



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ADE

Facultad de Administración  
y Dirección de Empresas /UPV

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Facultad de Administración y Dirección de Empresas

Estudio de costes en explotaciones mineras en España

Trabajo Fin de Grado

Grado en Administración y Dirección de Empresas

AUTOR/A: Ferrandis Morant, Pascual

Tutor/a: Ribal Sanchis, Francisco Javier

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

# Índice general

Resumen . . . . .	V
Abstract . . . . .	VI
Índice de Figuras . . . . .	VIII
Índice de Tablas . . . . .	IX
<b>1. Introducción y contexto</b>	<b>1</b>
1.1. Introducción y objetivos del TFG . . . . .	1
1.2. Importancia de la industria extractiva minera en España . . . . .	1
1.3. Regulación de las concesiones y autorizaciones mineras . . . . .	5
1.4. Utilidad de los estudios de costes . . . . .	8
<b>2. Metodología</b>	<b>11</b>
2.1. Medición de costes operativos . . . . .	11
2.2. Importancia de disponer de una buena base de datos . . . . .	14
2.3. Lenguaje y entorno de programación . . . . .	15
<b>3. Fuente de datos</b>	<b>17</b>
3.1. Estadística Minera Anual . . . . .	17
3.2. Construcción base de datos . . . . .	19
<b>4. Resultados</b>	<b>23</b>
4.1. Presentación de las fichas de los apéndices . . . . .	23
4.2. Análisis de la estructura de costes para los minerales . . . . .	25
4.2.1. Productos Energéticos . . . . .	26
4.2.2. Minerales Metálicos . . . . .	29
4.2.3. Minerales industriales . . . . .	31
4.2.4. Rocas Ornamentales . . . . .	36
4.2.5. Otros Productos de Cantera . . . . .	37
4.2.6. Análisis específico por mineral . . . . .	40

<b>5. Conclusiones</b>	<b>49</b>
<b>A. Fichas de los subsectores</b>	<b>51</b>
A.1. Productos Energéticos . . . . .	52
A.2. Minerales Metálicos . . . . .	53
A.3. Minerales Industriales . . . . .	54
A.4. Rocas Ornamentales . . . . .	55
A.5. Otros Productos de Cantera . . . . .	56
<b>B. Fichas de los minerales</b>	<b>57</b>
B.1. Productos Energéticos . . . . .	58
0 . Hidrocarburo . . . . .	58
51 . Antracita . . . . .	59
52 . Carbón . . . . .	60
53 . Hulla subbituminosa . . . . .	61
B.2. Minerales Metálicos . . . . .	62
1 . Cobre . . . . .	62
B.3. Minerales Industriales . . . . .	63
2 . Arcilla refractaria . . . . .	63
3 . Arcillas especiales . . . . .	64
4 . Caolín . . . . .	65
5 . Cuarzo . . . . .	66
6 . Espato fluor . . . . .	67
7 . Feldespato . . . . .	68
8 . Glauberita . . . . .	69
9 . Magnesita cruda . . . . .	70
10 . Otros minerales . . . . .	71
11 . Óxidos de hierro . . . . .	72
12 . Piedra pómez/puzolana . . . . .	73
13 . Sal gema . . . . .	74
14 . Sal manantial . . . . .	75
15 . Sal marina . . . . .	76
16 . Trípoli . . . . .	77
17 . Turba . . . . .	78
B.4. Rocas Ornamentales . . . . .	79

18 . Alabastro . . . . .	79
19 . Arenisca ornamental . . . . .	80
20 . Caliza ornamental . . . . .	81
21 . Cuarzita ornamental . . . . .	82
22 . Granito ornamental . . . . .	83
23 . Mármol ornamental . . . . .	84
24 . Pizarra ornamental . . . . .	85
B.5. Otros Productos de Cantera . . . . .	86
25 . Pizarra ornamental . . . . .	86
26 . Anfibolita . . . . .	87
27 . Arcilla . . . . .	88
28 . Arena silíceas . . . . .	89
29 . Arena y grava . . . . .	90
30 . Arenisca (otros usos) . . . . .	91
31 . Basalto . . . . .	92
32 . Caliza (otros usos) . . . . .	93
33 . Corneana . . . . .	94
34 . Creta . . . . .	95
35 . Cuarzita (otros usos) . . . . .	96
36 . Diabasa . . . . .	97
37 . Diorita (otros usos) . . . . .	98
38 . Dolomía . . . . .	99
39 . Fonolita . . . . .	100
40 . Granito (otros usos) . . . . .	101
41 . Grauvaca . . . . .	102
42 . Margas . . . . .	103
43 . Mármol (otros usos) . . . . .	104
44 . Milonita . . . . .	105
45 . Ofita . . . . .	106
46 . Pizarra (otros usos) . . . . .	107
47 . Pórfidos . . . . .	108
48 . Traquita . . . . .	109
49 . Yeso . . . . .	110
50 . Serpentina y dunita . . . . .	111

C. Gráficas regresión de los minerales	113
D. Relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 203	139
Bibliografía	146

# Resumen

Este trabajo de fin de grado busca analizar la estructura de costes de la industria extractiva en España, tanto a nivel de los subsectores existentes como a nivel de las diferentes sustancias minerales.

Para ello se construirá primero una base de datos con la estructura de costes de explotación para ambos niveles. La fuente de datos principal para la elaboración del trabajo es la Estadística Minera de España para el período de 2016 a 2020. Esta es la principal fuente de información de los resultados económicos de las explotaciones mineras en España.

Con el uso del lenguaje de programación R, se crearán unas fichas visuales para facilitar el entendimiento de los costes de explotación y de sus componentes para cada subsector y mineral; a la vez que se realiza el análisis para determinar la estructura de costes de operación. En este análisis se clasificarán los costes en función de en qué se destina el dinero y respecto a cómo varían en función de la actividad económica. Para ello se hará uso de diferentes modelos estadísticos.

También se estudiará la variación de la estructura de costes a lo largo del periodo, calculando el ratio de inversiones y comentando el margen operativo; y se pondrán en valor aquellos minerales que cuentan con alguna situación anómala en su estructura de costes.

**Palabras clave:** Análisis de inversiones, Costes operativos, Explotaciones mineras, Estudio de costes, Ley de minas, Programación en R, Valoración

# Abstract

This final degree project aims to analyze the cost structure of the extractive industry in Spain for each existing subsector and for all the mineral substances extracted.

In order to achieve this goal, a database will be created with the cost structure of exploitation for both levels of the study. The primary data source for elaborating the work is the Spanish Mining Statistics from 2016 to 2020, which is considered the primary source of information on the financial results of mining operations in Spain.

Using the R programming language, visual tabs will be created to facilitate the understanding of the operating costs and their components for each subsector and mineral. They will help in the performance of the analysis to determine the operating cost structure. This analysis will classify costs according to where the money is spent and how they vary according to economic activity. For this purpose, different statistical models will be used.

Finally, the variation in the cost structure throughout the period will also be studied by calculating the investment ratio and discussing the operating margin. Furthermore, minerals that exhibit any abnormal situations in their cost structure will be highlighted.

**Key words:** Investment analysis, Operational costs, Mining operations, Cost study, Mining law, R programming, Valuation

# Índice de figuras

2.1. Tipos de Costes Variables . . . . .	13
2.2. Costes Semifijos y Costes Semivariables . . . . .	14
3.1. Fragmento de la tabla de la sal marina de la Estadística Minera . . . . .	18
3.2. Representación de la extracción de datos . . . . .	20
3.3. Extracto de la base de datos de segundo nivel para el Cobre en 2020 . . . . .	22
4.1. Primera sección de las fichas de minerales (Arcilla) . . . . .	23
4.2. Tercera sección de la ficha de subsectores (Rocas Ornamentales) . . . . .	25
4.3. Tercera sección de las fichas de minerales (Arcilla) . . . . .	25
4.4. Representación de los ingresos y los costes de los productos energéticos . . . . .	26
4.5. Relación de los costes y ventas de los productos energéticos . . . . .	27
4.6. Representación de los ingresos y los costes de los hidrocarburos . . . . .	27
4.7. Representación de los ingresos y los costes de la antracita y el carbón . . . . .	28
4.8. Explotaciones y Ratio Capex del carbón y la antracita . . . . .	29
4.9. Representación de los ingresos y los costes de los minerales metálicos y el cobre . . . . .	30
4.10. Relación de los costes y ventas de los productos energéticos . . . . .	30
4.11. Producción de Cobre en España . . . . .	31
4.12. Representación de los ingresos y los costes de los minerales industriales . . . . .	32
4.13. Relación de los costes y ventas de los minerales industriales . . . . .	32
4.14. Representación de los ingresos y los costes de la arcilla refractaria . . . . .	33
4.15. Precio medio, ratio Capex y producción del espato-flúor . . . . .	34
4.16. Representación de los ingresos y los costes de la arcilla espato-flúor . . . . .	34
4.17. Representación de los ingresos y los costes de los óxidos de hierro y la glauberita . . . . .	35
4.18. Producción de glauberita en España . . . . .	35
4.19. Representación de los ingresos y los costes de las rocas minerales . . . . .	36

4.20. Relación de los costes y ventas de las rocas minerales . . . . .	37
4.21. Representación de los ingresos y los costes de los otros productos de cantera	37
4.22. Relación de los costes y ventas de los otros productos de cantera . . . . .	38
4.23. Representación de los ingresos y los costes de la creta . . . . .	38
4.24. Representación de los ingresos y los costes de la pizarra ornamental . . .	39
4.25. Representación de los ingresos y los costes de la diorita . . . . .	39
4.26. Representación de los ingresos y los costes de las margas . . . . .	40

# Índice de tablas

2.1. Librerías de R utilizadas . . . . .	15
4.1. Segunda sección de las fichas de minerales (Arcilla) . . . . .	24
4.2. Tabla con la distribución de costes y el resultado operativo de la hulla . .	29
4.3. Tabla con la distribución de costes y el resultado operativo de la glauberita	35
4.4. Regresión lineal entre los Costes y las Ventas para cada mineral . . . . .	41



# Capítulo 1

## Introducción y contexto

### 1.1. Introducción y objetivos del TFG

La industria extractiva española tiene una larga tradición y una relativa importancia económica para nuestro país. A pesar de su bajo peso en la totalidad del PIB del país, puesto que representa el 0,3% en el año 2020; la industria provee de materiales indispensables para otros muchos sectores sin los cuales tendrían que cesar su producción. Además, en 2020 empleó a 29.319 trabajadores, con una ligera tendencia creciente desde hace ya unos años [MITECO, 2022a].

De forma anual el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) publica La Estadística Minera para España en la que recoge información sobre costes de las explotaciones mineras. Se trata de una recopilación de información muy útil pero que carece de procesamiento o análisis. En este TFG vamos a recoger e integrar parte de esa información para los últimos años de modo que podamos determinar la estructura de costes de operación de la industria minera en España.

Para lograr este propósito se tratará de alcanzar los siguientes **objetivos secundarios**:

- Construir una base de datos de costes e ingresos en función del tipo de mineral para el horizonte temporal 2016-2020.
- Crear fichas visuales para los diferentes tipos de recursos minerales que faciliten el análisis de costes.
- Determinar la estructura de costes de los principales subsectores y las sustancias minerales que los conforman.
- Analizar la evolución de la estructura de costes de los principales subsectores.

### 1.2. Importancia de la industria extractiva minera en España

Para poder comprender los motivos que hacen de la industria extractiva minera un sector estratégico en España, es necesario primero entender en qué consiste esta industria. La industria extractiva minera hace referencia a todos aquellos procesos industriales

vinculados al descubrimiento y a la extracción selectiva de rocas y minerales presentes en los estratos superiores de la Tierra, con la finalidad de comercializarlos y sacar un rendimiento económico de ellos. Esta cadena de procesos se inicia con las operaciones puramente vinculadas a la extracción de materiales, ya sea en minas subterráneas o en las de cielo abierto, y se finaliza tras su paso por los procesos de transformación donde pueden ser tratadas, filtradas, clasificadas, lavadas, etc. con el objetivo de ser preparadas para la venta [Herrera Herbert, 2019].

Según el tipo de sustancias que se extraen, la minería se puede clasificar en tres grandes categorías. La primera de ellas es la relativa a la minería metalúrgica. En esta se incluyen minerales tales como el cobre, el oro, el aluminio o el mercurio, que son utilizados como materias primas en otras industrias. La segunda categoría es la de la minería de elementos no metálicos, la cual engloba una gran cantidad de minerales y rocas. Esta heterogeneidad entre las sustancias que conforman el grupo se ve reflejada en las diversas finalidades de las mismas, que van desde su integración en los procesos industriales (como en el caso del cuarzo, el caolín o la sal) hasta su uso en la construcción o en la creación de esculturas (destacando elementos como el mármol, la pizarra, la arcilla o el yeso). Finalmente, la tercera categoría es la minería energética o de hidrocarburos que como bien indica su nombre, está destinada a la producción de energía. Es el caso del petróleo, el carbón o la hulla.

Es por todo ello por lo que la industria extractiva cumple una función clave en el desarrollo de la actividad económica del país, al suministrar a otras industrias de una gran variedad de materias primas esenciales para la constitución de todos los productos necesarios en una sociedad moderna. Cualquier dificultad o fallo en el suministro de estos recursos afectaría negativamente al normal desarrollo de la actividad industrial en todo el mundo. El propio Comité Económico y Social Europeo ha subrayado la importancia de esta industria, llegando a estimar en 2019 que “el 70 % de la industria europea depende de sustancias extraídas del subsuelo”[Unión Europea, 2009].

En consonancia con esto, y con el propósito de cubrir las necesidades fundamentales de Europa en términos de crecimiento y empleo, la Unión Europea ha estado desarrollando la Iniciativa de Materias Primas (RMI) desde finales de 2008. A través de esta Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo se pretende destacar la importancia de las materias primas para asegurar la competitividad de la Unión Europea. En la RMI se habla de una estrategia fundamentada en tres pilares [Comisión Europea, 2008].

El primero de ellos hace referencia a la necesidad de garantizar un acceso fiable y sin distorsiones a las materias primas en los mercados internacionales. Un acceso que deberá asentarse en la igualdad de condiciones con respecto al resto de competidores industriales. Según el comunicado, esto se consigue mediante la aplicación de una diplomacia activa en este ámbito, que incluya una mayor coordinación y coherencia en las políticas exteriores de la UE. De esta forma, se debería otorgar una mayor prioridad a aquellas políticas y regulaciones de la Unión enfocadas al acceso a las materias primas. Además, se atiende a la búsqueda de una mayor cooperación internacional a través de la sensibilización en distintos foros mundiales como son el G8, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) o la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD).

El siguiente pilar se centra en la importancia de establecer las condiciones marco necesarias para potenciar un suministro interno sostenible entre los países que conforman

la Unión. De este modo se benefician las economías comunitarias y se reducen las importaciones exteriores, disminuyendo la dependencia de terceros países. Para conseguir esto, se destaca la importancia de los institutos geológicos nacionales y la interrelación entre ellos a la hora de obtener una buena base de conocimientos acerca de los yacimientos minerales de cada país. Además, se pone en valor al personal cualificado necesario en la industria y se exploran diversas estrategias para prevenir el aumento de su escasez en el futuro.

Por último, el tercer pilar se centra en la reducción del consumo de materias primas primarias, impulsando un aumento del uso eficiente de los recursos en los procesos productivos. Paralelamente a esto, la Comisión Europea hace hincapié en el uso de materias primas secundarias y la optimización de su reutilización, en tanto que las materias primas renovables europeas son una fuente escasa para la industria. En relación con las exportaciones, el comunicado establece que la UE debe velar por que los residuos que estas generen en los procesos productivos sean tratados de manera sostenible, dándole especial importancia al reciclaje.

Configurada sobre los pilares que vertebran la RMI anteriormente descritos, a finales de 2020 se crea la Alianza Europea de Materias Primas (ERMA). Esta acción es considerada uno de los mayores avances recientes para garantizar el acceso a las materias primas en Europa. La principal finalidad la ERMA es hacer a Europa más resiliente económicamente mediante la diversificación de las cadenas de suministros, creando nuevos puestos de trabajo, cultivando al talento emergente, atrayendo inversiones a la cadena de valor de las materias primas y facilitando un buen marco institucional que fomente la economía circular de estos recursos.

La Alianza se enfrenta al reto de realizar una doble transición hacia una Europa más verde y digital, además de asegurar un acceso fiable y sostenible a aquellas materias primas clave que permitan a la UE mantener su posición. Como resultado de esto, la ERMA ha puesto el foco inicialmente en los imanes de tierras raras y las sustancias involucradas en la cadena de valor del motor. Piezas clave para industrias tan importantes en el continente como la del automóvil, las energías renovables, defensa o el sector aeroespacial.

El listado de estas materias primas que la UE considera vitales viene definido en el “Plan de Resiliencia de las materias primas fundamentales” de la Comisión Europea [Comisión Europea, 2020]. En él se revisa la lista, ya existente desde 2011, y se actualiza hasta elevar a un total de 30 materias primas a asegurar su suministro en el continente. En lo que refiere a la minería española, destaca el espato flúor al ser España el segundo suministrador de la UE; así como el silicio, al ser el cuarto proveedor junto con Alemania. No obstante, el mayor potencial para nuestro país está en el estroncio, que se incorpora a la lista por primera vez y sitúa a España como primer productor a nivel mundial y el único encargado de suministrarlo en Europa. En conjunto, todos los minerales críticos en España superaron en 2020 los 42 millones de euros [MITECO, 2022a].

En febrero de este mismo 2023, se publicó el “Plan Industrial del Pacto Verde”, el cual persigue mejorar la competitividad de la industria europea con cero emisiones netas y fomentar la transición hacia la neutralidad climática. En él se establece que la Comisión Europea complementará el marco regulador del plan mediante la aprobación de una Ley de Materias Primas Fundamentales [Comisión Europea, 2023].

Esta nueva Ley se encuentra en el momento de redactar este trabajo en la fase “Adopción por la Comisión” (20 marzo 2023 a 30 junio 2023); donde tras la consulta pública, la

Comisión resumirá todos los comentarios recibidos y los trasladará tanto al Parlamento Europeo como al Consejo con la finalidad de enriquecer el debate legislativo. Con este futuro reglamento europeo se busca blindar el acceso suficiente a las materias primas minerales necesarias para la transición ecológica y digital, tal y como se ha mencionado anteriormente. Además prevé aumentar hasta 34 el total de materias primas críticas [Comisión Europea, s. f.-b].

En consonancia con la Unión Europea, el Gobierno de España ha publicado una Hoja de Ruta para la Gestión Sostenible de las Materias Primas Minerales realizada por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). En esta, se plantean las herramientas necesarias a nivel nacional para cumplir el objetivo europeo, como son la Estrategia España Circular 2030, la Ley de Cambio Climático y Transición Energética, la Estrategia de Seguridad Nacional o la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo 2050. En líneas generales, ante la previsión del aumento de la demanda de materias primas estratégicas, el Gobierno aboga por disminuir las dependencias estratégicas a través de la diversificación de la producción y el suministro, la retención de reservas y el estímulo a la producción e inversión nacional [MITECO, 2022b].

Con todo ello, se han establecido las bases para la transformación del sector extractivo en clave de suministrar las materias primas españolas de una forma más sostenible, eficiente, y que maximice los beneficios a lo largo de la cadena de valor. Un sector de gran importancia para la economía del país y de la Unión Europea.

De acuerdo con la Estadística Minera de España para 2020 [MITECO, 2022a], en nuestro país había alrededor de 2600 explotaciones en activo en ese año. De ellas, solo 10 se dedican a la minería de metales. De entre los no metálicos hay 165 explotaciones dedicadas a minerales industriales, 439 para rocas ornamentales y 2.007 para los productos de cantera. La minería energética, es la que menos cantidad de explotaciones tiene con tan solo 8.

Esta cifra ha ido disminuyendo en los últimos años rebajándose de 20 explotaciones hasta 8 en 2019. Desde entonces se ha mantenido constante. Esto se debe a que para 2018 estaba establecido el cese total de la minería de carbón para los pocos países comunitarios que aún la ejercían, lo que supuso la clausura de las últimas doce minas en activo del país [MITECO, 2020].

La Decisión 2010/787/UE del Consejo Europeo fue la encargada en 2010 de señalar esta fecha como el límite para las ayudas públicas destinadas a las minas de carbón no competitivas. A partir de entonces, las explotaciones que quisieran seguir operando tendrían que hacerlo sin el soporte estatal y devolviendo las ayudas recibidas; lo que se tradujo finalmente en el desmantelamiento de todos los yacimientos. En la actualidad, los Hidrocarburos son los últimos minerales con clasificación de energéticos que se extraen en España, con un porcentaje sobre la producción total cercano al 1 %, mucho inferior al peso de estos previo al desmantelamiento de las minas de carbón [MITECO, 2022a].

En total para el año 2020 la industria extractiva minera tuvo una producción superior a los 3.000 millones de euros, contribuyendo de forma considerable a la economía local. En especial a las comunidades de Castilla y León, Cataluña y Andalucía, gracias a su alto valor en la producción; siendo esta última la más destacada con más del 40 % del valor total producido [MITECO, 2022a]. Así mismo, el sector cuenta con alrededor de 29.000 empleados directos, siendo el 85 % de ellos trabajadores en plantilla propia. No obstante, si atendemos a la totalidad de la actividad minera, que abarca tanto la extracción como

la primera y segunda transformación; el MITECO [2022b] estima que el sector emplea a 320.000 trabajadores, contando empleos directos e indirectos.

Finalmente, cabe mencionar que España es un país con una gran diversidad geológica con una amplia variedad de producción minera, tal y como testimonian los más de 50 tipos de sustancias minerales que se extraen en la actualidad por todo el país. Esta abundancia de recursos minerales, sitúan a España como el primer productor de espato-flúor y yeso en la Unión Europea y el segundo de magnesita y de sales potásicas [MITECO, 2022a].

### **1.3. Regulación de las concesiones y autorizaciones mineras**

Con el fin de entender el sector de la minería es necesario conocer la legislación que lo regula. En el caso de España la Legislación en materia de ordenación minera consta, fundamentalmente, de dos leyes. La primera es la Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas que viene a sustituir a la Ley de Minas de 19 de julio de 1944. Esta ley ha sufrido distintas modificaciones de menor o mayor grado a lo largo de los años. De entre todas ellas, destacan la modificación realizada por Real Decreto Legislativo 1303/1986, de 28 de junio, de Adaptación al Derecho de las Comunidades Europeas del Título VIII sobre Condiciones para ser titular de derechos mineros, así como las que introduce la Ley 54/1980, de 5 con relación a los recursos minerales energéticos. En total ha sido modificada hasta en 8 ocasiones. Sin embargo, ninguna de ellas ha supuesto un cambio drástico en el ordenamiento en tanto que las bases y el espíritu de la Ley de 1973 siguen estando vigentes hoy en día. El otro documento legal es el relativo al Reglamento General para el Régimen de la Minería aprobado por el Real Decreto 2857/1978, de 25 de agosto.

Debido a la extensión tanto de la Ley de Minas como del Reglamento General para el Régimen de la Minería; se van a sintetizar aquellos aspectos más relevantes que faciliten el entendimiento de las concesiones y autorizaciones mineras en el marco de este estudio.

El Título I de la Ley tiene por objetivo consolidar la naturaleza jurídica de los yacimientos de minerales del territorio español y su consecuente carácter como bienes de dominio público. También mantiene la concesión de las explotaciones por parte del Estado como principio básico del ordenamiento minero español.

El artículo primero es el encargado de establecer el régimen jurídico mencionado, tanto para el aprovechamiento como para la investigación de los yacimientos minerales y el resto de los recursos geológicos. En el artículo segundo, por su parte, se declaran bienes de interés público todos los yacimientos del territorio nacional y se dota al Estado del deber de asumir directa o indirectamente, mediante la cesión del mismo, el uso de los terrenos en la forma que presenta la Ley de Minas, tal y como se comentará en este apartado del trabajo.

Los distintos yacimientos ubicados en España se pueden clasificar siguiendo diversos criterios, como pueden ser su naturaleza física, su uso o su valor económico. Previamente, en este trabajo, ya se ha mencionado una de las clasificaciones más extendidas: minerales metálicos, no metálicos y energéticos. No obstante, la clasificación contemplada en la legislación española acerca de los yacimientos de los minerales es otra. El artículo tercero de la Ley de Minas clasifica los yacimientos en 4 secciones mezclando diversos de

distribución:

- Sección A: en ella se encuentran todos los recursos minerales de escaso valor económico y con una comercialización geográficamente reducida. También se incluyen aquellos cuya finalidad sea la de obtener fragmentos con unas dimensiones específicas para su uso directo en obras de infraestructura o construcción, entre otras; y en los que no sea necesario más operaciones en las rocas sustraídas que las de arrancar, quebrantar o calibrar.
- Sección B: en ella se incluyen las aguas minerales (que pueden ser minero-medicinales o minero-industriales), las aguas termales, los yacimientos no naturales (originados por los residuos obtenidos en operaciones de investigación, explotación o beneficio) y las estructuras subterráneas.
- Sección C: en ella se clasifican los minerales no energéticos que no están incluidos en las secciones A y B. A su vez, estos se clasifican en función de su utilidad: industria siderúrgica, minerales preciosos, industria química y agricultura, industria del vidrio y de la cerámica y los destinados para carga o rellenos y recubrimientos.
- Sección D: en ella entrarían los minerales de interés energético: carbones, minerales radioactivos, recursos geotérmicos y rocas bituminosas. Cabe recalcar, tal y como ya se ha mencionado anteriormente, que en 2018 se finalizó la extracción del carbón y sus derivados en nuestro país [Consejo de la Unión Europea, 2010].

Esta clasificación que presenta la ley, determina entre otras funciones si el aprovechamiento de los recursos de los yacimientos de las correspondientes secciones se lleva a cabo mediante autorización o concesión.

La regulación específica de los aprovechamientos de los recursos de la sección A están recogidos en el Título III de la Ley de Minas. El artículo 16 el que se encarga de atribuir, en el caso de los terrenos de propiedad privada, el derecho preferente a la explotación a los titulares de dichos terrenos donde se encuentran las sustancias. Mientras que si estas se hallan en terrenos de dominio público, el aprovechamiento será común.

En cualquiera de los dos casos anteriores será necesario la obtención de la oportuna autorización de explotación de la Delegación Provincial como condición imprescindible para ejercitar el derecho de aprovechamiento, tal y como dicta el artículo 17. La Delegación Provincial otorgará la autorización tras la correcta identificación del terreno, la comprobación de su titularidad y la clasificación de la materia prima del yacimiento. Además, podrá añadir una serie de condiciones relacionados con la protección del medio ambiente en orden de optimizar un correcto aprovechamiento de estos recursos.

En virtud del artículo 18, el titular de la autorización deberá presentar anualmente un Plan de Labores ante la Delegación provincial o el organismo que le concediera la autorización. En caso de no suceder será sancionado con una multa, y en caso de reincidencia injustificada se podrá acordar la caducidad de la autorización de explotación. En el caso de que el titular del terreno rechazaré la invitación para explotar el yacimiento, el Estado podría explotarlo directamente o ceder su aprovechamiento a terceras personas al tratarse de bienes de dominio público. Esta situación solo se podría dar enmarcada en un contexto de necesidades superiores de interés nacional tal y como indica el artículo 20.

Por otro lado, la regulación del aprovechamiento de los recursos de la sección B se abarca en el Título IV de la Ley. Para la realización de este trabajo, son de principal interés los yacimientos que entran dentro de la categoría de estructura subterránea, incluidos en esta sección. Según el artículo 23 inciso tercero: “Se entiende por estructura subterránea todo depósito geológico, natural o artificialmente producido como consecuencia de actividades reguladas por esta Ley, cuyas características permitan retener naturalmente y en profundidad cualquier producto o residuo que en él se vierta o inyecte” [Gobierno de España, 1986].

En esta ocasión, cualquier persona física o jurídica podrá obtener la autorización para utilizar una estructura subterránea, de acuerdo con el artículo 34 de la Ley de Minas. Para ello tendrá que presentar la solicitud correspondiente en la Delegación Provincial del actual Ministerio de Industria, Comercio y Turismo además de un proyecto que demuestre la idoneidad de dicha utilización. Será la Dirección General de Minas quién se encargue en este caso de autorizar el uso de la estructura subterránea por un plazo inicial variable en función del proyecto presentado y prorrogable por más periodos hasta un máximo de 90 años.

Finalmente, el Título V es el encargado de regular los yacimientos incluidos en la sección C. A diferencia de las dos secciones anteriores, en este caso, los derechos de aprovechamiento los otorga el Estado a través de una concesión de explotación, tal y como recoge el artículo 60.

Estas concesiones se otorgan por un período de treinta años, prorrogable por dos plazos más de la misma duración hasta alcanzar un máximo de 90 años. Para poder optar a la prórroga se deberá demostrar la continuidad del recurso mineral en el yacimiento, o en su caso, el descubrimiento de uno nuevo. Esto se debe a que, siguiendo las directrices del artículo 60, la asignación de una concesión de explotación confiere a su propietario el derecho al aprovechamiento de todos los recursos catalogados como sección C que se encuentren dentro del perímetro acordado. Este perímetro tendrá una extensión determinada y concreta medida en cuadrículas mineras completas. La propia Ley define, en su artículo 75, la noción de cuadrícula minera:

Volumen de profundidad indefinida cuya base superficial quede comprendida entre dos paralelos y dos meridianos, cuya separación sea de veinte segundos sexagesimales, que deberán coincidir con grados y minutos enteros y, en su caso, con un número de segundos que necesariamente habrá de ser veinte o cuarenta [Gobierno de España, 1986].

Las concesiones, a instancias de la ley, podrán ser de dos tipos: concesiones directas o concesiones derivadas de permisos de investigación. Las directas son abordadas en la Ley de Minas en los artículos comprendidos entre el 73 y el 77. Estas concesiones podrán ser otorgadas sin permiso de investigación previo, en dos supuestos: por un lado, en caso de que exista un manifiesto conocido de las sustancias minerales recogidas en la sección C que permita un aprovechamiento del yacimiento; y, por otro, si se conoce de la existencia de recursos mineros en concesiones caducadas que gracias a las mejoras tecnológicas o a una nueva perspectiva de explotación puedan a ser rentables.

Al igual que ocurría con las autorizaciones para las secciones anteriores, las solicitudes de concesiones directas serán traspuestas por la Delegación Provincial a la Dirección

General de Minas, encargándose de otorgar o denegar la concesión. En caso de ser denegada por pruebas insuficientes de la existencia del recurso solicitado en cuestión, se podrá solicitar un permiso de investigación para probar su solicitud.

El segundo tipo de concesiones, las derivadas de permisos de investigación, se otorgan una vez la investigación es fructífera y puede demostrar la existencia del recurso en cantidades suficientes. La solicitud es muy similar a la descrita para las concesiones directas y deberá incluir el proyecto de aprovechamiento (trabajos necesarios, presupuesto de la inversión, estudio económico de su financiación, etc.) con el fin de garantizar la viabilidad de la propuesta. Para la concesión, la Delegación Provincial comprobará la existencia de los recursos sobre el terreno.

El propietario de una concesión de explotación deberá iniciar los trabajos de aprovechamiento en un plazo máximo de un año a partir de la fecha en que se le otorgó la concesión. Además, deberá presentar un Plan de Labores anualmente, en el que se detalle la importancia de los trabajos proyectados a nivel técnico, económico y social.

Por último, la caducidad de las autorizaciones y concesiones es tratada en el Título VII de la Ley de Minas. Ambas podrán ser declaradas caducadas por la renuncia voluntaria del titular, el impago de los impuestos mineros, el agotamiento del yacimiento o el incumplimiento de los requisitos establecidos por la Delegación Provincial. Además, en el caso de las autorizaciones para los recursos clasificados en las secciones A y B, podrán ser declaradas caducadas al no comenzar los trabajos en los seis primeros meses tras el otorgamiento de esta o por paralizarlos durante más de seis meses sin autorización. Por otra parte, las concesiones para el aprovechamiento de recursos de la sección C pasarán a estar caducadas al expirar los plazos por los que fueron expedidas (o sus prórrogas en caso de haberlas).

## 1.4. Utilidad de los estudios de costes

Una vez conocida la importancia de la industria extractiva en nuestro país y el marco legislativo que rige la actividad, falta conocer las distintas herramientas disponibles para poder determinar la eficiencia y viabilidad de las operaciones de una empresa. Entre ellas, destacan los Análisis de Costes, los Análisis de Inversiones o la Valoración por Descuento de Flujos de Caja.

El Análisis de Costes es un recurso que permite calcular todos los costes relacionados con la producción de un bien o a la prestación de un servicio por parte de una empresa. Esta herramienta proporciona toda una serie de información fundamental que ayuda a la empresa a tomar decisiones estratégicas sobre su negocio. La utilidad de este análisis se asienta en varios aspectos de entre los cuales García and Guijarro [2014] destacan los siguientes.

Uno de ellos, es que a través de este recurso se puede determinar el grado de rentabilidad ya sea de un producto concreto de una línea de productos, de un centro específico o de la globalidad de la empresa. Esto se da en la medida en que la rentabilidad se puede expresar como la diferencia entre los ingresos que genera un producto/servicio y todos los costes asociados para la creación del mismo. O, lo que es lo mismo, la diferencia entre el precio de venta y el precio de coste. Esto también puede servir a la inversa: conociendo el

precio de coste y atendiendo a otros factores tanto externos como internos, fijar el precio de venta final en función de los objetivos de la empresa.

Por otro lado, a través de este análisis se puede comparar la competitividad que tiene la empresa en el sector. De esta forma, aquella que tenga unos menores costes tendrá una ventaja competitiva frente a la competencia. No obstante, cabe tener en cuenta que muchas veces, debido a las diversas formas de calcular los costes y contabilizarlos, la comparativa o la misma disposición de estos datos puede ser complicada.

