestra una clasificación de lo que serían costes directos e indirectos:

- Costes directos
  - Mano de obra (personal): este coste corresponde con el número de horas que el personal dedica a la realización del proyecto. Se calcula multiplicando el tiempo empleado por el coste por hora de trabajo de cada uno de los integrantes.
  - Amortización de equipos: se debe tener en cuenta que los equipos empleados suelen pertenecer a más de un proyecto, por lo que para la determinación de su coste de amortización se debería considerar una parte proporcional del coste total de amortización.



- Coste de materiales: corresponde con el coste de material primas, material de documentación, etc.

- o Costes indirectos

Son los gastos generales de la empresa, es decir, aquellos costes que no se pueden aplicar directamente al producto como los consumos de electricidad, teléfono, internet, costes administrativos, etc.

Una vez determinados los costes directos e indirectos de cada una de las etapas, es posible analizar el grado de influencia de cada una de ellas en relación al coste total del producto.

Para poder realizar el estudio económico, se deberá conocer en primer lugar las horas efectivas anuales de trabajo, para poder determinar los salarios por hora de cada trabajador.

#### 4.5. Días efectivos anuales

Para determinar las horas efectivas anuales, se parte de los días totales de un año no bisiesto y se le van restando los días que no se trabaja por distintos motivos como fines de semana, vacaciones, días festivos, días de enfermedad etc.

<b>Año completo</b>	<b>365</b>
Fines de semana ( $2/7 * 365$ )	104.29
Vacaciones	20
Festivos	12
Días por asuntos personales	15
<b>Días efectivos/año</b>	<b>213</b>

Tabla 9. Días efectivos anuales.

## 4.6. Costes directos

### 4.6.1. Costes mano de obra

Una vez determinados los días efectivos anuales, se calcula el coste horario de cada uno de los empleados. Se ha considerado que la jornada laboral es de 8 h/día para todos los trabajadores.

El coste por hora de cada trabajador se determina a partir del salario bruto anual del trabajador junto con el porcentaje correspondiente de seguridad social que debe pagar la empresa. Conocido este salario, se divide entre el número de días efectivos anuales, determinando el coste por día. Finalmente, el coste horario se obtiene de dividir el coste por día entre el número de horas trabajadas en la jornada laboral. En la tabla mostrada a continuación se muestran los resultados de estos cálculos:

Puesto de trabajo	Salario bruto anual [€/año]	Seguridad social empresa (35%)	Coste total por trabajador [€/año]	Coste horario [€/h]
Jefe de proyecto	70.000	24.500	94.500	55,46
Ingeniero	35.000	12.250	47.250	27,73
Economista	25.000	8.750	33.750	19.81

Tabla 10. Coste horario de los empleados.

A continuación, se realiza una estimación del número de horas invertidas en cada una de las fases del proyecto:

Fase	Jefe de proyecto	Ingeniero	Economista	TOTAL
1	40	30	5	75
2	50	40	20	110
3	15	15	-	30

4	10	50	-	60
5	-	8	-	8
6	3	200	-	203
7	-	10	-	10
8	5	80	60	145
<b>TOTAL</b>	123	433	85	

Tabla 11. Horas invertidas por cada fase del proyecto.

Una vez definidas las horas que cada persona va a dedicar al proyecto y el coste horario de cada una de ellas, determinamos el coste de cada uno de los recursos:

Puesto de trabajo	Coste horario [€/h]	Nº horas invertidas en el proyecto [h]	Coste TOTAL [€]
Jefe de proyecto	55,46	123	6.821,58
Ingeniero	27,73	433	12.007,09
Economista	19.81	85	1.683,85

Tabla 12. Costes de personal.

El coste total de personal será la suma de los costes de cada uno de los integrantes:

$$\text{COSTE PERSONAL} = 20.512,52 \text{ €}$$

#### 4.6.2. Costes de amortización de equipos

Se ha supuesto que la amortización de los equipos es lineal en todos los casos. En este proyecto, los equipos empleados han sido los siguientes:



Ordenador portátil HP	Ordenador de sobremesa HP	Impresora HP
<ul style="list-style-type: none"> <li>Windows 8.1</li> <li>Procesador i7</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Windows 7</li> <li>Procesador i3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tinta líquida</li> </ul>

Figura 37. Equipos empleados en el proyecto.

Para determinar el coste de amortización de los equipos, en primer lugar debemos conocer el precio de cada uno de ellos y las horas que se han usado en la realización del proyecto.

Dada la obsolescencia programada de los equipos informáticos, suponemos una duración de 4 años para el ordenador portátil, de 7 para el de sobremesa y de 5 años para la impresora. Consideramos que cada año está compuesto por 213 días efectivos y que la vida útil de los equipos se considera respecto de años de 213 días.

En cuanto a la utilización de los equipos, suponemos que el ordenador portátil se usa 8 horas por día, mientras que el de sobremesa 4. La impresora es empleada 1 hora al día.

A continuación, se muestra en una tabla los precios de los equipos, teniendo en cuenta que los ordenadores se han adquirido con las licencias de sistema operativo, en este caso Windows y del paquete de Office incluidos en el precio de adquisición.

Equipo informático	Coste de adquisición [€]	Vida útil [años]	Utilización equipos [h/día]	Horas de utilización por año [h/año]	Coste horario [€/h]
Ordenador portátil	700	4	8	1704	0,103
Ordenador de sobremesa	450	7	4	852	0,075
Impresora	125	5	1	213	0,117

Tabla 13. Coste horario de los equipos informáticos.

Una vez conocido el coste horario de cada equipo informático y las horas diarias de utilización del mismo, podemos determinar el coste total de los equipos informáticos en el proyecto, teniendo en cuenta que la duración del proyecto ha sido de 54 días hábiles:

Equipo informático	Coste horario [€/h]	Horas de trabajo [h]	Coste Total [€]
Ordenador portátil	0,103	432	44,50
Ordenador de sobremesa	0,075	216	16,2
Impresora	0,117	54	6,32

Tabla 14. Coste de amortización de los equipos.

Por tanto, el coste total de amortización de equipos será la suma de los costes de cada uno de ellos:

$$\text{COSTE AMORTIZACIÓN EQUIPOS} = 67,02 \text{ €}$$

#### 4.6.3. Costes de materiales

En este apartado, se incluyen los gastos en materias primas, documentación, etc. En este caso, los costes directos de material son los relacionados con la impresora y la compra de un CD para grabar el proyecto.

Elemento	Coste [€]
Papel A4	50
Cartucho negro	30
Cartucho color	15
CDs	25
<b>TOTAL</b>	<b>120</b>

Tabla 15. Costes directos de material.

#### 4.7. Costes indirectos

Son aquellos que no repercuten de manera directa en el producto, si no en las actividades de la empresa. Entre los costes indirectos considerados se encuentran: Consumo eléctrico, calefacción, aire acondicionado, teléfono, etc

Se considera una cantidad aproximada de 300€ en costes indirectos del proyecto.

#### 4.8. Costes totales

Se corresponden con la suma de los costes directos e indirectos del proyecto:

Tipo de coste		Coste [€]
Costes directos	Personal	20.512,52
	Amortización	67,02
	Material	120
Costes indirectos	Indirectos	300
<b>COSTE TOTAL</b>		<b>20.999,54</b>

Tabla 16. Coste total del proyecto.



Universidad de Valladolid

## Máster en Ingeniería Industrial



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES



# CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS





## CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

En este último, pero fundamental, capítulo del Trabajo Fin de Máster, se analizan las conclusiones obtenidas tras la realización del proyecto, así como las posibles líneas de actuación futuras, en las que se indican posibles avances o mejoras que se podrían incluir en el proyecto.

### Conclusiones

Como conclusión principal de este proyecto se considera el cumplimiento de sus objetivos, siendo el objetivo principal el desarrollo de una herramienta que permita el cálculo de costes mediante el método ABC.

Gracias a la utilización de la herramienta, el usuario puede determinar los costes de su organización de manera eficaz a partir de la definición adecuada de las actividades que se llevan a cabo en la empresa. Además, podrá conocer qué actividades generan mayores costes, pudiendo centrar sus esfuerzos en la reducción de los mismos, con el objetivo de lograr una ventaja competitiva en el mercado frente a otras organizaciones que empleen herramientas más imprecisas para determinar sus costes, por lo que su capacidad de reacción ante cambios repentinos estará mermada, otorgando una gran oportunidad de negocio a los usuarios que empleen la herramienta de cálculo de costes ABC.

Además de cumplir el objetivo principal del proyecto, se ha logrado hacerlo mediante una herramienta de fácil manejo para el usuario, por lo que no se requiere poseer grandes conocimientos de informática para poder emplearla.

