



ICADE | Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTABILIDAD DE GESTIÓN A UNA EMPRESA DE PRODUCCIÓN DE ÁRIDOS

Autor: Jorge Antolín Hervella
Director: Carmen Fullana Belda

MADRID | Abril 2024

**Aplicación de un sistema de contabilidad de gestión a una empresa de
producción de áridos**

Jorge
Antolín
Hervella

Índice de contenido

ÍNDICE DE CONTENIDO	4
RESUMEN	6
PALABRAS CLAVE.....	6
ABSTRACT	7
KEY WORDS.....	7
ACRÓNIMOS.....	8
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS	9
1 INTRODUCCIÓN	10
2 REVISIÓN DE LA LITERATURA O MARCO TEÓRICO	12
2.1 EL SECTOR DE LOS ÁRIDOS.....	12
2.1.1 <i>Los áridos</i>	12
2.1.2 <i>Clasificación de los áridos</i>	13
2.1.3 <i>Los áridos en España</i>	15
2.2 LA CONTABILIDAD DE GESTIÓN	19
2.2.1 <i>Definición e importancia</i>	19
2.2.2 <i>Conceptos utilizados en el modelo</i>	20
3 ESTUDIO DE CAMPO	25
3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA	25
3.2 DEFINICIÓN DE LA CADENA DE VALOR	26
3.3 DEFINICIÓN DE SECCIONES	28
3.4 DEFINICIÓN DE COSTES	29
3.4.1 <i>Costes directos de la fase de extracción</i>	29
3.4.2 <i>Costes directos de la fase de lavado</i>	33
3.4.3 <i>Costes directos de la fase de triturado</i>	34
3.4.4 <i>Costes directos de la fase de cribado</i>	35
3.4.5 <i>Costes directos de la fase de transporte</i>	36
3.4.6 <i>Costes indirectos</i>	39
3.5 REPARTO DE COSTES.....	41
3.6 CUENTA DE RESULTADOS ANALÍTICA	42
3.7 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO EN EXCEL	43
3.7.1 <i>Parámetros</i>	44
3.7.2 <i>Lista de costes directos</i>	44
3.7.3 <i>Lista de costes indirectos</i>	45

3.7.4	<i>Reparto de costes indirectos</i>	45
3.7.5	<i>Ventas</i>	46
3.7.6	<i>Reparto y resultados</i>	46
4	CONCLUSIONES	48
5	DECLARACIÓN DE USO DE HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA	50
6	BIBLIOGRAFÍA	51

Resumen

Este Trabajo de Fin de Grado se enfoca en crear un sistema que permita realizar una evaluación de costes para el sector de los áridos, donde la volatilidad de los precios de insumos como la energía y el gasoil es un desafío constante. El objetivo es desarrollar un modelo contable que permita calcular con precisión los costes y márgenes para mejorar la toma de decisiones en las empresas del sector.

La metodología utilizada incluye un análisis de la cadena de valor del sector y el uso del método de costes completos para relacionar los costes con los productos ofrecidos. El resultado es un modelo en Excel que ayuda a evaluar cómo los cambios en los precios de los insumos afectan la estructura de costes y la rentabilidad.

Los resultados muestran que el modelo podría constituirse como una herramienta útil para la gestión financiera, ayudando a las empresas a adaptarse a los cambios del mercado. En conclusión, el estudio sugiere que adoptar prácticas contables más avanzadas es una pieza relevante para el éxito económico del sector.

Palabras clave

Contabilidad de gestión, minería, áridos, modelo de costes, cadena de valor

Abstract

This Bachelor's Thesis focuses on creating a system that allows for a cost evaluation in the aggregates sector, where the volatility of input prices such as energy and fuel is a constant challenge. The aim is to develop an accounting model that can accurately calculate costs and margins to improve decision-making in the companies within the sector.

The methodology used includes an analysis of the sector's value chain and the use of the full costing method to relate costs to the products offered. The result is an Excel model that helps assess how changes in input prices affect the cost structure and profitability.

The results show that the model could be established as a useful tool for financial management, helping companies adapt to market changes. In conclusion, the study suggests that adopting more advanced accounting practices is a relevant piece for the economic success of the sector.

Key words

Managerial Accounting, mining, aggregates, cost model, value chain

Acrónimos

CNAE	Clasificación Nacional de Actividades Económicas
EN	European Normative (Normativa Europea)
FTE	Full Time Equivalentents (Equivalentes a Tiempo Completo)
PIB	Producto Interior Bruto
PYMEs	Pequeñas y Medianas Empresas
RCD	Residuos de la Construcción y Demolición
TFG	Trabajo de Fin de Grado
Tm	Tonelada métrica
UNE	Una Norma Española
WAC	Weighted Average Cost (Coste Medio Ponderado)

Índice de ilustraciones y tablas

<i>Ilustración 1. Mapa litológico de España (Instituto Geográfico Nacional, 2019)</i>	14
<i>Ilustración 2. Ingresos de explotación de todas las empresas activas con CNAE 0812 en el ejercicio 2022, por Comunidad Autónoma (Bureau Van Dijk, 2024)</i>	18
<i>Ilustración 3. Cadena de valor de una empresa de producción de áridos y recorrido de cada uno de los productos vendidos. Elaboración propia.</i>	27
<i>Ilustración 4. Detalle ilustrativo de la hoja “Parámetros” del modelo construido en Excel</i>	44
<i>Ilustración 5. Detalle ilustrativo de la hoja “Lista de costes directos” del modelo construido en Excel</i>	45
<i>Ilustración 6. Detalle ilustrativo de la hoja “Lista de costes indirectos” del modelo construido en Excel</i>	45
<i>Ilustración 7. Detalle ilustrativo de la hoja “Reparto de costes indirectos” del modelo construido en Excel</i>	46
<i>Ilustración 8. Detalle ilustrativo de la hoja “Ventas” del modelo construido en Excel</i>	46
<i>Ilustración 9. Detalle ilustrativo de la hoja “Reparto y resultados” del modelo construido en Excel</i>	47
<i>Tabla 1. Datos agregados de todas las empresas activas con CNAE 0812 en el ejercicio 2022 (Bureau Van Dijk, 2024)</i>	17
<i>Tabla 2. Procesos por los que pasa cada uno de los productos vendidos por una empresa de áridos. Elaboración propia</i>	27
<i>Tabla 3. Ejemplo de imputación de toneladas vendidas a cada sección por el producto F</i>	41
<i>Tabla 4. Imputación de costes directos</i>	41
<i>Tabla 5. Imputación de costes indirectos y unidades de obra utilizadas</i>	42
<i>Tabla 6. Cálculo de costes totales y unitarios para cada sección</i>	42
<i>Tabla 7. Construcción de la cuenta de resultados analítica (Fullana Belda & Paredes Ortega, 2011)</i>	43

1 Introducción

En el panorama actual de los negocios, donde la incertidumbre económica se ha convertido en una constante, las empresas buscan incansablemente herramientas y metodologías que les permitan navegar con mayor seguridad hacia el éxito. Este Trabajo de Fin de Grado (TFG), emerge como una respuesta estratégica a estas demandas, enfocándose en un sector donde la tradición aún predomina y la adaptación a los nuevos retos económicos se hace imperativa.

Las empresas de áridos, cuya actividad se sitúa principalmente en el sector primario, enfrentan una presión constante derivada de la volatilidad de los precios de insumos esenciales como la energía y el gasoil. Esta realidad plantea un desafío considerable en la gestión de sus estructuras de costes, impactando directamente en su rentabilidad y capacidad competitiva. Ante este escenario, el objetivo primordial de este TFG es ofrecer un marco contable que, basado en un profundo análisis de la cadena de valor y el cálculo de los principales costes a los que debe hacer frente, permita a las empresas del sector determinar con precisión los costes y márgenes de cada uno de sus productos o servicios. La finalidad es dotarlas de una herramienta que facilite una toma de decisiones estratégicas basada en datos objetivos y no en intuiciones.

La metodología adoptada para la creación de este modelo de contabilidad de gestión se centra en un análisis exhaustivo de cada uno de los eslabones que conforman la cadena de valor de las empresas de áridos. A través del método de costes completos, se establecerá una relación directa entre los costes generados en cada fase y los productos y servicios ofrecidos. Para ello, se desarrollarán diversas fórmulas que faciliten la cuantificación de estos costes en función de variables conocidas. Este enfoque se materializará en la propuesta de un modelo en Excel, diseñado para evaluar el impacto que tienen los cambios en el precio de un bien específico sobre la estructura de costes de la empresa. Este modelo no solo pretende proporcionar una visión clara de la situación actual de la empresa, sino también ofrecer una predicción de cómo variaciones en los costes de insumos pueden afectar a su rentabilidad.

El desarrollo de este TFG se organizará en varias partes clave. Inicialmente, se realizará una exhaustiva revisión de la literatura, cubriendo tanto el sector de los

áridos como los fundamentos y aplicaciones de la contabilidad de gestión, identificando las metodologías y herramientas más relevantes. Posteriormente, se llevará a cabo el trabajo de campo necesario para la creación del modelo en Excel, basado en el análisis de la cadena de valor, el diseño de las fórmulas de cuantificación de costes y el método de costes completos mencionado. Finalmente, se presentarán las conclusiones del estudio, destacando las implicaciones prácticas del modelo desarrollado, así como recomendaciones para futuras investigaciones que puedan profundizar o ampliar el alcance del trabajo realizado.

En suma, este TFG traza un camino hacia la innovación y la eficiencia en la gestión contable dentro del sector de los áridos. Al proporcionar un modelo que permite una comprensión detallada y actualizada de los costes y márgenes, se espera no solo mejorar la capacidad de las empresas para tomar decisiones informadas, sino también fortalecer su posición en un mercado caracterizado por su constante evolución.

2 Revisión de la literatura o marco teórico

En este capítulo se revisará literatura existente al respecto del tema que ocupa a este trabajo. En particular, se realizará un análisis del sector de los áridos y su situación en España. Posteriormente, se ahondará en la contabilidad de gestión como área de conocimiento y los métodos que recomienda para la gestión de costes en este tipo de empresas.

2.1 El sector de los áridos

En este apartado se aborda el análisis del sector de los áridos, crucial para el ámbito de la construcción y el desarrollo de infraestructuras.