Asimismo, esta herramienta también ayuda a comprender los costes de la empresa, en cuántos incurren y en qué se dan; pudiendo así determinar si subcontratar ciertos procesos sería más rentable para la empresa, o si automatizar un procedimiento sería más económico que el gasto en personal asociado.

El Análisis de Costes guarda una estrecha relación con el Análisis de Inversiones. Esta herramienta permite evaluar la viabilidad y rentabilidad de una inversión considerando una variedad de factores como los costos, los riesgos o el valor temporal del dinero. Uno de estos factores, y el cual se comentará en el trabajo, es el denominado Capex por su abreviatura en inglés de *Capital Expenditures*.

El Capex hace referencia a los gastos de capital incurridos por una empresa en la compra de activo fijo a largo plazo, es decir, con una vida útil superior al año imponible. Además estos activos se amortizaran o depreciaran a lo largo de su vida operativa. Una buena gestión del Capex permitirá a las empresas mejorar su capacidad productiva y por tanto también su rentabilidad.

Al estar tan relacionado con el futuro de la empresa, también se puede utilizar como indicador de la visión a largo plazo de la empresa mientras que a su vez, un alto valor del Capex podría significar un mayor endeudamiento, dónde habría que considerar el tipo de fuentes de financiación utilizadas. Es por todo esto, que el ratio Capex es útil a la hora de medir la sostenibilidad a largo plazo de la empresa [Arias, 2023].

En adición a los distintos análisis comentados, una herramienta complementaria a estos es la Valoración por Descuento de Flujos de Caja, que permite evaluar la rentabilidad y viabilidad financiera de los proyectos empresariales a largo plazo, considerando los flujos de cobros y pagos futuros (tanto operativos como inversiones), y aplicando tasas de descuento correctas.

A partir de este método se pretende estimar tanto los ingresos como los costes futuros, atendiendo para ello a variables tales como las tendencias de los precios de mercado global, la demanda futura o la cantidad necesaria a producir. Todo ello permite llevar a cabo una evaluación de la situación en diversos escenarios, calibrando así diferentes grados de incertidumbre.

No obstante, el planteamiento inicial de este trabajo contempla inicialmente la realización del Análisis de Costes y del ratio Capex, pudiendo ser el Análisis de Inversiones completo o la Valoración por Descuento de Flujos de Caja del sector una buena línea de trabajo futura.



# Capítulo 2

## Metodología

### 2.1. Medición de costes operativos

Tal y como se ha visto en el apartado de utilidad de los estudios de costes, los costes de operación desempeñan un papel clave en el correcto funcionamiento y rentabilidad de cualquier empresa. La comprensión de estos es fundamental para realizar un buen análisis. Por ello en este apartado se van a estudiar tanto desde un enfoque genérico desde la contabilidad además de especificarlo para el sector concreto de la minería.

Los costes operativos, o factores, han estado tradicionalmente asociados al concepto de sacrificio desde el punto de vista de la contabilidad [García and Guijarro, 2014]. Una empresa utiliza distintos recursos o inputs, como pueden ser las personas o los explosivos, para desarrollar su actividad; sacrificándolos en favor del output a comercializar, las materias primas extraídas. Este sacrificio se produce para generar otros bienes o servicios que deberían tener un valor mayor que los utilizados, por lo que realmente los costes no suponen un sacrificio de bienes sino su transformación en otros.

Siendo conocidos por tanto los Costes Operativos de una empresa y los Ingresos asociados a las Ventas, la Contabilidad de Costes define al Resultado Operativo como la diferencia entre ambos. También se la conoce como EBITDA, por su acrónimo en inglés “*Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization*”.

Todos estos elementos, definen el eje central del análisis de costes que se va a realizar: qué cantidad de ingresos generados por una empresa pertenecen al resultado operativo y cuáles a los costes operativos. También hay que comentar que en ocasiones existe una diferencia temporal entre que se adquieren factores productivos y se incorporan a la actividad económica.

Es de esta diferencia de donde surgen los conceptos de Gasto, Coste e Inversión. Esta última nace con la periodificación de los gastos. Si un gasto incurrido para el proceso productivo se convierte en coste en el periodo de un año, no existirá inversión; mientras que si transformación a coste dura más que el ejercicio económico, sí que se hablará de inversión [García and Guijarro, 2014]. Siendo por tanto las inversiones, costes al largo plazo.

El cálculo de los Costes Operativos se realiza mediante la agregación de los diferentes costes que se engloban en la fabricación de un producto, en este caso, la extracción de

un mineral. Estos costes pueden ser clasificados según una gran variedad de criterios. Para el análisis de este trabajo se van a utilizar fundamentalmente dos, su clasificación según a que están destinados y su clasificación según cómo varían con la producción de la empresa.

Respecto a la primera clasificación, un estudio llevado a cabo por Bagherpour [2007] identificó como se distribuían los costes operativos de una mina a cielo abierto en función de las distintas actividades del ciclo de producción. La gran mayoría están asociados con el transporte o acarreo del material de un lugar a otro de la mina, suponiendo un 70 % del total de los costes. El resto de costes se reparten de forma similar: el proceso de carga de los materiales en camiones o citas transportadoras supone un 10 %, la voladura de rocas mediante explosivos para su fragmentación un 12 % y la perforación de las minas con el restante 8 %. Cabe comentar que los costes, así como las actividades incurridas para extraerlos; puede variar significativamente en función del tipo de roca o mineral sustraído, tipo de minería o el país del yacimiento.

En el caso de este trabajo, esta clasificación no es posible por la forma en que recolecta los datos el MITECO, tal y como se verá en el próximo capítulo. En vez de asociar los costes a las partes del proceso productivo, vamos a estudiarlos en función a que se destina el gasto. Por ejemplo, se podrá analizar el consumo de gasolina en general, pero sin especificar si está se usa para mover el material por dentro de la mina o para cargar y extraer las rocas. En el sector de la minería existen diferentes costes, pero siguiendo la clasificación que realiza la Estadística Minera de España, distinguiremos cuatro.

El primero de ellos es el **Coste de personal**. En él se pueden incluir tanto los salarios de los empleados como planes de pensiones o planes de formación. Estos últimos son de gran relevancia a la hora de mantener altos niveles de productividad. También hay que recalcar que una empresa del sector emplea además de mineros a personal administrativo y directivo.

El segundo es el coste relacionado con el **Consumo de materiales**, ya que para poder realizar las operaciones correctamente las explotaciones consumen grandes cantidades de estos. En este se incluyen una gran variedad de materiales, puesto que se necesitan comprar explosivos, pólvora, entibaciones o incluso minerales de otras explotaciones. Además, esta categoría también incluye el coste asociado al mantenimiento, reparaciones y repuestos del equipamiento necesario para las extracciones.

La maquinaria pesada y el resto del equipamiento son expuestos a exigentes condiciones a diario con condiciones climatológicas extremas, altas vibraciones y grandes cantidades de polvo que aceleran su desgaste. Por todo esto es necesario invertir en inspecciones regulares, mantenimiento preventivo y reparamiento periódico para mejorar la vida útil de la maquinaria y mejorar la eficiencia. Finalmente, el agua también es considerado un material así que se incluiría en este grupo. Este coste dependerá mucho de la fuente desde dónde se adquiera el agua (ríos, lagos o fuentes subterráneas) y el método de procesarla, ya que puede llevar asociado a este una gran infraestructura.

El tercer coste que se considerará en el trabajo es el del **Consumo de Energía**. En este entra el coste asociado a la electricidad, sujeto al precio de mercado del lugar donde se halle la producción; o el asociado al consumo de gas, especialmente relevante en aquellas explotaciones donde se usen hornos. También se incluye en esta categoría el coste del transporte y la gasolina, que ha sufrido una reciente subida debido al aumento del coste de los combustibles.

Finalmente, quedaría el coste asociado a las **Contratas y otros gastos**. Las contratas es una forma que tienen las empresas del sector de flexibilizar su estructura de costes mediante la subcontratación de ciertas actividades cuando sea necesario o de alquilar maquinaria si la demanda lo necesita. La parte de otros costes no está definida en la Estadística, pero seguramente se traten de costes relacionados con el medio ambiente y la seguridad.

Respecto al primero, las empresas incurren en un gasto al tener que depositar los residuos que generan en algún lugar. También puede darse el caso de que existan tasas por el impacto medioambiental que generan en la zona o que las empresas dispongan de algún tipo de programa de gestión medioambiental para reducir su impacto. El segundo viene de la necesidad de las empresas de mantener el cumplimiento de las distintas medidas de seguridad. Mantener el equipamiento de seguridad, una correcta ventilación en las minas subterráneas o realizar formación en materia de prevención de riesgo laborales es primordial para mantener un ambiente seguro en la industria extractiva. Además, este coste también incluye el pago de diferentes tipos de seguros para cubrir cualquier tipo de pérdida. Entre ellos entrarían pólizas de responsabilidad civil, de rotura de maquinaria o de todo riesgo para las operaciones.

Además de esta clasificación, los costes también van a ser clasificados según la variación de estos en función de la actividad productiva de la empresa. De esta forma se podrá distinguir entre **Costes Fijos** y **Costes Variables**.

Los primeros son costes que no varían al aumentar o disminuir la producción, es decir, no se ven afectados por el cambio en el volumen de operaciones. Los costes fijos sin perder su invariabilidad característica, sí que sufren cambios importantes cuando se altera alguna variable de la actividad o del proceso productivo.

Por otro lado, los costes variables son aquellos que varían en función de la actividad, volumen de la producción o la venta. En el caso de la industria extractiva, los costes variables varían en función de las toneladas de sustancias minerales extraídas. A su vez, tal y como se muestra en la figura 2.1, estos se pueden catalogar en tres:

- **Costes Variables Proporcionales:** cuya variabilidad está directamente relacionada con el volumen de producción y tienen un valor constante en todos los niveles.
- **Costes Variables Progresivos:** cuya variabilidad es superior en relación con el nivel de actividad
- **Costes Variables Degresivos:** cuya variabilidad es inferior en relación con el nivel de actividad

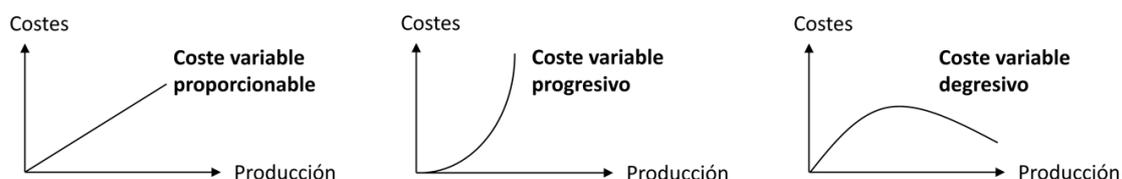


Figura 2.1: Tipos de Costes Variables

En añadido a los costes puramente fijos y variables, existen algún que se sitúan entre medias de estos. Los costes semifijos, ocurren por la necesidad de ampliar los medios de producción de una manera discontinua. De esta forma el coste se mantiene continuo hasta determinado valor de actividad y cuando este se excede se pasa al siguiente valor superior del coste. Es por ello por lo que también se le conoce como coste en escalón, dado a la variabilidad por intervalos y saltos.

Por otra parte están los costes semivariables, que tienen una componente fija y otra que varía en función de la producción. La parte fija haría de una base invariable que siempre está y el resto del importe del corte sí que variará en función de la producción. La siguiente figura representa gráficamente los costes semifijos y semivariables:

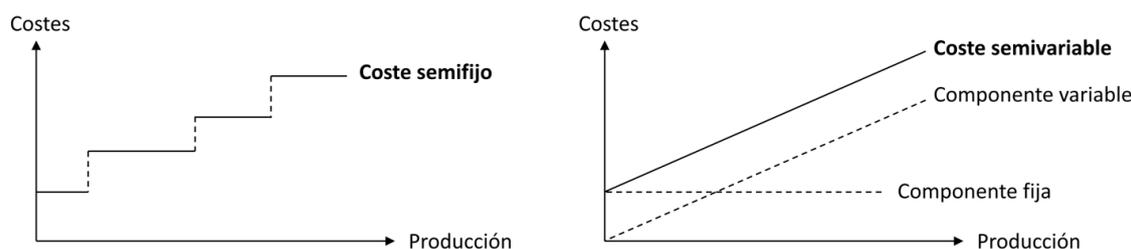


Figura 2.2: Costes Semifijos y Costes Semivariables

En conclusión, en este trabajo se va a caracterizar la estructura de costes del sector de la minería en función del origen del coste (Coste de personal, Consumo de materiales, Consumo de Energía y Contratas y otros gastos) y de su variabilidad en función de la actividad productiva (Costes Fijos y Variables).

## 2.2. Importancia de disponer de una buena base de datos

Disponer de una buena base de datos es muy importante a la hora de realizar un análisis cuantitativo. La base de datos utilizada para el mismo ha de ser confiable y tener los datos al día y sin errores para que el análisis puede ser lo más preciso y confiable posible. De esta forma se respalda la validez e integridad de los resultados a la vez que se desarrollan conclusiones relevantes y actuales.

La existencia de base de datos públicas, creadas de una forma científica y estadísticamente fiable por parte de organismos reconocidos como pueden ser el Banco Mundial (BM), EUROSTAT o el Instituto Nacional de Estadística (INE), a nivel nacional; permiten realizar cálculos precisos minimizando posibles sesgos [Solana Álvarez, 2015]. Esto aporta mejores fundamentos y robustez a los resultados de los análisis.

Además, cuanto más grande, más detallada y más variedad y cantidad de datos contenga la base de datos más complejos podrán ser los análisis que realizar; facilitando distintas comparaciones entre variables o la identificación de relaciones y patrones sofisticados. De esta forma, a mejor base de datos, más completa la visión de los mismo y por tanto más significativas las conclusiones de los análisis [Sánchez Godínez and Zúñiga Segura, 2011].

Todas estas ventajas ayudan a los analistas y a quienes encargan los análisis, a tomar mejores decisiones respaldadas en evidencias cuantitativa. Gracias a la información que desprenden los reportes, se reduce la incertidumbre dentro de las empresas y todos los riesgos asociados a la toma de decisiones favoreciendo en un mejor desarrollo de la actividad empresarial.

## 2.3. Lenguaje y entorno de programación

Para llevar a cabo el análisis de costes y crear las fichas con los datos de cada uno de los minerales y subsectores se utilizará el lenguaje de programación R y el entorno de programación RStudio.

R es un lenguaje, que a diferencia de otros como Python, Java o C++ que pueden usarse para desarrollar cualquier cometido, está diseñado específicamente para la computación estadística y gráfica. Este fue el principal motivo para su elección, ya que ofrece una gran variedad de técnicas estadísticas, como modelos lineales y no lineales, pruebas estadísticas clásicas, análisis de series temporales, clasificación y agrupamiento, etc.; y de técnicas gráficas.

Asimismo, es muy sencillo de ampliar mediante la instalación de *packages* con funcionalidades específicas. Aunque de base ya cuenta con grandes funcionalidades para la manipulación de datos, el cálculo y su disposición visual como herramientas para importar y trabajar con grandes bases de datos o la creación de gráficos, tanto interactivos como estáticos. Además, se trata un lenguaje de programación sencillo pero potente que incluye condicionales, bucles, la opción de definir funciones por los usuarios y tiene la capacidad de realizar operaciones matemáticas tanto en vectores como en matrices.

Para la elaboración de los códigos, se ha optado por usar un IDE (entorno de desarrollo integrado) como es RStudio. Además, contiene integrada una interfaz de usuario gráfico (GUI) que permite visualizar los diferentes *plots* sin tener que introducir una larga lista de comandos o cambiar de aplicación.

Tabla 2.1: Librerías de R utilizadas

Librería	Función
dplyr	Proporciona funciones para el procesamiento de datos
ggplot2	Librería para crear gráficos estadísticos
ggpubr	Extiende la funcionalidad de ggplot2
kableExtra	Mejora la apariencia de las tablas en R Markdown
knitr	Facilita la generación de informes y presentaciones reproducibles
magick	Manipulación de imágenes en R
pander	Métodos para dar formato a tablas y resultados
RColorBrewer	Proporciona paletas de colores personalizadas para gráficos
readxl	Permite importar datos de hojas de cálculo de Excel
tidyr	Librería para la manipulación y transformación de datos
tidyverse	Colección de paquetes para manipulación y visualización de datos
Elaboración propia	

Otro motivo más la selección, de este lenguaje y entorno de programación es que ambos son software de uso libre y están disponibles tanto para Linux, Windows y MacOS. Esto ha facilitado la creación de recursos en línea muy útiles para el desarrollo del trabajo, tales como foros para solucionar problemas o librerías públicas. La tabla 2.1 muestra algunas de las librerías utilizadas en el desarrollo del trabajo.

Para la realización de este documento, se ha utilizado además RMarkdown. Este es una herramienta y formato de documento en R que permite combinar texto enriquecido con código ejecutable, sus resultados y los gráficos generados. Además, permite exportarlo de manera sencilla a diferentes formatos como HTML, PDF o Word.

De esta forma ha sido posible integrar en un único documento todos los gráficos y tablas generadas en R, necesarias para el análisis y la generación de las fichas de los minerales, junto con el resto de la información recabada en formato texto que conforman este Trabajo de Fin de Grado.

# Capítulo 3

## Fuente de datos

### 3.1. Estadística Minera Anual

La principal fuente de datos para la elaboración del trabajo ha sido la Estadística Minera de España (ESMIN), proporcionada por el Gobierno de España. Esta es elaborada por la Dirección General de Política Energética y Minas para el actual Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Esta Estadística se publica con periodicidad anual de forma ininterrumpida desde hace más de 150 años, siendo la primera publicación de 1861. El instituto Geológico y Minero de España (IGME) se ha encargado de digitalizar toda la serie histórica. Estos documentos albergan la mayor información existente sobre la industria extractiva del país. Para la elaboración del trabajo se considerará que una actividad pertenece a la industria extractiva si están comprendidas en la sección B de la CNAE 2009 “INDUSTRIAS EXTRACTIVAS”. Los datos son recogidos directamente de las unidades de producción mediante el uso de distintos cuestionarios y formularios. Se incluyen los distintos tipos de explotaciones que en el año del estudio hayan producido o vendido algún productos o sustancias minerales.

El informe se publica dentro de los Programas Anuales del Plan Estadístico Nacional, regido por la Ley 12/1989, del 9 de mayo, de la Función Estadística Pública. El más reciente a la hora de elaborar este trabajo es el del año 2020. Se van a utilizar para el análisis los últimos cinco informes disponibles, lo que situaría el horizonte temporal del estudio entre 2016 y 2020.

Para esos años la Estadística sigue una estructura similar, dividida en tres secciones. La primera es una sección introductoria sobre la industria extractiva en España para ese año. En esta se ponen en valor los datos sobre la producción más importantes, se desarrolla cómo se distribuyen geográficamente las unidades de producción, cuantas hay y la cantidad de empleo que generan. Además, también trata sobre el sector de las aguas minerales y termales.

La segunda sección es un análisis gráfico de las principales magnitudes del sector, donde mediante el uso de diferentes gráficos de barras, líneas y pastel se comparan valores, se muestran variaciones entre periodos o se recalcan tendencias. Este análisis se realiza tanto para el sector extractivo en general, haciendo énfasis en las diferencias que hay por comunidades, como para los diferentes subsectores que lo conforman.

Según la sección C de la CNAE 93 rev. 3 las distintas sustancias minerales extraídas en España se agrupan en Minerales energéticos, Minerales metálicos y Minerales no energéticos ni metálicos, donde se pueden diferenciar los Minerales industriales, las Rocas ornamentales y los Productos de cantera. En total estudiaremos 5 subsectores puesto que distinguiremos las categorías dentro de Minerales no energéticos ni metálicos y no los agruparemos.

En la parte del análisis gráfico dedicado a este nivel más desagregado, se muestran cuáles son los minerales más relevantes en la producción, en miles de euros o en toneladas, y como ha variado el empleo y las explotaciones desde el año anterior.

Finalmente, la última sección es donde se detallan y se muestran todos los datos recopilados mediante el uso de tablas. Es la parte más extensa de cada Estadística Minera y para el año 2020 consta de doce tablas diferentes. Para el estudio de este trabajo será útil la primera tabla, con título “Resumen de las Estadísticas mineras”, para realizar un análisis general por subsectores, que denominaremos de nivel 1; y la tercera tabla llamada “Extracción”, para un estudio más en detallado sobre cada producto minero concreto, al cual nos referiremos por nivel 2.

Cada una de estas tablas recogen distintos aspectos medibles como el número de empleados y las horas trabajadas por estos; el consumo de energía o distintos materiales utilizados en la explotación como agua, pólvora o explosivos; las contrataciones e inversiones; la potencia instalada o la producción vendible entre varias variables más como se muestra en la siguiente figura:

SUSTANCIA Nº DE EXPLOTACIONES	SAL MARINA MURCIA			SAL MARINA MURCIA			SAL MARINA ALICANTE/ALACAN 3			SAL MARINA VALENCIA			TOTAL SAL MARINA			
	MURCIA	1	TOTAL	MURCIA	1	TOTAL	MURCIA	1	TOTAL	MURCIA	3	TOTAL	MURCIA	22	TOTAL	
	Contr.	Propia	Propia	Contr.	Propia	Propia	Contr.	Propia	Propia	Contr.	Propia	Propia	Contr.	Propia	Propia	
<b>EMPLEO EN FIN DE AÑO</b>	4	3	58	4	3	58	8	49	116	8	49	116	7	27	68	316
DIRECTIVOS Y PERSONAL TITULADO ADMINISTRATIVOS	2	4	6	2	4	6	5	1	11	5	1	11	6	9	8	31
PERSONAL DE PRODUC. INTERIOR	2	3	48	2	3	48	3	1	10	3	1	10	1	6	1	27
PERSONAL DE PRODUC. EXTERIOR									12			12		6		196
ESTABLECIMIENTO DE BENEFICIO									35			35		6		62
	UNIDADES	EUROS	EUROS	UNIDADES	EUROS	EUROS	UNIDADES	EUROS	EUROS	UNIDADES	EUROS	EUROS	UNIDADES	EUROS	EUROS	EUROS
	Contr.	Propia	Propia	Contr.	Propia	Propia	Contr.	Propia	Propia	Contr.	Propia	Propia	Contr.	Propia	Propia	Propia
<b>HORAS TRABAJADAS (miles)</b>	5	95	*	5	95	*	86	222	4.603.038	86	222	4.603.038	98	556	10.587.746	
DIRECTIVOS Y PERSONAL TITULADO ADMINISTRATIVOS	7	*	*	7	*	*	2	20	659.407	2	20	659.407	4	53	1.569.303	
PERSONAL DE PRODUC. INTERIOR	10	*	*	10	*	*	2	19	338.400	2	19	338.400	2	43	927.446	
PERSONAL DE PRODUC. EXTERIOR	5	78	*	5	78	*	21	144	2.901.231	21	144	2.901.231	29	352	6.674.659	
ESTABLECIMIENTO DE BENEFICIO							61	38	704.000	61	38	704.000	63	106	1.416.338	
<b>CONSUMO MATERIALES</b>									408.850			408.850			2.315.782	
AGUA (m3)	3.919	*	*	3.919	*	*	10.800		16.200	10.800		16.200	26.252		28.059	
EXPLOSIVOS ROMPEDORES (t)																
PÓLVORA (t)																
DETONADORES Y MULTIP. (miles)																
CORDÓN DETONANTE (miles de m)																
MECHA (miles de m)																
ENTIBACIONES METÁLICAS (t)																
ENTIBACIONES DE MADERA (m3)																
REACTIVOS		*	*		*	*		*			*			*		47.205
LUBRICANTES		*	*		*	*		*	18.700		*	18.700		*		50.451
REPUESTOS		*	*		*	*		*	373.950		*	373.950		*		622.879
OTRAS MATERIAS		*	*		*	*		*			*			*		1.569.158
MINERAL DE OTRAS EXPLOTAC.(t)																
<b>ENERGÍA CONSUMIDA</b>									1.742.365			1.742.365			2.998.602	
ENERG. ELECT. P. PROPIA ( MWh )																
ENERG. ELECT. ADQUIRIDA ( MWh )	2.520	*	*	2.520	*	*	10.388		1.246.015	10.388		1.246.015	15.728		1.900.873	
GASÓLEO ( miles de litros )	78	*	*	78	*	*	351		333.350	351		333.350	735		628.060	
FUEL-OIL ( t )																
GAS NATURAL ( miles de Nm3 )	5.191	*	*	5.191	*	*	6.000		163.000	6.000		163.000	14.314		468.161	
OTROS CONSUMOS (GASOLINA, ...)															1.508	
<b>CONTRATAS Y OTROS GASTOS</b>									3.330.528			3.330.528			6.348.008	
INVERSIONES REALIZADAS									2.336.355			2.336.355			5.036.552	
<b>POTENCIA INSTALADA</b>		kW			kW			kW			kW			kW		kW
MOTORES ELÉCTRICOS		4.310			4.310			7.992			7.992			16.864		
MOTORES DE EXPL. O COMBUSTIÓN		3.531			3.531			6.111			6.111			11.970		
OTRAS MÁQUINAS		779			779			1.881			1.881			4.822		
																72
<b>PRODUCCIÓN VENDIBLE</b>		EUROS			EUROS			EUROS			EUROS			EUROS		EUROS
SAL MARINA ( t )	99.901	*	*	99.901	*	*	473.144		19.100.630	473.144		19.100.630	1.057.339		44.461.056	

Figura 3.1: Fragmento de la tabla de la sal marina de la Estadística Minera

Las tablas muestran las diferentes sustancias ordenadas alfabéticamente dentro de cada subsector. A su vez también muestran los datos recopilados ordenados por provincias, que también se agrupan para mostrarlos por comunidades autónomas para finalmente ser agrupados para el conjunto del territorio español.

## 3.2. Construcción base de datos

Para la construcción de la base de datos propia para el análisis, se ha extraído la información de las tablas de las Estadísticas comentadas previamente para el periodo de 2016 a 2020, generándose así una serie de tablas con los datos deseados para el estudio. Para ello se ha utilizado el programa Excel de Microsoft. Se va a realizar el estudio para dos niveles de desagregación, subsectores y sustancias minerales, correspondiéndose cada uno de ellos con una hoja en el Excel, o lo que es lo mismo, se van a trabajar con dos bases de datos distintas.

Es importante comentar que, debido al formato de las tablas de la Estadística Minera, que únicamente se encontraban en formato PDF y no en ningún formato tabla o similares, el proceso de obtención de datos ha sido manual y no se ha podido automatizar de ninguna forma. Esto ha supuesto una limitación a la hora de elegir el horizonte temporal o el nivel de desgloses en los datos recopilados.

A continuación, se detalla el proceso de elaboración de la base de datos para el nivel 1 de desagregación, el cual corresponde con los datos recogidos para los subsectores. Lo primero es definir la estructura de esta, identificando las variables que van a ser útiles para el análisis.

Inicialmente se eligieron cuatro variables categóricas (Tipo de Coste, Subsector, Unidades y Ámbito Territorial) y dos numéricas (Año y Valor). Respecto a las categóricas, para el Tipo de Coste las tablas de la Estadística disponían los datos desagregados en hasta más de treinta variables, pero debido a las limitaciones ya comentadas a la hora de obtener los datos manualmente solo se van a analizar las variables globales.

Es por tanto que se recopilarán los datos de ocho Tipos de Costes: Gastos de Personal, Consumo de Materiales, Energía Consumida, Contratas y Otros Gastos, Inversiones Realizadas, Ventas, Potencia Instalada y Número de Explotaciones. De estas categorías hay tres que no son costes monetarios realmente pero que son necesarias/útiles para determinar la estructura de coste de los subsectores. Estas son la Potencia Instalada, puesto que viene dada en kilovatios; el Número de Explotaciones y las Ventas, que hacen referencia a la producción vendible en euros por una explotación para un determinado año.

Las otras variables categóricas son el Subsector del que se están introduciendo los datos (Productos Energéticos, Minerales Metálicos, Minerales Industriales, Rocas Ornamentales, Otros Productos de Cantera o Total), las Unidades de medida para cada tipo de coste (pudiendo representar euros, kilovatios o cantidad de explotaciones) y finalmente el Ámbito Territorial de las explotaciones, debido a que en un primer momento se planteó poder desagregar el análisis por comunidades autónomas o hasta por provincias. Por último, se decidió descartar la idea debido a que esta se alejaba del foco principal del análisis, pero es una buena opción de futura línea de trabajo. Debido a esto la variable Ámbito Territorial únicamente tiene el valor de España.

Respecto a las variables numéricas, encontramos una referida al Año concreto de la Estadística Minera usada para recoger los datos, cuyos posibles valores son los años del horizonte temporal elegido: 2020, 2019, 2018, 2017 y 2016. Mientras que la otra variable numérica hace referencia a los Valores para los distintos tipos de coste, es decir, su cuantía.

Durante de la elaboración de la base datos para el primer nivel, se añadió además otra variable numérica para asociar cada subsector a un número, facilitando el visionado de los

datos y el entendimiento de estos. Siendo las equivalencias las siguientes: (1) Productos Energéticos, (2) Minerales Metálicos, (3) Minerales Industriales, (4) Rocas Ornamentales, (5) Otros Productos de Cantera y (6) Total.

Con la base de datos estructurada, se recopilaron todos los datos necesarios utilizando la correspondiente Estadística Minera para cada año, desde el más reciente hasta el menos. Recopilando la información de cada subsector, en el orden indicado en el párrafo anterior, para los distintos tipos de costes. En total consta con 240 valores (filas), que se pueden calcular de la siguiente forma: 8 tipos de costes x 6 subsectores x 5 años. La figura 3.2 muestra un ejemplo concreto de los datos presentes en las tablas de la Estadística Minera y cómo se han recogido para la base de datos.

PRODUCTOS ENERGÉTICOS			
Nº DE EXPLOTACIONES	MUJERES		TOTAL
	Contrata	Propia	Propia
EMPLEO EN FIN DE AÑO	6	10	94
DIRECTIVOS Y PERSONAL TITULADO ADMINISTRATIVOS	5	2	17
PERSONAL DE PRODUCC. INTERIOR	1	3	77
PERSONAL DE PRODUCC. EXTERIOR			29
ESTABLECIMIENTO DE BENEFICIO			
UNIDADES	EUROS		Propia
	Contrata	Propia	Propia
HORAS TRABAJADAS (miles)	213	113	6.606.191
DIRECTIVOS Y PERSONAL TITULADO ADMINISTRATIVOS	29	19	2.196.638
PERSONAL DE PRODUCC. INTERIOR	184	57	1.111.350
PERSONAL DE PRODUCC. EXTERIOR			3.298.203
ESTABLECIMIENTO DE BENEFICIO			
CONSUMOS MATERIALES			751.294
AGUA (m3)		1.110	18.000
EXPLOSIVOS ROMPEDORES (t)			
POLVORA (t)			
DETONADORES Y MULTIP. (miles)			
CORDÓN DETONANTE (miles de m)			
MECHA (miles de m)			
ENTIBACIONES METÁLICAS (t)			
REACTIVOS			405.666
LUBRICANTES			52.993
REPUESTOS			274.635
OTRAS MATERIAS			
MINERAL DE OTRAS EXPLOTAC. (t)			
ENERGÍA CONSUMIDA			1.394.576
E. ELEC. PROPIA (MWh)		474	
E. ELEC. ADQUI. (MWh)		3.189	289.844
GASOLEO (miles de litros)		3.237	1.124.732
FUEL-OIL (t)			
GAS NATURAL (MWh)		16.642	
OTROS CONSUMOS (GASOLINA, ...)			
CONTRATAS Y OTROS GASTOS			6.135.212
INVERSIONES REALIZADAS			1.936.343
			kW
POTENCIA INSTALADA			36.420
MOTORES ELÉCTRICOS			31.668
MOTORES EXPLO. - COMBUSTIÓN			4.752
OTRAS MÁQUINAS			
PRODUCCIÓN VENDIBLE			13.699.101

Tipo de coste	N ss	Subsector	Año	Ámbito	Valor	Unidades
Gastos de personal	1	Energético	2020	España	6.606.191	Euros
Consumo de materiales	1	Energético	2020	España	751.294	Euros
Energía consumida	1	Energético	2020	España	1.394.576	Euros
Contratas y otros gastos	1	Energético	2020	España	6.135.212	Euros
Inversiones realizadas	1	Energético	2020	España	1.936.343	Euros
Ventas	1	Energético	2020	España	13.699.101	Euros
Potencia instalada	1	Energético	2020	España	36.420	kW
n_explotaciones	1	Energético	2020	España	8	explotaciones

Figura 3.2: Representación de la extracción de datos

En el caso de la base de datos para el nivel 2 de desagregación, las dimensiones aumentan exponencialmente debido al desglose para cada tipo de productos mineros. Para la creación de esta base de datos se partió del formato de la anterior y se adaptó para las nuevas necesidades para las sustancias mineras. Al mantener un formato consistente en la creación de la base de datos, se facilita la escalabilidad del análisis a realizar.

De esta forma, y manteniendo el espíritu de la base de datos original, se creó una variable categórica llamada Nominal Explotación para recoger los distintos minerales dentro de cada subsector y otra variable para numerar las distintas explotaciones mineras. Durante el horizonte del estudio, el número de minerales de los que se han recopilado datos ha variado. En total se tienen datos para 54 sustancias diferentes, no estando todas presentes todos los años.

Existen dos motivos principales por los que el número de minerales varía en función del año. El primero hace referencia a la propia Estadística y el anonimato de las explotaciones. En varias de las Tablas hay datos que aparecen indicados con un asterisco (\*). Esto se debe a que, al haber una única explotación, o en algunos casos dos, si se publicasen los datos las cifras no serían anónimas, pudiéndose saber a quienes pertenecerían. Esto viene

amparado por el secreto estadístico recogido en la Ley 12/1989 de la Función Estadística Pública.