En cuanto a la conclusión extraída de la realización del proyecto a nivel personal, estoy satisfecha con el trabajo realizado, ya que me ha permitido conocer en mayor profundidad aspectos de contabilidad, que constituyen un complemento fundamental para mi formación, que hasta el momento era más técnica. También ha sido de gran utilidad el empleo de Excel, ya que he podido introducirme en el mundo de las Macros, que son de vital importancia en el mundo laboral actual.



## Líneas futuras

A pesar de haber tratado de aportar un proyecto lo más completo posible, siempre aparecen oportunidades de mejora que no han sido contempladas en el mismo por diversas razones, entre las que se puede achacar la falta de tiempo o la no consideración inicial de las mismas.

Entre las líneas futuras que se me han planteado durante la realización del mismo se encuentran:

- Añadir mayor grado de detalle en las actividades de la empresa, de manera que los costes calculados fuesen mucho más precisos. Por ejemplo, considerar diferencia de costes entre aplicar un color y otro a la carrocería.
- Incluir la opción de escoger el tipo de amortización para edificios y maquinaria, ya que en el actual proyecto sólo se calcula con amortización lineal.
- Contemplar otras opciones de sistemas de producción como lote a lote, cantidad mínima etc. Actualmente se ha considerado un sistema de producción por unidad.
- Automatizar en mayor medida el Excel, de manera que se tuviesen que modificar menos parámetros que los actuales, facilitando la experiencia de usuario.
- Incluir más opciones en la definición de algunos parámetros que en la actualidad aparecen definidos por defecto por simplificación en el cálculo. Por ejemplo, desglosar los gastos generales o los de subcontratación.
- Determinar otros costes a mayores del coste de producción, como el coste de publicidad, marketing etc, de manera que el usuario conozca con el máximo detalle todos los costes en los que incurre su empresa.
- Definición de una empresa real, para comprobar la eficacia del método con datos de cote reales.





# BIBLIOGRAFÍA



Universidad de Valladolid

## Máster en Ingeniería Industrial



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES



## Bibliografía

- Abramo, G. M. (2011). El sistema de costes basado en actividades. Implantación en una bodega.
- Alcayaga, R. L. (2010). Análisis de costos en evaluaciones económicas en salud. *Revista médica de Chile*, vol 138 pag 88-92.
- Ayala, E. L. (2012). *ClubEnsayos*. Obtenido de <https://www.clubensayos.com/Temas-Variados/Costos-Sumergidos-Y-Diferenciales/450468.html>
- Aznar, C. T. (2011). Revisión de la Literatura internacional sobre el sistema ABC/ABM. *Aspectos teóricos y empresariales*, 55(11),3.
- Ballesta, J. P. (2002). *Análisis de Rentabilidad de la empresa*. Obtenido de Análisis contable: <http://www.5campus.com/leccion/anarenta>
- Barral, O. P. (2009). Origen del sistema de gestión y costos basado en actividades. *Revista Avanzada Científica*, vol 12.
- Barraza, B. S. (2013). Implicanzas del método de Costeo ABC. *Revista de la Facultad de Ciencias Contables*, Vol.21 n°39 pp 65-73.
- Calderón, T. E. (2016). Propuesta para implementar el método de costeo ABC en la compañía Fruta Fresca S.A. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/19988/1/TESIS%20PROPUESTA%20PARA%20IMPLEMENTAR%20EL%20METODO%20DE%20COSTEO%20ABC%20EN%20LA%20COPA%20C3%91%20C3%8CA%20FRUTA%20FRESCA.pdf>
- Chacón, G. B. (2006). Los Procesos de Producción y la Contabilidad de Costos. *Actualidad Contable Faces*, <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25701203>.
- Cifuentes, J. C., & Guzmán, D. B. (2017). *Costos para gerenciar organizaciones manufactureras comerciales y de servicios*.
- Francisco Ramis, L. N. (2001). Costeo de productos en la industria del mueble mediante método ABC. *Maderas. Ciencia y tecnología.*, 14-26.
- Gallegos, W. L. (2012). Revisión histórica de la salud ocupacional y la seguridad industrial. *Revista cubana de salud y trabajo*, 13(3), 45-42.
- Hidalgo, F. G. (2005). Evolución histórica de la contabilidad de costes y de gestión. *Revista Española de Historia de la Contabilidad*, Vol. 2 n°2.



- Joaquín Catalá Alís, V. Y. (1999). Aplicación del sistema de costes ABC en la gestión de proyectos y obras.
- Lilian Edith Alvarado Valderrama, I. G. (2015). IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE COSTOS PARA EL SECTOR HOTELERO DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA.
- López, J. Á., & Ibarra, F. B. (1989). *Introducción a la contabilidad directiva*. San Sebastián: Donostiarra Editorial. Obtenido de <http://conge.unizar.es/Tpdf01cd2014.pdf>
- López, P. R., & Fortuny-Santos, J. (2010). Innovación en gestión de costes: del abc al tdabc.
- Mayorga, X. S., & Solarte, J. C. (2010). Propuesta para la implementación del costeo ABC en microempresas. Obtenido de <https://revistas.unilivre.edu.co/index.php/libreempresa/article/view/3153/2565>
- Montoya, L. A., Arias, L. M., & Henao, S. A. (2010). La distribución de costos indirectos de fabricación. Factor clave al costear productos. *Scientia et Technica*, vol 16, num 45.
- Morillo, M. (2001). Rentabilidad Financiera y Reducción de Costos. *Actualidad Contable FACES*, nº4.
- Paredes, O. R. (2003). Nuevas técnicas de control y gestión de costos en búsqueda de la competitividad. *Actualidad Contable FACES*, nº6.
- PlanGeneralContable*. (2019). Obtenido de <https://www.plangeneralcontable.com/?tit=gastos&name=Glosario&p=content&tid=823>
- Quijano, T. d. (2009). *Libro práctico sobre contabilidad de costos*.
- Reyes, E. (2005). *Contabilidad de Costos*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/Brayanshitooo/costos-segun-la-fecha-de-calculo>
- Ricardo Rodríguez Gonzalez, M. J. (1996). *El sistema de costes basados en actividades ABC. Un planteamiento analítico*.
- Robin Cooper, R. S. (1992). Activity-Based Systems: Measuring the Costs of Resource Usage.
- Sánchez, J., & Quintero, J. (2006). La cadena de valor: una herramienta del pensamiento estratégico. *Telos*, vol 8, nº3, pp 377-389.



- Torrecilla, A. S. (1997). Los sistemas de coste convencionales y el método ABC: Análisis comparativo. *Revista de Contabilidad*, 167-183.
- Ucha, F. (2011). Definición de Coste.
- Vázquez, O. V. (2019). Enfoque del costeo por actividades.
- Vergíu Canto, J. (2005). *Rentabilidad por producto mediante el costeo basado en actividades. Caso en el sector industrial. Industrial Data*, 42-46.
- Vergíu Canto, J. (2013). Obtenido de La cadena de valor como herramienta de gestión para una empresa de servicios: <https://www.redalyc.org/pdf/816/81629469003.pdf>
- Villegas, C. F. (2001). *Contabilidad de Costos. Enfoque gerencial y de gestión*.
- Villegas, C. F. (2014). Costeo Objetivo y Costeo ABC en el proceso de reducción de costos. *Revista de Economía & Administración* , vol 11.
- Villegas, C. F., Chávez, G., Castillo, J. A., Caicedo, N. M., & Solarte, W. F. (2004). *Costeo ABC. ¿Por qué y cómo implantarlo?* Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-59232004000300003&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-59232004000300003&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Wong, A. L. (2007). Convergencia y armonización de la normativa contable: hacia la contabilidad internacional. *Contabilidad y Negocios*.





# ANEXO I







## ANEXO I – Descripción de la empresa

- **Consideraciones previas**

En el caso de estudio que se va a mostrar a continuación, se han tomado una serie de consideraciones para facilitar los cálculos:

- Se ha considerado que se trata de un sistema de producción por unidad.
- El proceso de fabricación de los distintos tipos de vehículos es muy similar. Sólo se aprecian diferencias en el proceso de montaje, tanto en las conexiones como en el tipo de motor. El resto de procesos y actividades son idénticos, con tiempos de actividad iguales para todos los productos. Esto se ha supuesto para complicar la herramienta, no obstante, la definición en mayor detalle de la empresa implicaría únicamente introducir tantas actividades diferentes como desee el usuario.
- Se ha supuesto una empresa con reducida plantilla de trabajadores para no complicar la visualización de la herramienta. Si se desea crear mayor plantilla, sólo tendría que introducirse tantos recursos como sean necesarios.