2.1.1 Los áridos

Los áridos son materiales rocosos que se someten a tratamientos industriales como clasificación por tamaños o procesos de trituración y molienda para su uso en la industria de la construcción. Estos materiales son esenciales para el desarrollo de edificaciones e infraestructuras, reflejando el estado económico y el desarrollo socioeconómico de un país. Su selección se basa en su estabilidad química, resistencia mecánica, y capacidad para resistir a agentes externos, diferenciándolos de otros minerales utilizados en industrias por sus propiedades fisicoquímicas específicas, que no comparten las mismas aplicaciones que los áridos en la construcción. (Marchán Sanz, 2014)

Los áridos se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, desde componentes esenciales en la mezcla de hormigón y asfalto hasta su uso en la construcción de carreteras y vías férreas. Además, su relevancia se extiende a la producción de bienes de consumo y elementos industriales como papel, detergentes, pinturas, vidrio, ordenadores y ciertos medicamentos, así como en procesos críticos como la siderurgia, la fabricación de cementos y cales, y la generación de energía eléctrica, donde actúan como cargas minerales indispensables. (Asociación Nacional Española de Fabricantes de Áridos, 2023)

La normativa y regulación de los áridos garantizan su adecuación para usos específicos en construcción, requiriendo que las rocas cumplan con ciertas calidades, composición mineral y textura. Esta diversidad en las características de los áridos se debe a la variabilidad de los yacimientos geológicos y las

metodologías aplicadas en su extracción y procesamiento, que incluyen técnicas de explotación a cielo abierto en canteras o graveras, así como procesos de trituración del material extraído (Herrera Herbert, 2018). Cada una de las aplicaciones para las que se pueden utilizar los áridos requiere el cumplimiento de una normativa específica, estandarizada a nivel europeo. De esta manera los requisitos granulométricos, geométricos o de resistencia serán diferentes en el caso de que se utilicen, por ejemplo, para hormigón (UNE-EN 12620) o para capas de firme (UNE-EN 13242). Además, existen normas específicas que regulan cómo se llevan a cabo los ensayos para determinar cada una de las propiedades mecánicas. (Asociación Española de Normalización, 2023)

El ciclo de vida de una cantera o gravera siempre finaliza con la rehabilitación de la parcela que ocupaba. El Real Decreto 975/2009 establece directrices específicas para la restauración de graveras de áridos, enfocándose en la rehabilitación ambiental de las zonas afectadas por las actividades extractivas. Según este decreto, las empresas deben presentar un plan de restauración antes de comenzar la extracción, el cual debe ser aprobado por las autoridades competentes. Este plan debe incluir medidas para minimizar el impacto ambiental durante la extracción y detallar las acciones para recuperar el área una vez que la actividad minera haya terminado. Las medidas de restauración pueden incluir el relleno de las cavidades excavadas con materiales inertes, la reforestación, la creación de hábitats para la fauna local y la estabilización del terreno para prevenir la erosión. Además, las empresas están obligadas a garantizar que las condiciones del sitio restaurado permitan un uso futuro del terreno, ya sea para actividades agrícolas, forestales, recreativas o naturales, asegurando así que las áreas degradadas sean devueltas a un estado de utilidad y seguridad ambiental. (Boletín Oficial del Estado, 2009)

2.1.2 Clasificación de los áridos

Atendiendo a su lugar de extracción, naturaleza, tamaño y procesos de transformación, los áridos se pueden someter a diferentes tipos de categorización (Sociedad de Investigación y Explotación Minera de Castilla y León, 2008):

- **Por su lugar de extracción:** Los áridos se producen en explotaciones mineras a cielo abierto, en particular, en graveras y canteras. La diferencia radica en que, en las graveras, el árido se extrae directamente mediante excavación del terreno mientras que, en las canteras, debido a la dureza de la roca, es necesario utilizar explosivos o martillos industriales para separar los áridos de la roca madre.
- **Por su naturaleza:** Dependiendo de la composición química de la roca de la que se extraen los áridos, se pueden encontrar diferentes tipologías. Esta naturaleza vendrá condicionada inevitablemente por el tipo de suelo existente en el lugar donde se vaya a realizar la extracción. Cada una de las tipologías tiene asociados unas propiedades fisicoquímicas particulares que determinarán su idoneidad para su uso final. En la siguiente Ilustración, se detallan los principales tipos de suelo existentes en España y, por consiguiente, la naturaleza más común de áridos que se producirán en cada zona, diferenciando entre silíceos, calcáreos, arcillosos y volcánicos.

Ilustración 1. Mapa litológico de España (Instituto Geográfico Nacional, 2019)



- **Por su tamaño:** Los áridos comercializados se ofrecen por fracciones granulométricas, es decir, indicando el diámetro mínimo y máximo que

tendrán los granos. Esto permite diferenciar entre arenas y gravas. El tamaño del árido también está condicionado por las características del suelo del que se realiza la extracción, aunque, en este caso, es posible obtener granulometrías menores sometiendo a los áridos a procesos de triturado y molienda.

- **Por sus procesos de transformación:** La existencia de condicionantes naturales junto con las necesidades específicas de la industria de cumplir con los parámetros normativos, hace necesario en muchos casos someter a los áridos a procesos industriales que los transformen para conseguir alcanzar las propiedades que no alcanzan de manera natural. Principalmente, se llevan a cabo dos procesos: lavado y trituración.
 - *Áridos lavados y no lavados:* El lavado, mediante el cual se eliminan las impurezas existentes, es obligatorio para la mayoría de los usos de los áridos, ya que estas impurezas harían perder gran resistencia a cualquier elemento constructivo.
 - *Áridos naturales y artificiales:* Esta categorización indica si el árido ha pasado o no por un proceso de molienda o triturado. Los áridos artificiales presentan mayor resistencia y capacidad de compactación, gracias a las aristas que se forman en el proceso de triturado.

2.1.3 Los áridos en España

Representando la segunda materia prima más consumida después del agua, el consumo per cápita de áridos en España durante el año 2022 ascendió a aproximadamente 2.900 kilogramos, evidenciando su importancia en la economía y sociedad. (Asociación Nacional Española de Fabricantes de Áridos, 2023)

El sector de los áridos, estrechamente relacionado con el sector de la construcción, depende inevitablemente de la construcción de vivienda y de la obra pública y se caracteriza por unos niveles de innovación reducidos (Marchán Sanz, 2014). En los estudios realizados sobre diferentes subsectores mineros, se ha observado una notable falta de desarrollo en áreas como la investigación, el desarrollo y la innovación. Esta carencia destaca la necesidad de integrar

modelos de gestión más avanzados que puedan impulsar tanto el reconocimiento como la eficiencia operativa a nivel nacional e internacional (González Márquez, 2014). En este sentido, un artículo sobre costes en la construcción (Martín, González, & Arguedas, 2012) aborda detalladamente las estructuras de costes y las estrategias productivas en el sector de la construcción en España, proporcionando una base sólida para comprender cómo el carácter tradicional del sector puede conducir a ineficiencias. Se destaca la importancia de decisiones estratégicas en el proceso productivo, que tienen implicaciones a largo plazo en la estructura de costes y en la competitividad de las empresas del sector. Esto es especialmente relevante en un contexto donde las prácticas tradicionales han dominado, limitando potencialmente la adopción de innovaciones en materiales, tecnologías y procesos. La construcción se caracteriza por una dependencia significativa de la mano de obra y los consumos intermedios, reflejando una estructura de costes donde la innovación en materiales y la especialización de la fuerza laboral emergen como factores críticos para mejorar la eficiencia y reducir costos. Sin embargo, la persistencia de prácticas tradicionales en el sector puede obstaculizar estas innovaciones, manteniendo altos los costos laborales y limitando la eficiencia constructiva y energética. Finalmente, la conclusión del artículo apunta hacia la necesidad de una mayor concentración empresarial y la inversión en I+D+i como vías para superar las limitaciones impuestas por las prácticas tradicionales.

Otra perspectiva que permite entender de manera global el estado de la industria en España la ofrece el último Congreso Nacional de Áridos, cuyas principales conclusiones se recogieron en un artículo de Ingeopres, una revista de actualidad técnica de ingeniería civil, minería y geología. (Muñoz, 2019)

El artículo aborda la situación actual y las perspectivas futuras del sector de los áridos en España, destacando que se encuentra en un estado de crisis, con un consumo de áridos y cemento significativamente menor que en décadas anteriores. La disminución en la demanda se atribuye principalmente a la reducción de la obra civil, que ha sido afectada por la disminución de la inversión pública en infraestructuras. A pesar de una leve recuperación en la construcción

de viviendas, las expectativas de crecimiento para el sector son limitadas debido a la paralización de la obra pública.

También identifica varios desafíos, como la adaptación a un entorno de inestabilidad política, la necesidad de invertir en la gestión del rechazo social a las explotaciones, promover la economía circular y mejorar la gestión de la biodiversidad. También se señalan oportunidades en la digitalización y el desarrollo de nuevos productos alineados con la economía circular.

Se sugiere que, para recuperarse, el sector necesita reinventar el enfoque de la obra pública, explorar mecanismos de financiación alternativos y aumentar su profesionalización. Un plan estratégico sectorial se menciona como guía para enfrentar estos retos, enfatizando la importancia de la adaptación a los nuevos escenarios y la promoción de prácticas sostenibles como la Construcción Verde y la Economía Circular.

Finalmente, se revisan los desafíos específicos del sector, incluyendo la seguridad laboral, la gestión del agua y la calidad del aire, y la aceptación social de la industria, subrayando la importancia de la eficiencia energética, la adaptación tecnológica y la promoción de métodos constructivos innovadores para superar estos obstáculos.

Por último, con el fin de realizar un análisis financiero a alto nivel del sector, se ha utilizado la base de datos Sabi (Bureau Van Dijk, 2024). La información presentada a continuación corresponde a empresas actualmente activas con un CNAE (Clasificación Nacional de Actividades Económicas) primario 0812, definido como “Extracción de gravas y arenas; extracción de arcilla y caolín”.

En la siguiente tabla, se puede ver la información principal agregada de todas las empresas del CNAE antedicho, correspondiente al ejercicio 2022, dado que es el último con datos disponibles.

Tabla 1. Datos agregados de todas las empresas activas con CNAE 0812 en el ejercicio 2022 (Bureau Van Dijk, 2024)

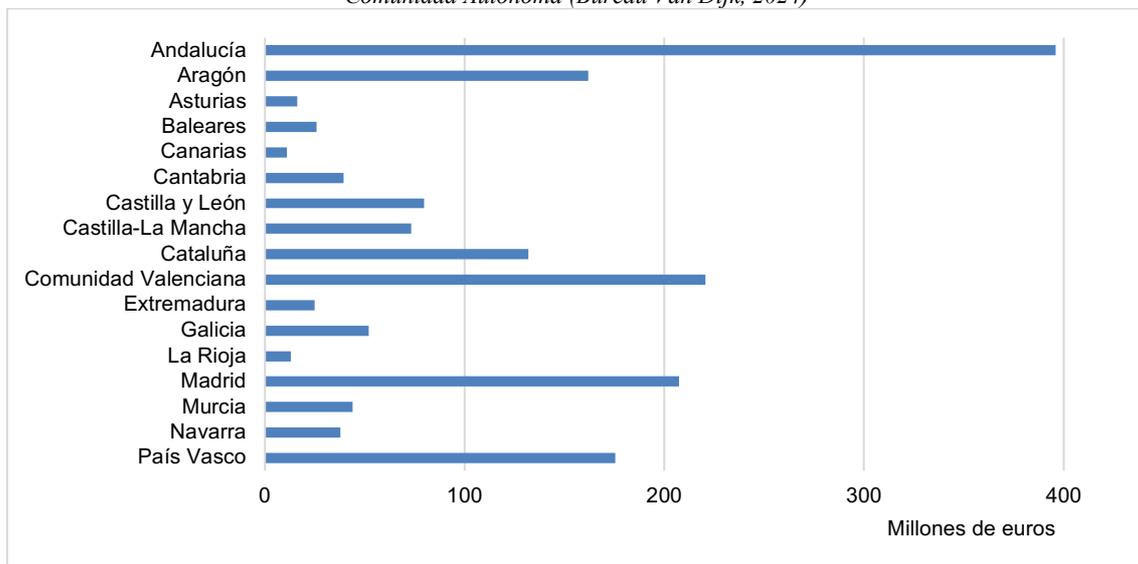
Número total de empresas	621
Número total de empleados	7.584
Ingresos de explotación (millones de euros)	1.709,57
Resultado del ejercicio (millones de euros)	109,10