El segundo motivo hace referencia a las consecuencias de la Decisión 2010/787/UE del Consejo Europeo en relación al cierre de minas de carbón, tal y como se ha comentado en el apartado Importancia de la industria extractiva minera en España. Es por esto que desde 2018 en producción energética ha cesado la extracción del carbón u otras sustancias relacionadas como la antracita.

Partiendo desde los datos más actuales y retrocediendo en el tiempo, para el año 2020 hay 50 productos mineros con datos útiles para el estudio; habiéndose descartado los siguientes 10 debido al secreto estadístico: Estaño-tántalo, Estaño-wolframio, Oro-plata, Esteatita, Thenardita y Toba al disponer de una única explotación en España; y el Wolframio, Serpentina y dunita, Estroncio y Sales Potásicas con dos explotaciones. Por otra parte, para el año 2019 el número total de sustancias mineras es de 51. Esto se debe a que la Serpentina y dunita cuentan con 3 explotaciones y por tanto sus datos sí que estaban disponibles al público.

Respecto al año 2018, fue el último año donde aún se subvencionó la extracción de carbón en la Unión Europea por lo que en el subsector de Minerales energéticos se incluyen 6 explotaciones de Antracita, 2 de hulla (las cuales se descartan para el análisis debido a que sus datos están ocultos para preservar el anonimato) y otras 2 de hulla subbituminosa, también descartadas. Además, también se incluyen 10 explotaciones de Carbón y se descarta el análisis de la Andesita debido a la falta de datos; resultando en un total de 52 tipos diferentes de producción minera. Tanto la Antracita como el Carbón tienen una peculiaridad puesto que el ESMIN ofrece los datos de su producción vendida; mientras que para el resto de sustancias se ofrece la estimación de la producción vendible.

En el caso de 2017, las explotaciones de Antracita ascienden hasta 10, las de Carbón a 14 y se mantienen las dos de hulla y de hulla subbituminosa (volviendo a ser descartadas para el análisis). Por otro lado, sí que hay datos para la Andesita, pero al contar con una única explotación vuelve a no ser incluido para el análisis. Ocurre lo mismo con la Diorita (otros usos), que cuenta en 2017 únicamente con una explotación. En suma, se reduce a 51 el total de los minerales para este año. Finalmente, para el año 2016 la Hulla subbituminosa sí que se incluye en el estudio, al disponer de 3 explotaciones, elevándose por tanto el total de sustancias minerales distintas disponibles para el estudio a 52.

El listado total numerado de las 54 sustancias minerales de las que se ha recopilado algún dato para el periodo del estudio son los siguientes: (0) Hidrocarburo, (1) Cobre, (2) Arcilla refractaria, (3) Arcillas especiales, (4) Caolín, (5) Cuarzo, (6) Espato flúor, (7) Feldespato, (8) Glauberita, (9) Magnesita cruda, (10) Otros minerales, (11) Óxidos de hierro, (12) Piedra pómez/puzolana, (13) Sal gema, (14) Sal manantial, (15) Sal marina, (16) Trípoli, (17) Turba, (18) Alabastro, (19) Arenisca ornamental, (20) Caliza ornamental, (21) Cuarzita ornamental, (22) Granito ornamental, (23) Mármol ornamental, (24) Pizarra ornamental, (25) Pizarra ornamental, (26) Anfíbolita, (27) Arcilla, (28) Arena silíceo, (29) Arena y grava, (30) Arenisca (otros usos), (31) Basalto, (32) Caliza (otros usos), (33) Corneana, (34) Creta, (35) Cuarzita (otros usos), (36) Diabasa, (37) Diorita (otros usos), (38) Dolomía, (39) Fonolita, (40) Granito (otros usos), (41) Grauvaca, (42) Margas, (43) Mármol (otros usos), (44) Milonita, (45) Ofita, (46) Pizarra (otros usos), (47) Pórfidos, (48) Traquita, (49) Yeso, (50) Serpentina y dunita, (51) Antracita, (52) Carbón y (53) Hulla subbituminosa.

Durante la extracción de los datos se creó una última variable categórica llamada mineral. Esta es necesaria porque en diversas explotaciones se extrae más de una sustancia mineral y ofrecen los datos segregados de la estimación de sus Ventas y de la Producción. En total 19 de las sustancias del listado anterior han necesitado esta categoría para detallar su actividad.

La mayoría de estos casos, distinguen entre dos o tres tipos de minerales por excavación como las Arcillas especiales, que están compuestas por Bentonita, Sepiolita y Attapulgita o los Hidrocarburos que se distingue entre Crudos de petróleo y Gas natural. Pero existen casos donde de un mismo tipo de explotación se distingues muchos más elementos. El Caolín es el más extremo, contando con nueve productos mineros distintos de los que se han recogido datos: Arcilla, Arcilla refractaria, Arena y grava, Arena silíceas, Caolín bruto, Caolín lavado, Cuarzo, Feldespato y Mica.

La siguiente figura muestra el ejemplo concreto de los datos recogidos en la base de datos para el cobre en 2020, con todas las nuevas variables incorporadas para este nivel más desagregado.

Tipo de coste	Nss	Subsector	Nm	Nominal Explotación	Mineral	Año	Ámbito	Valor	Unidades
Gastos de personal	2	Metálicos	1	Cobre		2020	España	66.288.663	Euros
Consumo de materiales	2	Metálicos	1	Cobre		2020	España	100.997.512	Euros
Energía consumida	2	Metálicos	1	Cobre		2020	España	57.735.422	Euros
Contratas y otros gastos	2	Metálicos	1	Cobre		2020	España	143.755.818	Euros
Inversiones realizadas	2	Metálicos	1	Cobre		2020	España	89.175.140	Euros
Ventas	2	Metálicos	1	Cobre	Total	2020	España	962.510.345	Euros
Ventas	2	Metálicos	1	Cobre	Conc. de cobre	2020	España	842.628.665	Euros
Ventas	2	Metálicos	1	Cobre	Mineral de plomo	2020	España	20.501.394	Euros
Ventas	2	Metálicos	1	Cobre	Conc. de cinc	2020	España	99.380.286	Euros
Producción	2	Metálicos	1	Cobre	Conc. de cobre	2020	España	1.672.350	T
Producción	2	Metálicos	1	Cobre	Mineral de plomo	2020	España	45.405	T
Producción	2	Metálicos	1	Cobre	Conc. de cinc	2020	España	190.249	T
Potencia instalada	2	Metálicos	1	Cobre		2020	España	224.423	kW
n_explotaciones	2	Metálicos	1	Cobre		2020	España	5	explotaciones

Figura 3.3: Extracto de la base de datos de segundo nivel para el Cobre en 2020

Este desglose desigual en las explotaciones provoca que para esta segunda base de datos no exista una fórmula tan directa como la vista en el primer nivel de desagregación. En total, consta de 2697 valores recopilados de los datos de la ESMIN para realizar el estudio de costes de la industria extractiva.

# Capítulo 4

## Resultados

### 4.1. Presentación de las fichas de los apéndices

Este trabajo incluye cuatro apéndices. Los dos primeros cuentan con fichas técnicas que representan las estructuras de costes de los diferentes subsectores en el apéndice A, y de los diferentes minerales en el apéndice B. El primer anexo cuenta con 5 fichas mientras que el segundo con 54.

Todas las fichas tienen una estructura similar y cuentan con una cabecera más tres secciones con diferentes gráficos, siendo la última sección la única que es diferente entre las fichas para el nivel de 1 y el nivel 2 de agregación.

La cabecera se usa para identificar el subsector o mineral a analizar. El título siempre indica el subsector (Producto Energético, Minerales Metálicos, Minerales industriales, Rocas Ornamentales u Otros Productos de Cantera), que en el caso del nivel 1 esto será lo único que incluya la cabecera. Por otra parte, en las fichas de nivel 2 además se incluye un subtítulo con el nombre específico de la sustancia mineral de la cual se están representando los datos. Este además va numerado para un mejor ordenamiento de los datos.

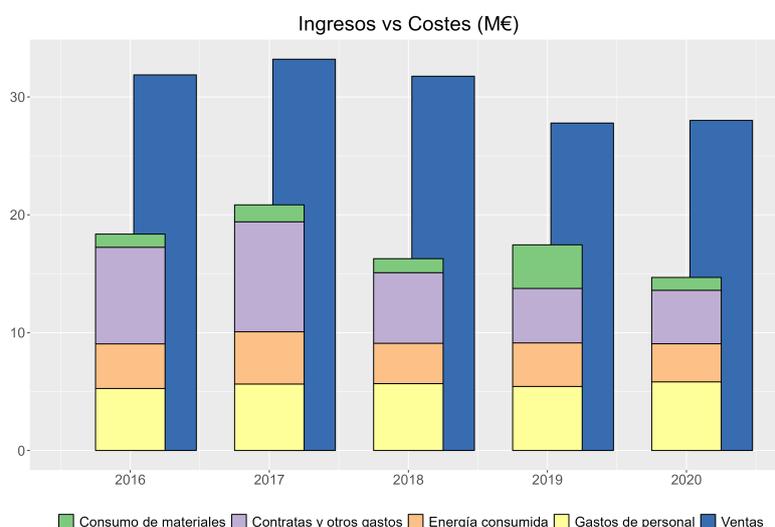


Figura 4.1: Primera sección de las fichas de minerales (Arcilla)

La primera sección, para ambos tipos de fichas, es un gráfico de barras utilizado para comparar los costes con los ingresos en millones de euros como muestra la figura 4.1. Para cada año analizado el gráfico muestra dos barras: una azul que representa la producción vendible del subsector/mineral, que nosotros consideraremos como las ventas; y delante de esta una barra apilada con los distintos costes incurridos. Cada coste va asociado a un color, siendo el verde el asociado al Consumo de materiales, el morado a las Contratas y otros gastos, el naranja a la Energía consumida y el amarillo a los Gastos de personal.

En estos gráficos es posible ver a simple vista el margen operativo del subsector/mineral representado puesto que lo representa el tramo de la barra de los ingresos que no es cubierto por la barra de los costes.

La siguiente sección, también común para las dos fichas, contiene una tabla que muestran los porcentajes de los distintos costes respecto a las ventas. Además de mostrar estos valores para los cinco años del estudio, se muestra la media agregada del período. A parte de los costes, la tabla también incluye el porcentaje que representa el EBITDA sobre las ventas. Este resultado operativo, se calcula restando el total de los costes a las ventas generadas para ese año.

Tabla 4.1: Segunda sección de las fichas de minerales (Arcilla)

	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	3.54	4.34	3.76	13.32	3.92	5.61
Contratas y otros (%)	25.70	28.09	18.86	16.63	16.17	21.40
Energía (%)	11.88	13.36	10.76	13.30	11.56	12.17
Gasto Personal (%)	16.50	16.98	17.88	19.56	20.79	18.24
EBITDA (%)	42.38	37.22	48.75	37.20	47.57	42.59

Para algunos minerales/subsectores, y en algunos años concretos, los costes superan a los ingresos generados resultando en un EBITDA negativo y por tanto mostrando en la tabla un porcentaje negativo. Para esos casos se puede interpretar como el porcentaje en el que los costes exceden a los ingresos.

La tercera sección es la que presenta diferencias entre los niveles del estudio. En el caso de las fichas de los subsectores, incluye cuatro diagramas de dispersión siendo en todas la variable independiente las ventas mientras que la dependiente será un tipo de coste diferente para cada uno de los diagramas.

Además, incluyen una línea de ajuste para facilitar el estudio de la correlación de las variables. En este caso, se ha calculado mediante el análisis de regresión local LOESS. Este ajuste no paramétrico busca encontrar la mejor curva sin asumir que los datos se ajustan a algún tipo de distribución. Se ha optado por este ajuste al tratarse de una recopilación de medidas de muchas sustancias minerales distintas, que cómo se verá más adelante no tienen por qué tener estructuras de coste homogénea.

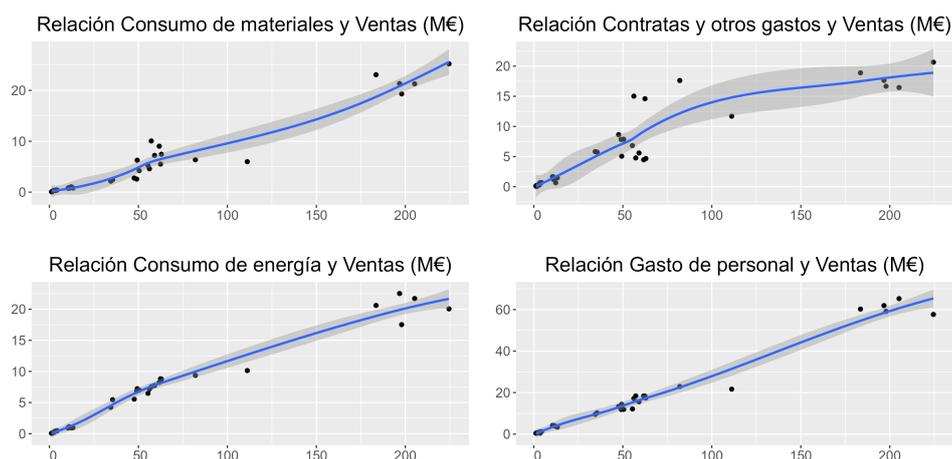


Figura 4.2: Tercera sección de la ficha de subsectores (Rocas Ornamentales)

Por otra parte, en el caso de las fichas de los minerales, la tercer sección está compuesta por tres gráficos de líneas. El primero muestra la variación del precio medio del mineral en euros por tonelada. Este ha sido calculado para cada año como el cociente entre los ingresos y la producción de la sustancia mineral. El segundo representa, el número total de explotaciones que dispone ese mineral en nuestro país. Por último, el tercero representa la ratio Capex, es decir, el porcentaje de inversión realizada en el año en función de las ventas generadas.

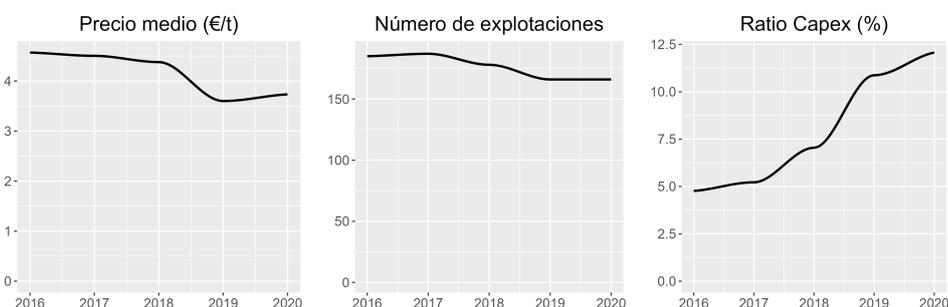


Figura 4.3: Tercera sección de las fichas de minerales (Arcilla)

## 4.2. Análisis de la estructura de costes para los minerales

Se procede al análisis de los resultados de los diferentes subsectores, comentando de ellos su margen de operación, la distribución de los costes y de qué tipo son. Además se comentaran aquellas sustancias minerales que se consideren interesantes para caracterizar y entender mejor los diferentes subsectores de la minería.

Para concluir el estudio de costes, se detallaran y comentaran las ecuaciones de las regresiones lineales entre los diferentes costes y las ventas para diferentes sustancias minerales. Solo se realizará para aquellas sustancias de las que se disponen datos para los 5 años del estudio.

### 4.2.1. Productos Energéticos

El primer subsector a comentar es el de los Productos Energéticos. Este sector es el más diferente de todos, debido a que es el único que ha sufrido un cese programado de parte de las sustancias que extraía como se comentó en el primer capítulo de este trabajo. Esto ocurrió en 2018, año en el que cesaron las ayudas europeas a la extracción del carbón para minas no competitivas; por lo que desde 2019 solo se extrae una única sustancia energética en el país.

Este subsector es el único con contar con un margen de operaciones negativo. Para cuatro de los cinco años del estudio, los costes superan a los ingresos en una media del 30,52%; siendo 2016 el año más crítico, donde prácticamente los costes doblan los ingresos. En contraposición a esto, 2019 es el año con mejor margen operativo para cualquier año y subsector estudiado, alcanzando la cifra máxima de un 73.48% de las ventas.

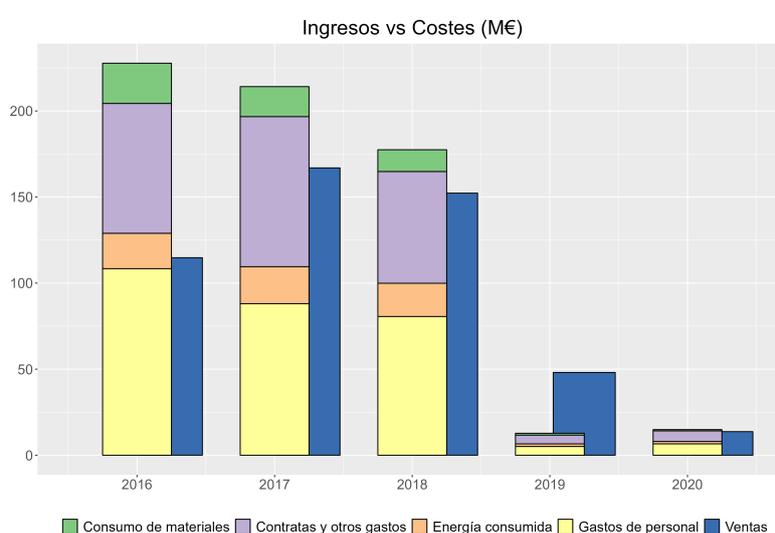


Figura 4.4: Representación de los ingresos y los costes de los productos energéticos

Respecto a los tipos de costes, la figura 4.4 muestra como hay dos que sobresalen por su volumen. Estos son el Gasto en personal y en las Contratas y otros gastos, suponiendo de media sobre el total de costes respectivamente un 44,62% y un 36,89%. A estos se le añaden el 8,55% del Consumo de materiales y el 9,99% del Consumo de energía para completar los costes del subsector.

La figura 4.5 ayuda a la clasificación de los diferentes costes en si son fijos o variables. Debido a la tendencia ascendente las líneas de regresión se puede decir que son costes variables, es decir a más ventas mayores son los costes incurridos para conseguirlo. La cuestión es que las rectas no son puramente lineales, como se nota especialmente en los costes de Consumo de Energía y Gasto de personal e incluso en del Consumo de materias primas.

En estos costes podemos diferenciar una primera sección constante, que se extiende hasta los 50 millones de euros de ingresos. Al superar estos ingresos es cuando la línea toma realmente una pendiente positiva. Esto se podría interpretar como que para estos costes hasta llegar a tal cifra los costes son fijos y al superar esa cifra empiezan a ser variables.

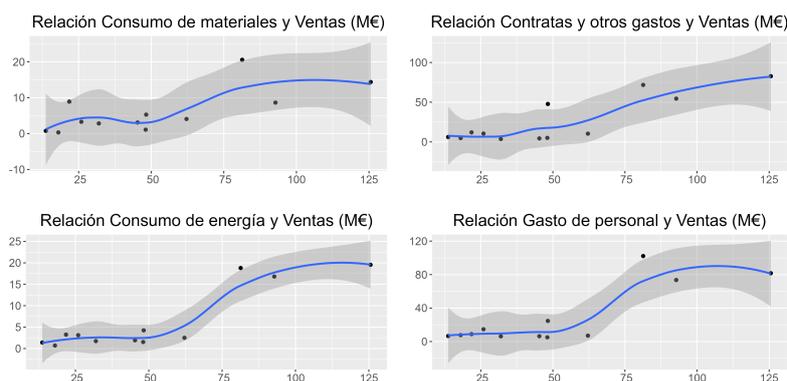


Figura 4.5: Relación de los costes y ventas de los productos energéticos

En el caso del Gasto en Personal se podría entender como que los yacimientos tienen una plantilla fija capaz de extraer toneladas de productos energéticos hasta un valor de 50 millones de euros, pero si pretenden extraer más necesitan ampliar la plantilla y por tanto, aumentarán los costes.

Lo mismo ocurriría con la energía, ya que tendrán contratados suministros de la misma por valor de 2,5 millones de euros de media y con eso son capaces de extraer hasta 50 millones de euros en productos energéticos, extrayendo muchos menos para algunos años. En aquellos años que excedan la previsión de los 50 millones de valor de producto extraído, necesitarán hacer uso de más electricidad, gas y gasolina; siendo estos mucho más caros al no poder negociar por antelación su precio o conseguir ventajas económicas.

Una vez conocido el subsector en general, se van a detallar algunas de las sustancias minerales que lo conforman siendo los hidrocarburos (0) la principal de estas, al ser la única que se sigue extrayendo en la actualidad. En estos yacimientos se extraen tanto gas natural como crudos de petróleo.

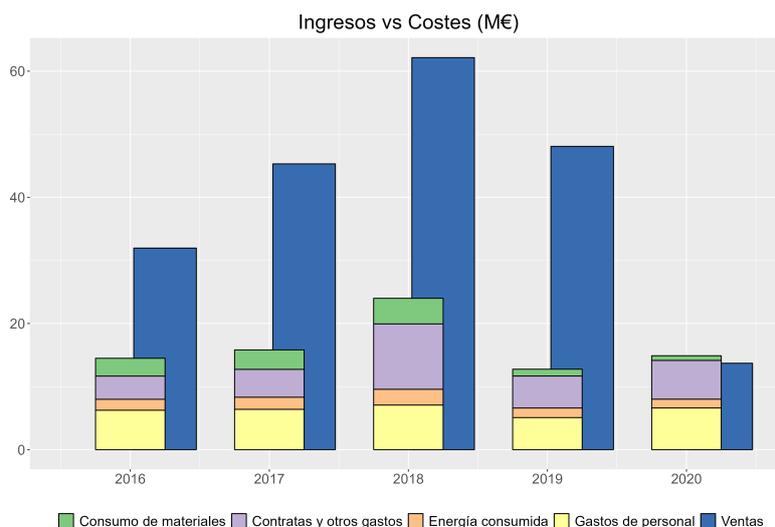


Figura 4.6: Representación de los ingresos y los costes de los hidrocarburos

Los hidrocarburos, al contrario que el resto de productos energéticos, han sido muy rentables hasta 2019 por sus altos márgenes de operación, de más del doble que el total

de los costes. Esta situación tan positiva se ve alterada al llegar al último año del estudio donde los costes superan las ventas en un 8,67%, resultando en un EBITDA negativo.

La Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) relaciona este desplome de los ingresos con la pandemia del Covid-19. En su Informe Anual de la Distribución de Carburantes detallan que la caída sufrida en 2020 rebajó la demanda de hidrocarburos a niveles de la década de los años 90. En total, la demanda disminuyó en un 20,5%; lo que bajo los precios considerablemente [CNMC, 2021].

El estallido de la pandemia, el inicio del confinamiento y la reducción de la actividad económica son los grandes causantes de esta bajada de la demanda y por tanto de los precios. Estos fluctuaron considerablemente a lo largo del año y en función de la situación sanitaria: descendieron mucho con el inicio de la cuarentena, se recuperaron algo para el verano, pero volvieron a empeorar con el estallido de la segunda ola hasta volver a ponerse al alza a finales de año; motivados por los inicios de los planes de vacunaciones internacionales. Aun así, acabaron 2020 con un precio inferior al de enero de ese mismo año.

A parte de los hidrocarburos, y como se ha comentado al inicio de la sección, España extraía también hasta 2018 carbón y derivados de este como la antracita y la hulla subbituminosa. Este fue el último año en activo de la gran mayoría de estos yacimientos. Desde entonces en España solo se sigue extrayendo carbón en el Pozo San Nicolás en Asturias [Villarreal], pero al tratarse de un único yacimiento la Ley de la Función Estadística Pública blindó su anonimato y no comparte sus datos en la Estadística Minera Anual desde 2018 por lo que no se podrá incluir en el análisis desagregado del material.

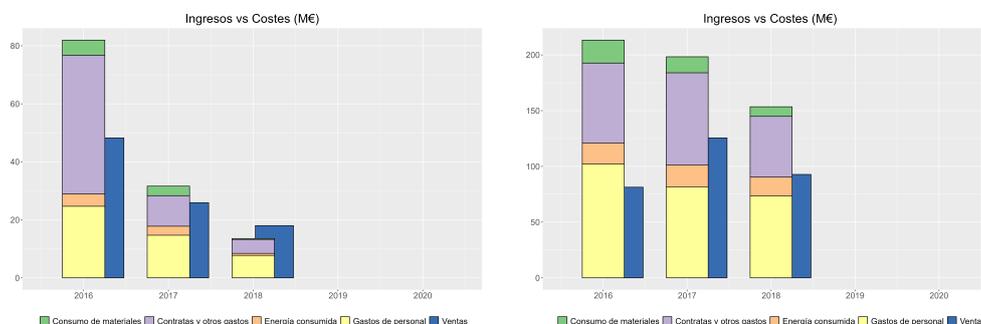


Figura 4.7: Representación de los ingresos y los costes de la antracita y el carbón

En la figura superior se observa el reparto de costes e ingresos de la antracita y el carbón, ambos tuvieron más costes que ventas durante sus últimos años de explotación. Si nos fijamos en 2016, se observa como los costes operativos del carbón casi triplicaban a sus ingresos. Al tener mayor volumen que los hidrocarburos, son estas sustancias las que marcan la tendencia general del subsector.

Las subvenciones concedidas por Europa desde 2010 son el motivo de porqué a pesar de que ambos tenían resultados operativos negativos, los yacimientos seguían siendo explotados. Al tener una fecha establecida para el cierre de la actividad, es normal que el proceso de clausura haya sido paulatino tanto en el número de explotaciones como en las inversiones realizadas. La figura 4.8 muestra esta tendencia descendente para ambos minerales.

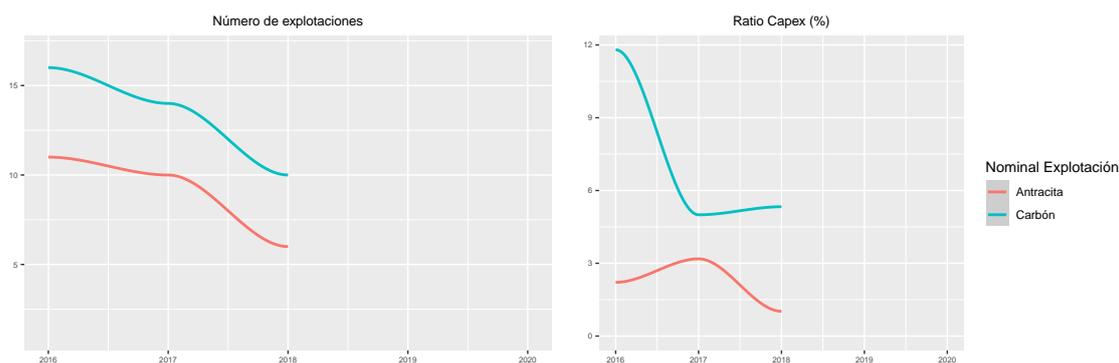


Figura 4.8: Explotaciones y Ratio Capex del carbón y la antracita

El último elemento de este subsector por comentar es Hulla subbituminosa, del cual solo se han recogido datos para 2016. En comparación con el resto de productos energéticos, destaca el gran gasto en Materiales, que iguala al de Gasto de personal y Contratas. Además, este mineral también tiene un EBITDA negativo como muestra la tabla 4.2, que suponemos que se compensaría con las subvenciones al carbón.

Tabla 4.2: Tabla con la distribución de costes y el resultado operativo de la hulla

	2016
Materiales (%)	40.78
Contratas y otros (%)	55.06
Energía (%)	14.88
Gasto Personal (%)	40.78
EBITDA (%)	-51.51

En resumen, el sector de Productos Energéticos en España ha descendido bastante su producción económica debido al cese de la minería de carbón. Aún así, aún cuenta con los yacimientos de hidrocarburos, de los que se espera la recuperación de su actividad productiva a partir del año 2021.

En cuanto a la estructura de costes general de este subsector, se ha observado como predominan los gastos en Contratas y Personal, respectivamente. Además el gasto en contratas es puramente Variable mientras que el resto tiene un parte más fija y otra más variable.

#### 4.2.2. Minerales Metálicos

El siguiente subsector para analizar es el de los Minerales Metálicos. En este caso, de los cinco minerales metálicos que se extraen en España, solo se ha incluido en la base de datos el cobre debido a que el resto de minerales (estaño-tántalo, estaño-wolframio, oro-plata y wolframio) solo tienen una o dos explotaciones como se comentó en el capítulo tercero.

El resto de minerales sí que se incluyen en el análisis general del subsector, pero al ser tan pocas explotaciones y generar pocos ingresos, el subsector adoptará prácticamente la estructura de costes del cobre. En la figura 4.9 se puede ver esta comparativa.

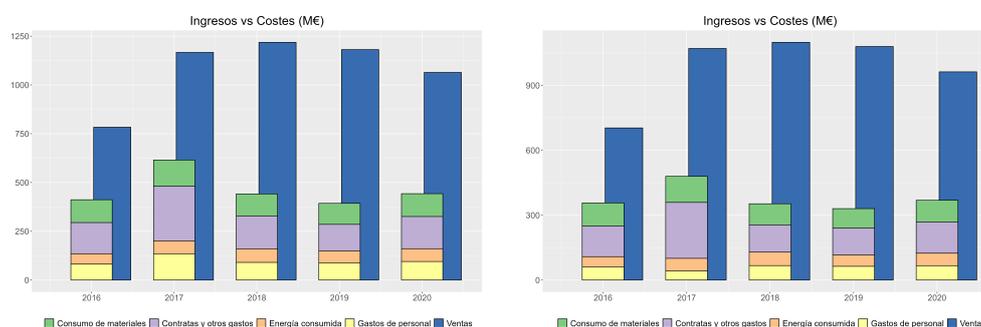


Figura 4.9: Representación de los ingresos y los costes de los minerales metálicos y el cobre

Ambos gráficos muestran como los ingresos son bastante más cuantiosos que los costes para todo el periodo a analizar, resultando en un EBITDA medio del 57,45 % para el total de los minerales metálicos y de un 61,60 % para el caso concreto del cobre. Este es el mejor resultado operativo de todos los subsectores. Además de esto, también es el subsector con mayores ventas superando en tres ejercicios los mil millones de ingresos en ventas. De entre los costes destaca el relacionado con las Contratas y Otros gastos que supone alrededor del 16,5 % de los ingresos totales tanto para el subsector como para su principal mineral. También coinciden con el coste del Consumo de materiales y de la energía, ambos rondan de media el 10,6 % y 6 % respectivamente. Donde se diferencian es los Gastos de personal, siendo para el caso concreto del cobre del 6,1 % mientras que en los minerales metálicos en general es casi 3 puntos superior, del 9,05 %.

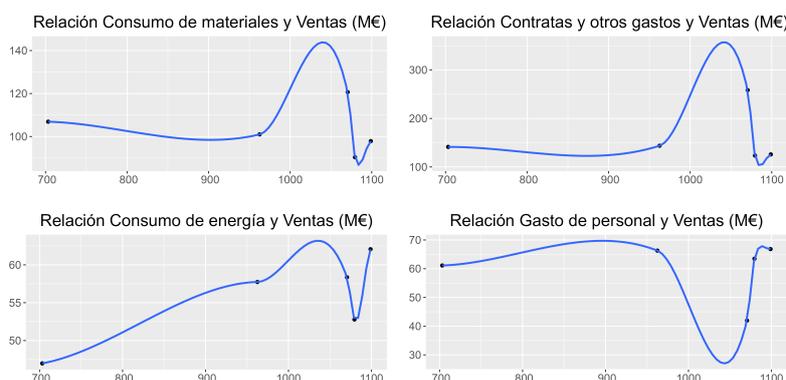


Figura 4.10: Relación de los costes y ventas de los productos energéticos

Respecto a la clasificación de estos costes, es difícil estimarlos con tan pocos datos; solo disponemos uno por cada año a diferencia del resto de subsectores. La figura de la relación de los costes y las ventas no se asemeja a ninguna de las comentadas en el capítulo de la Medición de los costes operativos.

Además, si se compara la totalidad de los costes con la producción de los diferentes minerales extraídos en los yacimientos de cobre (concentraciones de cinc, cobre y mineral de plomo), se observa que el pico de los costes se dio en 2017 mientras que el pico de

producción se dio en 2018. De hecho, fue en este máximo de productividad dónde los Coste de Materiales, el de Energía y el de Contratas alcanzaron sus mínimos.

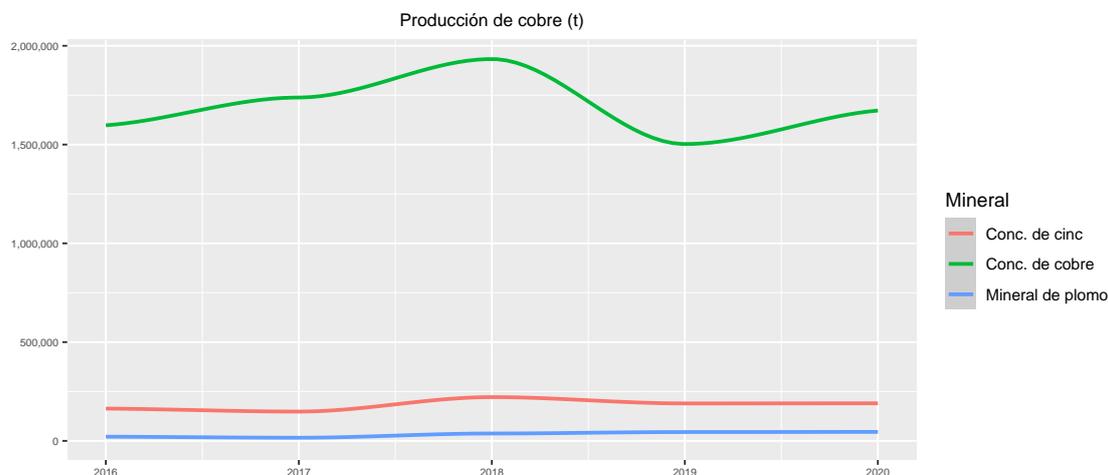


Figura 4.11: Producción de Cobre en España

Esto sumado a las notables variaciones en el peso relativo de los costes, indica que en general los costes para el cobre, y por ende para el subsector, no son estrictamente fijos ni variables, situándose en algún lugar del espectro intermedio de los costes semivariables o semifijos.