- **Ubicación, características y distribución en planta**

## UBICACIÓN

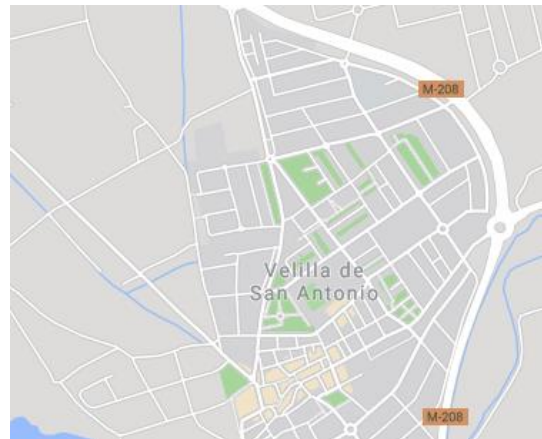
La nave industrial se encuentra ubicada en un municipio de Madrid denominado Velilla de San Antonio.

La dirección postal de la nave industrial es la siguiente:

Camino de Corsini, Velilla de San Antonio

28891, Madrid

España



*Figura 38. Ubicación nave industrial.*

*(google maps)*



## CARACTERÍSTICAS

Las principales características de la nave industrial se detallan a continuación:

Se trata de una nave industrial con una superficie de 10.000 m<sup>2</sup>

La estructura de la nave es de hormigón, con cerramientos de paneles de hormigón prefabricado y una cubierta tipo sándwich de capa metálica. A continuación se detallan las características que posee la nave industrial:

- Centro de transformación propio
- Instalación de aire comprimido
- Superficie de oficinas totalmente acondicionadas
- Sistema de Protección Contra Incendios
- Puente grúa de 10 Toneladas de capacidad
- 7 muelles de carga
- Cuarto de control informático para gestionar los almacenes

El precio de adquisición de la nave fue de 10.000.000 €



## DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

El flujo logístico que siguen las piezas durante su fabricación hasta la obtención de un vehículo pasa de manera ordenada desde el taller de embutición hacia el de soldadura. De aquí va a al taller de pintura y posteriormente a montaje. En último lugar, los vehículos se almacenan en una zona específica del taller.

En primer lugar, en el taller de embutición, se trasladan las bobinas desde el stock de bobinas hasta las diversas prensas de corte situadas en el taller. Este transporte se realiza mediante un puente grúa. Una vez ubicadas en las prensas de corte, se dividen las bobinas en piezas planas de tamaños diversos en función de la pieza a obtener. A continuación, las chapas se someten a deformaciones en las prensas de estampación, donde con uno o varios golpes se obtiene el producto intermedio deseado.

Seguidamente, las piezas pasan al taller de soldadura, donde se les añaden refuerzos a las piezas de embutición para dar más robustez a ciertas partes del futuro vehículo. Las piezas se ensamblan entre sí, dando lugar a la caja del vehículo. La unión de las diversas piezas metálicas necesarias para dar forma al vehículo se denomina carrocería, y constituye el producto terminado del taller de soldadura.

Una vez está montada y ensamblada la estructura del vehículo, se envía al taller de pintura, donde se le realiza un previo lavado para eliminar suciedad acumulada. Posteriormente, la carrocería es sometida a diversos tratamientos como anticorrosión, aplicación de mástico, aplicación de capa base, aplicación de varias capas de pintura. Una vez pintado el vehículo, pasa por el horno de secado, donde se asegura que la pintura quede fijada a la estructura. Como últimos pasos del taller de pintura, se encuentran el barnizado del vehículo y la revisión, asegurando siempre la calidad requerida.

Por último, el vehículo pasa al taller de montaje, donde se realizan las conexiones que posee el vehículo y se le colocan los componentes interiores y el motor. Finalmente, se realizan las operaciones necesarias en la parte inferior del vehículo y un último control de calidad antes de la puesta en marcha del mismo. Una vez verificada la correcta puesta en marcha, los vehículos se almacenan a la espera de que el departamento de logística se encargue de distribuirlos al cliente correspondiente.

A continuación se muestra una imagen de la distribución en planta de la factoría, que constituye una superficie de 10.000 m<sup>2</sup>:



Figura 39. Distribución en Planta de la factoría.



- **Procesos, actividades y productos**

En el siguiente anexo se va a hacer una explicación más detallada de los pasos necesarios para fabricar un vehículo desde su concepción hasta su venta. Tal y como se ha mostrado brevemente, el proceso de fabricación consta de diversos procesos: Diseño, primeros modelos, embutición, soldadura, pintura, montaje y entrega al cliente., que serán explicados a continuación.

## PROCESOS Y ACTIVIDADES:

- **Diseño**

Existen actividades fundamentales en la etapa de diseño de un vehículo.

- Planificación estratégica: el primer paso antes de comenzar con los primeros diseños es decidir qué tipo de vehículo demanda el mercado. Para ello, se realizan estudios de mercado y se estiman los deseos del consumidor a medio plazo.
- Briefing: consiste en dibujar las líneas maestras que definen la silueta del vehículo. Es una etapa fundamental, ya que las posteriores etapas basarán sus diseños en estas indicaciones.
- Boceto: una vez definidas las líneas maestras, se va dando forma al resto del vehículo, dibujando paulatinamente todas las partes del vehículo cada vez con mayor detalle hasta alcanzar el diseño deseado.
- Simulación por ordenador: con el boceto completamente definido, se emplean herramientas de diseño, como AutoCad para modelizar en una plataforma virtual el diseño en papel. El plano virtual es utilizado por el departamento técnico para realizar simulaciones de test de impacto y evaluar los daños que sufriría la carrocería del vehículo, por lo que es de vital importancia su correcta definición.
- Modelo de “clay”: se trata de construir una réplica en tamaño real de la parte exterior del vehículo partiendo del plano de CAD. Para ello, se elabora un modelo de arcilla de manera manual, en el que se recrea el diseño exterior y se va modificando hasta conseguir el resultado deseado. Durante esta etapa, se define definitivamente las líneas externas del vehículo y se realizan las últimas

modificaciones en los planos. Una vez finalizada esta etapa, ya se tienen un modelo de arcilla con el diseño exterior definitivo.

- Creación de colores: en esta etapa se define la gama de colores que va a tener el vehículo. Para ello, el equipo creativo debe tener visión de futuro y anticiparse a los deseos del cliente, ya que el proceso de diseño del vehículo suele producirse dos años antes de su puesta en venta. En esta etapa hay una gran inversión en pintura, ya que se prueban distintas combinaciones de colores hasta definir los definitivos.
- Asientos: se realizan patronajes combinando distintos materiales y colores teniendo en cuenta dos criterios fundamentales, el confort y la estética.
- Diseño interior: en esta etapa se centra toda la atención en el conductor, buscando aportar funcionalidad.

- Primeros modelos

Una vez finalizada la etapa de diseño, se construyen modelos reales con todas las opciones de las que va a disponer el cliente para verificar los acabados de los vehículos y realizar diversas pruebas.

- Adaptar útiles: en caso de que el nuevo modelo sea una modificación de otro ya existente, se debe adaptar la línea existente para que ambos modelos se puedan fabricar simultáneamente.
- Crear útiles: en caso de tratarse de un modelo completamente nuevo e innovador, la línea de producción debe ser definida y construida completamente.
- Test técnicos: se chequea en los modelos reales construidos la aerodinámica, robustez, durabilidad de los vehículos, determinando si cumplen con las especificaciones técnicas necesarias definidas por el equipo de ingeniería.
- Crash-Test: una vez superados los test anteriores, la prueba que determina si el nuevo modelo puede empezar a ser fabricado o no son los test de impacto.



- Embutición
  - Corte: las bobinas de acero que llegan enrolladas se cortan en planchas del tamaño requerido para cada pieza.
  - Estampación: en diversas prensas, se da forma a las distintas piezas del vehículo.
  
- Soldadura Carrocería
  - Remachado: las piezas procedentes tanto de embutición como de proveedores externos, se remachan para unirlos temporalmente antes de ser soldadas entre ellas.
  - Soldadura: mediante robots se unen los componentes metálicos a través de puntos de soldadura.
  - Geometría: una vez terminada la unión de la carrocería, los geómetras verifican las holguras de la caja, asegurando que sean conformes.
  
- Pintura
  - Lavado: la carrocería se desengrasa y se lava.
  - Tratamiento anticorrosión: la carrocería se sumerge en un baño de cinc que protege al acero de la corrosión.
  - Mástico: se aplica un elastómero que asegurará el correcto ensamblaje de las piezas de chapa y sella posibles huecos existentes donde pudiera penetrar el agua.
  - Capa base: se aplica una primera capa de pintura y se pulen las imperfecciones con chorro de arena o aire.
  - Pintado: la carrocería pasa por una cuba de cataforesis y se pinta mediante robots, que aplican varias capas de pintura consecutivas.