Con los datos presentados, se puede realizar un pequeño análisis de las cuestiones más relevantes:

- El sector emplea a 7.584 personas, lo que ofrece una media de aproximadamente 12,2 empleados por empresa, donde solo 7 de ellas cuentan con más de 100 empleados. Esto indica la presencia de muchas pequeñas y medianas empresas (PYMEs) dentro del sector.
- Los ingresos totales de explotación ascienden a 1.709,57 millones de euros, reflejando el volumen de negocio generado por el sector. Este indicador permite determinar que supuso aproximadamente el 0,12% del PIB (Instituto Nacional de Estadística, 2023). Además, permite calcular el ingreso medio por empresa, que sería aproximadamente 2,75 millones de euros, aunque esta cifra varía significativamente entre empresas, siendo la mediana de 780 mil euros. El ingreso máximo reportado es de 215,59 millones de euros, reflejando la presencia de líderes del mercado con una gran cuota de ingresos.
- El sector ha generado un resultado neto de 109,10 millones de euros en el año 2022. Este resultado es un indicador clave de la rentabilidad. Al comparar el resultado del ejercicio con los ingresos de explotación, se obtiene un margen neto de aproximadamente el 6,38%. De nuevo, los resultados muestran gran variabilidad a la hora de comparar empresas.

Adicionalmente, cabe realizar un breve análisis respecto a la distribución geográfica. En el siguiente gráfico, se presenta la suma de ingresos de explotación de todas las empresas, segregados por Comunidades Autónomas.

Ilustración 2. Ingresos de explotación de todas las empresas activas con CNAE 0812 en el ejercicio 2022, por Comunidad Autónoma (Bureau Van Dijk, 2024)



De acuerdo con el gráfico, la distribución geográfica de las empresas de áridos en España permite ver que hay empresas por todo el territorio español. Los costes de transporte y la disponibilidad de áridos a lo largo de todo el suelo de España podrían explicar el hecho de que, en general, las empresas suministren áridos en un área principalmente regional. Se aprecia cierta correlación entre los ingresos de explotación y métricas de población y superficie de cada Comunidad Autónoma. Sin embargo, factores como la política regional, las características específicas de la geografía local y la infraestructura de transporte podrían influir también en estos resultados.

2.2 La contabilidad de gestión

Una vez analizado el sector de los áridos, se ahondará en la disciplina de la contabilidad de gestión y el valor que puede aportar

2.2.1 Definición e importancia

La contabilidad de gestión o contabilidad directiva es una disciplina que se especializa en medir, analizar e informar tanto información financiera como no financiera, con el propósito de asistir a los gerentes en la toma de decisiones que permitan alcanzar los objetivos de la organización. A diferencia de la contabilidad financiera, la contabilidad de gestión no está sujeta a los principios de contabilidad generalmente aceptados, lo que le brinda una mayor flexibilidad para adaptarse a las necesidades internas de reporte y análisis de cada empresa. En contraste, la contabilidad financiera se orienta hacia la creación de informes para usuarios externos, tales como inversores, acreedores y organismos gubernamentales. Estos informes deben ser preparados siguiendo estrictamente los principios contables generalmente aceptados, garantizando así su uniformidad y facilitando su comparación entre diferentes entidades. Esta principal distinción subraya la naturaleza interna y adaptativa de la contabilidad de gestión frente al enfoque estandarizado y regulado de la contabilidad financiera, destinado a satisfacer las necesidades de información de partes externas a la empresa. (Fullana Belda & Paredes Ortega, 2011)

Un artículo académico (Sprinkle, 2003) destaca que la información proporcionada por la contabilidad de gestión cumple dos roles críticos en una

organización: influir en las decisiones y facilitarlas. En su papel de influir en las decisiones, se utiliza para mitigar problemas de control organizacional asociados con el riesgo moral y la selección adversa. En su papel de facilitar decisiones, ayuda a resolver la incertidumbre y mejora el juicio y el desempeño en la toma de decisiones dentro de una organización. Las prácticas de contabilidad directiva se emplean para motivar a los empleados a ejercer esfuerzo y emprender acciones que maximicen el valor de la firma, permitiendo establecer unos objetivos claramente definidos. Estas prácticas incluyen monitorear y evaluar las acciones y el desempeño de los empleados, así como recompensarlos por generar más ganancias, partiendo de datos sólidos y medibles. También se utilizan para aumentar el conocimiento de los empleados y, por lo tanto, su capacidad para hacer juicios y tomar decisiones deseables para la organización. Este artículo, en definitiva, permite ver que esta disciplina no solo puede influir en las cuentas de resultados, sino también en la satisfacción de los trabajadores. Por otra parte, algunos autores (Esteban Salvador, 2019) aseguran que, para conocer el estado real de una empresa, no es suficiente conocer los informes financieros de la empresa, si no que resulta igual de importante conocer su estructura de costes, aportada por la contabilidad de gestión.

2.2.2 Conceptos utilizados en el modelo

Una vez abordada la relevancia de la contabilidad de gestión para la eficiencia de las empresas y su utilidad en la toma de decisiones, se comentarán en este capítulo algunos conceptos de la materia necesarios para la construcción del modelo. Todos los conceptos presentados en este epígrafe se han recuperado del mismo manual. (Fullana Belda & Paredes Ortega, 2011)

2.2.2.1 Definición y clasificación de costes

Un coste se entiende como el valor de los recursos utilizados durante el proceso de transformación interna que ocurre en una empresa para el ejercicio de su actividad. Los costes se calculan multiplicando una magnitud técnica (cantidad de un factor) por una económica (precio unitario del mismo).

Un objeto de coste es un elemento que interviene en la transformación indicada previamente cuyo coste pretende ser calculado.

Los costes se pueden clasificar en función de su relación con su objeto de coste o por su comportamiento con este:

- Por su **relación con su objeto de coste**, se pueden diferenciar costes directos e indirectos:
 - o **Costes directos**: son aquellos que se pueden asignar de manera clara y precisa a un objeto de coste específico. Estos costes se caracterizan por su fácil identificación y cuantificación tanto en términos económicos como técnicos, permitiendo su imputación directa al producto final sin ambigüedad.
 - o **Costes indirectos**: son aquellos que no se pueden asignar de forma clara y precisa a un objeto de coste específico, debido a su naturaleza general. Estos costes, ya sea porque benefician a varios objetos de coste simultáneamente o porque su medición no es objetivamente cuantificable, no permiten su imputación directa y precisa al producto final.
- Por su **comportamiento con el generador de coste**, se pueden diferenciar costes fijos y variables:
 - o **Costes fijos**: son aquellos independientes del volumen de producción a lo largo del tiempo.
 - o **Costes variables**: son aquellos que aumentan de manera proporcional a la producción.

En los próximos epígrafes y en el desarrollo del modelo se comprobará la importancia de esta clasificación como punto de partida para el análisis de los costes.

2.2.2.2 Modelos de acumulación de costes

Un modelo de contabilidad de gestión debe permitir la acumulación de costes para que puedan ser agregados y faciliten la toma de decisiones. Principalmente, se distinguen dos modelos de acumulación de costes:

- **Modelo de costes completos**: es el que se va a utilizar en el presente TFG. Consiste en la división de los costes entre directos e indirectos para su posterior imputación directa a los productos, sin diferenciar por el comportamiento del generador de coste.

- **Modelo de costes parciales:** considera que únicamente los costes variables son aquellos que generan valor, por lo que antes de realizar la división entre directos e indirectos, realiza una división entre costes fijos y variables, realizando la imputación de los costes fijos directamente en la cuenta de resultados.

A partir del modelo de costes completos, se construirá una variante adaptada a la cadena de valor de una empresa de áridos, realizando la imputación por secciones.

2.2.2.3 Cadena de valor, secciones y repartos

El modelo creado se va a basar en que el valor sobre el producto final será aportado secuencialmente en cada una de las fases que atraviesa su cadena de valor. La cadena de valor ofrece una perspectiva económica sobre el proceso productivo.

La cadena de valor en una empresa de áridos tiene la particularidad de aglutinar actividades del sector primario (extracción), del sector secundario (transformación) y del sector terciario (transporte y puesta en obra).

En el caso de muchas empresas, se puede trazar una analogía entre las etapas que conforman su cadena de valor y las secciones que la constituyen. En términos de gestión de costes, las secciones representan un conjunto de personas y medios que actúan de forma homogénea para conseguir un objetivo final, siempre que pueda existir un control sobre su eficiencia técnica y económica.

Existen ciertas convenciones para la denominación de las secciones, pero, para una empresa de áridos, dada la particularidad de su cadena de valor, se creará una denominación ad hoc, hecha a medida para su cadena de valor.

A efectos del modelo es relevante señalar las diferentes tipologías posibles de secciones:

- **Secciones principales:** son aquellas que intervienen de forma directa en la cadena de valor.
- **Secciones auxiliares:** son aquellas que apoyan a otras secciones para garantizar el funcionamiento del proceso.

- **Secciones generales:** principalmente, aquellas que realizan una labor administrativa transversal que se imputará directamente a los resultados globales.

De esta manera, la cadena de valor está compuesta por las secciones principales, por lo tanto, sus costes serán imputados en un reparto primario a cada una de dichas secciones. Por otro lado, los costes asociados a secciones auxiliares deben repartirse de manera secundaria entre las secciones principales a las que afecten. Esto se hará utilizando el concepto de unidades de obra. Las unidades de obra son unidades de medida del nivel de actividad, en este caso, de una sección auxiliar sobre una sección principal.

2.2.2.4 Inventario, productos semiterminados y producción en curso

La gestión de inventarios en una empresa de áridos presenta un desafío que afecta de manera significativa la manera en la que se realiza el seguimiento de los materiales. Un aspecto notable de esta industria es la dificultad inherente en la contabilización y análisis de productos semiterminados y la producción en curso. Dada la naturaleza de los productos, que se almacenan en grandes montones en las instalaciones de la gravera, resulta especialmente complejo llevar a cabo un inventario preciso y detallado. (Dowd, 1994)

La cuantificación precisa de estas existencias requeriría de métodos de medición y análisis altamente especializados, tales como estudios topográficos o el uso de tecnología avanzada para mediciones volumétricas, cada vez que se quiera determinar el estocaje. Sin embargo, implementar tales métodos no solo conllevaría un alto coste operativo, sino que también puede resultar más ineficiente en términos de tiempo y recursos comparado con los beneficios obtenidos del análisis de costes detallado. Por esta razón, se ha decidido no realizar un seguimiento detallado de los productos semiterminados ni de la producción en curso en el modelo, priorizando en su lugar un enfoque más general que permita gestionar los costes de manera efectiva sin comprometer la operatividad del negocio.