Además, comentar que las explotaciones de cobre llevan estabilizadas en un total de 5 desde 2017 y que las inversiones han ido fluctuando en el periodo, pero han tenido una media del 15 % para los años del estudio.

En resumen, al ser el cobre la única sustancia de los minerales metálicos de la cual se han podido recoger datos, las conclusiones sacadas para este son prácticamente idénticas para el resto del subsector. Se ha determinado la distribución de costes, pero no se ha podido determinar el tipo en función de la productividad.

### 4.2.3. Minerales industriales

El siguiente subsector por analizar es el de los Minerales Industriales. Es el segundo por volumen de ingresos y en total cuenta con dieciséis minerales de los cuales se ha podido crear una ficha técnica. Además de comentar la estructura de costes del subsector, se analizarán aspectos concretos de algunos de sus minerales.

En la figura 4.12 se puede observar como el subsector no tiene un resultado operativo excesivo. De hecho, sin contar el subsector de los minerales energéticos por su anómala situación debido al carbón, es el que menor margen operativo tiene. De media agregada para el periodo tiene un EBITDA del 29,0% respecto a los ingresos generados. Este porcentaje es bastante constante durante los años estudiados salvo en 2017, donde tiene su mínimo situado en un 25,93%.

Respecto a la distribución de los costes, se observa que, de media en el periodo, el coste relacionado con las Contratas y otros gastos supone prácticamente la mitad de los

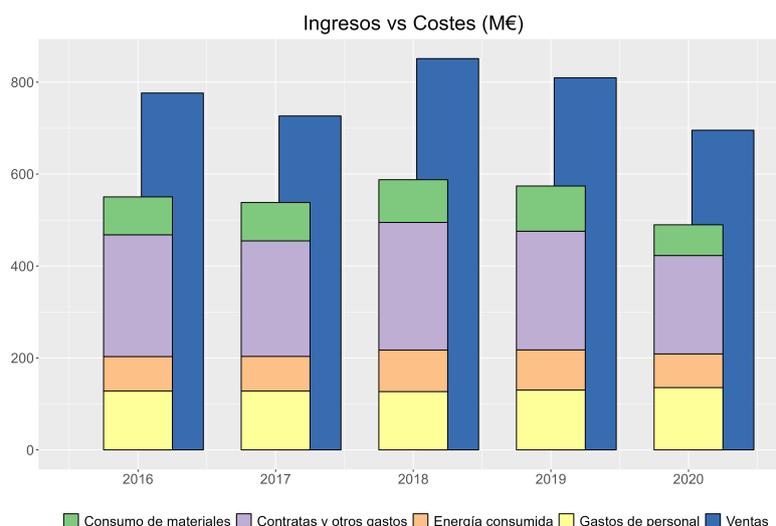


Figura 4.12: Representación de los ingresos y los costes de los minerales industriales

costes con un 46,3%. A este le sigue el del Gasto de personal con un 23,66% mientras que el Consumo de materiales y el de energía rondan el 15% cada uno. Si estudiamos su evolución vemos que el coste de la energía ha sido bastante constante a lo largo de los años mientras que el resto han variado ligeramente.

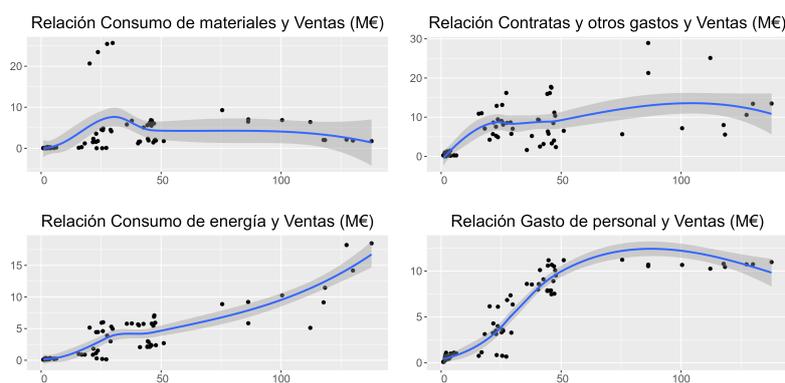


Figura 4.13: Relación de los costes y ventas de los minerales industriales

Respecto a la clasificación en función de su variabilidad con la actividad productiva la figura 4.13 muestra como el Consumo de materiales tiene una tendencia ascendente hasta algo antes de los 50 millones de euros en ventas y a partir de ahí se estabiliza en los 5 millones de euros en costes, al contrario que ocurría con los productos energéticos. Es por esto por lo que podría tratarse de un coste variable en las primeras toneladas de producción pero que se estabiliza pasado cierto punto, convirtiéndose entonces en un coste fijo.

También podría ser que los diferentes minerales que conforman este subsector son bastante heterógenos entre sí y no es tan sencillo encontrar una tendencia clara entre los costes y las ventas. A parte de esto, se vislumbran unos valores alejados de la línea de ajuste con un elevado coste para el bajo valor de los ingresos. Estos datos corresponden con el espato-flúor como se comentará tras el análisis del subsector.

Las Contratas y otros gastos también es un gasto variable pero que pasados los 50

millones de ingresos vuelve a estabilizarse, esta vez en torno a los 10 millones de coste fijo salvo por unos valores que deforman ligeramente la regresión. Ocurre lo mismo con el Gasto en personal que empieza variando con la producción y se estabiliza en los 10 millones de costes. Finalmente, el Consumo de energía es un coste totalmente variable tal y como muestra su gráfico.

Una vez conocidas la estructura de costes general, se van a comentar algunos minerales industriales característicos. El primero de estos es la arcilla refractaria (2). Esta llama la atención por su distribución de costes y el enorme peso que supone las Contratas y otros gastos como muestra la figura 4.14.

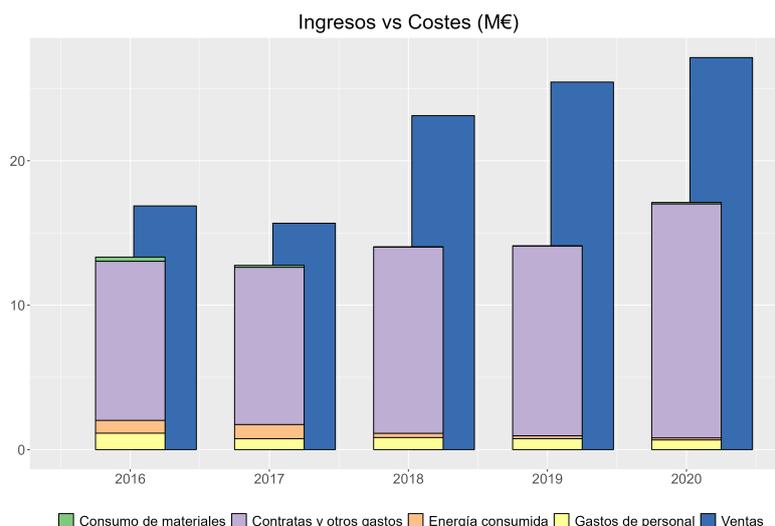


Figura 4.14: Representación de los ingresos y los costes de la arcilla refractaria

Comparando con los ingresos, este coste supone de media para el periodo un 59,22%; mientras que, si sacamos su peso relativo entre la totalidad de los costes, esta cifra aumenta hasta situarse en un 89,93%. Esto convierte a la arcilla refractaria en el mineral con los costes operativos menos heterogéneos de todo el subsector. Además, la figura también muestra que se trata de un coste variable; donde a mayores ingresos, mayor es la producción, pero también mayor es el coste. Esto encaja con el resto de minerales metálicos que facturan menos de 50 millones de euros.

Asimismo, se ha de recalcar que la inversión en arcilla refractaria ha ido disminuyendo desde un 12% en 2016 hasta cerca del 3% en 2020, quizás por el enorme peso de externalización que suponen todas estas contrataciones. Esto desentona con la tendencia creciente de las ventas.

El siguiente mineral que comentar es el espato-flúor (6), que desde 2010 forma parte de las materias primas críticas determinadas por la Unión Europea. Su uso principal es el de la producción de ácido fluorhídrico para la industria química, aunque también se aplica en fundición de acero en la industria metalúrgica. Aquellos minerales con peor calidad por su parte se usan en la fabricación de cemento y la industria cerámica.

Lo llamativo del espato-flúor es que, a pesar de tener un precio al alza, una producción constante y una inversión, que, aunque fluctúa bastante, es muy superior a la del resto de minerales industriales, que ronda el 10% de media; los costes superan a los ingresos.

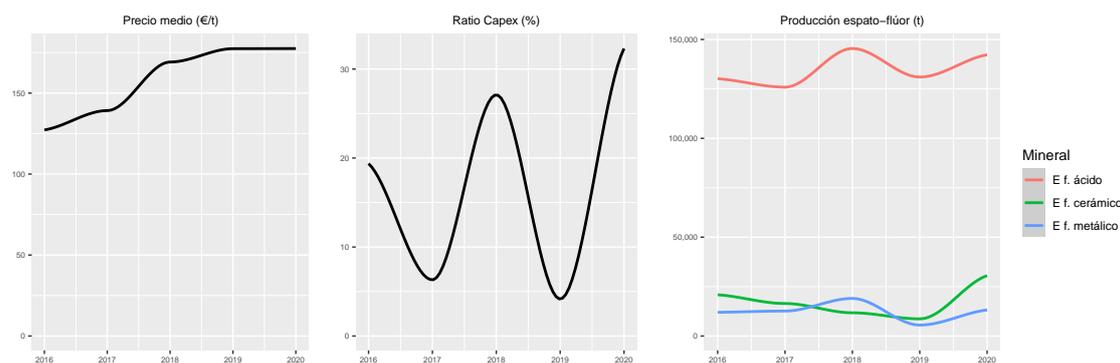


Figura 4.15: Precio medio, ratio Capex y producción del espato-flúor

Para el periodo estudiado, los costes exceden en media un 43,99 % a las ventas generadas siendo el más notable el Consumo de materiales, que en 2016 y 2017 por sí solo equiparaba al total de dinero ingresado por las ventas. Este consumo tan exagerado ya se vislumbraba en la figura 4.13.

Si acudimos al desglose disponible en la Estadística Minera, se observa que, del total de los materiales consumidos en 2016, el 80 % es causado por el consumo de minerales provenientes de otras explotaciones. Esta situación se repite para el resto de años del estudio salvo en 2020, único año donde el EBITDA es positivo, gracias a la reducción de los Costes de Materiales. Mirando el desglose, se observa que para ese año no se incurrió en ningún gasto de minerales de otras explotaciones, terminando de esa forma con la anomalía comentada.

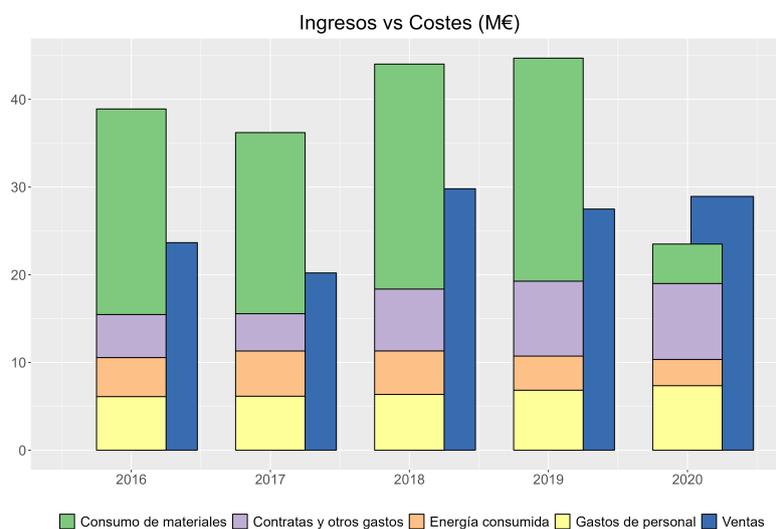


Figura 4.16: Representación de los ingresos y los costes de la arcilla espato-flúor

A pesar de tratarse del subsector con menor margen operativo, hay dos minerales industriales con muy buenos resultados de operación; estos son los óxidos de hierro (11) y la glauberita (8) con una media de 68,47 % y 70,52 % del EBITDA respecto a los ingresos recaudados. Además, la glauberita también destaca por su gran volumen de ventas, al superar los 100 millones de euros todos los años del estudio.

Del óxido de hierro también comentar como la mayoría de sus costes están relacionados con el Gasto en Personal, muy alejado de la media del subsector. Al comparar la

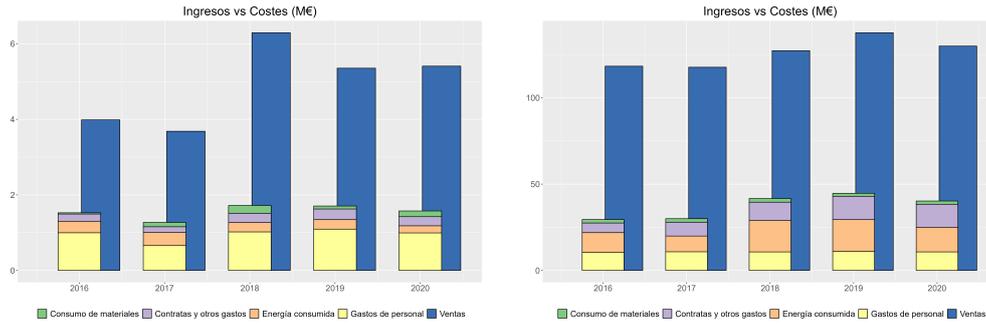


Figura 4.17: Representación de los ingresos y los costes de los óxidos de hierro y la glauberita

producción de la glauberita con sus distintos gastos, se observa claramente que el Consumo de materiales y el Gasto de personal son gastos fijos, ya que a pesar de aumentar la producción al final de la serie, los gastos se quedan bastante estáticos como indica sus bajas varianzas de 0.03096 y 0.18052 respectivamente. Esto encaja a la perfección con la estructura de costes para ingresos mayores de 50 millones que se ha comentado anteriormente.

Tabla 4.3: Tabla con la distribución de costes y el resultado operativo de la glauberita

	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	1.70	1.73	1.66	1.27	1.45	1.55
Gasto Personal (%)	8.84	9.17	8.43	7.97	8.26	8.51
Energía (%)	9.68	7.77	14.31	13.42	10.91	11.33
Contratas y otros (%)	4.70	6.79	8.32	9.79	10.33	8.09
EBITDA (%)	75.09	74.53	67.28	67.54	69.05	70.52

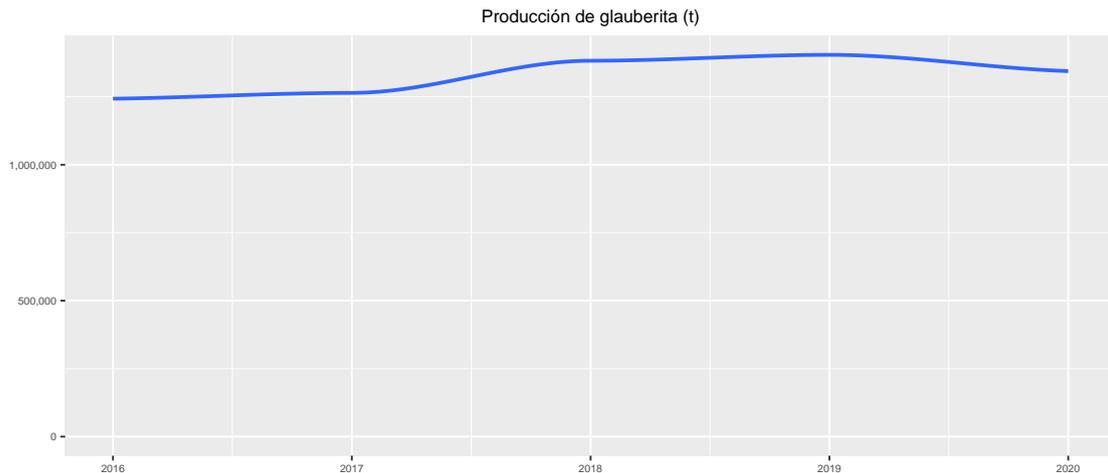


Figura 4.18: Producción de glauberita en España

Por otro lado, el Consumo de Energía y el Coste de las Contratas de la glauberita sí que aumentaron con la actividad productiva, suponiendo de esta forma costes variables. Para

estos casos su varianza es mayor, de 5.753747 y 4.219507 respectivamente. El caso del Consumo de energía sí que encajaría con la estructura general de los minerales metálicos, mientras que los Costes de contrataas diferirían, ya que para el subsector estos costes son fijos a partir de los 50 millones de euros.

#### 4.2.4. Rocas Ornamentales

El cuarto subsector es el conformado por las Rocas Ornamentales. Este cuenta con 7 tipos de rocas de las que se han recopilado datos y es el segundo con menor volumen de ingresos. Además, no han parado de descender en todo el periodo del estudio.

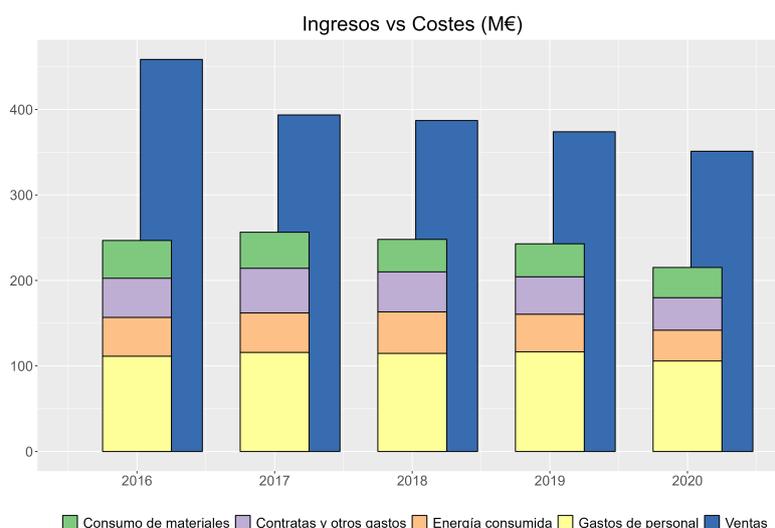


Figura 4.19: Representación de los ingresos y los costes de las rocas minerales

Aun así, el subsector consta de un margen de operación bastante solvente, su EBITDA supone el 38,44 % de media respecto a los ingresos. Este porcentaje ha ido a la baja desde su máximo en 2015 (46,18 %) hasta 2019, empezándose a recuperar en 2020 gracias a una mayor disminución en el volumen de costes.

El Gasto en personal supone casi la mitad de los costes, dejando la otra mitad a dividir en tres partes bastante equitativas entre los costes restantes, siendo ligeramente mayor entre ellos el de las Contratas y otros gastos.

Además, el subsector de las rocas ornamentales tiene una estructura de costes bastante clara y flexible; no tiene costes fijos, todos son puramente flexibles tal y como muestra la figura 4.20. Es decir, a mayores cantidades de rocas ornamentales extraídas, en más costes se incurren. De los cuatro costes, el de las Contratas y otros gastos es el que, pero regresión local tiene; pero es lo suficientemente buena para afirmar que es un coste variable.

Este subsector es el más homogéneo de todos. De los siete tipos de rocas que hay, en todos el Gasto en personal es el mayoritario y en cinco de ellos le sigue el de Contratas y otros gastos. Destacar entonces a la pizarra ornamental (24) por ser el que mayor volumen factura, alrededor de 200 millones de euros cada año, gracias a sus más de 70 explotaciones en activo.

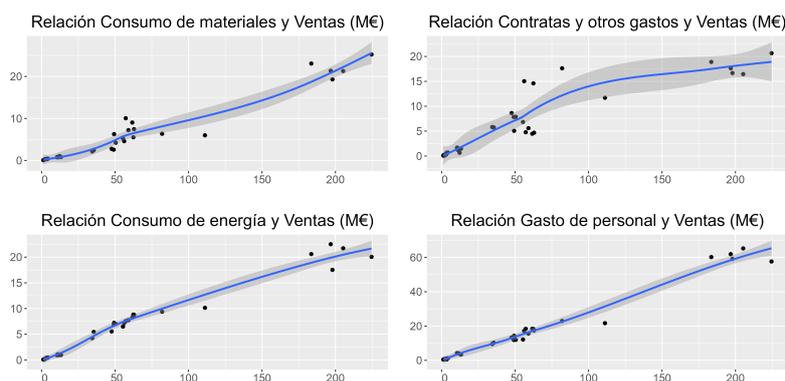


Figura 4.20: Relación de los costes y ventas de las rocas minerales

También subrayar la continua inversión en granito ornamental (22), que empezó la serie cercano al 20% en su ratio Capex y tras cinco años está ya próximo al 40%, siendo la sustancia mineral con mayor inversión de todas.

#### 4.2.5. Otros Productos de Cantera

El último subsector para analizar es el compuesto por Otros Productos de Cantera. Es el tercero con mayor facturación, en parte gracias a sus 26 sustancias minerales que alberga y las más de 2.000 explotaciones en activo para el año 2020. hola

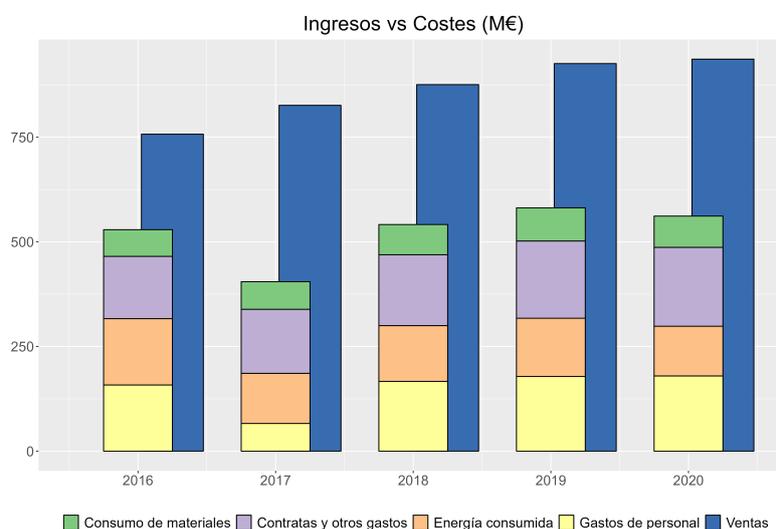


Figura 4.21: Representación de los ingresos y los costes de los otros productos de cantera

Este subsector tiene un margen operativo similar a las Rocas Ornamentales, suponiendo este un 39,42% de media de los ingresos. Los ingresos tienen una tendencia ascendente desde el inicio del análisis mientras que los costes han permanecido más estables a lo largo de los años, salvo para el 2017 donde disminuyeron considerablemente. Esto explica porque 2016 se obtuvo el margen operativo más pequeño (30,13%), al tener el menor de todos ingresos de la serie; mientras que para 2017 fue el año de mayor margen (50,99%) gracias a ese mínimo en los costes.

Este es el caso en el que más repartidos están los tipos de costes. El 32,22 % de los costes viene por las Contratas y otros gastos, seguido muy de cerca por el Gasto de Personal con un 28,6 % y el Consumo de energía con un 25,56 %; el 13,6 % restante corresponde al Consumo de Materiales. Esta proporción de los gastos se mantiene estable para toda la serie histórica salvo para 2017, año de la bajada de los costes. Esta bajada ocurrió íntegramente en la categoría de Gastos de personal, por lo que disminuyó su peso proporcional para ese año, aumentando la del resto.

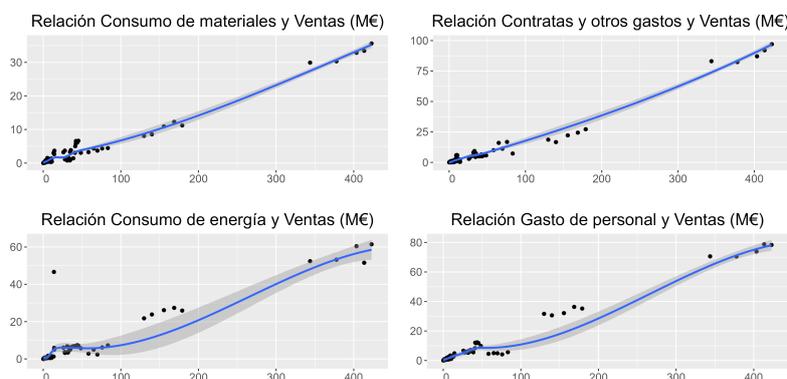


Figura 4.22: Relación de los costes y ventas de los otros productos de cantera

Finalmente, respecto a la variabilidad de los costes, la figura 4.22 muestra como todos los tipos de costes mantienen relación bastante estrecha, por lo que se tratan de costes variables puros. A mayores productos de cantera extraídos más costes en materiales, contratas, energía y personal. El hecho de que se aprecie tan claramente la tendencia entre los costes y las ventas, deja entrever que los productos de cantera pertenecen a un subsector bastante homogéneo entre si, dondé los procesos de extracción serán bastante similares.

De la gran cantidad de productos de cantera que se extraen en España, hay varios con márgenes operativos negativos y otros con estructuras de costes peculiares. El más sorprendente de todos, y que cumple ambas características, es el caso de la creta (34) tal y como se muestra en la figura 4.23.

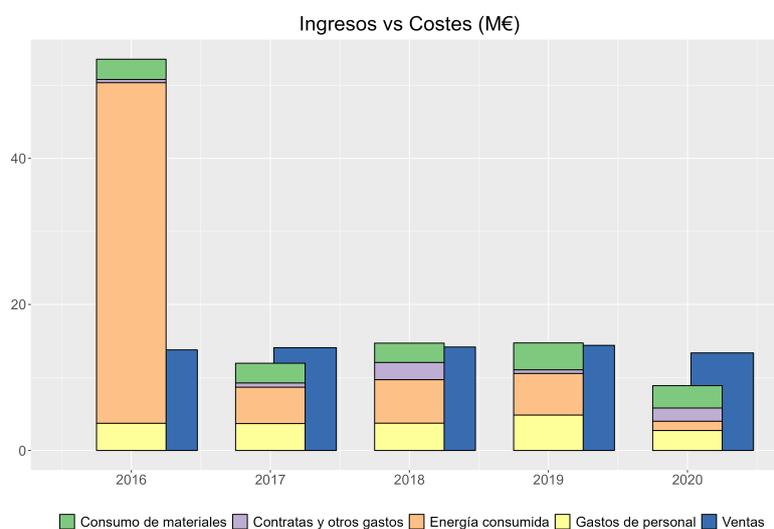


Figura 4.23: Representación de los ingresos y los costes de la creta

En esta figura se observa como para el año 2016 se incurrió en un descomunal gasto en energía. Concretamente el Consumo de energía supera a los ingresos en un 338,34%. Si acudimos al desglose que proporciona la Estadística Minera para ese año, observamos que prácticamente la totalidad de ese gasto es debido a la energía eléctrica adquirida, medida en MWh. Para el resto de años de la serie, ese gasto desaparece.

El gasto mayoritario para el subsector es el de relacionado con las Contratas con un 32,22% por ciento pero hay 3 casos con una distribución mucho más extrema. Se trata de la pizarra ornamental (25), la diorita de otros usos (37) y las margas (42).

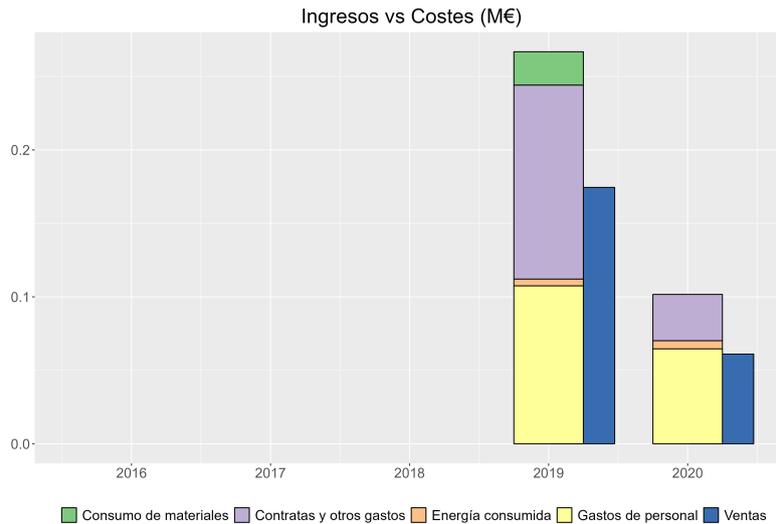


Figura 4.24: Representación de los ingresos y los costes de la pizarra ornamental

De la pizarra ornamental solo se han podido coger datos para 2 años, siendo el primero de estos el que mayor desigualdad de costes presenta. La totalidad de los costes se reparte prácticamente entre dos: Contratas y otros gastos con un 49,46% y Gasto de personal con 40,28%. Además para ambos años el EBITDA es negativo.

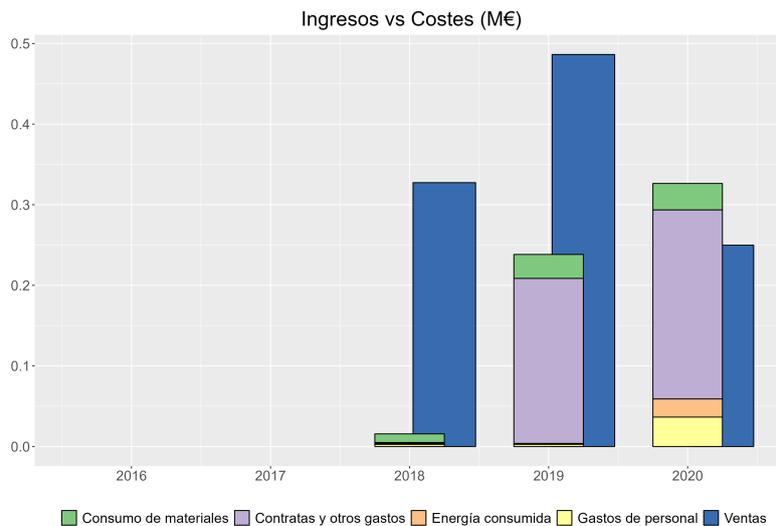


Figura 4.25: Representación de los ingresos y los costes de la diorita

Para la diorita el coste en contratas supone el 75,87% del total de sus gastos. Además

para 2018, tiene el record de mayor resultado operativo siendo este el 95,21 % de los ingresos generados. Finalmente las margas, tienen un margen operativo muy estrecho, la media para el periodo del estudio es de -1,51 %. Esto se debe en parte a su gran gasto en Contratas.

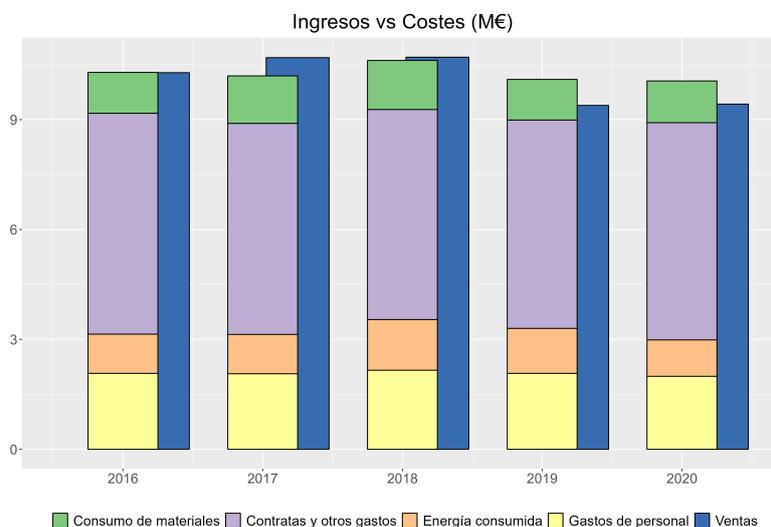


Figura 4.26: Representación de los ingresos y los costes de las margas

En resumen, el subsector de los otros productos de cantera es un subsector con unos costes muy variables y muy repartidos, aunque tiene varios casos extremos. También es un sector con bastantes resultados operativos en negativo.

#### 4.2.6. Análisis específico por mineral

Finalizado el estudio general de la estructura de costes de los diferentes subsectores, se procede a mostrar el análisis específico para cada mineral. De los 54 minerales de los que se han podido recopilar información, solo se van a analizar los 48 que tienen valores para todo el período del estudio, es decir, de 2016 a 2020. Quedando fuera entonces, por no disponer de suficientes puntos para la generación de las ecuaciones de la regresión lineal, los siguientes minerales: la pizarra ornamental (25), la diorita (37) y la Serpentina y dunita (50) de los Productos de Cantera; y la antracita (51), el carbón (52) y la hulla subbituminosa (53) del subsector de los productos energéticos.

Del resto de materiales, se han obtenido su regresión local para los cuatro tipos de costes en función de las ventas de estos. Se han recopilado las ecuaciones resultantes y se muestran en la tabla 4.4. Esta tabla consta de 6 columnas. Las dos primeras indican el mineral y el coste estudiado; mientras que las dos siguientes son las que conforman la ecuación de regresión  $y=a+bx$ .

El coeficiente  $a$  es la intersección de regresión lineal con el eje  $y$ . Este valor expresado en euros representa el valor esperado del coste cuando no existen ventas. En los costes semivariabiles, representa la componente fija del mismo, aquella que es constante con el aumento de las ventas; mientras que en los costes puramente variables este valor tenderá a cero. Por su parte, el coeficiente  $b$  representa la pendiente de la regresión lineal. Esta muestra cuanto varían los costes por cada unidad de cambio en las ventas.