- Secado: la carrocería es introducida en un horno a altas temperaturas con un tiempo de residencia aproximado de 45 min.
- Barnizado y encerado: una vez se ha secado la pintura, la carrocería se barniza y se le da una capa de cera que sirve como protección ante la contaminación atmosférica, la radiación ultravioleta y otros agentes externos.
- Revisión: como etapa final del proceso de pintura se incluye una revisión para evitar impurezas, faltas de material etc. Esta revisión se realiza con cámaras de visión artificial.
- Montaje vehículo térmico gasolina/térmico diésel/híbrido/eléctrico
  - Conexiones: se colocan las numerosas conexiones electrónicas que tendrá el vehículo.
  - Componentes interiores: la carrocería se sitúa sobre raíles y comienza a colocar diversas piezas internas del vehículo, como el salpicadero, los cinturones o los asientos.
  - Montaje Motor: con el coche suspendido, se monta el motor o motores correspondientes.
    - Motor térmico gasolina (Térmico gasolina, Híbrido)
    - Motor térmico diésel (Térmico diésel, Híbrido)
    - Motor eléctrico (Híbrido, Eléctrico)
  - Zona inferior: se colocan el resto de elementos del chasis como los frenos y la dirección.
  - Neumáticos: se colocan los neumáticos y se suministra líquido de frenos y anticongelante al vehículo.
  - Puesta en marcha: un operario procede al primer encendido del vehículo.



- Entrega vehículo
  - Distribución: el vehículo se traslada desde la factoría al punto de venta.
  - Facturación: se cobra al cliente el precio acordado por el producto.
  - Entrega: se entrega el producto al cliente.

## PRODUCTOS:

La empresa a analizar, dispone de cuatro modelos de vehículos a la venta:

- ✚ VTHG: vehículo térmico con motor gasolina
- ✚ VTHD: vehículo térmico con motor diésel
- ✚ VH: vehículo híbrido
- ✚ VEL: vehículo eléctrico

Se ha considerado que las primeras etapas son idénticas para todos los modelos, y que la diferencia entre ellos radica en la fase de montaje, donde los vehículos híbridos y eléctricos contienen distinta tecnología que los vehículos térmicos.

Además, se va a considerar que el coste de la fase de diseño sólo es aplicable a los vehículos híbrido y eléctrico, ya que son los nuevos modelos ofrecidos por la empresa, mientras que los vehículos térmicos ya llevan en el mercado varios años, por lo que sería aplicar un sobrecoste de producción considerar la etapa de diseño.

- **Maquinaria**

A continuación, se muestran las características de las instalaciones situadas en la factoría.

Nombre	Dimensiones [m]	Potencia [kW]	Criterio de reparto	Precio de compra [€]	Cantidad	Precio total [€]	
<b>Prensa de corte GPR 3006</b>	4 x 3.01 x 1.64	15	Vida útil [h]	90.000	60.000	2	120.000
<b>Prensa de estampación EPR 62400</b>	7.65 x 2.65 x 3.75	30	Vida útil [h]	90.000	60.000	4	240.000
<b>Cabina de pintura</b>	9.12 x 4.09 x 3.92	22	Vida útil [h]	70.000	30.000	1	30.000
<b>Horno de secado</b>	8 x 4 x 3.5	12	Vida útil [h]	65.000	20.000	1	20.000
<b>Robot de carga y descarga</b>	2 x 1.5 x 1.5	5	Vida útil [h]	80.000	12.000	5	60.000
<b>Robot de soldadura</b>	2 x 1.5 x 1.5	5	Vida útil [h]	80.000	15.000	6	90.000
<b>Robot de lavado</b>	2 x 1.5 x 1.5	5	Vida útil [h]	80.000	15.000	2	30.000
<b>Robot de pintura</b>	2 x 1.5 x 1.5	5	Vida útil [h]	80.000	18.000	4	72.000
<b>Robot de encerado</b>	2 x 1.5 x 1.5	5	Vida útil [h]	80.000	18.000	2	36.000

Tabla 17. Maquinaria: Dimensiones, criterio de reparto, precio y cantidad.

- Recursos personales

La empresa está integrada por la plantilla mostrada en la siguiente imagen. A continuación se va a describir las tareas que realiza cada uno de los integrantes de la empresa, así como la asignación del tiempo que emplea cada recurso en realizar una tarea determinada.

Tipo de recurso	Nombre	Puesto	Inductor		Coste Anual
Personal	Andoni Fernández	Gerente	h Altos directivos/año	2.360	70.000,00 €
Personal	Juan Peces	Logística	h/año	1.870	35.000,00 €
Personal	Yolanda Muñoz	Secretaria	h/año	1.870	25.000,00 €
Personal	Paula Berzosa	Jefa Nuevos Proyectos	h/año	1.870	45.000,00 €
Personal	Laura Moreno	Encargado de Factoría	h/año	1.870	45.000,00 €
Personal	Arancha Rodríguez	Calidad Montaje	h/año	1.870	35.000,00 €
Personal	Paula Hidalgo	Encargada Pint + Mont	h/año	1.870	34.000,00 €
Personal	Kevin Gang	Operario Montaje	h/año	1.870	28.000,00 €
Personal	Juan Rivera	Operario Montaje	h/año	1.870	28.000,00 €
Personal	Yera Herreras	Operario Montaje	h/año	1.870	28.000,00 €
Personal	Samuel Reyes	Operario Montaje	h/año	1.870	28.000,00 €
Personal	Juan Mambrilla	Operario Montaje	h/año	1.870	28.000,00 €
Personal	Loli Garnacho	Operario Pintura	h/año	1.870	28.000,00 €
Personal	Enrique Frías	Operario Pintura	h/año	1.870	28.000,00 €
Personal	Raúl Carrión	Encargado Emb + Sold	h/año	1.870	34.000,00 €
Personal	Leticia Sánchez	Operario Soldadura	h/año	1.870	28.000,00 €
Personal	Juan Alonso	Operario Soldadura	h/año	1.870	28.000,00 €
Personal	Alfonso Medina	Operario Soldadura	h/año	1.870	28.000,00 €
Personal	Elisabeth Heras	Operario Soldadura	h/año	1.870	28.000,00 €
Personal	Elisa Pérez	Operario Soldadura	h/año	1.870	28.000,00 €
Personal	Pedro Navas	Operario Embutición	h/año	1.870	28.000,00 €
Personal	Luis Giralda	Operario Embutición	h/año	1.870	28.000,00 €
Personal	Wilfred Dono	Operario Embutición	h/año	1.870	28.000,00 €

Personal	Raúl Villa	Operario Embutición	h/año	1.870	28.000,00 €
Personal	Marisa Gutierrez	Operario Embutición	h/año	1.870	28.000,00 €
Personal	Daniel Pérez	Ingeniería Pruebas	h/año	1.870	40.000,00 €
Personal	Raquel Sánchez	Ingeniería I+D	h/año	1.870	42.000,00 €
Personal	Jesús Sebastián	Ingeniería I+D	h/año	1.870	40.000,00 €

Figura 40. Plantilla de trabajadores empresa.

Además de la maquinaria mencionada anteriormente, se han considerado como recursos materiales teléfono y ordenador. En la siguiente tabla se muestra el criterio de reparto y el coste anual de ambos recursos:

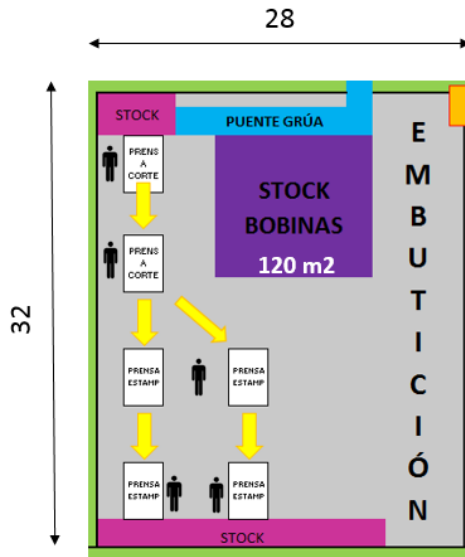
Tipo de recurso	Nombre	Inductor		Coste Anual
Material	Teléfono	Tarifa teléfono [h]	15.000	100.000,00 €
Material	Ordenador	Tarifa Internet [h]	50.000	200.000,00 €

Tabla 18. Recursos materiales empresa.

De acuerdo con los distintos departamentos existentes en la empresa, se ha establecido una plantilla en función de las necesidades. Algunos talleres presentan mayor grado de automatización que otros. Es por esto que existe una mayor necesidad de mano de obra directa en unos talleres que en otros. A continuación se explican las tareas de cada empleado de la empresa en función del departamento al que pertenezca:

## EMBUTICIÓN

El taller de embutición tiene una superficie de 896 m<sup>2</sup> y está formado por dos prensas de corte y cuatro prensas de estampación. En la imagen siguiente se muestra la ubicación de cada operario en su correspondiente instalación.



Instalaciones del taller:

- Prensa de corte 1
- Prensa de corte 2
- Prensas de estampación 3 y 4
- Prensa de estampación 5
- Prensa de estampación 6

Figura 41. Taller de embutición.