2.2.2.5 *Cuenta de resultados analítica*

La cuenta de resultados analítica ofrece una visión a varios niveles de los resultados de una empresa. En ella se obtienen diferentes medidas del resultado que permiten analizar el rendimiento de una empresa en varios ámbitos:

- **Margen industrial:** en un primer nivel, calculado a partir de las ventas netas, descontando el coste industrial de las ventas.
- **Margen comercial:** en un segundo nivel, calculado a partir del margen industrial, descontando los costes de distribución.
- **Resultado de explotación:** en un tercer nivel, restando los costes de secciones generales al margen comercial.
- **Resultado del período:** en un último nivel, incorporando el resultado financiero.

Uno de los aspectos más relevantes de la cuenta de resultados analítica es la separación entre el margen industrial y el comercial, que permite analizar en detalle dos pilares estratégicos que no serían sencillos de analizar sin contar con un modelo de gestión de costes.

Este análisis, además, se puede realizar producto por producto, conociendo el margen individual de cada uno de ellos.

3 Estudio de campo

En este capítulo se analizarán brevemente las particularidades de las empresas del sector de los áridos y se explicará su cadena de valor, atendiendo a los puntos en los que se asigna valor y su imputación.

Para hacer este análisis se considerará la revisión de la literatura llevada a cabo en el capítulo anterior, además de información obtenida mediante una entrevista a un responsable de una empresa del sector. El modelo se diseñará en base a una empresa teórica, definida por una serie de características específicas que la hacen representativa de una empresa de áridos española, de acuerdo con lo definido en el capítulo previo de análisis financiero del sector.

Las fórmulas presentadas son de elaboración propia y las estimaciones se obtuvieron del responsable entrevistado.

3.1 Características de la empresa

La empresa teórica que se analizará se ha definido mediante las siguientes características:

- **Ubicación:** en el norte de Castilla y León, en una zona con áridos de naturaleza silíceo.
- **Centros:** cuenta con dos graveras en diferentes puntos de la región para poder satisfacer pedidos de clientes en un área más extensa. Las existencias de producto terminado y semiterminado se almacenan en montones en la propia gravera en la que se ha realizado la extracción. En un punto intermedio entre ambas graveras, cuenta con una oficina central, laboratorios de ensayos y talleres mecánicos y de soldadura, para reparar la maquinaria averiada.
- **Logística:** ofrece la posibilidad de transportar los áridos para su puesta en obra en sus camiones propios, aunque el cliente puede acudir directamente a cualquiera de las graveras a cargar el árido, si así lo prefiere.
- **Recursos:** en cada una de las graveras, dispone de maquinaria para lavar los áridos, para triturarlos, para cribarlos y para cargarlos en camiones.
- **Situación actual contable:** actualmente, esta empresa lleva únicamente la gestión contable requerida por la ley, y no saca partido de la información

que podría brindarle un análisis en profundidad de sus costes y márgenes por producto vendido. Fija sus precios únicamente teniendo en cuenta el mercado, sin tener en cuenta posibles pérdidas que podría ocasionarle vender por debajo de sus costes.

El análisis que se plantea, como se ha explicado en el capítulo anterior facilitaría la toma de decisiones basadas en datos, no teniendo que apoyarlas en la intuición. Esto permitiría que, por ejemplo, ante una posible subida del precio del combustible, podría conocer instantáneamente la repercusión que esto tendrá en sus costes y en sus márgenes, pudiendo actuar en consecuencia en un breve período de tiempo.

3.2 Definición de la cadena de valor

Para determinar con precisión la cadena de valor, necesaria para elaborar el modelo, se atenderá a los diferentes productos que la empresa puede ofrecer y las fases que atraviesa.

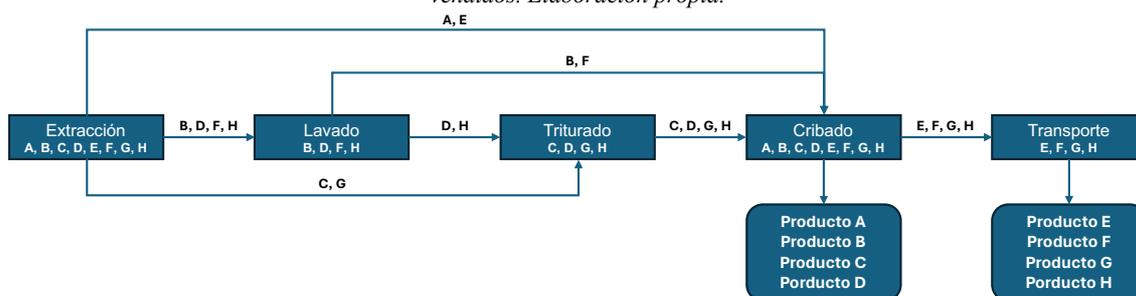
A efectos de este análisis se considerarán únicamente ocho tipos de productos, atendiendo a las fases de la cadena productiva por las que pasen los áridos. Todos los áridos deben ser extraídos y cribados para ser separados por fracciones granulométricas. Sin embargo, solo aquellos que lo requieran pasarán por los procesos de lavado y/o triturado (Tiktin Ferreiro, 1998). Adicionalmente, se considerarán productos distintos los áridos que el cliente cargue por sus medios directamente en la gravera que aquellos que sean transportados y puestos en obra por la empresa de áridos. En la Tabla 2, se detallan los ocho productos y las fases productivas que atraviesa cada uno de ellos.

Tabla 2. Procesos por los que pasa cada uno de los productos vendidos por una empresa de áridos. Elaboración propia

Producto	Extracción	Lavado	Triturado	Cribado	Transporte
A: Cargue de áridos	X			X	
B: Cargue de áridos lavados	X	X		X	
C: Cargue de áridos triturados	X		X	X	
D: Cargue de áridos triturados y lavados	X	X	X	X	
E: Transporte de áridos	X			X	X
F: Transporte de áridos lavados	X	X		X	X
G: Transporte de áridos triturados	X		X	X	X
H: Transporte de áridos triturados y lavados	X	X	X	X	X

De esta manera, la cadena de valor de la empresa quedaría definida de la siguiente manera. En la Ilustración 3 se presenta el recorrido que siguen los ocho productos identificados

Ilustración 3. Cadena de valor de una empresa de producción de áridos y recorrido de cada uno de los productos vendidos. Elaboración propia.



Cada una de las cinco etapas identificadas generan valor imputable al producto final de manera directa o indirecta. Adicionalmente, en el modelo se aplicarán otros costes indirectos procedentes de secciones auxiliares y generales.

El objetivo de este ejercicio será obtener una cuenta de resultados analítica por producto. Para ello, se asignará un coste por tonelada producida a cada una de las cuatro primeras fases de la cadena de valor, así como un coste por kilómetro para la fase de transporte. Con esta información, se podrá obtener el margen unitario de cada producto vendido, ya que se han identificado claramente por qué fases pasa cada uno de los productos.

3.3 Definición de secciones

Se diferenciarán secciones principales, secciones auxiliares y secciones generales, en función de su relación con la cadena de valor. Los costes de las secciones auxiliares se asignarán a secciones principales utilizando unidades de obra, mientras que los de secciones generales se imputarán directamente en la cuenta de resultados.

Como se anticipó en la revisión de literatura, en la empresa analizada, por ser parcialmente del sector primario, no cuenta con la función de aprovisionamiento como tal, ya que este se realiza obteniendo la materia prima directamente del terreno a explotar. Además, dado que el transporte es una función de gran relevancia, se ha considerado una sección primaria.

Las secciones principales son las indicadas previamente en la cadena de valor: extracción, lavado, triturado, cribado y transporte. Cada una de las dos graveras tendrá su propia cuenta de imputación de costes, incluyendo la extracción, lavado y trituración, aunque en la cuenta analítica se presente de forma agregada. De la misma manera, cada uno de los camiones, contará con su propia cuenta de transporte, aunque se sumarán las contribuciones parciales de cada camión para calcular los costes totales de transporte.

La única sección general contemplada será administración, mientras que las secciones auxiliares serán calidad y mantenimiento.

- **Administración:** Corresponde a las oficinas centrales y todos los costes que en ellas se generan. Esto incluye los departamentos de ventas, logística, contabilidad y administración. No cuenta con unidad de obra y se imputará en la cuenta de resultados analítica antes de calcular el resultado de explotación.
- **Calidad:** Corresponde al laboratorio de ensayos donde se analiza diariamente la calidad de los áridos y el cumplimiento de normativa obligatoria para todas las empresas que suministren materiales de construcción. La unidad de obra a utilizar será el número de muestras analizadas y el reparto secundario se realizará únicamente a las secciones de extracción, lavado, triturado y cribado.

- **Mantenimiento:** Corresponde a los talleres mecánicos y de soldadura. En ellos se reparan tanto camiones como la maquinaria de las graveras, por lo que el reparto secundario se realizará a todas las demás secciones.

3.4 Definición de costes

A continuación, se explicarán cada uno de los costes, directos e indirectos. En algunos de ellos, se añadirá un breve detalle de la forma de calcularlos.

3.4.1 Costes directos de la fase de extracción

Sobre la extracción de áridos, se aplicarán como costes directos la adquisición del terreno, la investigación topográfica, las licencias de explotación, los costes de restauración y el combustible y la amortización de la maquinaria de obra. Todos ellos se expresarán en euros por tonelada métrica.

3.4.1.1 Investigación topográfica

El primer paso antes de adquirir una gravera es realizar un levantamiento topográfico para poder estimar el valor del material contenido en la instalación y las características morfológicas del terreno (Zarychta, Zarychta, & Bzdęga, 2020). Entre otros elementos, se calcula la extensión exacta de la parcela, los materiales y capas del subsuelo y la potencia de la explotación¹. Se establece un coste aproximado del 5% del precio de compra del terreno, aunque, en general, al tratarse de un coste conocido se podrá utilizar el valor real.

Una investigación topográfica no siempre concluye en adquisición del terreno, dado que las expectativas de producción pueden no ser satisfechas por el resultado de la investigación. Por este motivo, se establece un factor de éxito que expresa el porcentaje de ocasiones en las que una investigación topográfica concluye en adquisición, estimándose un 80%.

$$CIT = \frac{PIT}{S \cdot Pg \cdot \rho \cdot f} \approx \frac{0,05 \cdot PAdq}{S \cdot Pg \cdot \rho \cdot f}$$

Siendo:

¹ La potencia de una gravera representa la profundidad, en unidades de longitud, hasta la que será posible extraer áridos. De esta manera, multiplicando la potencia por la superficie es posible obtener el volumen total de áridos que se podrá extraer.