La siguiente columna muestra el  $R^2$ . Este indica la bondad del ajuste del modelo de regresión.  $R^2$  varía entre 0 y 1, representando qué proporción de la variabilidad del coste es explicada por la regresión lineal con respecto a las ventas. Un valor de este cercano al 0 indica que el modelo no tiene un buen ajuste mientras que los valores próximos al 1 denotan una fuerte relación entre los costes y las ventas; sea cual sea esta relación (costes fijos o variables).

Las últimas dos columnas contienen el nivel de significación o el p-valor asociado con la prueba de hipótesis nula para los coeficientes de regresión. Un p-valor bajo, inferior a 0.05, indica que la regresión es estadísticamente significativa por lo que hay evidencia suficiente para afirmar que existe una relación entre las variables. Un bajo valor del p-valor del coeficiente a indica que se trata de un coste fijo mientras que un bajo valor del p-valor del coeficiente b indica que se trata de un coste variable. Si ambos son significativamente bajos indica que hay una parte variable y otra parte fija.

Además de la tabla, el apéndice C del trabajo cuenta con la representación gráfica con las líneas de Regresión para todos los costes y minerales comentados.

Tabla 4.4: Regresión lineal entre los Costes y las Ventas para cada mineral

Mineral	Coste	Coef. a	Coef. b	R2	p-valor b	p-valor b
Hidrocarburo	C. Materiales	269256	0.052	0.462	0.861	0.207
Hidrocarburo	Contratas y otros	3049340	0.072	0.247	0.403	0.395
Hidrocarburo	C. Energía	1058825	0.019	0.624	0.063	0.112
Hidrocarburo	G. Personal	6279481	0.000	0.000	0.008	0.999
Cobre	C. Materiales	115253549	-0.012	0.031	0.059	0.777
Cobre	Contratas y otros	98188826	0.061	0.032	0.647	0.773
Cobre	C. Energía	27781107	0.028	0.641	0.106	0.104
Cobre	G. Personal	67985738	-0.008	0.017	0.151	0.833
Arcilla refractaria	C. Materiales	424600	-0.014	0.458	0.120	0.210
Arcilla refractaria	Contratas y otros	4596583	0.380	0.821	0.135	0.034
Arcilla refractaria	C. Energía	2174735	-0.077	0.978	0.001	0.001
Arcilla refractaria	G. Personal	1272237	-0.020	0.335	0.041	0.307
Arcillas especiales	C. Materiales	12736178	-0.060	0.513	0.027	0.173
Arcillas especiales	Contratas y otros	-2188953	0.215	0.084	0.958	0.636
Arcillas especiales	C. Energía	13289687	-0.059	0.141	0.188	0.534
Arcillas especiales	G. Personal	12601180	-0.021	0.705	0.000	0.075
Caolín	C. Materiales	-1067279	0.060	0.427	0.596	0.231
Caolín	Contratas y otros	4587969	0.115	0.162	0.547	0.502
Caolín	C. Energía	2010078	0.088	0.226	0.665	0.419
Caolín	G. Personal	4406243	0.095	0.123	0.546	0.562
Cuarzo	C. Materiales	-8550254	0.322	0.198	0.647	0.452
Cuarzo	Contratas y otros	-27992052	0.990	0.790	0.126	0.044
Cuarzo	C. Energía	-4277344	0.144	0.630	0.235	0.109
Cuarzo	G. Personal	13319073	-0.123	0.297	0.073	0.342
Espato fluor	C. Materiales	31120755	-0.430	0.038	0.414	0.754
Espato fluor	Contratas y otros	-4735977	0.439	0.747	0.308	0.059

Tabla 4.4: Regresión lineal entre los Costes y las Ventas para cada mineral (continuación)

Mineral	Coste	Coef. a	Coef. b	R2	p-valor b	p-valor b
Espato fluor	C. Energía	7219284	-0.113	0.266	0.084	0.374
Espato fluor	G. Personal	4386357	0.084	0.402	0.066	0.251
Feldespatos	C. Materiales	2478790	0.071	0.109	0.471	0.587
Feldespatos	Contratas y otros	8149527	-0.031	0.002	0.525	0.947
Feldespatos	C. Energía	2567927	0.104	0.107	0.609	0.592
Feldespatos	G. Personal	2875210	0.019	0.059	0.082	0.694
Glauberita	C. Materiales	3558631	-0.013	0.559	0.023	0.147
Glauberita	Contratas y otros	-37110419	0.375	0.830	0.058	0.032
Glauberita	C. Energía	-38584783	0.419	0.733	0.128	0.064
Glauberita	G. Personal	8717658	0.016	0.513	0.005	0.174
Magnesita cruda	C. Materiales	-577994	0.104	0.271	0.804	0.368
Magnesita cruda	Contratas y otros	658590	0.325	0.219	0.937	0.427
Magnesita cruda	C. Energía	-897952	0.099	0.243	0.709	0.398
Magnesita cruda	G. Personal	617760	0.139	0.338	0.816	0.304
Otros minerales	C. Materiales	70573	-0.025	0.006	0.717	0.898
Otros minerales	Contratas y otros	270649	-0.017	0.021	0.026	0.816
Otros minerales	C. Energía	77436	0.016	0.102	0.060	0.600
Otros minerales	G. Personal	74987	0.015	0.067	0.094	0.673
Óxidos de hierro	C. Materiales	-97436	0.043	0.499	0.497	0.182
Óxidos de hierro	Contratas y otros	29441	0.039	0.699	0.719	0.078
Óxidos de hierro	C. Energía	482674	-0.044	0.620	0.017	0.114
Óxidos de hierro	G. Personal	431380	0.105	0.456	0.288	0.211
Piedra pómez	C. Materiales	-48896	0.114	0.858	0.372	0.024
Piedra pómez	Contratas y otros	526084	0.124	0.576	0.016	0.137
Piedra pómez	C. Energía	381867	-0.100	0.274	0.103	0.365
Piedra pómez	G. Personal	222494	0.052	0.108	0.234	0.590
Sal gema	C. Materiales	5603887	0.012	0.007	0.203	0.896
Sal gema	Contratas y otros	786016	0.064	0.060	0.907	0.692
Sal gema	C. Energía	3649657	0.056	0.323	0.162	0.318
Sal gema	G. Personal	1336133	0.195	0.871	0.516	0.021
Sal manantial	C. Materiales	-12850	0.023	0.595	0.714	0.127
Sal manantial	Contratas y otros	314798	0.014	0.004	0.445	0.917
Sal manantial	C. Energía	-27295	0.066	0.360	0.865	0.285
Sal manantial	G. Personal	817038	-0.055	0.596	0.002	0.126
Sal marina	C. Materiales	1988726	-0.002	0.001	0.346	0.967
Sal marina	Contratas y otros	-4825206	0.208	0.139	0.748	0.536
Sal marina	C. Energía	1233082	0.030	0.087	0.665	0.631
Sal marina	G. Personal	8378636	0.047	0.060	0.186	0.692
Trípoli	C. Materiales	106477	0.055	0.331	0.467	0.310
Trípoli	Contratas y otros	750061	0.171	0.693	0.028	0.080

Tabla 4.4: Regresión lineal entre los Costes y las Ventas para cada mineral (continuación)

Mineral	Coste	Coef. a	Coef. b	R2	p-valor b	p-valor b
Trípoli	C. Energía	-25422	0.062	0.892	0.526	0.016
Trípoli	G. Personal	207811	0.091	0.669	0.143	0.091
Turba	C. Materiales	336095	-0.150	0.400	0.191	0.252
Turba	Contratas y otros	-330619	0.225	0.399	0.353	0.253
Turba	C. Energía	271102	-0.011	0.002	0.377	0.944
Turba	G. Personal	454417	0.156	0.036	0.639	0.758
Alabastro	C. Materiales	239312	0.037	0.329	0.105	0.312
Alabastro	Contratas y otros	-220114	0.216	0.723	0.467	0.068
Alabastro	C. Energía	-116240	0.148	0.884	0.355	0.017
Alabastro	G. Personal	262415	0.190	0.244	0.718	0.397
Arenisca ornamental	C. Materiales	351680	0.042	0.163	0.622	0.500
Arenisca ornamental	Contratas y otros	3198078	-0.161	0.190	0.246	0.463
Arenisca ornamental	C. Energía	1169049	-0.016	0.059	0.074	0.694
Arenisca ornamental	G. Personal	7209059	-0.286	0.896	0.002	0.015
Caliza ornamental	C. Materiales	2014263	0.042	0.552	0.309	0.150
Caliza ornamental	Contratas y otros	11981103	0.021	0.025	0.133	0.801
Caliza ornamental	C. Energía	3650992	0.063	0.758	0.101	0.055
Caliza ornamental	G. Personal	9774223	0.124	0.676	0.079	0.088
Cuarcita ornamental	C. Materiales	-55087	0.098	0.597	0.465	0.126
Cuarcita ornamental	Contratas y otros	337963	-0.153	0.211	0.260	0.436
Cuarcita ornamental	C. Energía	-38425	0.089	0.819	0.347	0.035
Cuarcita ornamental	G. Personal	149647	0.261	0.427	0.590	0.231
Granito ornamental	C. Materiales	1075187	0.119	0.177	0.909	0.480
Granito ornamental	Contratas y otros	6534075	-0.028	0.119	0.083	0.570
Granito ornamental	C. Energía	2076275	0.100	0.778	0.333	0.048
Granito ornamental	G. Personal	2888904	0.240	0.518	0.736	0.170
Mármol ornamental	C. Materiales	-2035199	0.119	0.705	0.390	0.075
Mármol ornamental	Contratas y otros	2940827	0.086	0.614	0.202	0.117
Mármol ornamental	C. Energía	1225976	0.106	0.747	0.507	0.059
Mármol ornamental	G. Personal	5667965	0.122	0.938	0.006	0.007
Pizarra ornamental	C. Materiales	7530549	0.072	0.237	0.651	0.405
Pizarra ornamental	Contratas y otros	7849883	0.051	0.191	0.565	0.462
Pizarra ornamental	C. Energía	21928361	-0.007	0.003	0.236	0.928
Pizarra ornamental	G. Personal	70834865	-0.050	0.065	0.049	0.680
Anfibolita	C. Materiales	-474485	0.259	0.437	0.598	0.225
Anfibolita	Contratas y otros	280945	-0.021	0.087	0.226	0.629
Anfibolita	C. Energía	44749	0.181	0.571	0.924	0.140
Anfibolita	G. Personal	217833	0.191	0.870	0.361	0.021
Arcilla	C. Materiales	9307903	-0.249	0.300	0.260	0.339
Arcilla	Contratas y otros	-17707009	0.794	0.828	0.070	0.032
Arcilla	C. Energía	54046	0.120	0.416	0.984	0.240

Tabla 4.4: Regresión lineal entre los Costes y las Ventas para cada mineral (continuación)

Mineral	Coste	Coef. a	Coef. b	R2	p-valor b	p-valor b
Arcilla	G. Personal	6022361	-0.015	0.028	0.031	0.789
Arena sílicea	C. Materiales	-2054277	0.088	0.825	0.085	0.033
Arena sílicea	Contratas y otros	8469886	-0.059	0.019	0.389	0.824
Arena sílicea	C. Energía	5118642	0.019	0.003	0.503	0.928
Arena sílicea	G. Personal	9136913	-0.077	0.129	0.107	0.552
Arena y grava	C. Materiales	-2354955	0.081	0.815	0.547	0.036
Arena y grava	Contratas y otros	-8867718	0.198	0.882	0.267	0.018
Arena y grava	C. Energía	10344412	0.095	0.744	0.130	0.060
Arena y grava	G. Personal	16997941	0.105	0.728	0.059	0.066
Arenisca (otros)	C. Materiales	174667	0.036	0.451	0.307	0.215
Arenisca (otros)	Contratas y otros	-45942	0.153	0.780	0.885	0.047
Arenisca (otros)	C. Energía	132607	0.089	0.385	0.764	0.264
Arenisca (otros)	G. Personal	595884	0.129	0.908	0.027	0.012
Basalto	C. Materiales	-40412	0.116	0.364	0.959	0.281
Basalto	Contratas y otros	-4535751	0.849	0.919	0.033	0.010
Basalto	C. Energía	-330752	0.207	0.693	0.650	0.080
Basalto	G. Personal	751185	0.219	0.300	0.671	0.340
Caliza (otros)	C. Materiales	5804988	0.068	0.846	0.442	0.027
Caliza (otros)	Contratas y otros	23574877	0.165	0.719	0.388	0.069
Caliza (otros)	C. Energía	23341353	0.083	0.312	0.464	0.328
Caliza (otros)	G. Personal	31210025	0.110	0.764	0.111	0.053
Corneana	C. Materiales	1728638	-0.107	0.212	0.157	0.435
Corneana	Contratas y otros	-464660	0.280	0.425	0.771	0.233
Corneana	C. Energía	-1956	0.197	0.907	0.995	0.012
Corneana	G. Personal	1761269	-0.003	0.003	0.008	0.931
Creta	C. Materiales	-1224345	0.301	0.078	0.892	0.648
Creta	Contratas y otros	9204558	-0.578	0.068	0.631	0.672
Creta	C. Energía	114308441	-7.263	0.023	0.782	0.806
Creta	G. Personal	-19831427	1.689	0.813	0.056	0.036
Cuarcita (otros)	C. Materiales	1188767	-0.052	0.358	0.014	0.286
Cuarcita (otros)	Contratas y otros	-2699445	0.620	0.436	0.331	0.225
Cuarcita (otros)	C. Energía	2695548	-0.310	0.713	0.026	0.072
Cuarcita (otros)	G. Personal	2433809	-0.083	0.649	0.001	0.100
Diabasa	C. Materiales	170462	0.037	0.023	0.619	0.808
Diabasa	Contratas y otros	-249787	0.273	0.539	0.498	0.158
Diabasa	C. Energía	243100	0.084	0.147	0.421	0.524
Diabasa	G. Personal	156979	0.127	0.503	0.407	0.180
Dolomía	C. Materiales	3789245	-0.013	0.114	0.018	0.579
Dolomía	Contratas y otros	164885	0.121	0.880	0.877	0.018
Dolomía	C. Energía	6135647	-0.002	0.002	0.011	0.944
Dolomía	G. Personal	1787685	0.158	0.800	0.376	0.040

Tabla 4.4: Regresión lineal entre los Costes y las Ventas para cada mineral (continuación)

Mineral	Coste	Coef. a	Coef. b	R2	p-valor b	p-valor b
Fonolita	C. Materiales	2195292	-0.178	0.186	0.204	0.468
Fonolita	Contratas y otros	125739	0.126	0.025	0.968	0.801
Fonolita	C. Energía	1840824	-0.165	0.725	0.016	0.067
Fonolita	G. Personal	507272	0.043	0.041	0.553	0.743
Granito (otros)	C. Materiales	-6080088	0.282	0.483	0.462	0.193
Granito (otros)	Contratas y otros	334274	0.127	0.081	0.977	0.642
Granito (otros)	C. Energía	2664458	0.101	0.327	0.513	0.314
Granito (otros)	G. Personal	11174197	0.018	0.016	0.049	0.838
Grauvaca	C. Materiales	87171	0.127	0.255	0.745	0.385
Grauvaca	Contratas y otros	339184	0.026	0.002	0.621	0.939
Grauvaca	C. Energía	808758	-0.139	0.343	0.034	0.299
Grauvaca	G. Personal	511130	0.060	0.080	0.114	0.645
Margas	C. Materiales	-170946	0.136	0.661	0.784	0.095
Margas	Contratas y otros	6003243	-0.017	0.006	0.019	0.901
Margas	C. Energía	377361	0.077	0.104	0.792	0.596
Margas	G. Personal	1481742	0.058	0.416	0.035	0.240
Mármol (otros)	C. Materiales	401087	0.060	0.097	0.409	0.610
Mármol (otros)	Contratas y otros	179240	0.106	0.487	0.526	0.190
Mármol (otros)	C. Energía	-421787	0.308	0.979	0.027	0.001
Mármol (otros)	G. Personal	668515	0.118	0.198	0.307	0.452
Milonita	C. Materiales	-167485	0.260	0.886	0.355	0.017
Milonita	Contratas y otros	227593	0.240	0.490	0.611	0.188
Milonita	C. Energía	143992	0.092	0.814	0.139	0.036
Milonita	G. Personal	872695	-0.016	0.016	0.025	0.839
Ofita	C. Materiales	148894	0.053	0.268	0.757	0.372
Ofita	Contratas y otros	-1257209	0.249	0.595	0.307	0.127
Ofita	C. Energía	368867	0.115	0.096	0.847	0.612
Ofita	G. Personal	387965	0.231	0.807	0.541	0.038
Pizarra (otros)	C. Materiales	-14898	0.126	0.924	0.645	0.009
Pizarra (otros)	Contratas y otros	566893	-0.207	0.477	0.048	0.197
Pizarra (otros)	C. Energía	-172400	0.324	0.963	0.043	0.003
Pizarra (otros)	G. Personal	-115699	0.423	0.894	0.398	0.015
Pórfidos	C. Materiales	-50808	0.146	0.896	0.802	0.015
Pórfidos	Contratas y otros	-162377	0.148	0.378	0.833	0.270
Pórfidos	C. Energía	160129	0.146	0.261	0.872	0.379
Pórfidos	G. Personal	-687018	0.303	0.823	0.281	0.034
Traquita	C. Materiales	148839	-0.007	0.006	0.200	0.900
Traquita	Contratas y otros	80173	0.016	0.012	0.615	0.864
Traquita	C. Energía	163322	0.016	0.035	0.131	0.764
Traquita	G. Personal	123225	0.124	0.405	0.457	0.249

Tabla 4.4: Regresión lineal entre los Costes y las Ventas para cada mineral (continuación)

Mineral	Coste	Coef. a	Coef. b	R2	p-valor b	p-valor b
Yeso	C. Materiales	1132878	0.041	0.573	0.491	0.138
Yeso	Contratas y otros	18269906	-0.085	0.041	0.358	0.744
Yeso	C. Energía	-7319801	0.171	0.613	0.280	0.117
Yeso	G. Personal	3063161	0.025	0.194	0.242	0.458

De la tabla se pueden extraer varias conclusiones. Al tratarse de modelos con tan solo 5 datos es fácil que no sean significativos debido al tamaño de la muestra. Aún así de los 192 costes estudiados, 26 de ellos son costes fijos al disponer de un nivel de significación para el coeficiente a inferior a 0,05.

A nivel de grandes grupos, tan solo hay un mineral en el que algunos de sus costes sean de tipo fijo en los subsectores de los Productos Energéticos o las Rocas Ornamentales: los hidrocarburos y la pizarra ornamental, respectivamente. Para ambos casos además se trata del Gasto de personal. Al mismo tiempo, la pizarra ornamental es el coste fijo de mayor volumen, situándose alrededor de los 7 millones de euros. Para poner en valor esta cifra, el segundo coste fijo más grande corresponde con 1,2 millones de euros dedicados a materiales por parte de las arcillas especiales.

Las arcillas especiales poseen además otro coste fijo de la misma envergadura, el del Gasto de personal. Esta sustancia pertenece al subsector de los Minerales Industriales, que contando estos dos costes fijos presenta 10 en total. La glauberita también muestra estos dos costes fijos. Por otro lado, están la piedra pómez, el trípoli y otros minerales del sector, los cuales presentan un coste fijo en las Contratas y otros gastos mientras que el óxido de hierro es el único que lo presenta en el Consumo de energía.

De los dos subsectores restantes, los minerales metálicos no presentan ningún coste fijo mientras que los Otros Productos de Cantera tienen 14. Entre ellos destaca la cuarcita de otros usos, puesto que, salvo el Gasto de personal, el resto de sus costes son fijos, siendo por tanto el mineral con una estructura de costes más fija. La dolomía y las margas presentan dos costes fijos cada una; mientras productos de cantera como la corneana, la fonolita o la milonita, solo disponen de uno.

Finalmente comentar, que, de todos los minerales estudiados, el 25 % de ellos presentaban un coste fijo en el Gasto de personal; dándose el mayor número de ellos en los Productos de Cantera. Este dato tiene sentido puesto que la contratación de empleados suele ser un gasto constante ya que, con una misma cantidad de trabajadores, y por tanta una misma cantidad de nóminas a pagar, se pueden extraer distintas cantidades de minerales.

Respecto a los costes de tipo variables, son aquellos que presentan un coeficiente b significativo, se han encontrado un total de 27. Esta vez están más distribuidos según a que tipos de costes hacen referencia pero no a según a que subsector pertenecen las sustancias mineras, perteneciendo la mayoría otra vez al subsector de los Otros Productos de Cantera.

Este subsector cuenta con el coste para un mineral más variable de todos los estudiados. Este el caso del Gasto de personal que se incurre en las explotaciones de creta, cuya

pendiente de la regresión lineal es de 1,68. Por otro lado, la arena y grava, la dolomía, la milonita, la pizarra de otros usos y los pórfidos presentan estructuras de gastos considerablemente flexibles, al disponer cada uno estos de dos costes variables de los cuatro que contempla este análisis. El coste que más veces es variable para los productos de cantera es el relacionado con el Consumo de materiales.

En el caso de las sustancias clasificadas como Rocas Ornamentales, solo hay tres que presenten costes variables: el alabastro, la cuarcita y el granito ornamentales. En todas ellas el Consumo de energía varía en función de la actividad productiva de la empresa. En contraposición, dentro de los minerales industriales; el cuarzo, la glauberita y la arcilla refractaria pueden explicar sus costes en Contratas y otros gastos en función del nivel de ventas.

Finalmente, hay siete minerales que presentan un coste semivariable, es decir, que se puede explicar mediante la comprensión de una componente fija que hace de suelo y otra variable que depende de las ventas. Estos son la arcilla refractaria, el mármol ornamental y de otros usos y la pizarra de otros usos con un Consumo de energía semivariable; la arenisca ornamental y la que tiene otros usos con un Gasto de personal semivariable; y el basalto, siendo en este caso el coste de las Contratas y otros gastos.

Es interesante que tanto la arenisca como el mármol en sus dos variantes, aquella clasificada como otros usos y la clasificada como ornamental, compartan coste variable a pesar de poder ser extraídas de yacimientos distintos (cada una tiene un número de explotaciones diferente).

En resumen, un 31,25 % de los costes disponibles para analizar han podido ser clasificados según su relación con las ventas. Esto ha sido posible porque disponían de un modelo de regresión lineal estadísticamente significativo.

En todos estos casos, y gracias a disponer de la ecuación que proporciona el ajuste, a partir de una estimación de las ventas se podría predecir los costes que van a incurrir esos yacimientos y las empresas que los explotan; pudiendo además ser muy útil en trabajos de análisis de inversiones o valoración de activos.



# Capítulo 5

## Conclusiones

Con la finalización del análisis se ha podido determinar la estructura de costes de operación de la industria minera española, tanto a nivel de subsectores como para las diferentes sustancias minerales que se extraen; habiéndose cumplido por tanto el objetivo principal de este trabajo.

Destacan pues de este análisis el alto margen operativo y el volumen de ventas del Minerales Metálicos, la gran caída sufrida por los Productos Energéticos, el gran peso relativo de las Contratas y otros gastos en los Minerales industriales o del Gasto de personal en las Rocas Ornamentales; y la gran homogeneidad del resto de Productos de Cantera como han mostrado tanto el enfoque LOESS como la regresión lineal.

De los cinco subsectores que conforman la industria extractiva en España, del que mejor se ha podido analizar su estructura de costes según la regresión lineal ha sido los Productos de Cantera, seguido de los Minerales Industriales y muy de lejos, por las Rocas Ornamentales. Esto contrasta con los resultados del análisis mediante LOESS, donde tanto los Productos de Cantera y las Rocas Ornamentales presentaban muy buenos ajustes.

Esto se debe a que el enfoque LOESS es más flexible y se ajusta localmente en cada punto de los datos, lo que le permite capturar patrones no lineales y cambios abruptos. Es útil para la predicción, pero no tanto para analizar o estructurar el tipo de coste debido a su falta de estructura explícita.

Por otro lado, la regresión lineal realizada para cada sustancia mineral tiene un enfoque paramétrico que asume una relación lineal entre las variables y proporciona una estructura simple e interpretable. Esto la convierte en una herramienta más apropiada para el análisis y la estructuración del tipo de coste.

Además, se ha observado que algunos subsectores son más homogéneos y por tanto es más fácil percibir una tendencia clara entre los tipos de coste y las ventas. Este es el caso para las Rocas Ornamentales y los Productos de Cantera. Mientras que en otros las diferentes sustancias minerales que conforman el grupo son más heterogéneas. Como en el caso de los Minerales Industriales donde existen diversos procesos de extracción y, por tanto, no todo el subsector comparte la misma estructura de costes.

Para realizar este análisis se han cumplido el resto de objetivos secundarios, y gracias a la mejora en el manejo de R, se han podido crear las diferentes fichas visuales que

---

conforman los apéndices A y B. Estas han sido muy útiles a la hora de comprender mejor todos los datos recopilados y la estructura de costes del sector.

Finalmente, el mayor obstáculo a la hora de la realización de este trabajo ha sido la creación de la base de datos. Ya que a pesar de que los datos están en abierto y son publicados por el Gobierno de España, no son accesibles.

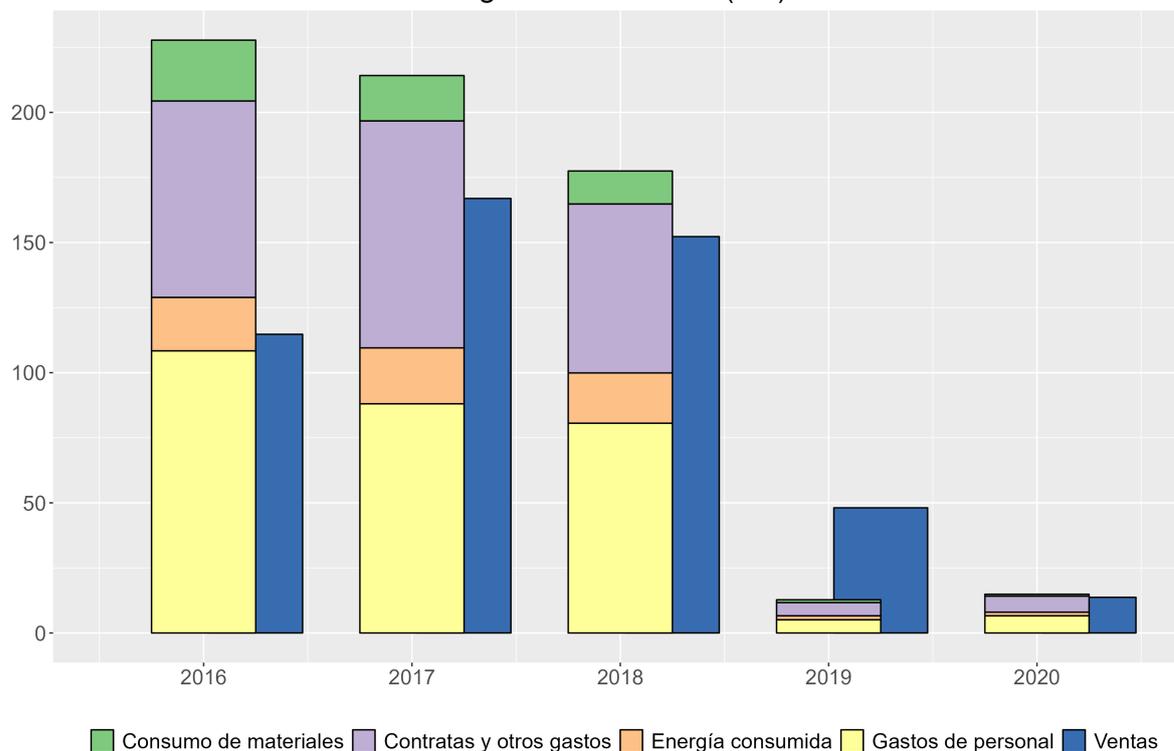
Este es un problema que bastante común. Es por ello por lo que las diferentes instituciones públicas deberían compartir los datos en abierto, pero en un formato que permitan su fácil acceso, descarga, procesamiento y análisis. De esta forma los datos recogidos en tablas o bases de datos estructuradas optimizan los beneficios que diferentes miembros de la comunidad (como investigadores o analistas) pueden obtener de ellos.

# Apéndice A

## Fichas de los subsectores

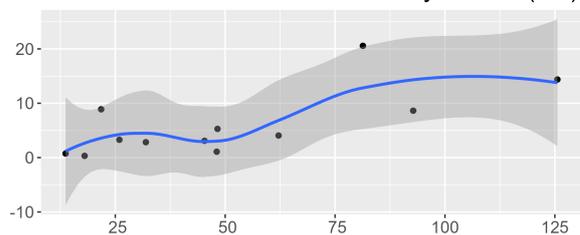
## A.1. Productos Energéticos

Ingresos vs Costes (M€)

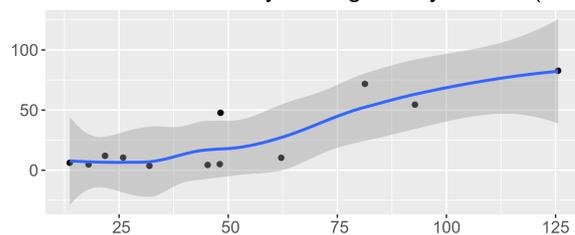


	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	20.39	10.46	8.33	2.26	5.48	11.17
Contratas y otros (%)	65.73	52.21	42.61	10.54	44.79	48.15
Energía (%)	17.89	12.86	12.68	3.16	10.18	12.96
Gasto Personal (%)	94.45	52.75	52.93	10.57	48.22	58.24
EBITDA (%)	-98.46	-28.29	-16.56	73.48	-8.67	-30.52

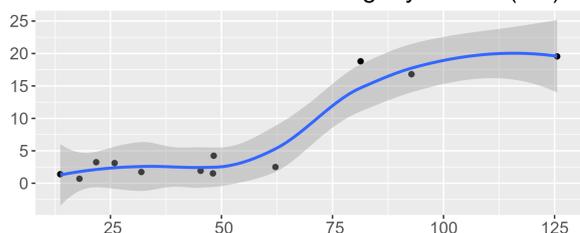
Relación Consumo de materiales y Ventas (M€)



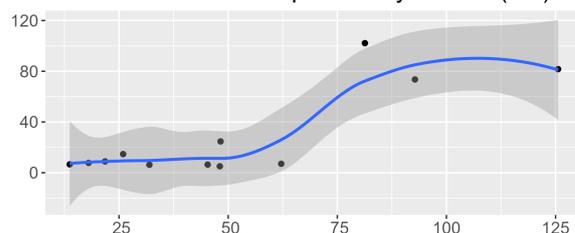
Relación Contratas y otros gastos y Ventas (M€)



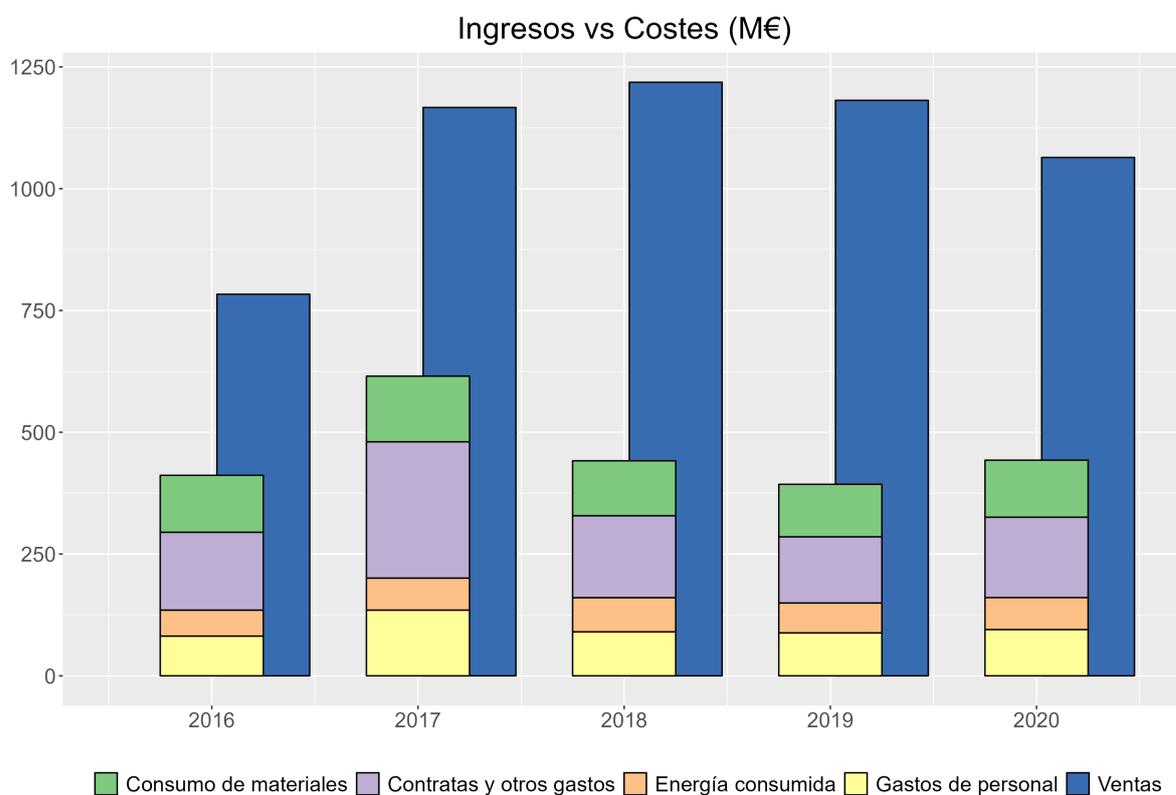
Relación Consumo de energía y Ventas (M€)