La prensa de corte 1 se encarga de cortar las bobinas de acero en chapas de diversos tamaños en función de la pieza que se desea fabricar. Para ello, dispone de un interfaz con el que interactúa la operaria Marisa Gutiérrez, en el que va modificando el tipo de pieza que se desea fabricar en cada momento de la jornada laboral. La prensa corta la bobina y las láminas de acero resultantes se descargan automáticamente en un contenedor, en el que la operaria debe revisar la calidad de las láminas y mover el contenedor hacia la siguiente instalación del taller.

La prensa de corte 2, da forma más específica a las láminas de acero, generando casi un 30% de material desperdiciado, que es retirado por Raúl Villa y almacenado para su posterior venta a otras empresas. Además, este operario debe realizar un autocontrol de las piezas fabricadas, asegurando la inexistencia de defectos en las mismas y, al igual que en el resto de prensas, debe encargarse de informar a la instalación de la diversidad de pieza que se desea fabricar, de manera que la prensa ajuste sus centradores y utillajes para dar una correcta geometría de la pieza.

Las prensas de estampación 3 y 4 dan forma a las piezas. La función de Wilfred Dono es la de verificar la calidad de la estampación de las piezas y la de gestionar las diversidades en los dos monitores (uno en cada prensa) de manera que ésta cambie su utillaje y genere la pieza con la forma deseada.

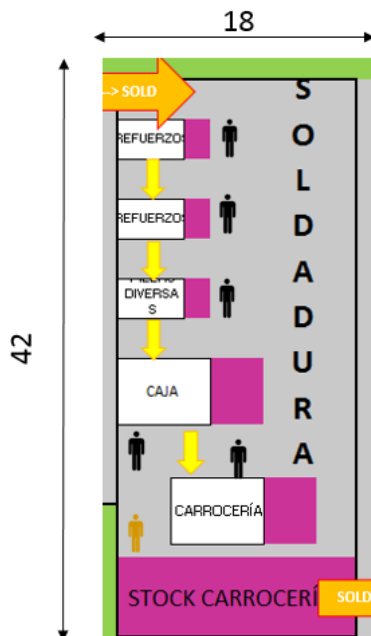
Las prensas de estampación 5 y 6 son idénticas, situándose en cada una de ellas un operario, Luis Giralda y Pedro Navas. Estas prensas dan forma a la pieza en ejes que no han podido ser modificados por las prensas de estampación anteriores. Los operarios deben gestionar los monitores, verificar

la calidad de las piezas y acumular en los contenedores de piezas de manera organizada el stock de piezas, de manera que las piezas pasen del taller de embutición al de soldadura mediante el sistema FIFO.

Nombre Actividad	Recursos empleados		
	Personales		Materiales
Corte	Marisa Gutierrez 10 h	Robot carga y descarga 1	10 h
Corte	Marisa Gutierrez 10 h	Prensa de corte 1	10 h
Corte	Raúl Villa 10 h	Robot carga y descarga 2	10 h
Corte	Raúl Villa 10 h	Prensa de corte 2	10 h
Estampación	Wilfred Dono 10 h	Robot carga y descarga 4	10 h
Estampación	Wilfred Dono 10 h	Robot carga y descarga 3	10 h
Estampación	Wilfred Dono 10 h	Prensa de estampación 2	10 h
Estampación	Wilfred Dono 10 h	Prensa de estampación 1	10 h
Estampación	Pedro Navas 10 h	Prensa de estampación 4	10 h
Estampación	Luis Giralda 10 h	Prensa de estampación 3	10 h

Tabla 19. Embutición: actividades y plantilla asociada.

## SOLDADURA



### Instalaciones del taller:

- Colocación Refuerzos 1
- Colocación Refuerzos 2
- Ensamblado piezas diversas
- Ensamblado caja vehículo
- Ensamblado carrocería completa

Figura 42. Taller de soldadura.

En la instalación Refuerzos 1, se colocan piezas metálicas de pequeño tamaño que sirve para dar mayor robustez al vehículo. Estas piezas se colocan en zonas estratégicas del vehículo que, desde el departamento de ingeniería, a través de simulaciones y test de impacto determinan ser zonas de riesgo de deformación



en caso de accidente pudiendo ocasionar graves daños a los ocupantes. Esta instalación está robotizada, y se encarga de remachar y soldar los refuerzos a determinadas piezas procedentes de embutición. El operario Elisa Pérez se encarga de la carga, descarga y autocontrol de pieza intermedias.

En la instalación de Refuerzos 2, las operaciones a realizar por Elisabeth Heras son idénticas a las de la otra instalación que suelda refuerzos, con la diferencia de que las piezas de esta instalación son de mayor tamaño.

Una vez colocados los refuerzos correspondientes, se ensamblan piezas de distintas partes del vehículo en la instalación de Ensamblado de piezas diversas en la que Alfonso Medina se encarga de la carga de piezas con refuerzos y piezas diversas en la instalación y la descarga del producto resultante.

En la instalación de Ensamblado de la Caja del vehículo, el operario Juan Alonso se encarga de introducir en la instalación las piezas que constituyen la caja del vehículo, siguiendo en todo momento el modo operatorio definido por su encargado.

Por último, se unen a la caja del vehículo el resto de piezas que constituyen la carrocería. La caja se mueve de forma automática desde la instalación anterior. En esta fase, el operario Leticia Sánchez debe introducir en la instalación el resto de piezas que no constituyen la caja, para que los diversos robots de soldadura hagan un ensamble de todas las piezas que integran la carrocería.

La función de Raúl Carrión es la de supervisar el trabajo de los operarios de Embutición y Soldadura, asegurando la productividad y calidad demandadas por la factoría.

Nombre Actividad	Recursos empleados		
	Personales	Materiales	Otros
Remachado	Elisa Pérez 8 h	Robot de soldadura 1 8 h	
Remachado	Elisabeth Heras 8 h	Robot de soldadura 2 8 h	
Soldadura	Alfonso Medina 5 h	Robot de soldadura 3 5 h	
Soldadura	Juan Alonso 8 h	Robot de soldadura 4 8 h	
Soldadura	Leticia Sánchez 8 h	Robot de carga y descarga 5 8 h	
Soldadura	Leticia Sánchez 8 h	Robot de soldadura 6 8 h	
Soldadura	Leticia Sánchez 8 h	Robot de soldadura 5 8 h	
Geometría	Raúl Carrión 1 h	Ordenador	1 h
Soldadura	Raúl Carrión 1 h	Ordenador	1 h
Remachado	Raúl Carrión 1 h	Ordenador	1 h
Estampación	Raúl Carrión 2 h	Ordenador	2 h



Corte	Raúl Carrión	2 h	Ordenador	2 h
-------	--------------	-----	-----------	-----

Tabla 20. Soldadura: actividades y personal asociado.

## PINTURA

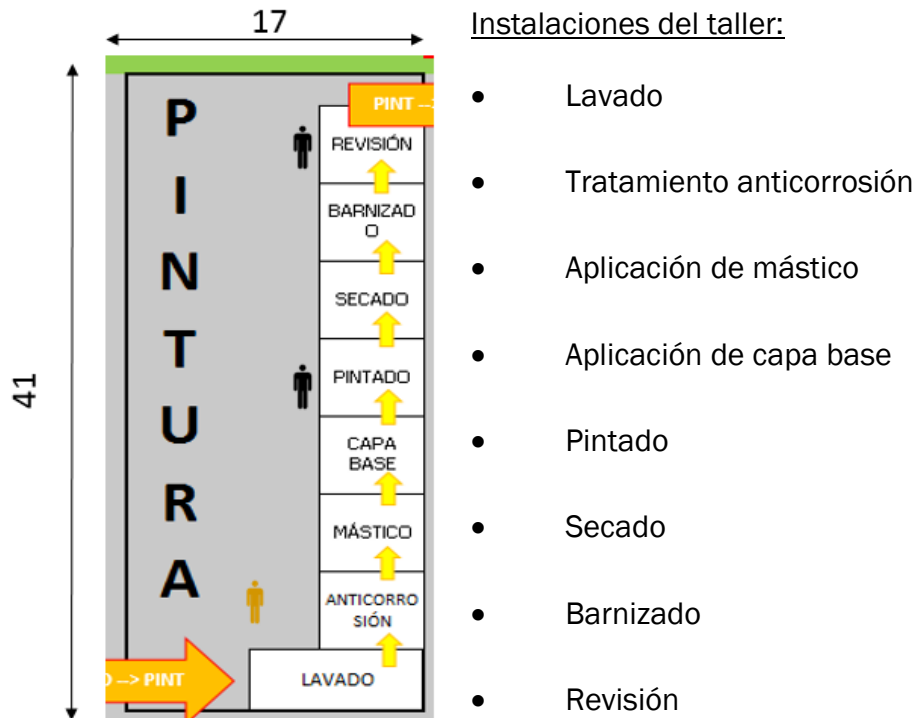


Figura 43. Taller de pintura.