<i>CIT</i>	Coste de investigación topográfica por tonelada de material extraíble (€/Tm)
<i>PIT</i>	Precio de la investigación topográfica (€)
<i>PAdq</i>	Precio de adquisición del terreno, incluyendo gastos derivados (€)
<i>S</i>	Superficie de la parcela (m ²)
<i>Pg</i>	Potencia media de la gravera (m)
ρ	Densidad de los áridos (1,5 Tm/m ³)
<i>f</i>	Factor de éxito, porcentaje de las investigaciones topográficas que resultan en adquisición del terreno (80%)

3.4.1.2 *Adquisición del terreno*

La adquisición de la gravera es el gasto más relevante y de mayor cuantía. Se debe dividir el precio de adquisición (incluyendo todos los gastos directamente relacionados con la compra, tales como notaría o registro) por la cantidad total de material disponible que se podrá obtener. Se añade un parámetro de rendimiento de un 90%, dado que parte del material existente serán impurezas o material desperdiciado.

Para calcular el coste de una gravera se debe tener en cuenta que, finalizada la explotación, el terreno conservará un valor residual del 20% aproximadamente. Cabe destacar que, por tratarse de un terreno rústico, no está obligado a pagar IBI. (Boletín Oficial del Estado, 2015)

$$CAdq = \frac{PAdq - VR}{S \cdot Pg \cdot \eta \cdot \rho} = \frac{0,8 \cdot PAdq}{S \cdot Pg \cdot \eta \cdot \rho}$$

Siendo:

<i>CAdq</i>	Coste de adquisición del terreno por tonelada de material extraíble (€/Tm)
<i>PAdq</i>	Precio de adquisición del terreno, incluyendo gastos derivados (€)
<i>VR</i>	Valor residual del terreno una vez finalizada su explotación, siendo generalmente un 20% de <i>PAdq</i> (€)
<i>S</i>	Superficie de la parcela (m ²)
<i>Pg</i>	Potencia media de la gravera (m)
η	Rendimiento de la gravera (90%)
ρ	Densidad de los áridos (1,5 Tm/m ³)

3.4.1.3 *Licencias de explotación*

Para poder explotar la instalación, se debe obtener una autorización de explotación de recursos mineros expedida por el gobierno regional, en este caso de Castilla y León. Para ello, es necesario que apruebe un plan de labores firmado por un ingeniero (Boletín Oficial del Estado, 1973). El coste de la licencia y de la preparación de la documentación necesaria se estiman en un 10% del precio de compra del terreno.

$$CLE = \frac{PLE}{S \cdot Pg \cdot \rho} \approx \frac{0,1 \cdot PAdq}{S \cdot Pg \cdot \rho}$$

Siendo:

- CLE* Coste de las licencias de explotación por tonelada de material extraíble (€/Tm)
- PLE* Precio de la licencia de explotación, incluyendo los gastos de elaboración del plan de labores (€)
- PAdq* Precio de adquisición del terreno, incluyendo gastos derivados (€)
- S* Superficie de la parcela (m²)
- Pg* Potencia media de la gravera (m)
- ρ* Densidad de los áridos (1,5 Tm/m³)

3.4.1.4 *Restauración*

El ciclo de vida de una gravera implica que, una vez concluye su aprovechamiento, debe llevarse a cabo una restauración integral de la parcela para minimizar el impacto ambiental de la actividad extractiva. Esta restauración supone un coste de gran impacto contable que alcanza aproximadamente el 50% del precio de compra de la parcela.

$$CRes = \frac{GRes}{S \cdot Pg \cdot \rho} \approx \frac{0,5 \cdot PAdq}{S \cdot Pg \cdot \rho}$$

Siendo:

- CRes* Coste de la restauración de la gravera por tonelada de material extraído (€/Tm)
- GRes* Gastos derivados de la restauración de la gravera (€)
- PAdq* Precio de adquisición del terreno, incluyendo gastos derivados (€)
- S* Superficie de la parcela (m²)

- Pg Potencia media de la gravera (m)
 ρ Densidad de los áridos (1,5 Tm/m³)

3.4.1.5 *Combustible de la maquinaria de extracción*

La extracción de material se realiza con retroexcavadoras, palas cargadoras y camiones extraviales, que lo transportan a las máquinas que lo procesan. Estas máquinas funcionan con gasóleo B y consumen en conjunto 40 litros por hora, pudiendo procesar en ese tiempo 200 toneladas de material bruto.

$$CCE = \frac{PGB \cdot \dot{C}B}{QE}$$

Siendo:

- CCE Coste del combustible de la maquinaria de extracción por tonelada de material procesado (€/Tm)
 PGB Precio del gasóleo B por unidad de volumen (€/L)
 $\dot{C}B$ Consumo de gasóleo B de la maquinaria de extracción por unidad de tiempo (L/h)
 QE Capacidad de procesado de la maquinaria de extracción por unidad de tiempo (Tm/h)

3.4.1.6 *Amortización de la maquinaria de extracción*

La maquinaria de extracción tiene una vida útil de 15.000 horas productivas aproximadamente. Para obtener un coste imputable a cada tonelada de material extraído, se considerará el precio de compra de la maquinaria, incluyendo todos sus gastos asociados, así como la productividad estimada de 200 toneladas de material por hora.

$$AME = \frac{PME}{VUME \cdot QE}$$

Siendo:

- AME Amortización de la maquinaria de extracción por tonelada de material procesado (€/Tm)
 PME Precio de compra de la maquinaria de extracción, incluyendo todos los gastos asociados (€)
 $VUME$ Vida útil de la maquinaria de extracción (h)

QE Capacidad de procesado de la maquinaria de extracción por unidad de tiempo (Tm/h)

3.4.2 Costes directos de la fase de lavado

La maquinaria de lavado consume agua y electricidad. Estos dos costes junto con su amortización serán los costes directos de la sección de lavado. Se considera en todos los casos que la maquinaria de lavado es capaz de procesar 100 toneladas de áridos en una hora. Nuevamente, se expresarán los costes por tonelada de material producido.

3.4.2.1 Agua consumida en el lavado

La maquinaria de lavado consume aproximadamente 9 m³ de agua para lavar 100 toneladas de material en una hora.

$$CAL = \frac{PAg \cdot \dot{V}}{QL}$$

Siendo:

CAL Coste del agua consumida en el lavado por tonelada de material procesado (€/Tm)

PAg Precio del agua por unidad de volumen (€/m³)

\dot{V} Caudal de agua no recirculada en el lavado (m³/h)

QL Capacidad de procesado de la maquinaria de lavado por unidad de tiempo (Tm/h)

3.4.2.2 Electricidad consumida en el lavado

Además de agua, el lavadero se alimenta de electricidad.

$$CEL = \frac{PEI \cdot PEL}{QL}$$

Siendo:

CEL Coste de la electricidad consumida en el lavado por tonelada de material procesado (€/Tm)

PEI Precio de la electricidad por unidad de energía (€/kW·h)

PEL Potencia eléctrica de la máquina de lavado (kW)

QL Capacidad de procesado de la maquinaria de lavado por unidad de tiempo (Tm/h)

3.4.2.3 Amortización de la maquinaria de lavado

La maquinaria de lavado tiene una vida útil de 15.000 horas productivas aproximadamente. Para obtener un coste imputable a cada tonelada de material lavado, se considerará el precio de compra de la maquinaria, incluyendo todos sus gastos asociados, así como la productividad estimada de 100 toneladas de material por hora.

$$AML = \frac{PML}{VUML \cdot QL}$$

Siendo:

- AML* Amortización de la maquinaria de lavado por tonelada de material procesado (€/Tm)
- PML* Precio de compra de la maquinaria de lavado, incluyendo todos los gastos asociados (€)
- VUML* Vida útil de la maquinaria de lavado (h)
- QL* Capacidad de procesamiento de la maquinaria de lavado por unidad de tiempo (Tm/h)

3.4.3 Costes directos de la fase de triturado

En algunos usos, se requiere que los áridos sean triturados, ya que las aristas favorecen su compactación, además de proporcionarles mayor resistencia (Sociedad de Investigación y Explotación Minera de Castilla y León, 2008). El proceso de triturado requiere del uso de una maquinaria específica alimentada de electricidad. Los costes identificados en esta fase serán, por tanto, la amortización de la maquinaria y la electricidad.

3.4.3.1 Electricidad consumida en el triturado

La electricidad que consume la maquinaria de triturado viene dada por la siguiente expresión:

$$CET = \frac{PEl \cdot PET}{QT}$$

Siendo:

- CET* Coste de la electricidad consumida en el triturado por tonelada de material procesado (€/Tm)

- PEI* Precio de la electricidad por unidad de energía (€/kW·h)
PET Potencia eléctrica de la máquina de triturado (kW)
QT Capacidad de procesado de la maquinaria de triturado por unidad de tiempo (Tm/h)

3.4.3.2 *Amortización de la maquinaria de triturado*

La maquinaria de triturado tiene una vida útil ligeramente inferior al resto de maquinaria, debido a los continuos impactos que recibe durante el proceso de machaqueo del árido, esto es de 10.000 horas productivas aproximadamente. Para obtener un coste imputable a cada tonelada de material triturado, se considerará el precio de compra de la maquinaria, incluyendo todos sus gastos asociados, así como la productividad estimada de 150 toneladas de material por hora.

$$AMT = \frac{PMT}{VUMT \cdot QT}$$

Siendo:

- AMT* Amortización de la maquinaria de triturado por tonelada de material procesado (€/Tm)
PMT Precio de compra de la maquinaria de triturado, incluyendo todos los gastos asociados (€)
VUMT Vida útil de la maquinaria de triturado (h)
QT Capacidad de procesado de la maquinaria de triturado por unidad de tiempo (Tm/h)

3.4.4 **Costes directos de la fase de cribado**

La fase de cribado se lleva a cabo en todos los productos vendidos, ya que en cualquier aplicación de los áridos se requiere una fracción granulométrica específica. Esta fase utiliza una maquinaria alimentada por electricidad.

3.4.4.1 *Electricidad consumida en el cribado*

La maquinaria de cribado se alimenta únicamente de electricidad.

$$CEC = \frac{PEI \cdot PEC}{QC}$$

Siendo:

- CEC* Coste de la electricidad consumida en el cribado por tonelada de material procesado (€/Tm)
- PEI* Precio de la electricidad por unidad de energía (€/kW·h)
- PEC* Potencia eléctrica de la máquina de cribado (kW)
- QC* Capacidad de procesamiento de la maquinaria de cribado por unidad de tiempo (Tm/h)

3.4.4.2 *Amortización de la maquinaria de cribado*

La maquinaria de lavado tiene una vida útil de 12.500 horas productivas aproximadamente. Para obtener un coste imputable a cada tonelada de material cribado, se considerará el precio de compra de la maquinaria, incluyendo todos sus gastos asociados, así como la productividad estimada de 200 toneladas de material por hora.

$$AMC = \frac{PMC}{VUMC \cdot QC}$$

Siendo:

- AMC* Amortización de la maquinaria de cribado por tonelada de material procesado (€/Tm)
- PMC* Precio de compra de la maquinaria de cribado, incluyendo todos los gastos asociados (€)
- VUMC* Vida útil de la maquinaria de cribado (h)
- Q* Capacidad de procesamiento de la maquinaria de cribado por unidad de tiempo (Tm/h)

3.4.5 **Costes directos de la fase de transporte**

Generalmente, en los modelos de contabilidad de gestión utilizados en la mayoría de las empresas se considera al transporte como costes de distribución independientes de la cadena de valor. No obstante, en el caso de una empresa de áridos, se ha considerado que el transporte tiene una gran importancia en el negocio, por el volumen y por la infraestructura logística requerida para distribuir el material producido.