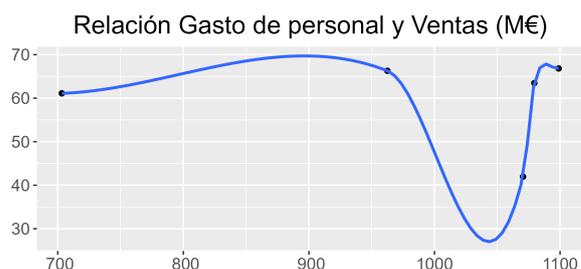
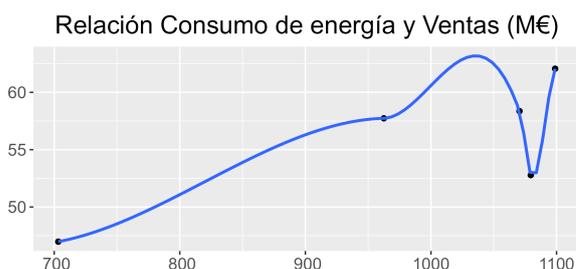
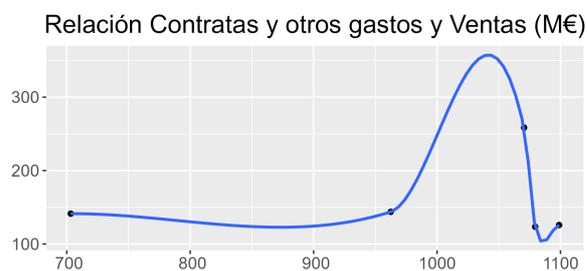
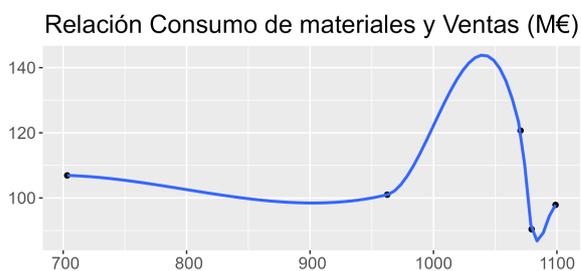
Relación Gasto de personal y Ventas (M€)



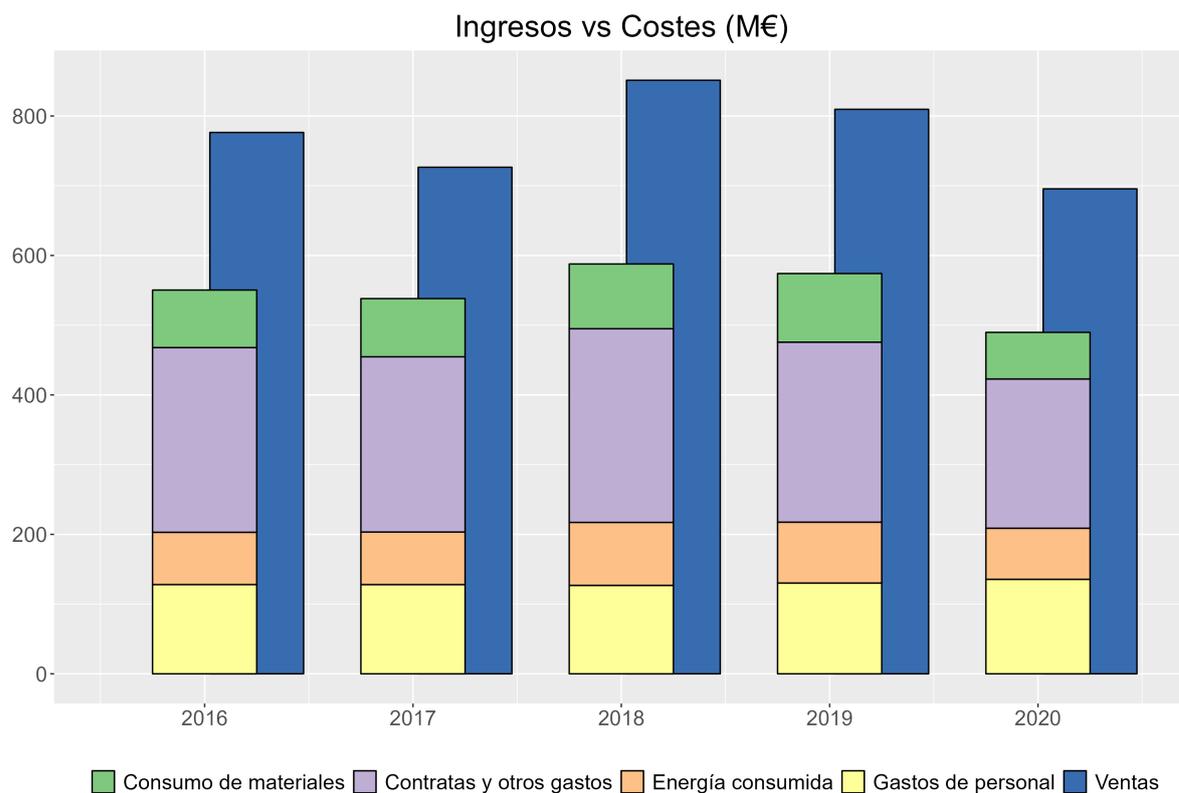
## A.2. Minerales Metálicos



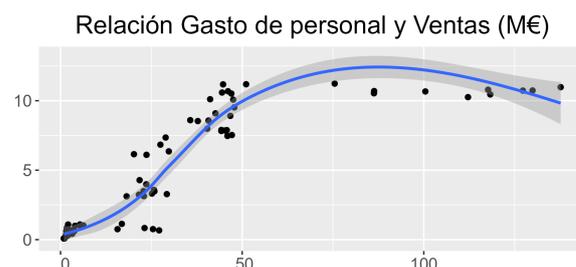
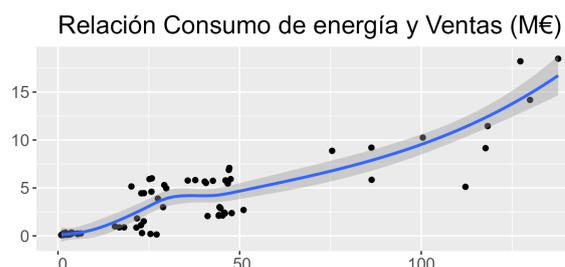
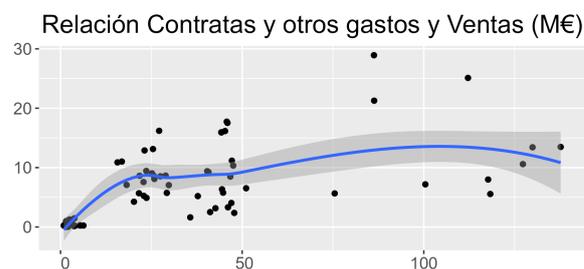
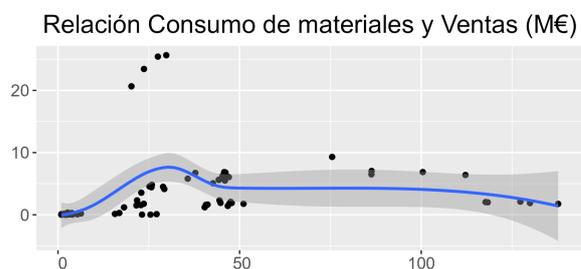
	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	14.94	11.56	9.26	9.13	11.00	10.89
Contratas y otros (%)	20.38	23.97	13.80	11.49	15.50	16.77
Energía (%)	6.81	5.64	5.75	5.19	6.17	5.84
Gasto Personal (%)	10.41	11.56	7.42	7.47	8.92	9.05
EBITDA (%)	47.46	47.28	63.77	66.72	58.40	57.45



## A.3. Minerales Industriales

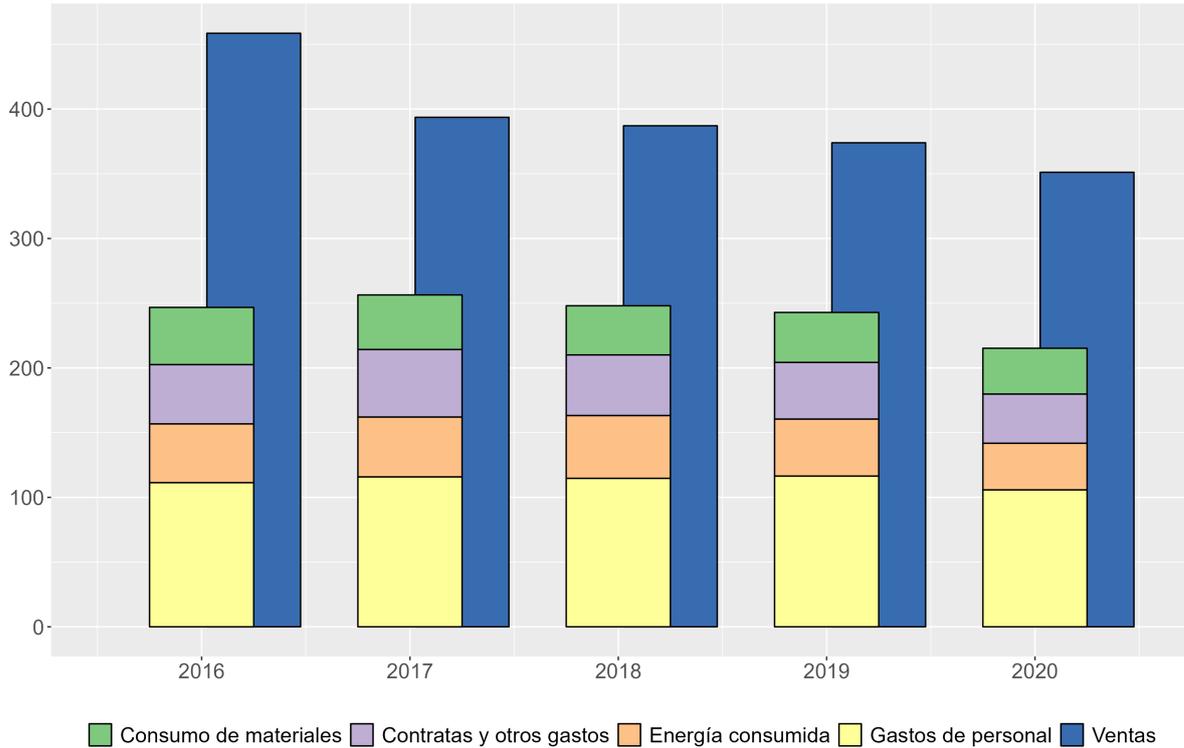


	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	10.64	11.49	10.91	12.17	9.63	11.0
Contratas y otros (%)	34.10	34.59	32.63	31.88	30.76	32.8
Energía (%)	9.66	10.37	10.61	10.79	10.53	10.4
Gasto Personal (%)	16.49	17.61	14.90	16.08	19.49	16.8
EBITDA (%)	29.11	25.93	30.95	29.09	29.59	29.0



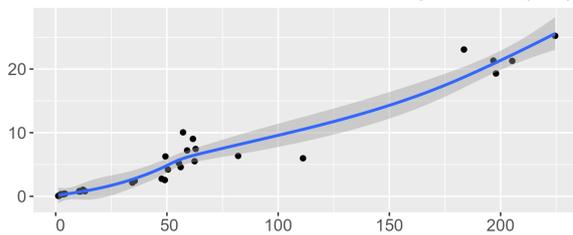
## A.4. Rocas Ornamentales

Ingresos vs Costes (M€)

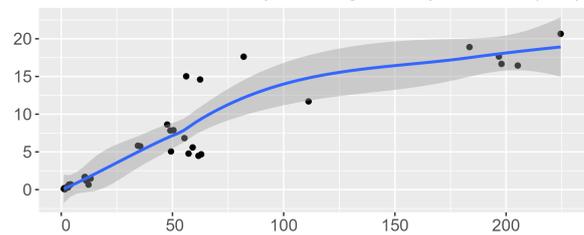


	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	9.64	10.71	9.81	10.33	10.09	10.10
Contratas y otros (%)	9.98	13.25	12.10	11.69	10.81	11.53
Energía (%)	9.90	11.75	12.54	11.78	10.25	11.21
Gasto Personal (%)	24.29	29.43	29.63	31.14	30.13	28.72
EBITDA (%)	46.18	34.86	35.92	35.05	38.71	38.44

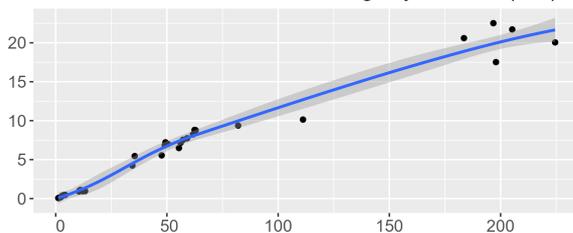
Relación Consumo de materiales y Ventas (M€)



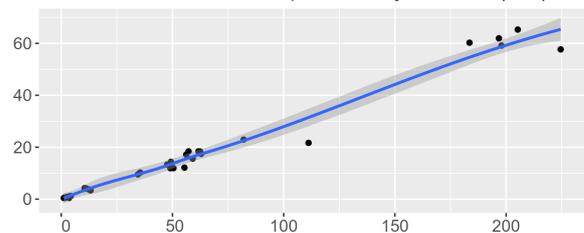
Relación Contratas y otros gastos y Ventas (M€)



Relación Consumo de energía y Ventas (M€)

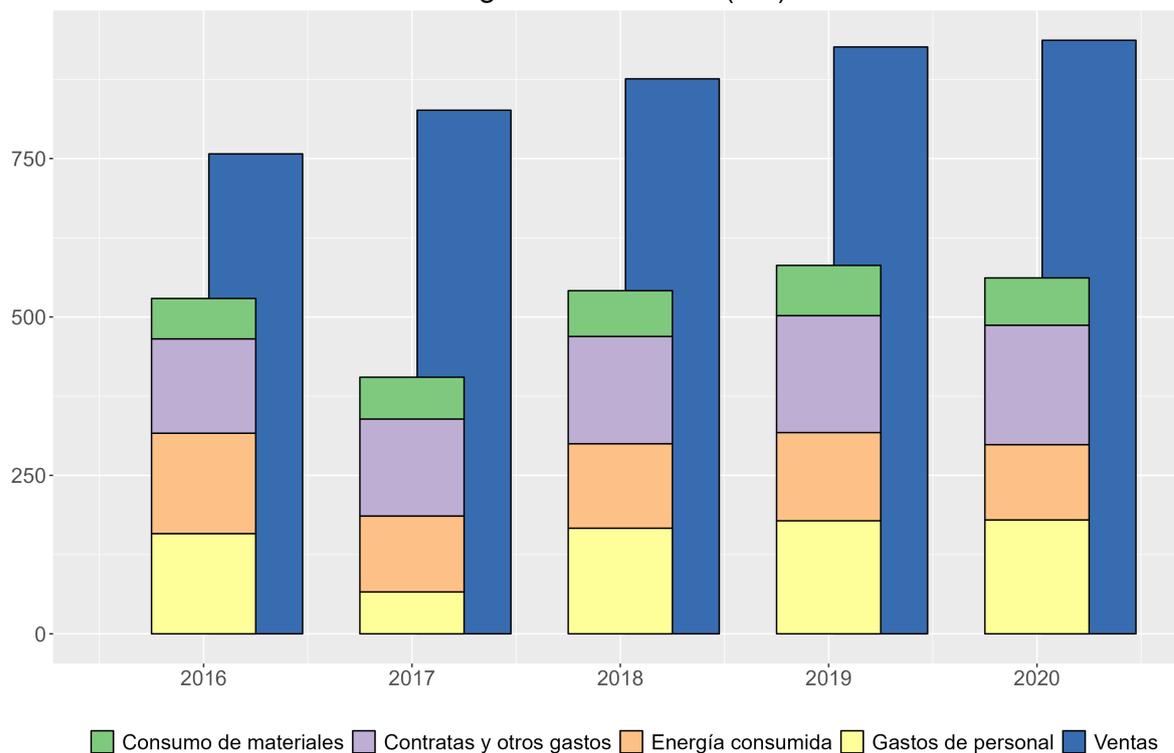


Relación Gasto de personal y Ventas (M€)



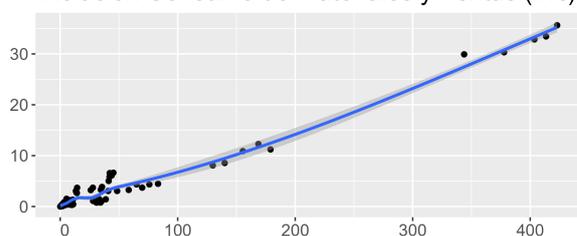
## A.5. Otros Productos de Cantera

Ingresos vs Costes (M€)

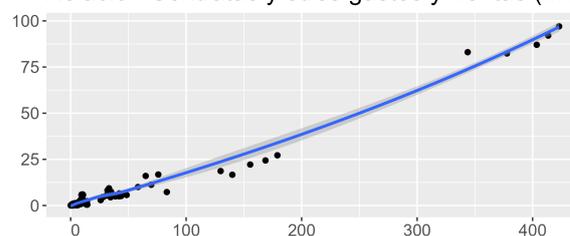


	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	8.43	8.00	8.25	8.57	7.98	8.24
Contratas y otros (%)	19.64	18.51	19.33	19.92	20.11	19.52
Energía (%)	20.92	14.50	15.22	15.03	12.68	15.49
Gasto Personal (%)	20.88	8.00	19.03	19.26	19.18	17.33
EBITDA (%)	30.13	50.99	38.17	37.22	40.04	39.42

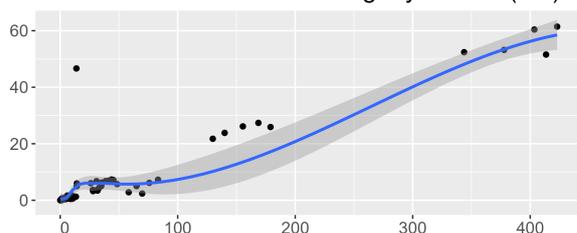
Relación Consumo de materiales y Ventas (M€)



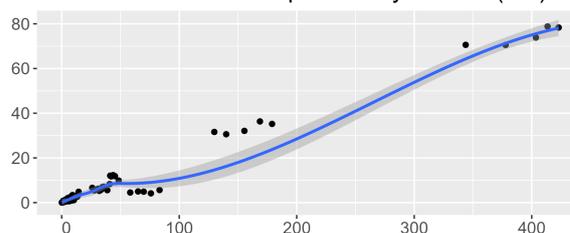
Relación Contratas y otros gastos y Ventas (M€)



Relación Consumo de energía y Ventas (M€)



Relación Gasto de personal y Ventas (M€)

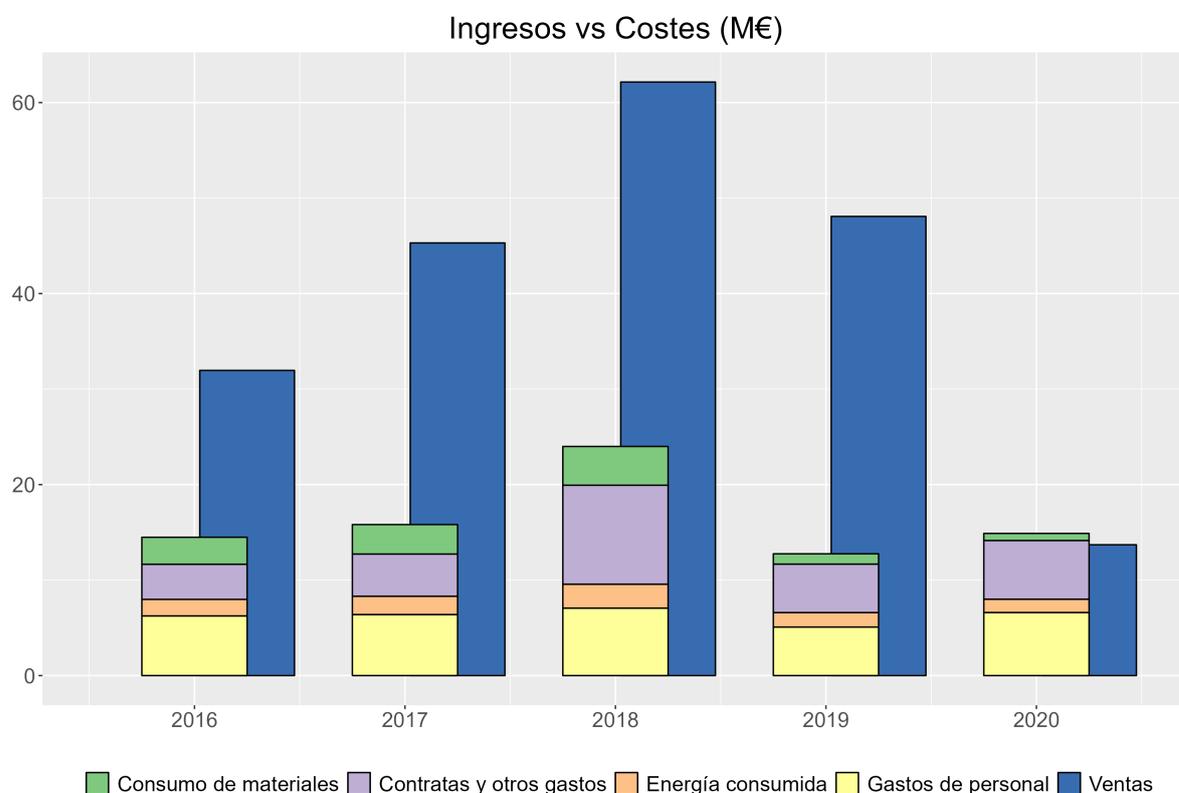


# Apéndice B

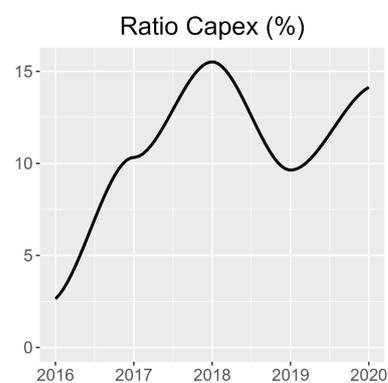
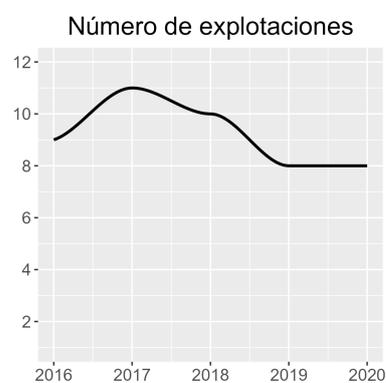
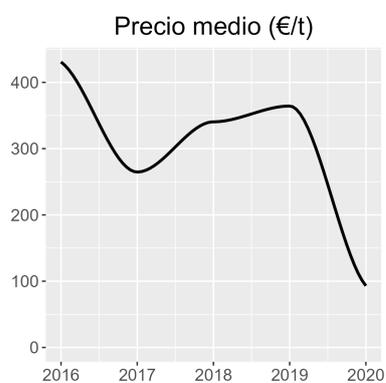
## Fichas de los minerales

## B.1. Productos Energéticos

### 0 . Hidrocarburo

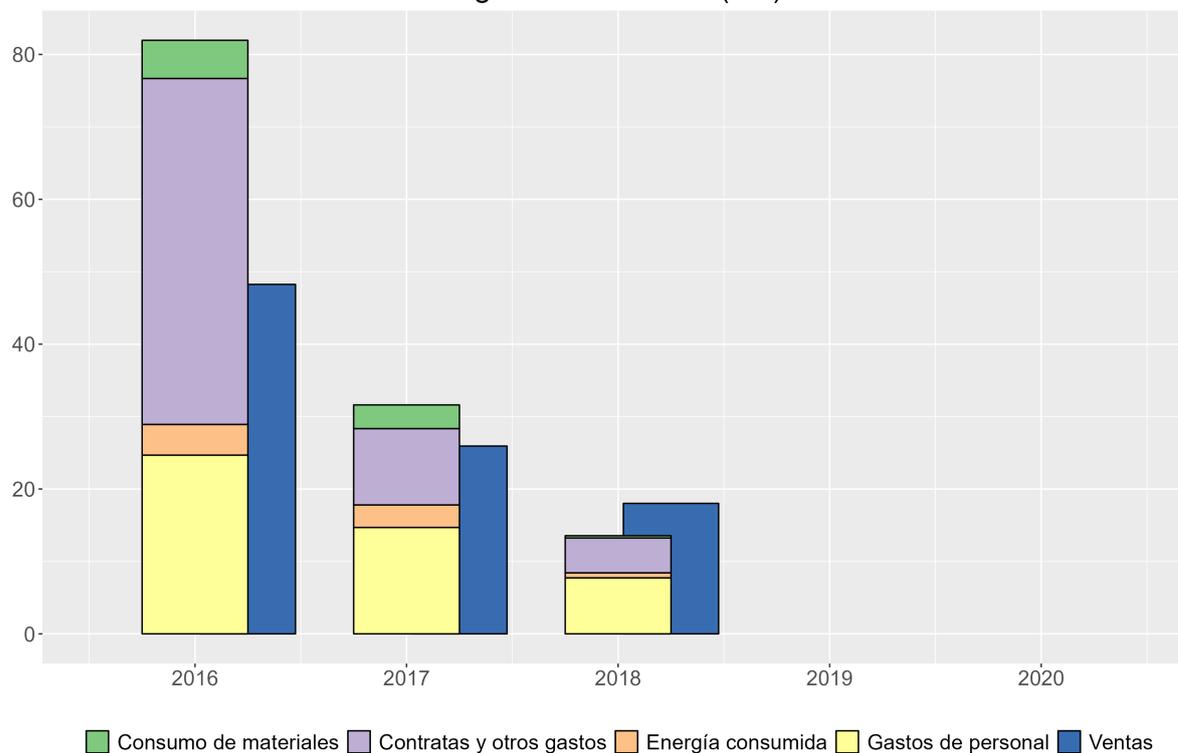


	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	8.86	6.82	6.53	2.26	5.48	5.88
Contratas y otros (%)	11.49	9.74	16.67	10.54	44.79	14.74
Energía (%)	5.42	4.23	4.03	3.16	10.18	4.51
Gasto Personal (%)	19.56	14.11	11.37	10.57	48.22	15.60
EBITDA (%)	54.67	65.10	61.39	73.48	-8.67	59.28



## 51 . Antracita

Ingresos vs Costes (M€)

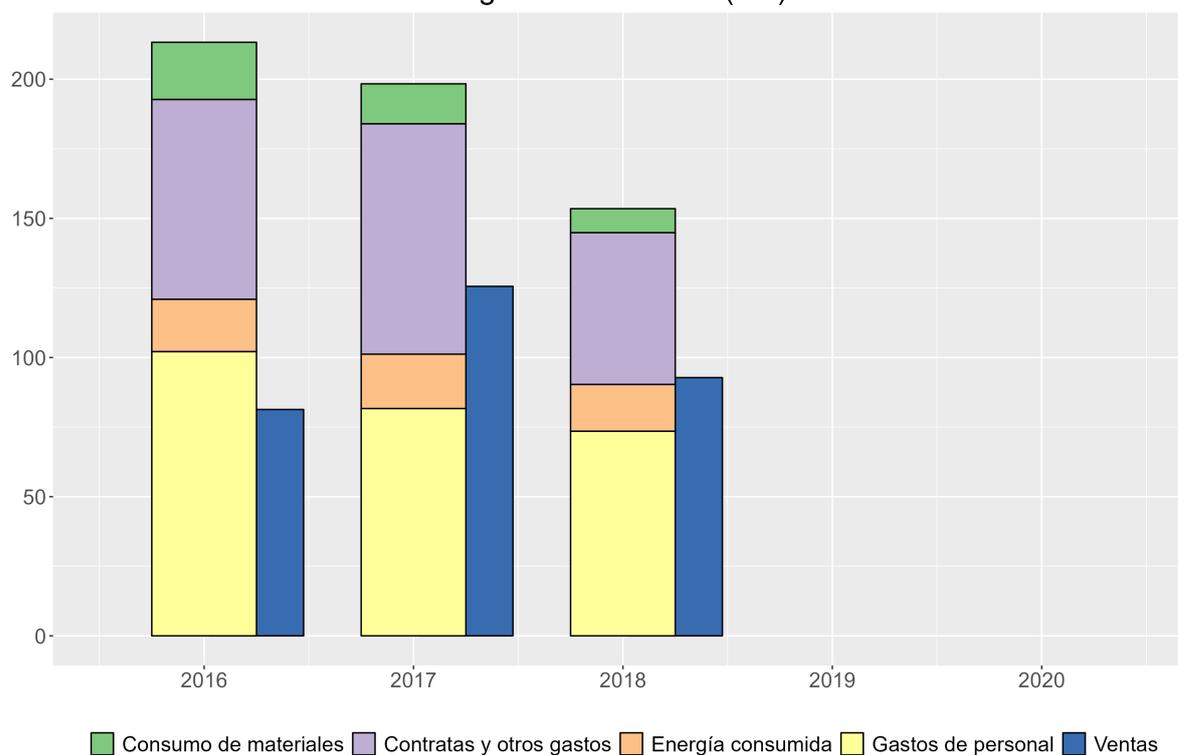


	2016	2017	2018	Media
Materiales (%)	10.94	12.64	1.78	9.63
Contratas y otros (%)	98.97	40.61	26.68	68.43
Energía (%)	8.79	12.01	3.86	8.73
Gasto Personal (%)	51.14	56.64	42.92	51.08
EBITDA (%)	-69.84	-21.91	24.76	-37.87



## 52 . Carbón

Ingresos vs Costes (M€)

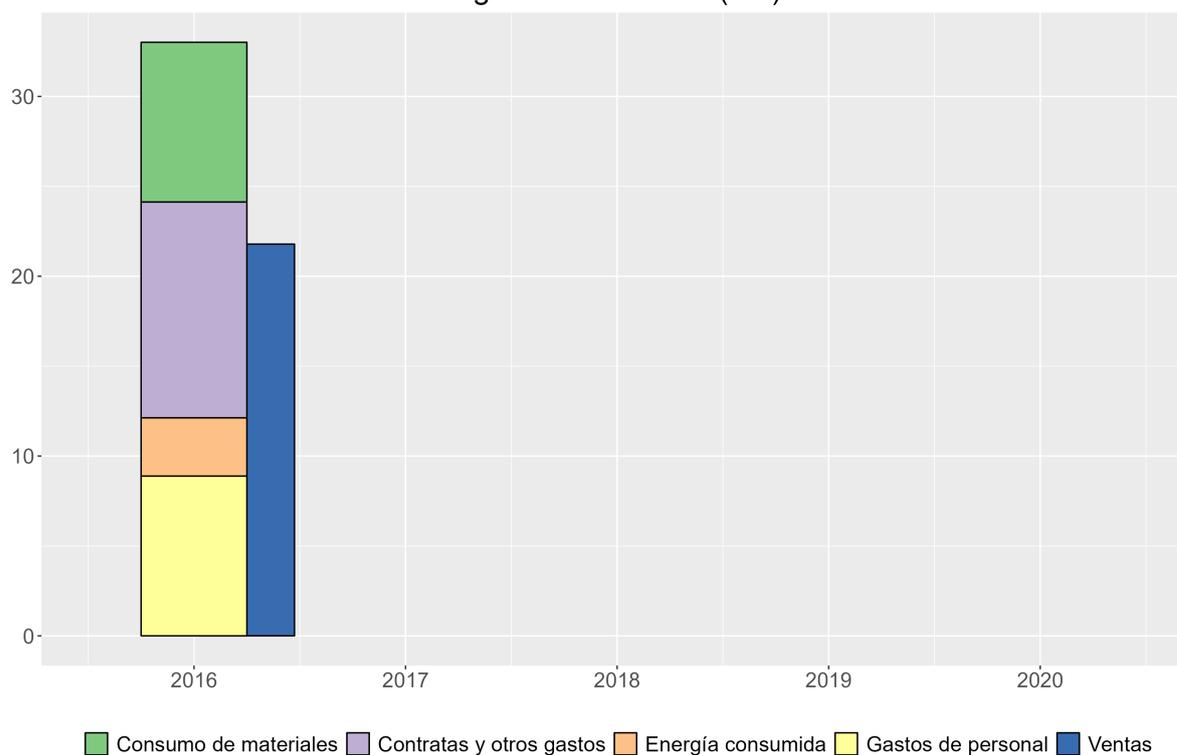


	2016	2017	2018	Media
Materiales (%)	25.28	11.45	9.30	14.54
Contratas y otros (%)	88.23	65.89	58.76	69.75
Energía (%)	23.12	15.57	18.11	18.41
Gasto Personal (%)	125.59	65.04	79.25	85.87
EBITDA (%)	-162.23	-57.94	-65.42	-88.56