En este caso, el taller presenta una alta automatización, por lo que sólo tiene dos operarios y un encargado.

En una primera fase, se somete a la carrocería procedente del taller de soldadura a un lavado para eliminar suciedad e impurezas. A continuación, se le aplica un tratamiento anticorrosión, mástico, una capa base y las posteriores capas de pintura. Estas operaciones están completamente automatizadas, de manera que el vehículo es introducido en cabinas especiales y avanza a velocidad controlada en una cinta mientras diversos robots le aplican los distintos productos. Un único operario se encarga de todas las instalaciones anteriormente mencionadas, verificando en todo momento la calidad del vehículo tras la aplicación de los distintos productos. En caso de fallo en la aplicación de alguno de ellos, el operario Enrique Frías posee formación para aplicar cada uno de esos productos manualmente.

La segunda fase consiste en la introducción de la carrocería en un horno de secado durante aproximadamente 45 min y en la aplicación de barnizado de

manera manual por Loli Garnacho y posterior revisión de la carrocería del vehículo completamente pintada.

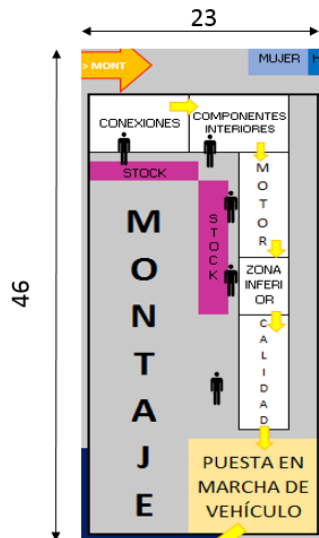
Paula Hidalgo es la encargada de los talleres de Pintura y Montaje y su función es la de coordinar el trabajo de los operarios de la manera más eficiente posible asegurando siempre criterios de seguridad, calidad y productividad.

Nombre Actividad	Recursos empleados		
	Personales	Materiales	Otros
Pintado	Enrique Frías 0,4 h	Robot de pintura 4 0,1 h	
Pintado	Enrique Frías 0,4 h	Robot de pintura 3 0,1 h	
Pintado	Enrique Frías 0,4 h	Robot de pintura 2 0,1 h	
Pintado	Enrique Frías 0,4 h	Robot de pintura 1 0,1 h	
Capa base	Enrique Frías 0,2 h	Cabina de pintura 0,1 h	
Mástico	Enrique Frías 0,2 h	Cabina de pintura 0,1 h	
Trat. anticorrosión	Enrique Frías 0,3 h	Cabina de pintura 0,3 h	
Lavado	Enrique Frías 0,2 h	Robot de lavado 2 0,2 h	
Lavado	Enrique Frías 0,2 h	Robot de lavado 1 0,2 h	
Revisión	Loli Garnacho 0,25 h		
Barniz/encerado	Loli Garnacho 0,3 h	Robot encerado 2 0,2 h	
Barniz/encerado	Loli Garnacho 0,3 h	Robot encerado 1 0,1 h	
Secado	Loli Garnacho 0,75 h	Horno de secado 0,75 h	
Puesta en marcha E	Paula Hidalgo 0,15 h	Ordenador 0,1 h	
Puesta en marcha H	Paula Hidalgo 0,2 h	Ordenador 0,1 h	
Puesta en marcha D	Paula Hidalgo 0,1 h	Ordenador 0,1 h	
Puesta en marcha G	Paula Hidalgo 0,1 h	Ordenador 0,1 h	
Neumáticos	Paula Hidalgo 0,1 h	Ordenador 0,1 h	
Zona inferior	Paula Hidalgo 0,1 h	Ordenador 0,1 h	
Montaje Motor eléctrico	Paula Hidalgo 0,1 h	Ordenador 0,1 h	
Montaje Motor Term D	Paula Hidalgo 0,1 h	Ordenador 0,1 h	
Montaje Motor Term G	Paula Hidalgo 0,1 h	Ordenador 0,1 h	
Componentes interiores	Paula Hidalgo 0,1 h	Ordenador 0,1 h	
Conexiones vehículo E	Paula Hidalgo 0,25 h	Ordenador 0,1 h	
Conexiones vehículo H	Paula Hidalgo 0,3 h	Ordenador 0,1 h	
Conexiones vehículo G o D	Paula Hidalgo 0,1 h	Ordenador 0,1 h	
Revisión	Paula Hidalgo 0,1 h	Ordenador 0,1 h	
Barnizado/encerado	Paula Hidalgo 0,1 h	Ordenador 0,1 h	
Secado	Paula Hidalgo 0,1 h	Ordenador 0,1 h	
Pintado	Paula Hidalgo 0,1 h	Ordenador 0,1 h	
Capa base	Paula Hidalgo 0,1 h	Ordenador 0,1 h	
Mástico	Paula Hidalgo 0,1 h	Ordenador 0,1 h	
Tratamiento anticorrosión	Paula Hidalgo 0,1 h	Ordenador 0,1 h	

Lavado	Paula Hidalgo	0,1 h	Ordenador	0,1 h
--------	---------------	-------	-----------	-------

Tabla 21. Pintura: actividades y plantilla asignada.

## MONTAJE



### Instalaciones del taller:

- Establecer conexiones
- Componentes interiores
- Acople de motor
- Ensamblaje de zona inferior
- Revisión Calidad Final

Figura 44. Taller de Montaje.

Este taller contiene gran cantidad de operaciones manuales. En primer lugar, se realizan las conexiones eléctricas y electrónicas del vehículo, siendo éstas las funciones de Juan Mambrilla.

A continuación, Samuel Reyes se encarga de la colocación de diversos componentes interiores del vehículo, como la caja de cambios. Seguidamente, Yera Herreras hace la colocación del motor con ayuda de un robot en el vehículo. Dependiendo del tipo de vehículo fabricado, llevará uno o dos motores, en caso de que sea híbrido.

Después, Juan Rivera coloca elementos de la parte inferior del vehículo, tales como el tubo de escape.

Por último, Kevin Gang revisa la correcta colocación de todos los elementos, ayudado por la responsable de calidad vehículo Arancha Rodríguez, que se encarga de verificar la correcta puesta en marcha del mismo.



Nombre Actividad	Recursos empleados		
	Personales	Materiales	Otros
Conexiones vehículo E	Juan Mambrilla	1 h	
Conexiones vehículo H	Juan Mambrilla	1,25 h	
Conexiones vehículo G o D	Juan Mambrilla	0,5 h	
Montaje Motor eléctrico	Yera Herreras	0,5 h	
Montaje Motor Term D	Yera Herreras	0,5 h	
Montaje Motor Term G	Yera Herreras	0,5 h	
Componentes interiores	Samuel Reyes	0,5 h	
Puesta en marcha E	Arancha Rodríguez	0,75 h	
Puesta en marcha E	Kevin Gang	0,75 h	
Puesta en marcha H	Arancha Rodríguez	1 h	
Puesta en marcha H	Kevin Gang	1 h	
Puesta en marcha D	Arancha Rodríguez	0,5 h	
Puesta en marcha D	Kevin Gang	0,5 h	
Puesta en marcha G	Arancha Rodríguez	0,5 h	
Puesta en marcha G	Kevin Gang	0,5 h	
Neumáticos	Juan Rivera	0,5 h	
Zona inferior	Juan Rivera	0,5 h	

Tabla 22. Montaje: actividades y plantilla asociada.

## INGENIERÍA

El departamento de ingeniería, compuesto por Daniel Pérez, Raquel Sánchez y Jesús Sebastián.

Daniel se encarga de realizar distintas pruebas a los nuevos vehículos. Sus funciones son las de evaluar los test de impacto, realizar diversas pruebas técnicas y el modelo de clay y además de crear como adaptar los útiles de las instalaciones para los nuevos vehículos.

Jesús se encarga de realizar los diseños interiores del vehículo, de probar la calidad de los asientos y de crear la paleta de colores en la que se van a fabricar los vehículos.

Raquel se encarga de realizar simulaciones por ordenador del conjunto vehículo. Estas simulaciones son creadas a partir de los bocetos que, tanto ella como Jesús han creado previamente. Previamente a la realización de los primeros bocetos, se determinan las líneas maestras del vehículo (briefing), que ambos realizan.

Raquel además se encarga de analizar la competencia existente y buscar soluciones innovadoras para los nuevos productos (planificación estratégica).