El transporte de los áridos se realiza mediante camiones tráiler dotados de semirremolques. En todos los gastos identificados, el cálculo del coste se hará en función del kilometraje realizado, teniendo en cuenta en todos los casos, que

los trayectos que debe hacer un camión para satisfacer los pedidos son del doble de la distancia al destino, dado que el ciclo de cualquier pedido exige ir desde la gravera a la obra y posteriormente, regresar a la gravera para cumplir con el siguiente pedido.

En esta fase se identifican los gastos de mano de obra directa de los conductores, combustible, neumáticos, amortización, seguros, inspecciones técnicas e impuestos.

3.4.5.1 Mano de obra directa de conductores

El primer coste que considerar es la mano de obra directa de la persona que conduce el camión. Se considera el coste por hora que no solo debe tener en cuenta el salario, sino también todos los costes adicionales de los que se tiene que hacer cargo la empresa. Se estima que mientras está trabajando, un conductor de camión recorre 50 kilómetros en una hora. Se añade el multiplicador de ida y vuelta y un factor de productividad (90%), dado que durante su jornada puede tener que realizar otras tareas (trasladar el vehículo al taller, pasar la inspección técnica, cumplimentar albaranes, ociosidad, etc.).

$$MODC = \frac{GC}{d \cdot p} \cdot m$$

Siendo:

- MODC* Mano de obra directa de los conductores (€/km)
- GC* Gastos devengados por la empresa por cada hora de jornada laboral del conductor (€/h)
- d* Distancia recorrida de media por cada conductor en una hora (km/h)
- p* Factor de productividad (%)
- m* Multiplicador de ida y vuelta (2)

3.4.5.2 Combustible de los camiones

Los camiones se alimentan de combustible diésel. Considerando un consumo aproximado de los camiones de 35 litros cada 100 kilómetros recorridos, se puede obtener el coste por kilómetro imputable al combustible.

$$CCC = PG \cdot \dot{C} \cdot m$$

Siendo:

CCC	Costes por el combustible de los camiones (€/km)
PG	Precio del gasóleo diésel por unidad de volumen (€/L)
\dot{C}	Consumo de gasóleo diésel de los camiones por unidad de distancia (L/km)
m	Multiplicador de ida y vuelta (2)

3.4.5.3 *Amortización de los neumáticos de los camiones*

Los costes de reposición de neumáticos son lo suficientemente representativos como para tenerlos en cuenta en este modelo, dado que cada camión cuenta con 12 neumáticos que deben ser repuestos cada 100.000 kilómetros, aproximadamente.

$$ANC = \frac{PN \cdot NPC}{VUN} \cdot m$$

ANC	Amortización de los neumáticos por unidad de distancia (€/km)
PN	Precio de compra de los neumáticos (€/unidad)
NPC	Neumáticos por camión (12 unidades)
VUN	Vida útil de los neumáticos (km)
m	Multiplicador de ida y vuelta (2)

3.4.5.4 *Amortización de las cabezas tractoras y semirremolques*

Los camiones tienen una vida útil media de un millón de kilómetros. Para obtener un coste imputable a cada kilómetro recorrido para entregar un pedido, se considerará el precio de compra del camión, incluyendo todos sus gastos asociados.

$$AC = \frac{PC}{VUC} \cdot m$$

Siendo:

AC	Amortización del camión por unidad de distancia (€/km)
PC	Precio de compra de la cabeza tractora y el semirremolque, incluyendo todos los gastos asociados (€)
VUC	Vida útil del camión (km)
m	Multiplicador de ida y vuelta (2)

3.4.5.5 Seguros, inspecciones técnicas e impuestos de las cabezas tractoras y semirremolques

En la sección de transporte, existen una serie de costes imputables a los camiones (formados por cabeza tractora y semirremolque), los cuales son abonados con periodicidad anual. Estos gastos son los seguros, las inspecciones técnicas de vehículos y los impuestos de circulación. Para poder expresarlo por unidad de distancia, en el cálculo inicial se ha estimado que cada camión recorre aproximadamente 100.000 kilómetros al año.

$$CAC = \frac{PS + PITV + PImp}{D} \cdot m$$

Siendo:

- CAC* Costes anuales de los camiones (€/km)
- PS* Precio anual de los seguros de la cabeza tractora y el semirremolque (€/año)
- PITV* Precio anual de la inspección técnica de la cabeza tractora y el semirremolque (€/año)
- PImp* Impuestos anuales de la cabeza tractora y el semirremolque (€/año)
- D* Distancia recorrida por el camión de media en un año (km/año)
- m* Multiplicador de ida y vuelta (2)

3.4.6 Costes indirectos

Se consideran costes indirectos aquellos que no se pueden imputar directamente a los productos generados. Como se ha visto anteriormente, los costes generados en las graveras o en los camiones son fácilmente imputables a los productos vendidos. No obstante, como se comentó inicialmente, la empresa ficticia objeto de análisis cuenta con un taller mecánico, un taller de soldadura y unas oficinas, cuyos costes deben ser tenidos en cuenta, aunque no aporten un valor evidente y directo en cada uno de los productos finales.

Del mismo modo que los costes directos se han expresado en magnitudes monetarias por unidad de peso o distancia, todos los costes indirectos se expresarán en euros mensuales, debido a la naturaleza de costes fijos que comparten muchos de ellos (salarios, alquileres, suministros, etc.).

3.4.6.1 Costes de mano de obra en graveras

En los centros de producción de áridos, hay empleados trabajando, pero el coste de su mano de obra no se puede imputar directamente a ninguna de las secciones, dado que puede ser personal multifunción asignado a una gravera y una misma persona realice tareas de extracción, lavado, triturado y cribado. No obstante, en una empresa, se pueden realizar aproximaciones de FTE (Equivalentes a Tiempo Completo, por sus siglas en inglés) por la dedicación a cada una de las tareas.

3.4.6.2 Costes de administración

Los costes de la sección auxiliar de administración no se imputarán directamente a ningún producto, sino que se añadirán en la cuenta de resultados analítica.

Estos gastos comprenderían el alquiler de las oficinas, los suministros de las oficinas, el salario del personal de oficina y el material de oficina (incluyendo en este último apartado la amortización del mobiliario, equipos y licencias informáticas).

Adicionalmente, en esta sección auxiliar se podrán incluir otros costes no financieros incurridos en el período analizado que no puedan imputarse a ninguna de las otras secciones. Un ejemplo de este tipo podría ser una sanción administrativa.

3.4.6.3 Costes de calidad

Los costes de calidad corresponden con aquellos incurridos en los análisis de calidad llevados a cabo en el laboratorio propio. Estos análisis son obligatorios para poder comercializar la mayoría de los productos. La unidad de obra utilizada para el reparto de costes en las diferentes secciones se realizará por número de muestras analizadas, pudiendo aplicarse a todas excepto a la de transporte.

Los costes de calidad incluyen la amortización del material de laboratorio y el salario del técnico encargado de realizar los análisis.

3.4.6.4 Costes de mantenimiento

Los costes de mantenimiento corresponden a aquellos costes devengados en sendos talleres propios, mecánico y de soldadura. En ellos se reparan tanto

maquinaria de graveras como camiones y semirremolques. El reparto de gastos se realizará en base a horas hombre dedicadas a cada reparación.

Los costes de mantenimiento incluyen la compra de repuestos, los salarios de mecánicos y soldadores, el alquiler y los suministros de la nave donde se ubican los talleres y la amortización del material mecánico y de soldadura.

3.5 Reparto de costes

Una vez definidos todos los costes directos e indirectos, es posible realizar un reparto de costes que permita conocer el coste unitario por tonelada o kilómetro de cada producto vendido en el período objeto de análisis.

La definición de los costes directos ya contempla esa normalización por peso y distancia, por lo que el primer paso sería sumarlos y multiplicarlos por el número de toneladas. Para ello, es necesario conocer las unidades vendidas. Esto se haría utilizando en análisis por proceso de la Tabla 2. Sabiendo las toneladas y kilómetros vendidos de cada uno de los ocho productos, se puede saber cuántas toneladas o kilómetros se pueden asignar a cada una de las cinco secciones principales. Por ejemplo, la aportación del producto F (transporte de áridos lavados), teniendo en cuenta que se han vendido un número x de toneladas recorriendo un número y de kilómetros, realizaría una aportación marginal a las secciones como se recoge en la siguiente tabla:

Tabla 3. Ejemplo de imputación de toneladas vendidas a cada sección por el producto F

Producto	Extracción	Lavado	Triturado	Cribado	Transporte
F: Transporte de áridos lavados	x Tm	x Tm	0 Tm	x Tm	y km

Con esta información y el análisis de costes directos realizado previamente, se podría obtener el total de costes directos del período, multiplicando el volumen de ventas por los costes directos unitarios

Tabla 4. Imputación de costes directos

	Extracción	Lavado	Triturado	Cribado	Transporte
Costes directos unitarios	€/Tm	€/Tm	€/Tm	€/Tm	€/km
Unidades vendidas	Tm	Tm	Tm	Tm	Tm
Costes directos	€	€	€	€	€

Por otra parte, los costes indirectos de secciones auxiliares (excepto administración) y de mano de obra en graveras se pueden repartir a cada sección

principal distribuyéndolos en función de la unidad de obra elegida en cada caso y multiplicando por el número de meses a los que corresponde el análisis.

Tabla 5. Imputación de costes indirectos y unidades de obra utilizadas

	Extracción	Lavado	Triturado	Cribado	Transporte
Mano de obra en graveras (FTE)	€	€	€	€	-
Mantenimiento (horas hombre)	€	€	€	€	€
Calidad (muestras analizadas)	€	€	€	€	-
Costes indirectos	€	€	€	€	€

Habiendo calculado los costes directos e indirectos, se pueden obtener finalmente los costes totales y unitarios para cada sección. Los costes totales se calcularán sumando los costes directos e indirectos de cada sección y los costes unitarios dividiendo estos costes totales por el volumen de ventas.

Tabla 6. Cálculo de costes totales y unitarios para cada sección

	Extracción	Lavado	Triturado	Cribado	Transporte
Costes directos (A)	€	€	€	€	€
Costes indirectos (B)	€	€	€	€	€
Costes totales (A+B)	€	€	€	€	€
Costes unitarios (A+B/Vol. Ventas)	€/Tm	€/Tm	€/Tm	€/Tm	€/Tm

3.6 Cuenta de resultados analítica

Una vez descrita la cadena de valor y los costes en los que puede incurrir cada uno de los productos comercializados por una empresa de áridos, en este epígrafe se explicará cómo se construye la cuenta de resultados analítica.

El objetivo de este ejercicio es determinar con el máximo nivel de precisión los costes de cada uno de los productos ofrecidos por la empresa objeto del estudio. Dado que se conocen los costes unitarios por sección y las secciones que atraviesa cada producto por unidad de peso o de distancia, solo sería necesario sumar todos los costes de cada sección, obteniendo los resultados de venta de cada producto.