## 53 . Hulla subbituminosa

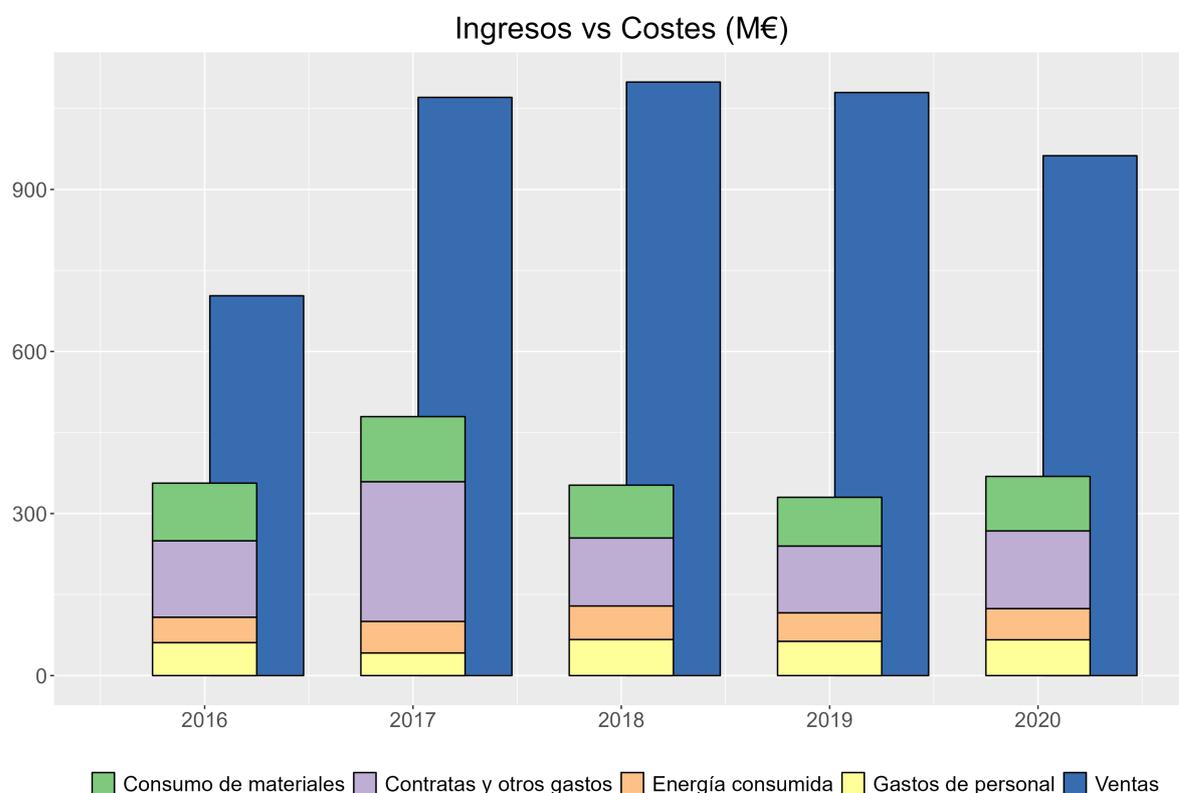
Ingresos vs Costes (M€)



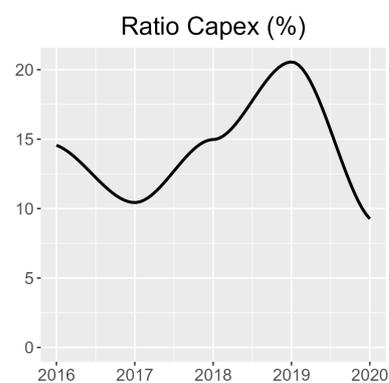
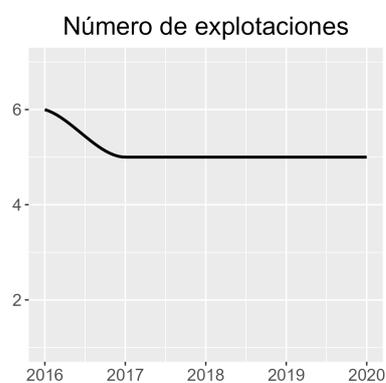
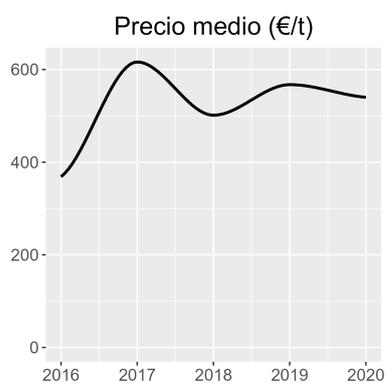
	2016	Media
Materiales (%)	40.78	40.78
Contratas y otros (%)	55.06	55.06
Energía (%)	14.88	14.88
Gasto Personal (%)	40.78	40.78
EBITDA (%)	-51.51	-51.51

## B.2. Minerales Metálicos

### 1 . Cobre



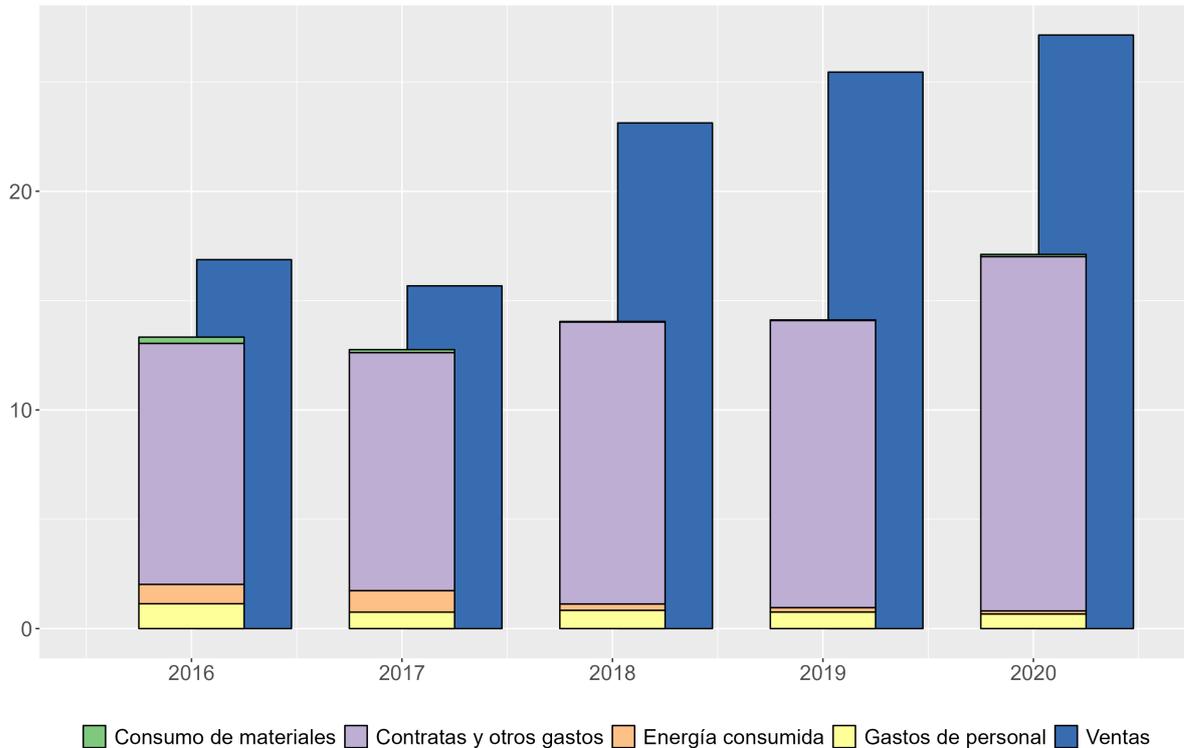
	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	15.20	11.27	8.91	8.37	10.49	10.52
Contratas y otros (%)	20.09	24.15	11.45	11.44	14.94	16.13
Energía (%)	6.68	5.45	5.65	4.89	6.00	5.65
Gasto Personal (%)	8.69	3.92	6.08	5.88	6.89	6.10
EBITDA (%)	49.34	55.21	67.92	69.42	61.69	61.60



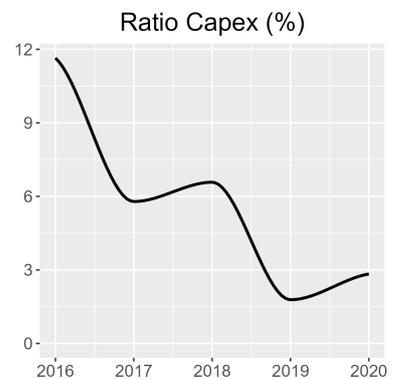
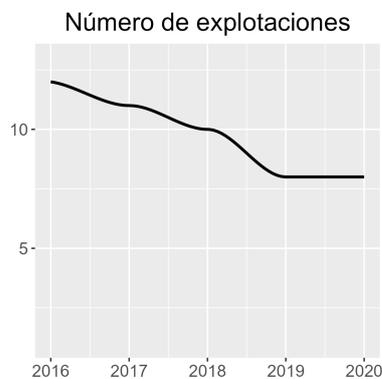
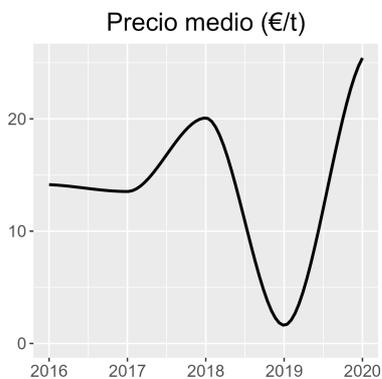
## B.3. Minerales Industriales

### 2 . Arcilla refractaria

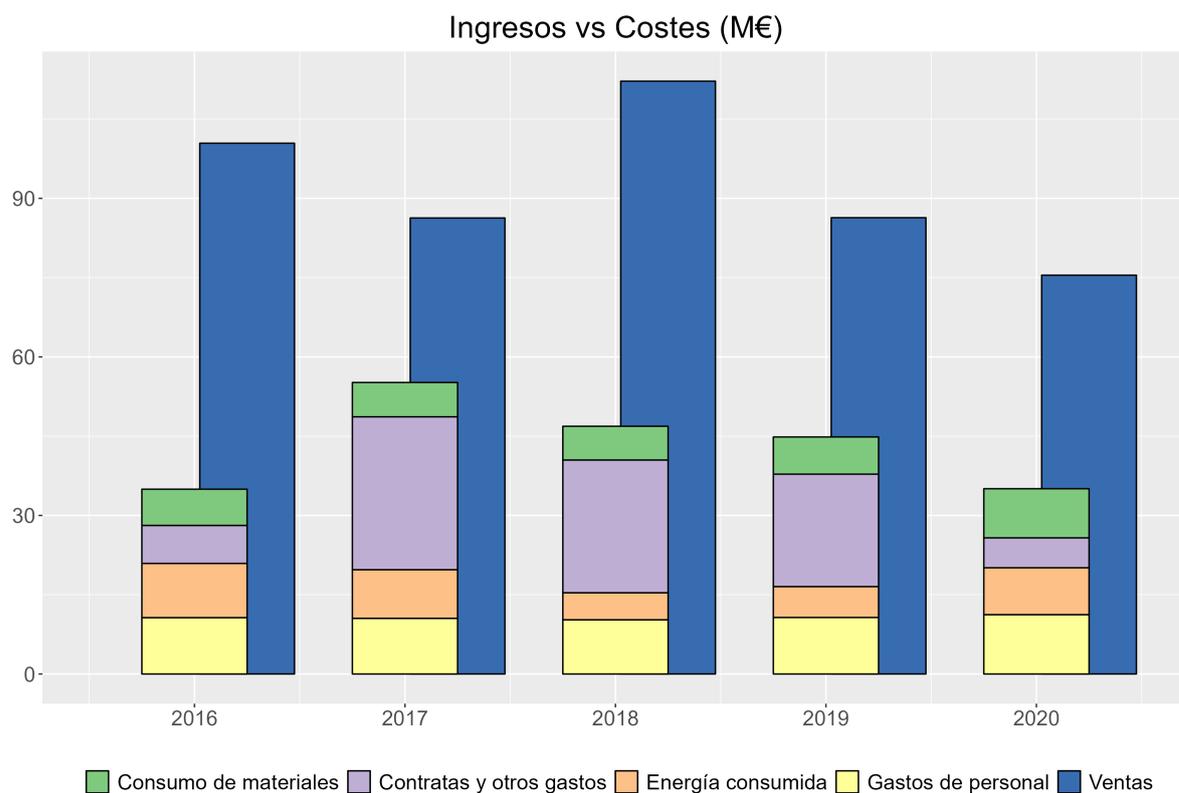
Ingresos vs Costes (M€)



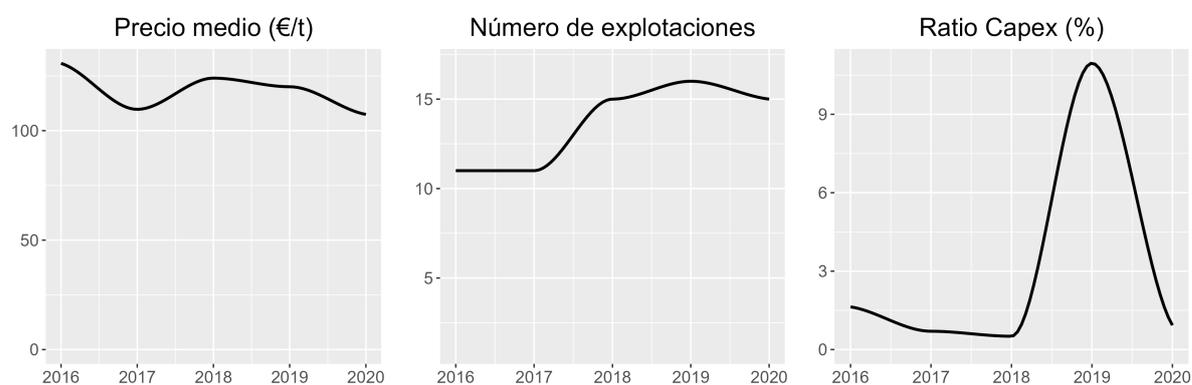
	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	1.72	0.89	0.12	0.12	0.39	0.55
Contratas y otros (%)	65.30	69.42	55.73	51.58	59.67	59.22
Energía (%)	5.24	6.27	1.26	0.79	0.52	2.31
Gasto Personal (%)	6.73	4.80	3.62	2.98	2.47	3.84
EBITDA (%)	21.00	18.61	39.26	44.53	36.96	34.09



### 3 . Arcillas especiales

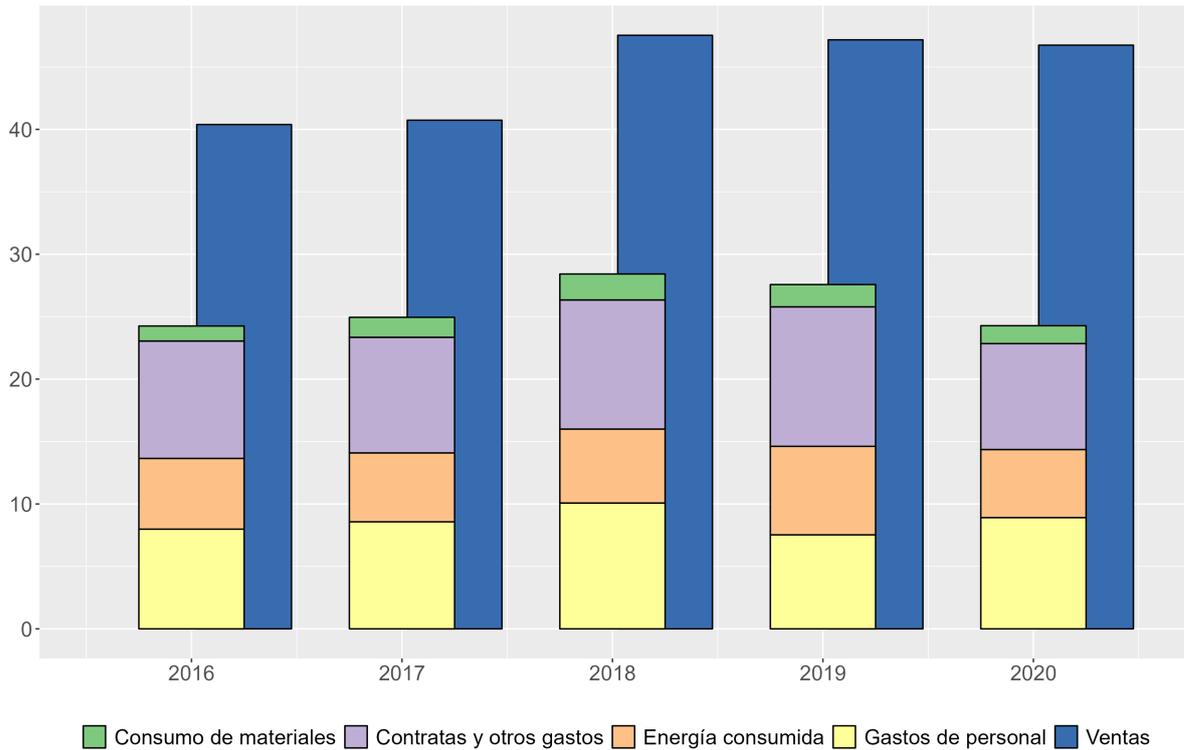


	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	6.84	7.53	5.70	8.15	12.33	7.84
Contratas y otros (%)	7.15	33.52	22.38	24.64	7.49	19.13
Energía (%)	10.21	10.66	4.56	6.77	11.75	8.53
Gasto Personal (%)	10.62	12.21	9.14	12.39	14.88	11.59
EBITDA (%)	65.18	36.07	58.21	48.05	53.54	52.91

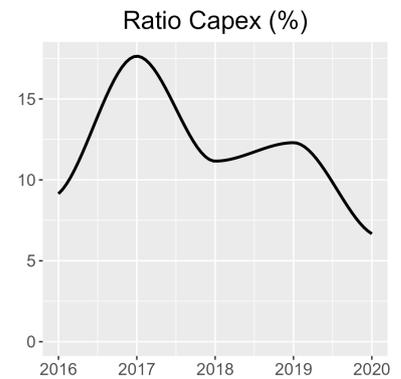
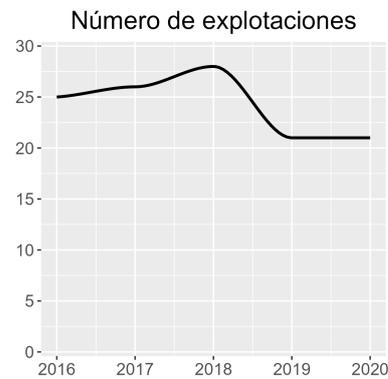
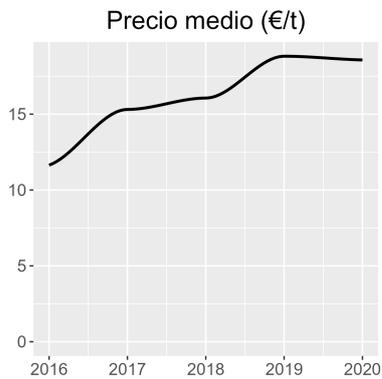


## 4 . Caolín

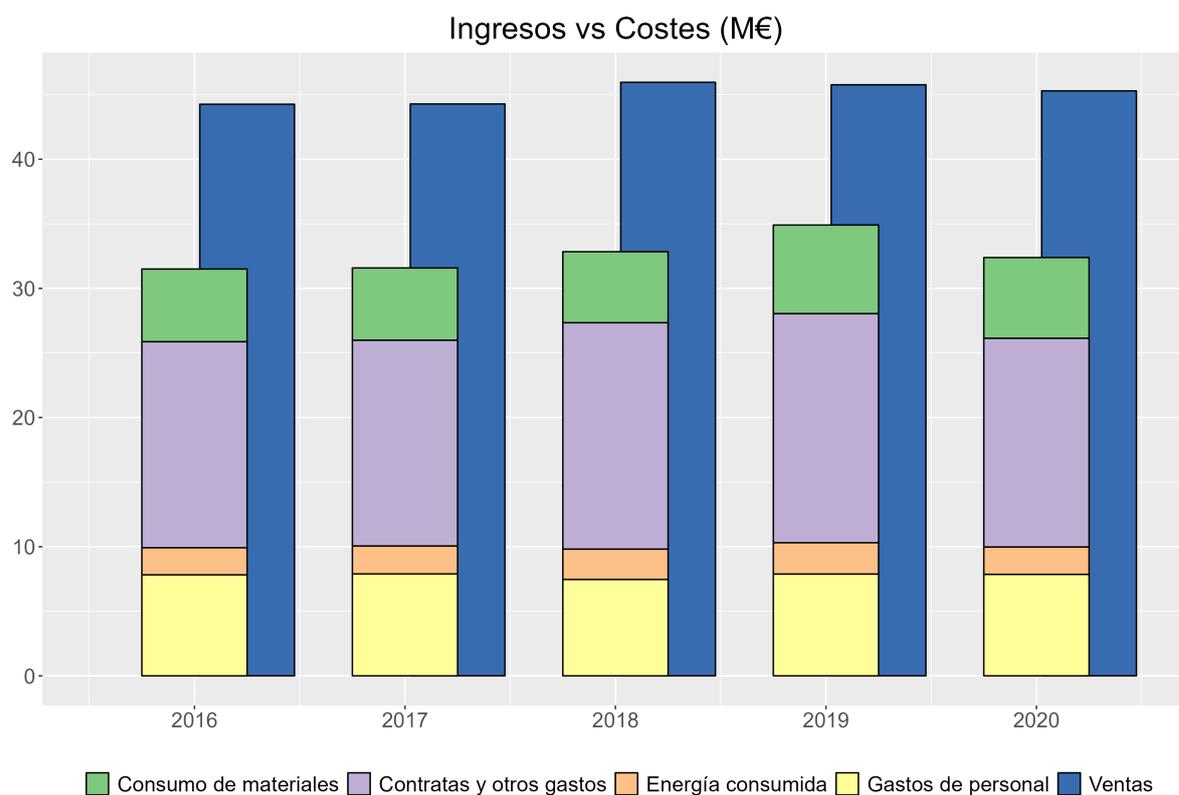
Ingresos vs Costes (M€)



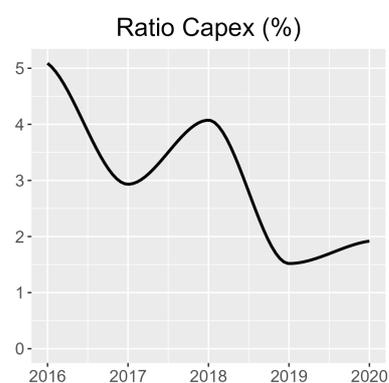
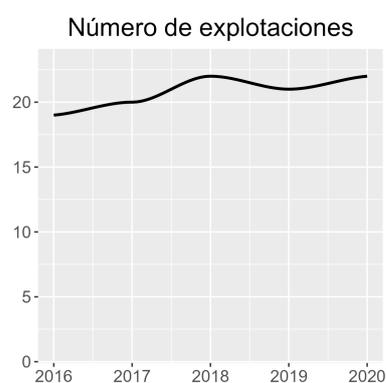
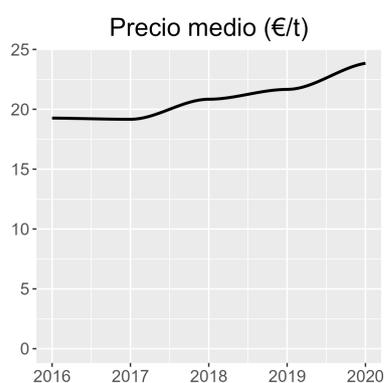
	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	2.99	3.95	4.39	3.80	3.06	3.65
Contratas y otros (%)	23.26	22.71	21.74	23.67	18.15	21.85
Energía (%)	14.03	13.55	12.46	15.02	11.67	13.32
Gasto Personal (%)	19.76	21.04	21.20	15.96	19.06	19.35
EBITDA (%)	39.95	38.75	40.21	41.55	48.07	41.83



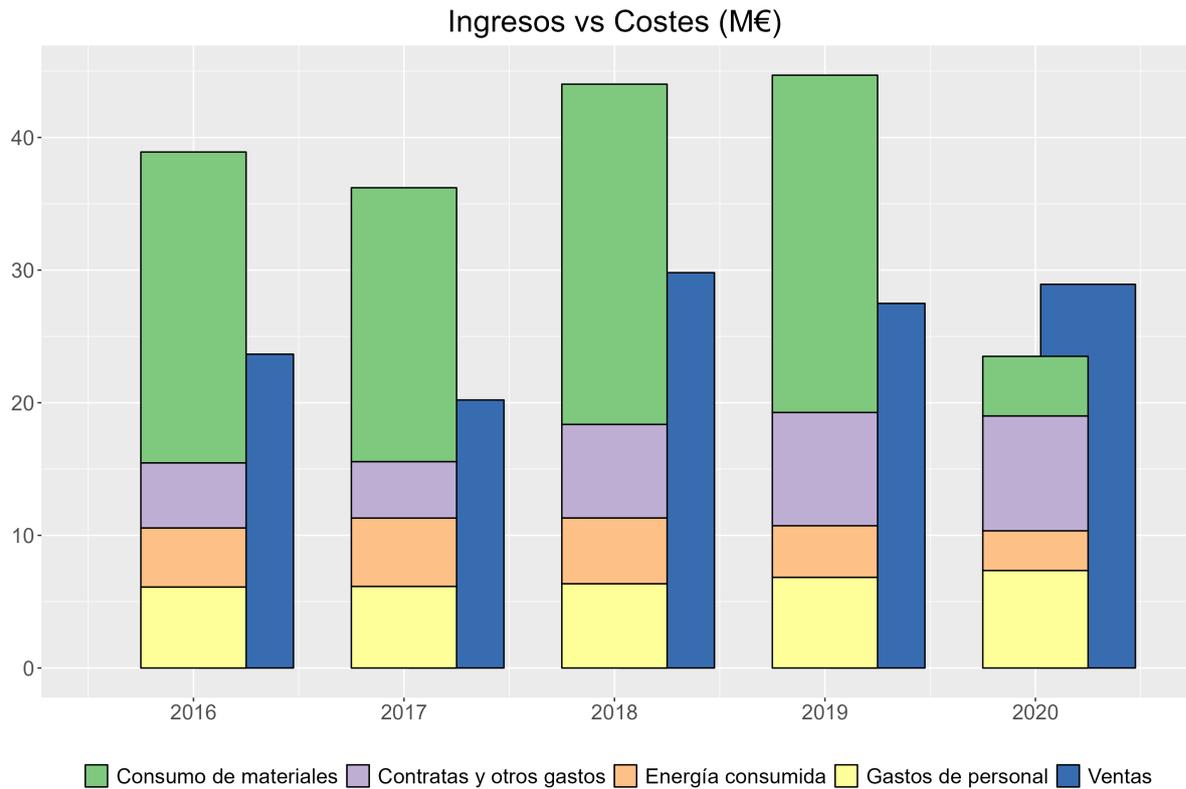
## 5 . Cuarzo



	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	12.72	12.64	11.97	15.00	13.80	13.23
Contratas y otros (%)	36.03	35.97	38.14	38.75	35.67	36.93
Energía (%)	4.74	4.88	5.11	5.30	4.68	4.95
Gasto Personal (%)	17.68	17.83	16.24	17.22	17.35	17.26
EBITDA (%)	28.83	28.68	28.54	23.73	28.50	27.64



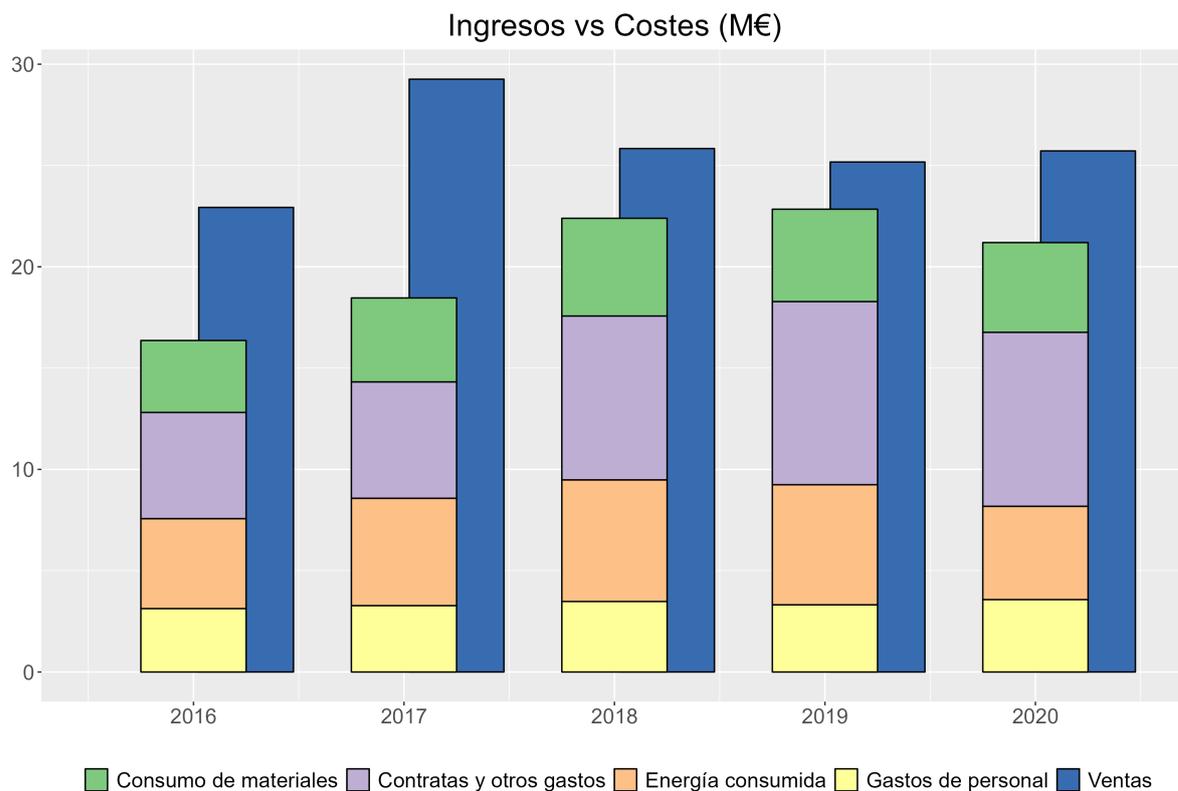
## 6 . Espato fluor



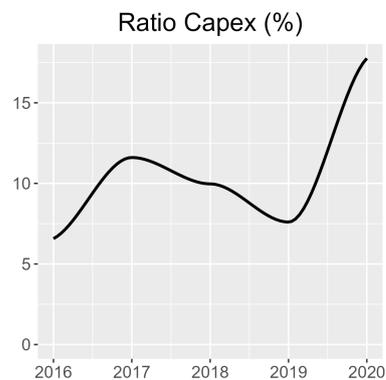
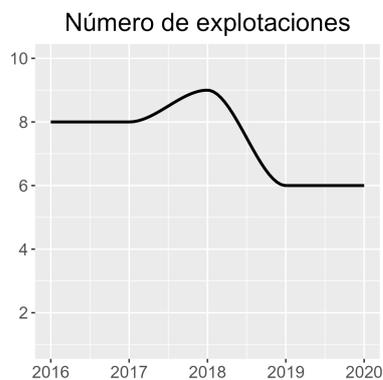
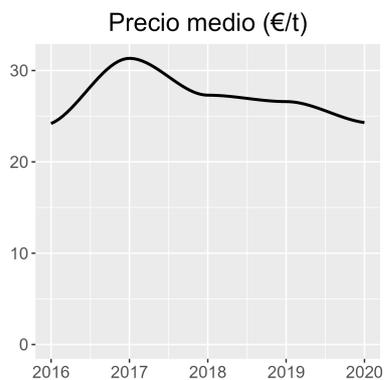
	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	99.08	102.21	86.07	92.51	15.56	76.62
Contratas y otros (%)	20.71	21.02	23.66	31.06	29.91	25.67
Energía (%)	18.83	25.51	16.64	14.15	10.35	16.49
Gasto Personal (%)	25.80	30.44	21.32	24.87	25.40	25.21
EBITDA (%)	-64.42	-79.18	-47.68	-62.59	18.78	-43.99



## 7 . Feldespato

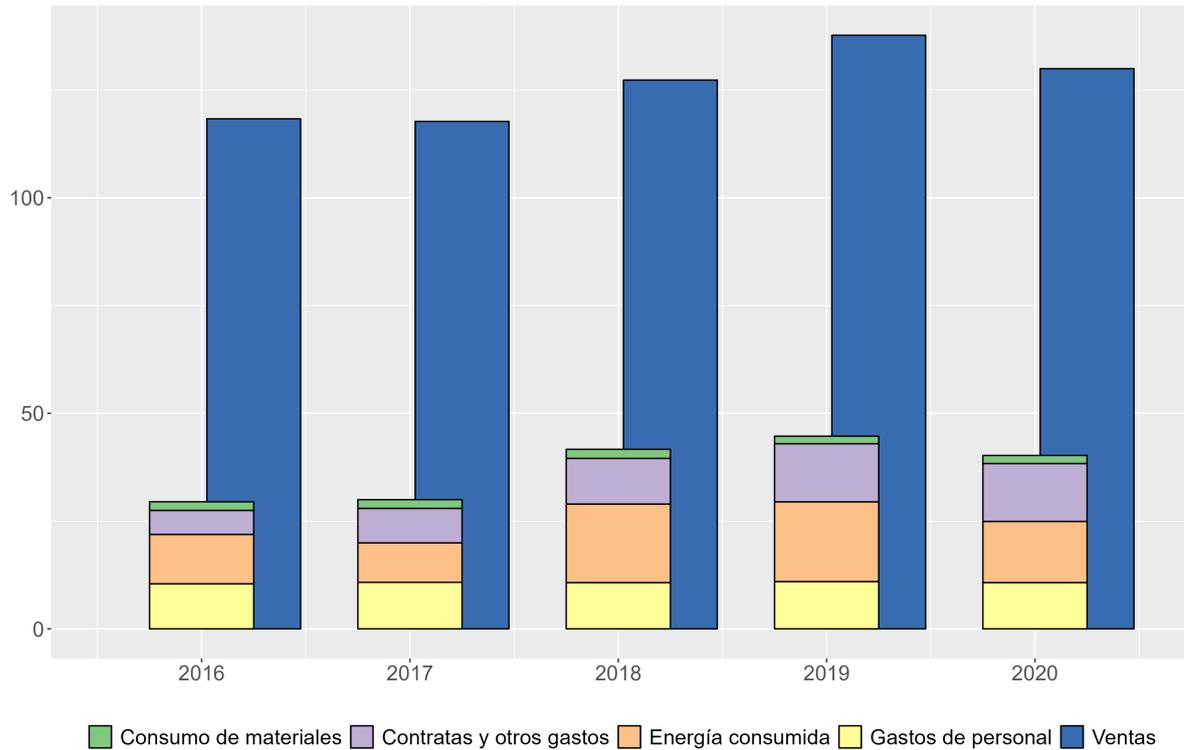


	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	15.49	14.17	18.67	18.12	17.22	16.69
Contratas y otros (%)	22.85	19.62	31.30	35.90	33.38	28.46
Energía (%)	19.36	18.11	23.23	23.54	17.90	20.38
Gasto Personal (%)	13.65	11.20	13.47	13.18	13.90	13.02
EBITDA (%)	28.64	36.90	13.33	9.25	17.59	21.46