Nombre Actividad	Recursos empleados		
	Personales	Materiales	Otros
Crash-Test	Daniel Pérez	2,5 h	
Test técnicos	Daniel Pérez	1,5 h Ordenador	1,5 h
Crear útiles	Daniel Pérez	5 h Ordenador	0,5 h
Adaptar útiles	Daniel Pérez	3 h	
Diseño interior	Jesús Sebastián	3 h Ordenador	3 h
Asientos	Jesús Sebastián	2 h Ordenador	1 h
Creación colores	Jesús Sebastián	2 h Ordenador	1 h
Modelo Clay	Daniel Pérez	4 h	
Simulación Ordenador	Raquel Sánchez	1,5 h Ordenador	0,5 h
Boceto	Jesús Sebastián	1 h	
Boceto	Raquel Sánchez	1 h	
Briefing	Jesús Sebastián	5 h	
Briefing	Raquel Sánchez	5 h	
Planificación estratégica	Raquel Sánchez	15 h Ordenador	1 h

Tabla 23. Ingeniería.



## OFICINA

Andoni Fernández se encarga de coordinar a toda la organización, de controlar los presupuestos y de la búsqueda de nuevos proyectos. Su puesto de trabajo se encuentra en la superficie denominada Oficina Gerente, con una superficie de 20 m<sup>2</sup>.

En las oficinas de fabricación tienen su puesto de trabajo Laura Moreno, como coordinadora de la factoría. Se encarga de verificar que se realizan las producciones demandadas en plazo y con la calidad requerida. Para ello, coordina a los encargados de los distintos talleres.

Juan Peces es el encargado de logística. Esta actividad está subcontratada, de manera que su función es la de buscar la empresa externa idónea para realizar este trabajo, así como de controlar que los trabajadores cumplen las funciones que se les ha requerido por contrato.

Por último, Yolanda Muñoz tiene su puesto de trabajo también en las oficinas de fabricación y su función es la de apoyo al Gerente, ya sea en la búsqueda de financiación, en llevar al día la documentación o en registrar y controlar los costes de la empresa.

Nombre Actividad	Recursos empleados		
	Personales	Materiales	Otros
Entrega	Laura Moreno	0,5 h	
Facturación	Andoni Fernández	0,5 h	Teléfono 1 h
Facturación	Yolanda Muñoz	1,5 h	Teléfono 1 h
Distribución	Laura Moreno	1 h	
Distribución	Juan Peces	0,25 h	

Tabla 24. Oficina.

- Superficies

Para la determinación de la superficie ocupada por cada recurso personal, se ha medido sobre el plano de distribución en planta de la nave el espacio que ocupa cada uno de ellos. En función de la superficie ocupada, se les asigna un número determinados de puntos de luz asociados a la superficie que ocupan. Además, se asocia a los recursos que sean operarios, la potencia de la maquinaria que están utilizando.

	Jesús Sebastián	Raquel Sánchez	Daniel Pérez	Marisa Gutierrez	Raúl Villa	Wilfred Dono	Luis Giralda
m2	32	32	992	49	49	200	49
ptos. luz	3	3	100	5	5	20	5
Potencia [kw]	0	0	1	20	20	70	30

	Pedro Navas	Elisa Pérez	Elisabeth Heras	Alfonso Medina	Juan Alonso	Leticia Sánchez	Raúl Carrión
m2	49	40	40	40	50	50	48
ptos. luz	5	4	4	4	5	5	3
Potencia [kw]	30	5	5	5	5	15	0

	Enrique Frías	Loli Garnacho	Juan Mambrilla	Samuel Reyes	Yera Herreras	Juan Rivera	Kevin Gang
m2	288	180	60	60	55	30	184
ptos. luz	20	15	6	6	6	4	10
Potencia [kw]	52	22	0	0	0	0	0

	Paula Hidalgo	Arancha Rodríguez	Laura Moreno	Yolanda Muñoz	Juan Peces	Andoni Fernández
m2	48	184	48	48	2	32
ptos. luz	3	10	3	3	1	2
Potencia [kw]	0	0	0	0	0	0

Tabla 25. Personal: superficie, puntos de luz y potencia asociadas.

- **Listado de procesos y actividades**

En la tabla mostrada a continuación aparecen detallados los procesos que tienen lugar en la empresa junto con sus actividades asociadas. La columna “número de veces” hace referencia a la cantidad de ocasiones que se debe realizar la actividad por cada vez que se realiza el proceso al que está asociada. Por ejemplo, en el proceso de pintura, se dan tres capas de spray para pintar la carrocería, por lo que por cada vez que ocurra el proceso de pintura, la actividad de pintado se produce tres veces.

Nombre Proceso	Nombre Actividad vinculada	nº veces
Entrega vehículo	Entrega	1
Entrega vehículo	Facturación	2
Entrega vehículo	Distribución	2
Montaje vehículo E	Puesta en marcha	1
Montaje vehículo H	Puesta en marcha	1
Montaje vehículo D	Puesta en marcha	1
Montaje vehículo G	Puesta en marcha	1
Montaje vehículo	Neumáticos	4
Montaje vehículo	Zona inferior	1
Montaje vehículo E	Montaje Motor eléctrico	1
Montaje vehículo H	Montaje Motor eléctrico	1
Montaje vehículo H	Montaje Motor Term D	1
Montaje vehículo D	Montaje Motor Term D	1
Montaje vehículo G	Montaje Motor Term G	1
Montaje vehículo	Componentes interiores	2
Montaje vehículo E	Conexiones vehículo E	2
Montaje vehículo H	Conexiones vehículo H	2
Montaje vehículo D	Conexiones vehículo G o D	2
Montaje vehículo G	Conexiones vehículo G o D	2
Pintura	Revisión	2
Pintura	Barnizado/encerado	1
Pintura	Secado	2
Pintura	Pintado	3
Pintura	Capa base	1
Pintura	Mástico	1
Pintura	Tratamiento anticorrosión	1
Pintura	Lavado	1
Soldadura Carrocería	Geometría	1
Soldadura Carrocería	Soldadura	4
Soldadura Carrocería	Remachado	5
Embutición	Estampación	3



Embutición	Corte	3
Primeros modelos	Crash-Test	5
Primeros modelos	Test técnicos	15
Primeros modelos	Crear útiles	15
Primeros modelos	Adaptar útiles	8
Diseño	Diseño interior	10
Diseño	Asientos	14
Diseño	Creación colores	20
Diseño	Modelo Clay	2
Diseño	Simulación Ordenador	50
Diseño	Boceto	27
Diseño	Briefing	3
Diseño	Planificación estratégica	1

Tabla 26. Listado de procesos y número de veces actividad por proceso.

En esta tabla se muestran los productos ofertados por la empresa y los procesos que llevan asociados.

	VTHG	VTHD	VH	VEL
Diseño	0	0	1	1
Primeros modelos	0	0	1	1
Embutición	1	1	1	1
Soldadura Carrocería	1	1	1	1
Pintura	1	1	1	1
Montaje vehículo G	1	0	0	0
Montaje vehículo D	0	1	0	0
Montaje vehículo H	0	0	1	0
Montaje vehículo E	0	0	0	1
Montaje vehículo	1	1	1	1
Entrega vehículo	1	1	1	1

Tabla 27. Listado de productos y procesos asociados.

A continuación, se muestra la tabla de datos generales de la empresa, en la que se contempla, entre otros, el gasto en los inductores predefinidos por el sistema (puntos de luz, potencia, metros cuadrados).

En la primera casilla, el usuario debe introducir aquellos gastos generales que no hayan sido vinculados a ningún producto ni declarados en ninguna actividad. Un ejemplo de los mismos podrían ser los gastos en material de oficina, gastos administrativos, gastos bancarios etc. Se trata de una casilla genérica que permite introducir gastos que el usuario no tenga muy claro como imputar mediante actividades. Para considerarlos en el gasto unitario por producto, se aplican en función de porcentaje de fabricación de ese producto concreto respecto del volumen total de fabricación anual.

En la siguiente casilla, se deben introducir los costes de aquellas actividades que hayan sido subcontratadas. En este caso, esos gastos corresponderían con la actividad logística y la de limpieza.

Gastos generales anuales	200.000,00 €
Gastos subcontratación genéricos anuales	712.000,00 €

INDUCTORES	Superficie Nave industrial	10.000,00	m2
	Amortización Nave	30	años
	Coste Nave Industrial	10.000.000,00 €	
	Valor residual	1.000.000,00 €	
	€/m2	33,33 €	ANUAL
	nº puntos de luz Totales	2500	
	Gasto anual Luz	1.000.000,00 €	
	€/punto de luz	400,00 €	ANUAL
	Potencia consumida	500,00	KW
	Coste potencia consumida anual	750.000,00 €	
	€/KW	1500	ANUAL

Tabla 28. Datos generales empresa ejemplo.

Por último, la pestaña de coste, en la que aparecen los costes de cada uno de los productos ofertados por la empresa. El coste se calcula como la suma del coste correspondiente de las actividades de cada producto más el coste que supone la compra de materias primas, el pago de actividades subcontratadas, la amortización de la nave industrial y los gastos generales ocasionados (gastos de material de oficina, gastos administrativos, seguros etc). Los costes que no están imputados directamente a actividades o procesos, se determinan en función del porcentaje de fabricación del producto del que se está calculando el coste respecto del volumen total de producción.