Los costes totales de las cuatro primeras secciones se incluirían en el coste industrial de las ventas, mientras que los de la sección de transporte lo harían en el coste de distribución.

Tabla 7. Construcción de la cuenta de resultados analítica (Fullana Belda & Paredes Ortega, 2011)

Ventas netas	€
- Coste industrial de las ventas	(€)
= Margen industrial	€
- Coste de distribución	(€)
= Margen comercial	€
- Costes de administración y generales	(€)
= Resultado de explotación	€
± Resultado financiero	€
= Resultado del período	€

Además, con todos los costes por unidad calculados previamente, es posible realizar un análisis similar analizando de forma independiente cada uno de los productos vendidos, como se mostrará en el modelo de Excel construido que se analizará en el siguiente epígrafe.

3.7 Construcción del modelo en Excel

Con el fin de que el resultado de este trabajo se pueda materializar en algo tangible, se ha diseñado un modelo en Excel mediante el cual, a partir de las entradas de precios unitarios y producción obtenida y vendida, se puedan obtener directamente los costes de cada producto y se genere una cuenta de resultados analítica.

A lo largo de este epígrafe, se explicará cada una de las hojas contenidas en el libro de Excel acompañado de ilustrativos. Antes de presentar el modelo, cabe destacar que los datos utilizados son completamente ilustrativos. Dado que cada empresa contará con una estructura, maquinaria, proveedores y salarios diferentes, corresponderá al usuario completar el documento con datos reales.

Adicionalmente, cualquier información sobre costes deberá incluir la suma de todos los elementos generadores de ese coste. Por ejemplo, si la empresa cuenta con varios camiones, deberá incluir los datos agregados de todos los camiones con los que cuenta.

3.7.1 Parámetros

La hoja “Parámetros” contiene una tabla con todos los parámetros utilizados para el cálculo de los costes directos.

Ilustración 4. Detalle ilustrativo de la hoja “Parámetros” del modelo construido en Excel

ID	Categoría	Subcategoría	Símbolo	Descripción	Magnitud	Unidad
1	Terrenos	Precio	PII	Precio de la investigación topográfica (generalmente, un 5% de PADq)	100.000	€
2	Terrenos	Precio	PADq	Precio de adquisición del terreno, incluyendo gastos derivados	2.500.000	€
3	Terrenos	Topografía	S	Superficie de la parcela de la gravera	500.000	m ²
4	Terrenos	Topografía	Pg	Potencia media de la gravera	4	m
5	Áridos	Propiedad	p	Densidad de los áridos	1,5	Tm/m ³
6	Terrenos	Estadística	f	Factor de éxito, porcentaje de las investigaciones topográficas que resultan en adquisición del terreno	80	%
7	Terrenos	Precio	VR	Valor residual del terreno una vez finalizada su explotación (generalmente, un 20% de PADq)	400.000	€
8	Terrenos	Estadística	η	Rendimiento de la gravera	90	%
9	Terrenos	Precio	PLE	Precio de la licencia de explotación, incluyendo los gastos de elaboración del Plan de Labores (generalmente, un 10% de PADq)	200.000	€
10	Terrenos	Precio	GRes	Gastos derivados de la restauración de la gravera (generalmente, un 50% de PADq)	1.000.000	€
11	Suministros	Precio	PGB	Precio del gasóleo B por unidad de volumen	1	€/L
12	Maquinaria	Consumo	CB'	Consumo de gasóleo B de la maquinaria de extracción por unidad de tiempo	40	L/h
13	Maquinaria	Capacidad	QE	Capacidad de procesado de la maquinaria de extracción por unidad de tiempo	200	Tm/h
14	Maquinaria	Precio	PME	Precio de compra de la maquinaria de extracción, incluyendo todos los gastos asociados	1.000.000	€
15	Maquinaria	Vida útil	VUME	Vida útil de la maquinaria de extracción	15.000	h
16	Maquinaria	Precio	PAg	Precio del agua por unidad de volumen	1,00	€/m ³
17	Maquinaria	Consumo	V'	Caudal de agua no recirculada en el lavado	9	m ³ /h
18	Maquinaria	Capacidad	QL	Capacidad de procesado de la maquinaria de lavado por unidad de tiempo	100	Tm/h

En total, en el modelo se utilizan 45 parámetros y en esta hoja se han recogido todos ellos y clasificado por categoría y subcategoría, para poder trabajar cómodamente con ellos.

Algunos de los parámetros son de tipo estadístico, por lo que, si se busca obtener un resultado preciso, sería necesario llevar a cabo un estudio de la magnitud de dichos parámetros en la empresa que desee aplicar el modelo.

Por otra parte, se recomienda calcular los parámetros que reflejan precios por el método de los costes medios ponderados (WAC, por sus siglas en inglés).

En esta hoja se debe rellenar la columna “Magnitud”, para que el resto del modelo utilice estos datos para realizar los cálculos. Además, puede ser útil para revisar el efecto que tendría sobre la estructura de costes un incremento marginal de cualquiera de los parámetros estudiados.

3.7.2 Lista de costes directos

La hoja “Lista de costes directos” realiza el cálculo de los 18 costes directos identificados, así como del coste unitario de cada sección, haciendo uso de las fórmulas indicadas en el apartado 3.4.

Ilustración 5. Detalle ilustrativo de la hoja “Lista de costes directos” del modelo construido en Excel

ID	Fase	Símbolo	Descripción	Magnitud	Unidad
1	Extracción	CIT	Coste de la investigación topográfica por tonelada de material extraíble	0,0417	€/Tm
2	Extracción	CAdq	Coste de adquisición del terreno por tonelada de material extraíble	0,7778	€/Tm
3	Extracción	CLE	Coste de las licencias de explotación del terreno por tonelada de material extraíble	0,0667	€/Tm
4	Extracción	CRes	Coste de la restauración de la gravera por tonelada de material extraído	0,3333	€/Tm
5	Extracción	CCE	Coste del combustible de la maquinaria de extracción por tonelada de material procesado	0,2100	€/Tm
6	Extracción	AME	Amortización de la maquinaria de extracción por tonelada de material procesado	0,3333	€/Tm
7	Lavado	CAL	Coste del agua consumida en el lavado por tonelada de material procesado	0,0900	€/Tm
8	Lavado	CEL	Coste de la electricidad consumida en el lavado por tonelada de material procesado	0,0450	€/Tm
9	Lavado	AML	Amortización de la maquinaria de lavado por tonelada de material procesado	0,1133	€/Tm
10	Triturado	CET	Coste de la electricidad consumida en el triturado por tonelada de material procesado	0,0450	€/Tm
11	Triturado	AMT	Amortización de la maquinaria de triturado por tonelada de material procesado	0,1067	€/Tm
12	Cribado	CEC	Coste de la electricidad consumida en el cribado por tonelada de material procesado	0,0225	€/Tm
13	Cribado	AMC	Amortización de la maquinaria de cribado por tonelada de material procesado	0,0600	€/Tm
14	Transporte	MODC	Mano de obra directa de los conductores	0,8444	€/km
15	Transporte	CCC	Costes por el combustible de los camiones	0,9800	€/km
16	Transporte	ANC	Amortización de los neumáticos por unidad de distancia	0,0960	€/km
17	Transporte	AC	Amortización del camión por unidad de distancia	0,4000	€/km
18	Transporte	CAC	Costes anuales de los camiones	0,0192	€/km

Costes Directos Extracción	1,7628 €/Tm
Costes Directos Lavado	0,2483 €/Tm
Costes Directos Triturado	0,1517 €/Tm
Costes Directos Cribado	0,0825 €/Tm
Costes Directos Transporte	2,3396 €/km

Como se puede ver en la ilustración, en la tabla superior se calculan todos los costes y en la tabla inferior se presentan agregados por secciones principales. En esta hoja, el usuario no debe interactuar, ya que solo presenta resultados de manera informativa y con el fin de ser reutilizado en fases posteriores del análisis.

3.7.3 Lista de costes indirectos

La hoja “Lista de costes indirectos” se utiliza para la introducción de los costes indirectos que se han identificado previamente.

Ilustración 6. Detalle ilustrativo de la hoja “Lista de costes indirectos” del modelo construido en Excel

ID	Coste indirecto	Partida	Magnitud	Unidad
1	Mano de obra en graveras	Salarios personal de graveras	50.000	€/mes
2	Administración	Salarios personal de oficina	30.000	€/mes
3	Administración	Alquiler de oficinas	3.000	€/mes
4	Administración	Suministros oficinas	500	€/mes
5	Administración	Material de oficina	550	€/mes
6	Administración	Otros gastos	1.500	€/mes
7	Calidad	Salario técnico de laboratorio	3.000	€/mes
8	Calidad	Amortización material de laboratorio	350	€/mes
9	Mantenimiento	Repuestos	13.000	€/mes
10	Mantenimiento	Salarios personal de talleres	6.000	€/mes
11	Mantenimiento	Alquiler de talleres	2.000	€/mes
12	Mantenimiento	Suministros talleres	750	€/mes
13	Mantenimiento	Amortización material de talleres	1.000	€/mes

Para ello, se debe completar la columna “Magnitud” con el coste mensual de cada una de las partidas de gastos para el período analizado.

3.7.4 Reparto de costes indirectos

La hoja “Reparto de costes indirectos” presenta, por un lado, el total mensual de cada uno de los 4 costes indirectos y, por otro, permite realizar el reparto de dichos costes mediante la introducción de las unidades de obra.

Ilustración 7. Detalle ilustrativo de la hoja “Reparto de costes indirectos” del modelo construido en Excel

ID	Coste indirecto	Total mensual	Unidad de obra	Extracción	Lavado	Triturado	Cribado	Transporte
1	Mano de obra en graveras	50.000 €/mes	FTE	3	0,5	1	0,5	
2	Mantenimiento	22.750 €/mes	Horas hombre	100			60	160
3	Calidad	3.350 €/mes	Muestras analizadas	40	30	25	40	
4	Administración	35.550 €/mes	-					

El usuario tendría que completar las columnas de las cinco secciones, con el número de unidades de obra que se imputarán a cada sección. En el caso de la sección auxiliar de administración, este reparto no es necesario.

3.7.5 Ventas

La hoja “Ventas” presenta los ocho productos con sus fases y a partir de la introducción del volumen de ventas en toneladas de cada producto, kilómetros facturados en el transporte (solo de ida, dado que todas las fórmulas de la sección de transporte ya incluyen un multiplicador de ida y vuelta) e importe de ventas, se puede obtener el margen comercial, dado que calcula el coste de venta de cada producto sumando costes directos e indirectos.