A continuación se muestran los costes asociados a gastos generales, subcontratación y amortización de la nave industrial por cada producto fabricado, independientemente del producto que sea, ya que estos costes no dependen del tipo de producto fabricado, si no que se generan debido a la actividad de la empresa, independientemente de qué tipo de producto se fabrique. Dependiendo del volumen de fabricación, el coste unitario de los mismos será mayor o menor. En este caso, se ha considerado un volumen de fabricación de 1000 vehículos anuales.

COSTE UNITARIO [€]	
Subcontratación	712
Amort. Nave	300
Gastos generales	200

Tabla 29. Coste unitarios generales.

En el caso del producto VTHG, que supone un gasto anual en MP de 1.000.000€ para una cantidad de 500 unidades fabricadas anualmente, que suponen el 50% de la producción, se obtiene un coste total del producto es de **11.518,16€**.

COSTE UNITARIO [€]	VTHG
MP	2000
Subcontratación	712
Amort. Nave	300
Gastos generales	200
Coste función % fabricación	<b>3212</b>
Coste actividades producto	<b>8306,16</b>

Tabla 30. Coste VTHG.

Desglosando el coste de sus procesos, se puede apreciar en cuáles de ellos se debe emplear mayor suma monetaria:

PROCESOS		Coste por proceso/vehículo
Diseño	0	- €
Primeros modelos	0	- €
Embutición	1	3.793,74 €
Soldadura Carrocería	1	3.035,25 €
Pintura	1	849,29 €
Montaje vehículo G	1	214,66 €
Montaje vehículo D	0	- €
Montaje vehículo H	0	- €
Montaje vehículo E	0	- €
Montaje vehículo	1	251,44 €
Entrega vehículo	1	161,78 €
<b>Coste actividades producto</b>		<b>8306,16 €</b>

Tabla 31. Coste por proceso de VTHG

En el caso del producto VTHD, que supone un gasto anual en MP de 600.000€ para una cantidad de 300 unidades fabricadas anualmente, que suponen el 30% de la producción, se obtiene un coste total del producto es de **11.518,16€**.

COSTE UNITARIO [€]	VTHD
MP	2000
Subcontratación	712
Amort. Nave	300
Gastos generales	200
Coste función % fabricación	<b>3212</b>
Coste actividades producto	<b>8306,16</b>

Tabla 32. Coste VTHD

Desglosando el coste de sus procesos:

PROCESOS		Coste por proceso/vehículo
Diseño	0	- €
Primeros modelos	0	- €
Embutición	1	3.793,74 €
Soldadura Carrocería	1	3.035,25 €
Pintura	1	849,29 €
Montaje vehículo G	0	- €
Montaje vehículo D	1	214,66 €
Montaje vehículo H	0	- €
Montaje vehículo E	0	- €
Montaje vehículo	1	251,44 €
Entrega vehículo	1	161,78 €
<b>Coste actividades producto</b>		<b>8306,16 €</b>

Tabla 33. Coste por producto VTHD.

Se puede observar que el coste de los productos VTHG y VTHD es idéntico. Ello es debido a que el coste de las materias primas unitarios es idéntico, como lo son las actividades necesarias para la fabricación del vehículo. Sólo existen pequeñas diferencias en el proceso de montaje motor, pero el coste horario del operario es idéntico, por lo que el coste de ambos productos también lo es.

NOTA: tenga en cuenta que aparecen los costes de montajes diferenciados por producto, así como un coste genérico de montaje. Este coste es aquel para las actividades que comparten los cuatro productos ofrecidos por la empresa y el coste de montaje por producto diferencia en función del tipo de producto que se esté fabricando.

En el caso del producto VH, que supone un gasto anual en MP de 400.000€ para una cantidad de 150 unidades fabricadas anualmente, que suponen el 15% de la producción, se obtiene un coste total del producto es de **31.136,14€**.

COSTE UNITARIO [€]	VH
MP	2666,66667
Subcontratación	712
Amort. Nave	300
Gastos generales	200
Coste función % fabricación	<b>3878,67</b>
Coste actividades producto	<b>27257,47</b>

Tabla 34. Coste VH.

Se puede observar, que el coste unitario de las materias primas es mayor en el vehículo híbrido que en los térmicos. Ello es debido a que los nuevos componentes introducidos en una de las etapas de montaje tienen un precio superior a los empleados en los otros productos. Esto se debe a que algunos de ellos sólo se pueden adquirir con un único proveedor, debido a la novedad del producto. Se espera que al desarrollarse este tipo de producto, surjan más compañías que elaboren ciertos componentes, de manera que aumente la competencia y se vea reducido el coste en materias primas.

Desglosando el coste de sus procesos:

PROCESOS		Coste por proceso/vehículo
Diseño	1	13.831,95 €
Primeros modelos	1	4.970,86 €
Embutición	1	3.793,74 €
Soldadura Carrocería	1	3.035,25 €
Pintura	1	849,29 €
Montaje vehículo G	0	- €
Montaje vehículo D	0	- €
Montaje vehículo H	1	363,16 €
Montaje vehículo E	0	- €
Montaje vehículo	1	251,44 €
Entrega vehículo	1	161,78 €
<b>Coste actividades producto</b>		<b>27257,47 €</b>

Tabla 35. Costes por proceso VH.

En cuanto a los costes por proceso, se observa que el coste de montaje es mayor en estos vehículos. Ello se debe a que están formados por dos tipos de motores, en vez de un único motor, como en el caso de los térmicos. Sin embargo, la mayor diferencia de coste es debida a la inversión necesaria en I + D por parte de la empresa, en la que se invierte en nuevos diseños (interiores, exteriores del vehículo, asientos, colores etc). Este coste de vehículo es momentáneo, ya que se dejará gradualmente de invertir en diseño conforme se establezca el producto.

En el caso del producto VEL, que supone un gasto anual en MP de 175.000€ para una cantidad de 50 unidades fabricadas anualmente, que suponen el 5% de la producción, se obtiene un coste total del producto es de **31.826,87€**.

COSTE UNITARIO [€]	VEL
MP	3500
Subcontratación	712
Amort. Nave	300
Gastos generales	200
Coste función % fabricación	<b>4712</b>
Coste actividades producto	<b>27114,87</b>

Tabla 36. Coste VEL.

Desglosando el coste de sus procesos, se puede apreciar en cuáles de ellos se debe emplear mayor suma monetaria:

PROCESOS	Coste por proceso/vehículo
Diseño 1	13.831,95 €
Primeros modelos 1	4.970,86 €
Embutición 1	3.793,74 €
Soldadura Carrocería 1	3.035,25 €
Pintura 1	849,29 €
Montaje vehículo G 0	- €
Montaje vehículo D 0	- €
Montaje vehículo H 0	- €
Montaje vehículo E 1	220,56 €
Montaje vehículo 1	251,44 €
Entrega vehículo 1	161,78 €
<b>Coste actividades producto</b>	<b>27114,87 €</b>

Tabla 37. Coste por producto VEL.

De igual modo que en el VH, los mayores costes son en diseño, por lo que, tras un tiempo este coste se verá considerablemente reducido, ya que la empresa centrará sus esfuerzos en investigar hacia nuevos productos, por lo que los costes de diseño se asociarán a ese producto novedoso, viéndose prácticamente eliminados en los vehículos híbrido y eléctrico, que ya serán un producto asentado en el mercado sobre el que no se realizan tareas de I + D.

Cualquier proyecto innovador supone invertir en investigación. Se debe analizar la competencia existente en el mercado, crear características innovadoras y atractivas para los potenciales clientes futuros. Una vez transcurrido el tiempo de investigación y desarrollo, los costes se estabilizan, eliminando prácticamente los propios de diseños y primeras pruebas y estando determinado el coste del producto únicamente por el coste de su producción más costes generales, de subcontratación etc.



Al observar los costes de los distintos procesos, debe tenerse en cuenta que son mucho mayores en aquellos departamentos donde hay mayor cantidad de maquinaria, como son Soldadura y embutición. En pintura y montaje, se considera casi únicamente el coste de mano de obra, ya que no disponen de tanta maquinaria. En el caso de montaje, no se considera el coste de fabricación del motor, si no únicamente el del acto de montar los distintos componentes necesarios.

En futuras mejoras del proyecto, se contemplaría analizar y estudiar los costes de fabricación de los distintos motores, así como los distintos productos posibles que se puede emplear en el proceso de pintura, ya que actualmente se considera que todos los colores suponen el mismo precio para la empresa, siendo una actividad única la de pintado, sin distinguir en precio y tiempo de aplicación de distintos colores.