Ilustración 8. Detalle ilustrativo de la hoja “Ventas” del modelo construido en Excel

ID	Producto	Extracción	Lavado	Triturado	Cribado	Transporte	Toneladas	Kilómetros	Importe de venta	Coste de venta	Margen comercial	Margen comercial (%)
A	Cargue de áridos	✓			✓		6.000	-	20.000 €	17.092 €	2.908 €	17,02%
B	Cargue de áridos lavados		✓				7.000	-	25.000 €	23.070 €	1.930 €	8,37%
C	Cargue de áridos triturados	✓		✓	✓		8.000	-	28.000 €	27.233 €	767 €	2,82%
D	Cargue de áridos triturados y lavados	✓	✓				10.000	-	35.000 €	38.512 €	-3.512 €	-9,12%
E	Transporte de áridos	✓			✓	✓	3.500	40.000	120.000 €	105.889 €	14.111 €	13,33%
F	Transporte de áridos lavados	✓	✓		✓	✓	5.400	60.000	180.000 €	161.675 €	18.325 €	11,33%
G	Transporte de áridos triturados	✓		✓	✓	✓	1.800	20.000	60.000 €	54.087 €	5.913 €	10,93%
H	Transporte de áridos triturados y lavados	✓	✓	✓	✓	✓	6.500	75.000	220.000 €	204.881 €	15.119 €	7,38%
Total							48.200	195.000	688.000 €	632.439 €	55.561 €	8,79%

En esta hoja, el usuario debería rellenar las columnas “Toneladas”, “Kilómetros” e “Importe de ventas”, así como las celdas de fecha de inicio y de fin del período analizado. Como se puede observar en el ejemplo ilustrativo, se calculan los costes y márgenes por producto y totales, con el fin de analizar el rendimiento de la empresa de manera global y de cada producto de manera particular. En este caso, se puede observar que el importe de venta para el producto D no cubre costes, presentando un margen comercial negativo del 9,12%. Adicionalmente, se observa cierta tendencia a la venta de los productos con más etapas de procesado con un margen inferior que los productos que han atravesado menos etapas.

3.7.6 Reparto y resultados

Esta última hoja muestra un reporte con el reparto detallado de costes por secciones y la cuenta de resultados analítica.

Ilustración 9. Detalle ilustrativo de la hoja “Reparto y resultados” del modelo construido en Excel

	Extracción	Lavado	Triturado	Cribado	Transporte	Administración
Costes directos unitarios	1,7628 €/Tm	0,2483 €/Tm	0,1517 €/Tm	0,0825 €/Tm	2,3396 €/km	- €
Unidades vendidas	48.200 Tm	28.900 Tm	26.300 Tm	48.200 Tm	195.000 km	0
Costes directos	84.966 €	7.177 €	3.989 €	3.977 €	456.231 €	- €
Meses	1	1	1	1	1	1
Mano de obra en graveras	30.000 €	5.000 €	10.000 €	5.000 €	- €	- €
Mantenimiento	7.109 €	- €	- €	4.266 €	11.375 €	- €
Calidad	993 €	744 €	620 €	993 €	- €	- €
Administración	- €	- €	- €	- €	- €	35.550 €
Costes indirectos	38.102 €	5.744 €	10.620 €	10.258 €	11.375 €	35.550 €
Costes totales	123.068 €	12.921 €	14.609 €	14.235 €	467.606 €	
Costes unitarios	2,5533 €/Tm	0,4471 €/Tm	0,5555 €/Tm	0,2953 €/Tm	2,3980 €/km	

CUENTA DE RESULTADOS ANALÍTICA	
Ventas netas	688.000,00 €
- Coste industrial de las ventas	- 164.833,06 €
= Margen industrial	523.166,94 € 76%
- Coste de distribución	- 467.605,67 €
= Margen comercial	55.561,28 € 8%
- Costes de administración y generales	- 35.550,00 €
= Resultado de explotación	20.011,28 € 3%
+/- Resultado financiero	5.000,00 €
= Resultado del período	25.011,28 € 4%

En esta hoja, el usuario solo debe introducir el resultado financiero (positivo o negativo, según corresponda) para obtener el resultado del período.

Como se puede observar, en esta hoja se puede obtener información relevante sobre el estado de la empresa y del coste aproximado por unidad producida en cada sección.

Aun siendo un ejemplo ilustrativo, la cuenta de resultados analítica representa claramente que los costes de distribución suponen la gran mayoría de los costes asumidos por la empresa. Además, permite ver de manera porcentual un ejemplo de la representatividad de cada uno de los márgenes y resultados sobre las ventas netas.

4 Conclusiones

Se ha desarrollado un modelo contable que responde a las necesidades específicas del sector de los áridos, caracterizado por su enfoque tradicional y la presión económica derivada de la volatilidad de los precios de los insumos esenciales. Mediante un análisis detallado de la cadena de valor y la aplicación de un modelo de costes completos, se han alcanzado los objetivos principales del TFG, aportando tanto al ámbito académico como profesional.

Se ha creado un modelo en Excel que proporciona a las empresas del sector una herramienta precisa y adaptable para calcular costes y márgenes de productos o servicios. Este modelo facilita la visualización y gestión de la estructura de costes y ofrece predicciones sobre cómo los cambios en los costes de elementos clave como el combustible y los salarios afectan directamente la rentabilidad. La capacidad de adaptación del modelo a diferentes escenarios de precios es especialmente valiosa en un entorno económico dinámico, y proporciona una base sólida para la toma de decisiones.

Desde una perspectiva académica, se ha comprobado la efectividad de las teorías desarrolladas en contextos prácticos y se ha explorado su flexibilidad y adaptabilidad a industrias menos comunes.

Para los profesionales del sector, el modelo proporciona una capacidad para anticipar y reaccionar a las dinámicas del mercado. Esta herramienta de gestión contable podría ayudar a las empresas no solo a sobrevivir, sino a prosperar, adaptando sus estrategias de negocio de manera proactiva ante cambios económicos.

Se recomienda que futuras investigaciones continúen explorando y expandiendo el alcance de este trabajo, examinando su aplicabilidad en el análisis de la cadena de valor particular que existe en el reciclaje de los Residuos de la Construcción y Demolición (RCD). Mediante el reciclaje de RCD, se pueden conseguir áridos de una calidad generalmente inferior, pero contribuyendo a minimizar el deterioro del planeta (Río, Izquierdo, Salto-Weis, & Santa Cruz, 2010). Esta cadena de valor implicaría que una empresa dedicada a los áridos podría generar valor desde el reciclaje de estos materiales, hasta el procesado y posterior puesta a la venta. De esta forma, un mismo producto se podría

facturar en dos ocasiones: una en la recepción del material y otra en la venta de este.

También podría aportar valor al tema un estudio de mercado que fuese capaz de cuantificar todas las estadísticas que se han estimado en el trabajo, reforzando así la precisión del modelo.

5 Declaración de Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial Generativa

Por la presente, yo, Jorge Antolín Hervella, estudiante de Máster en Ingeniería Industrial y Grado en Administración y Dirección de Empresas de la Universidad Pontificia Comillas al presentar mi Trabajo Fin de Grado titulado "Aplicación de un sistema de contabilidad de gestión a una empresa de producción de áridos", declaro que he utilizado la herramienta de Inteligencia Artificial Generativa ChatGPT u otras similares de Inteligencia Artificial Generativa de código sólo en el contexto de la actividad descrita a continuación:

- **Corrector de estilo literario y de lenguaje:** Para mejorar la calidad lingüística y estilística del texto.

Afirmo que toda la información y contenido presentados en este trabajo son producto de mi investigación y esfuerzo individual, excepto donde se ha indicado lo contrario y se han dado los créditos correspondientes (he incluido las referencias adecuadas en el TFG y he explicitado para que se ha usado ChatGPT u otras herramientas similares). Soy consciente de las implicaciones académicas y éticas de presentar un trabajo no original y acepto las consecuencias de cualquier violación a esta declaración.

Fecha: 26 de abril de 2024

Firma:  _____

6 Bibliografía

- Asociación Española de Normalización. (2023). *UNE Normalización Española*.
Obtenido de Comité CTN 146 - Áridos: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/comites-tecnicos-de-normalizacion/comite?c=CTN+146>
- Asociación Nacional Española de Fabricantes de Áridos. (2023). *Los Áridos*.
Obtenido de <https://www.aridos.org/explicacion-de-los-aridos/>
- Boletín Oficial del Estado. (21 de Julio de 1973). *Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas*. Obtenido de AEBOE: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1973-1018>
- Boletín Oficial del Estado. (12 de Junio de 2009). *Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras*. Obtenido de AEBOE: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2009-9841>
- Boletín Oficial del Estado. (24 de Junio de 2015). *Ley 13/2015, de 24 de junio, de Reforma de la Ley Hipotecaria aprobada por Decreto de 8 de febrero de 1946 y del texto refundido de la Ley de Catastro Inmobiliario, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2004, de 5 de marzo*. Obtenido de AEBOE: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2015-7046>
- Bureau Van Dijk. (20 de Febrero de 2024). *Sabi [base de datos]*.
- Dowd, P. (1994). Risk assessment in reserve estimation and open-pit planning. *Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy, Section A: Mining Technology*, 103, 148-154.
- Esteban Salvador, L. (2019). La Contabilidad de Gestión como herramienta para la toma de decisiones. *Revista de Relaciones Laborales*(6), 85-96.
- Fullana Belda, C., & Paredes Ortega, J. L. (2011). *Manual de Gestión de Costes*. Madrid: Lerko Print.
- González Márquez, F. J. (2014). *Los sistemas de gestión en la industria extractiva de Andalucía: situación actual y futura. Sector de la minería de los áridos y de la piedra natural [Tesis Doctoral]*. Huelva: Universidad de Huelva.

- Herrera Herbert, J. (2018). *Canteras de áridos y de minerales industriales*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Instituto Geográfico Nacional. (2019). *Mapa litológico de España*. Obtenido de Atlas Nacional de España: https://atlasnacional.ign.es/wane/Archivo:Espana_Mapalitologico_1978_mapa_15184_spa.jpg
- Instituto Nacional de Estadística. (18 de Septiembre de 2023). *Contabilidad Nacional Anual de España: principales agregados. 2020-2022*. Obtenido de INEbase: https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736177057&menu=ultiDatos&idp=1254735576581
- Marchán Sanz, C. (2014). *Panorama Minero 2014*. Instituto Geológico y Minero de España.
- Martín, R., González, J., & Arguedas, R. (2012). Estructura de costes en el sector de la construcción en España. *Revista de la construcción*, 17-31.
- Muñoz, D. (2019). Claroscuros en el futuro del sector de los áridos en España. *Ingeopres: Actualidad técnica de ingeniería civil, minería, geología y medio ambiente*(271), 48-51.
- Río, M., Izquierdo, P., Salto-Weis, I., & Santa Cruz, J. (2010). La regulación jurídica de los residuos de construcción demolición (RCD) en España. El caso de la Comunidad de Madrid. *Informes de la Construcción*, 62(517), 81-86.
- Sociedad de Investigación y Explotación Minera de Castilla y León. (2008). *Los Áridos en Castilla y León*. Valladolid: Domènech e-learning multimedia.
- Sprinkle, G. (2003). Perspectives on experimental research in managerial accounting. *Accounting, Organizations and Society*(28), 287-318.
- Tiktin Ferreiro, J. (1998). *Procesamientos generales de construcción. Procesamiento de áridos, instalaciones de hormigonado y puesta en obra de hormigón*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos.

Zarychta, R., Zarychta, A., & Bzdęga, K. (2020). Progress in the Reconstruction of Terrain Relief Before Extraction of Rock Materials. The Case of Liban Quarry, Poland. *Remote Sensing*, 12(1548).