## 8 . Glauberita

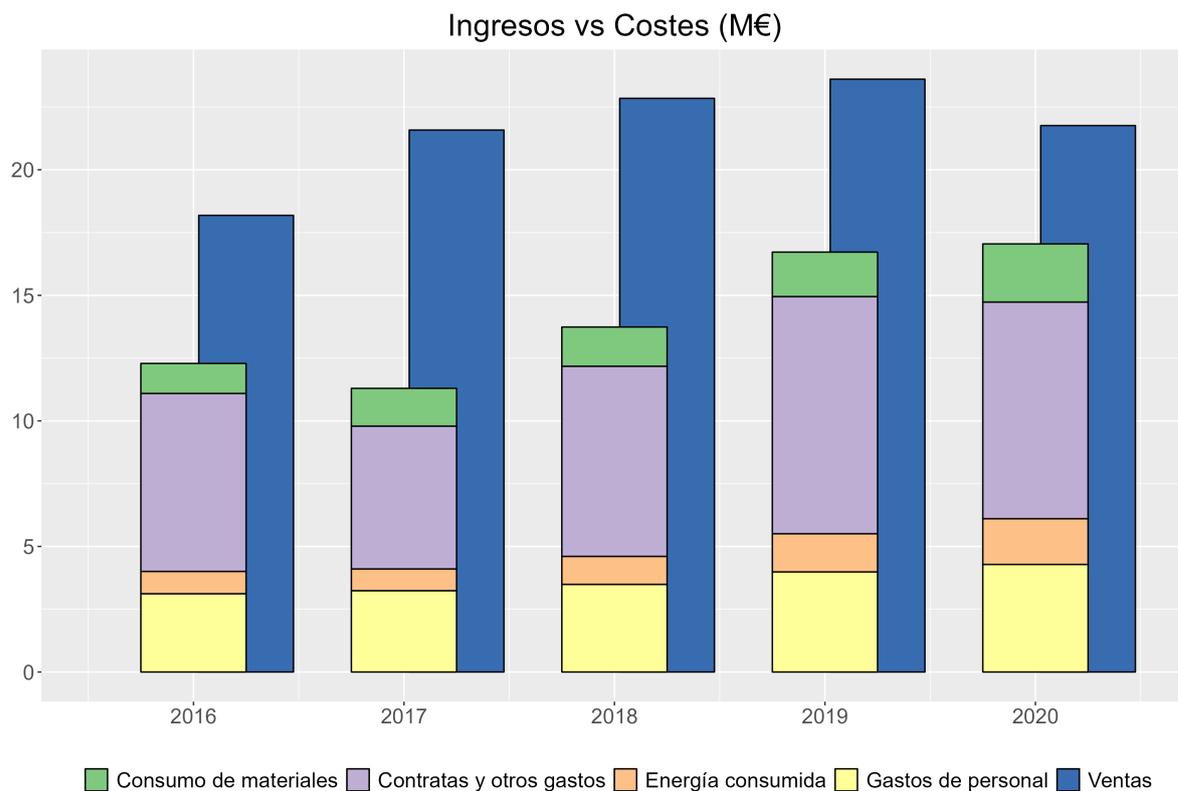
Ingresos vs Costes (M€)



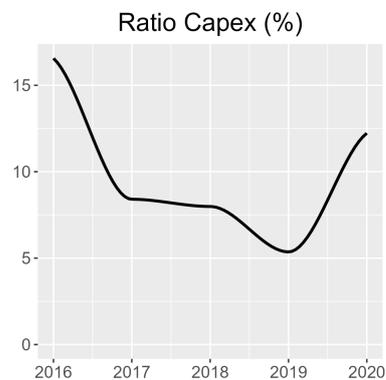
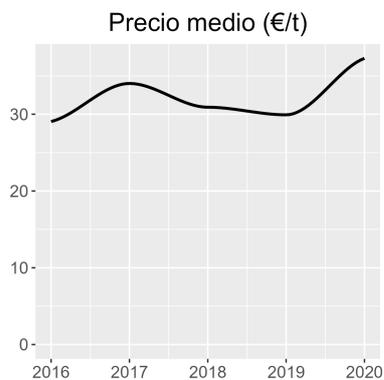
	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	1.70	1.73	1.66	1.27	1.45	1.55
Contratas y otros (%)	4.70	6.79	8.32	9.79	10.33	8.09
Energía (%)	9.68	7.77	14.31	13.42	10.91	11.33
Gasto Personal (%)	8.84	9.17	8.43	7.97	8.26	8.51
EBITDA (%)	75.09	74.53	67.28	67.54	69.05	70.52



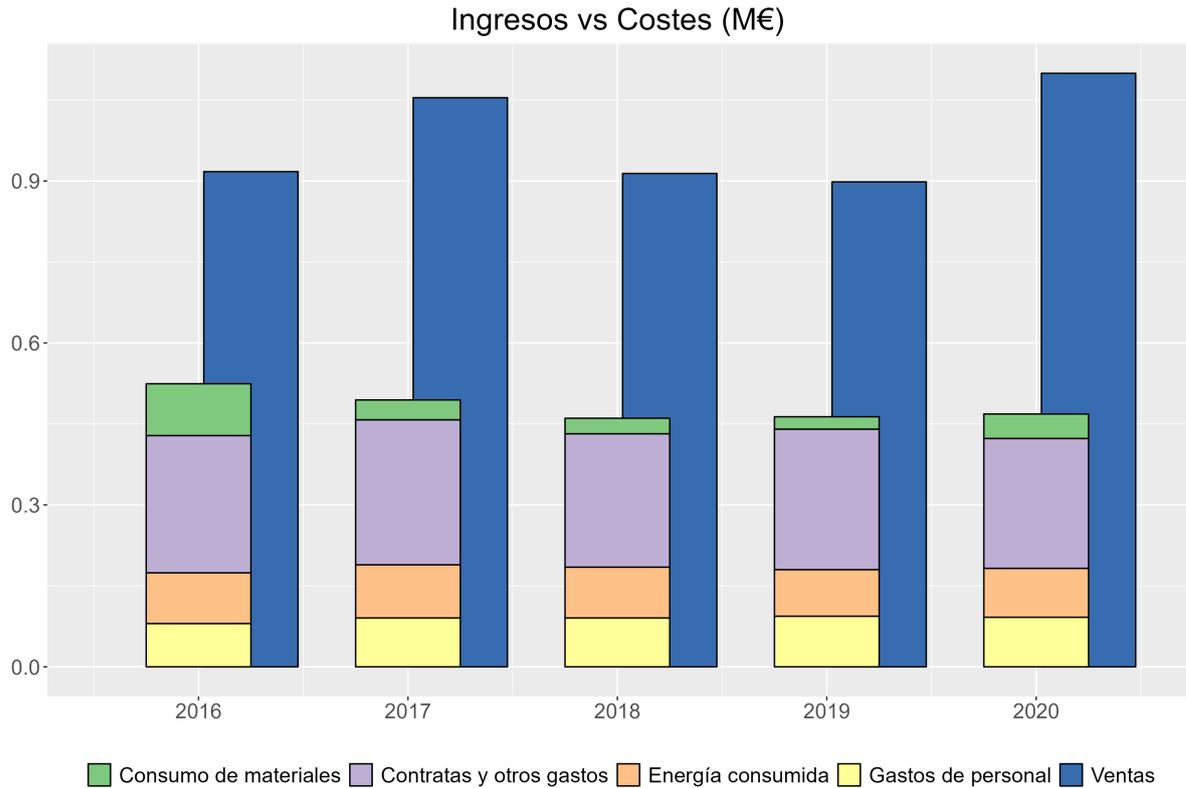
## 9 . Magnesita cruda



	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	6.58	6.98	6.85	7.51	10.65	7.74
Contratas y otros (%)	38.97	26.34	33.14	40.00	39.64	35.57
Energía (%)	4.88	4.01	4.88	6.44	8.37	5.75
Gasto Personal (%)	17.14	15.00	15.27	16.88	19.68	16.77
EBITDA (%)	32.43	47.66	39.86	29.17	21.66	34.16



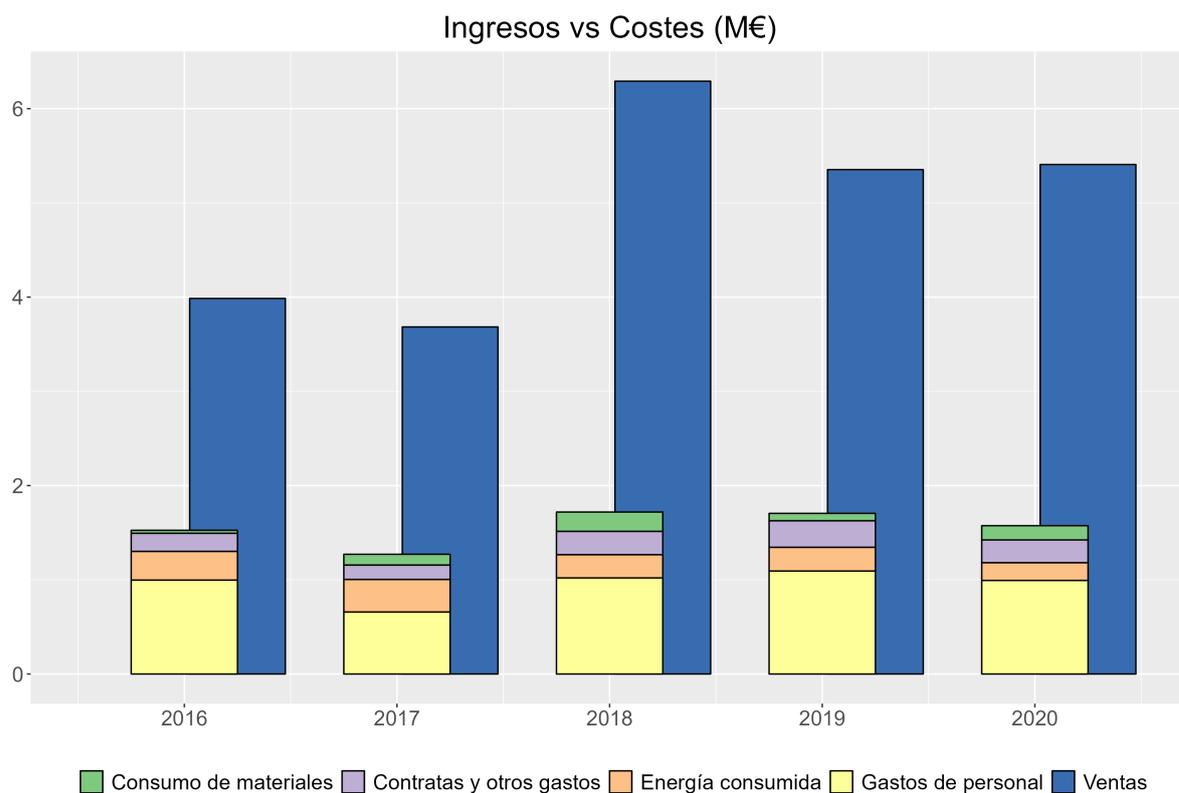
## 10 . Otros minerales



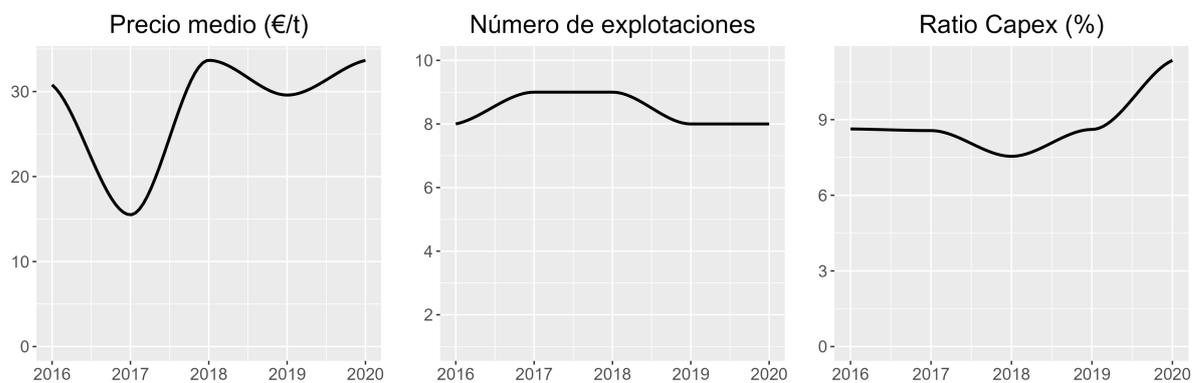
	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	10.47	3.50	3.16	2.57	4.14	4.72
Contratas y otros (%)	27.70	25.46	27.02	28.95	21.87	26.01
Energía (%)	10.24	9.35	10.31	9.60	8.25	9.49
Gasto Personal (%)	8.75	8.58	9.90	10.44	8.35	9.15
EBITDA (%)	42.83	53.10	49.61	48.44	57.40	50.63



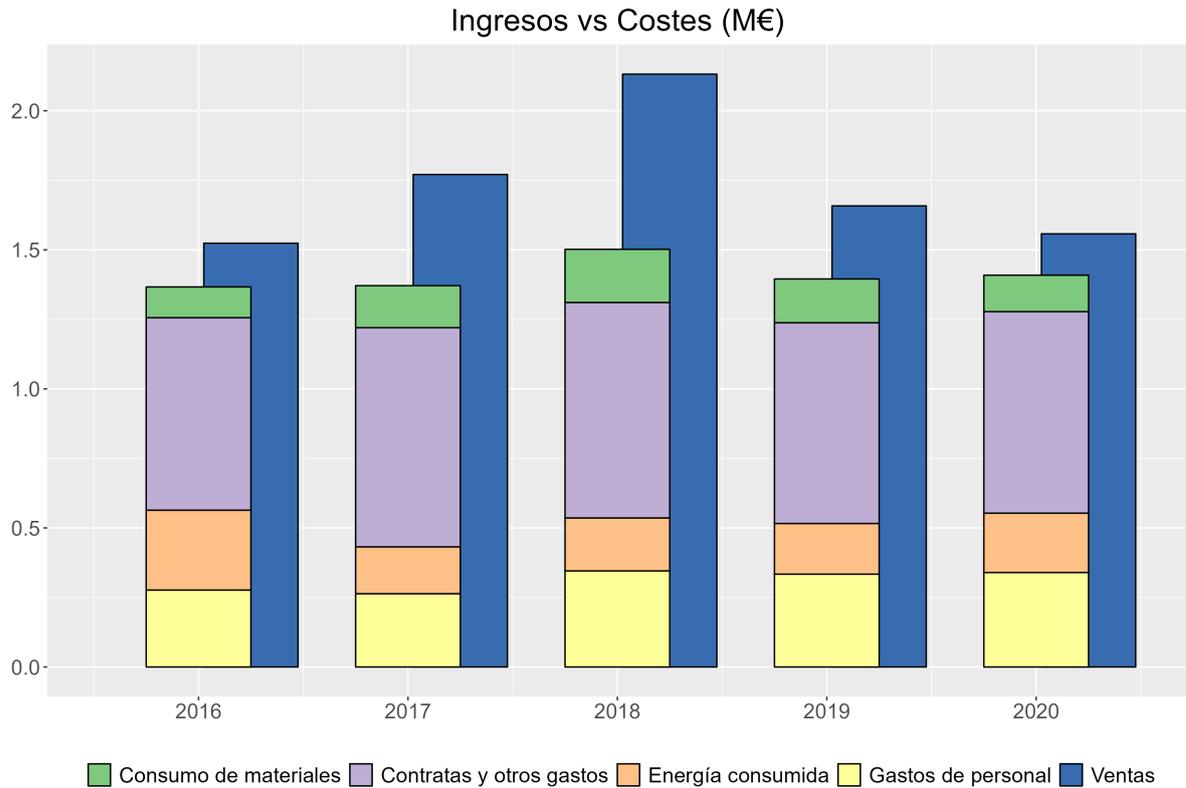
## 11 . Óxidos de hierro



	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	0.81	3.12	3.27	1.48	2.80	2.36
Contratas y otros (%)	4.81	4.13	3.92	5.24	4.47	4.50
Energía (%)	7.65	9.37	3.92	4.71	3.48	5.41
Gasto Personal (%)	25.01	17.87	16.21	20.42	18.36	19.26
EBITDA (%)	61.73	65.50	72.67	68.15	70.89	68.47



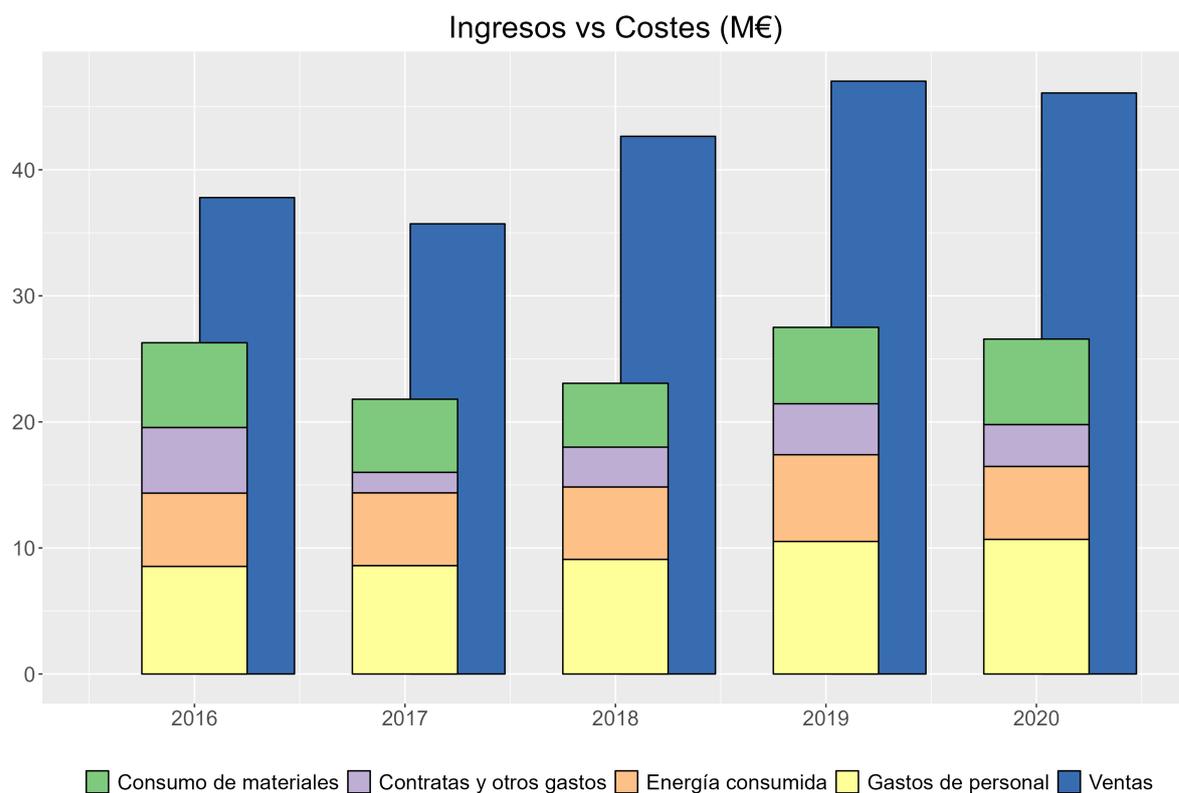
## 12 . Piedra pómez/puzolana



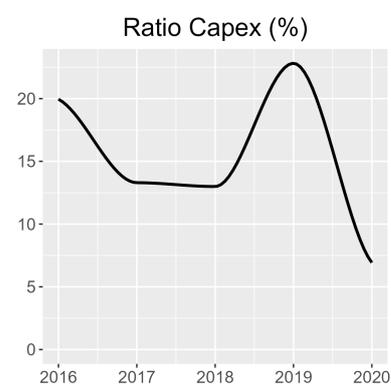
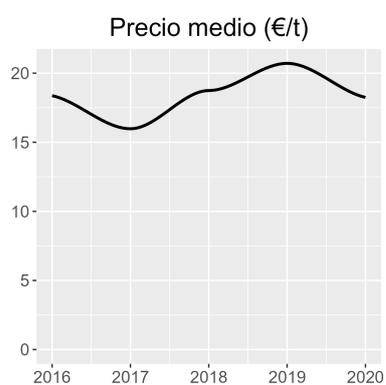
	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	7.27	8.53	8.98	9.51	8.42	8.59
Contratas y otros (%)	45.41	44.50	36.34	43.52	46.51	42.82
Energía (%)	18.85	9.51	8.93	10.99	13.71	12.06
Gasto Personal (%)	18.15	14.88	16.21	20.13	21.81	18.04
EBITDA (%)	10.32	22.57	29.54	15.85	9.54	18.49



## 13 . Sal gema

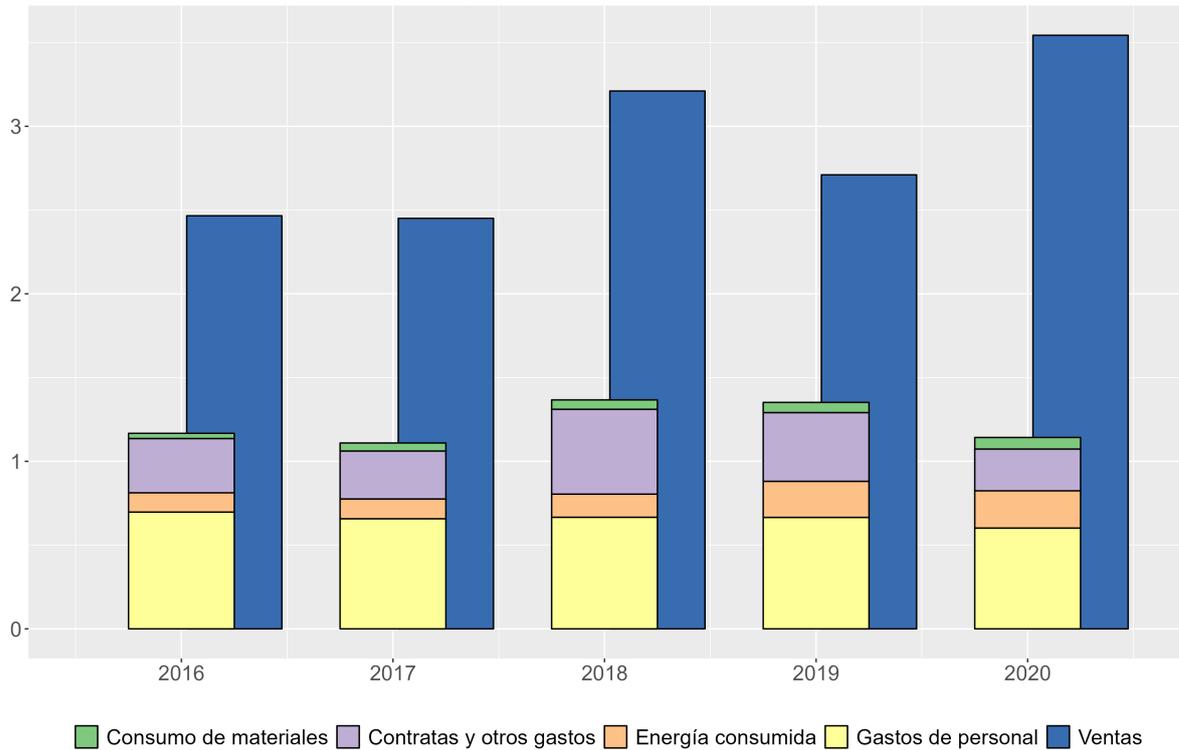


	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	17.80	16.26	11.88	12.89	14.73	14.55
Contratas y otros (%)	13.76	4.54	7.40	8.59	7.19	8.28
Energía (%)	15.39	16.16	13.47	14.63	12.55	14.33
Gasto Personal (%)	22.58	24.08	21.32	22.36	23.17	22.66
EBITDA (%)	30.47	38.96	45.93	41.52	42.35	40.17

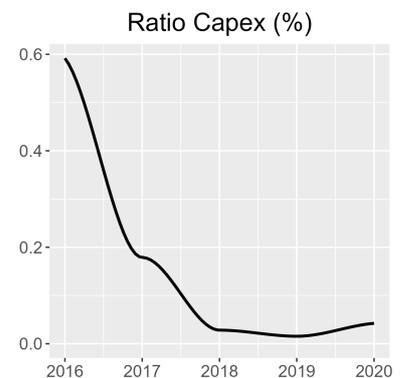
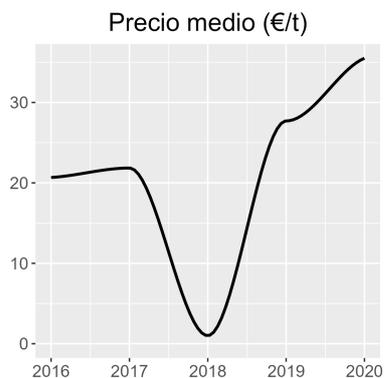


## 14 . Sal manantial

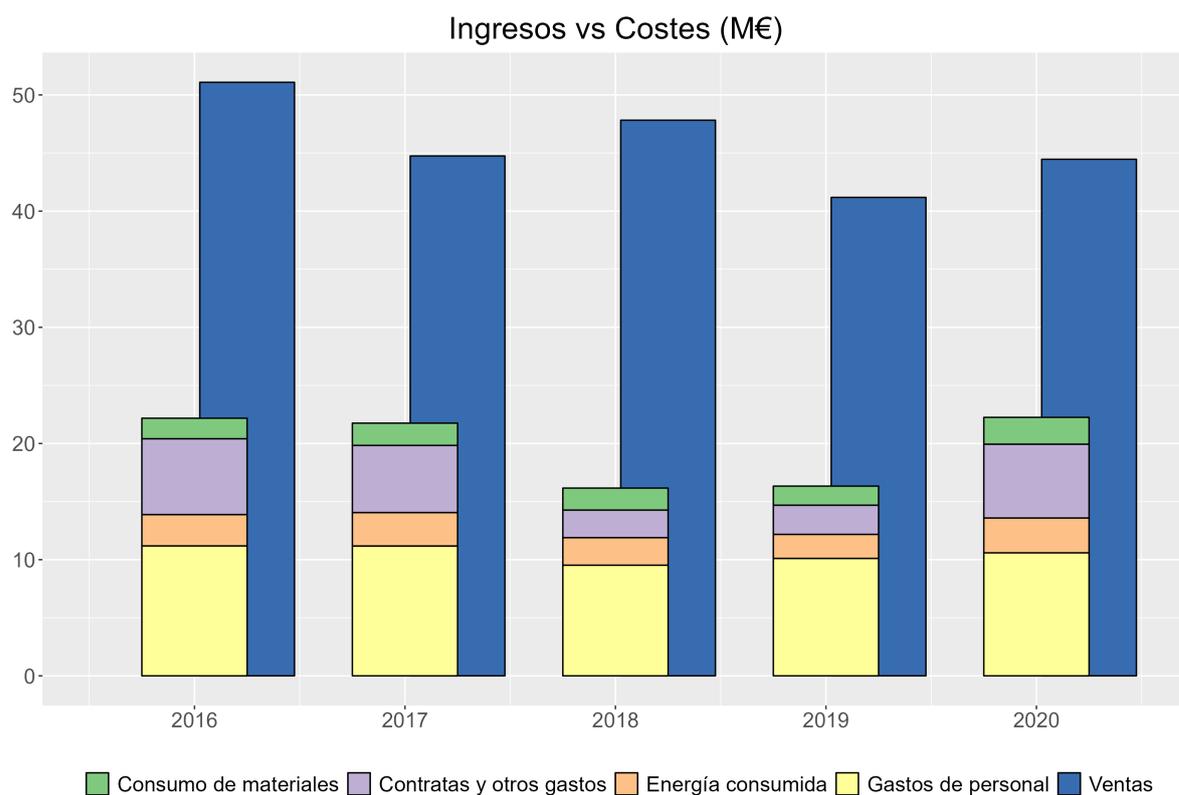
Ingresos vs Costes (M€)



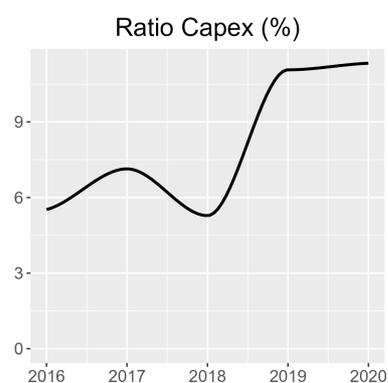
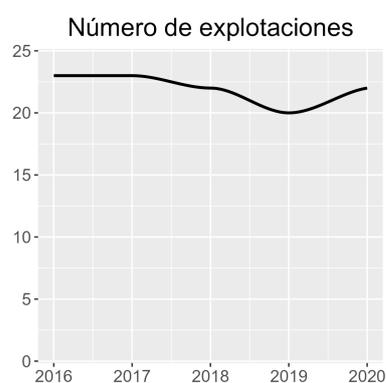
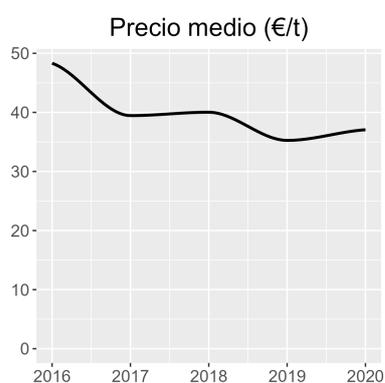
	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	1.28	1.97	1.75	2.26	1.96	1.85
Contratas y otros (%)	13.12	11.66	15.77	15.13	7.03	12.34
Energía (%)	4.67	4.82	4.30	7.95	6.28	5.63
Gasto Personal (%)	28.27	26.82	20.75	24.54	16.98	22.86
EBITDA (%)	52.66	54.73	57.43	50.12	67.76	57.32



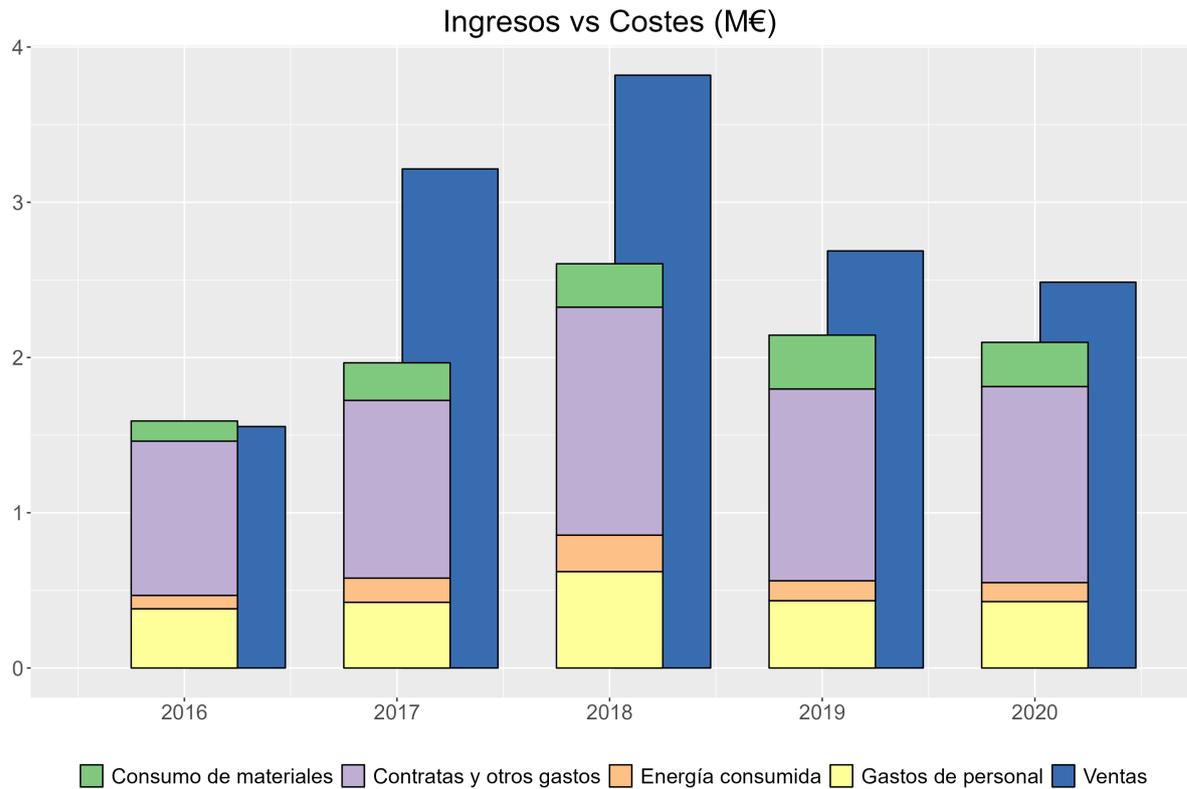
## 15 . Sal marina



	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	3.47	4.29	3.97	4.00	5.21	4.16
Contratas y otros (%)	12.77	12.91	4.95	6.09	14.28	10.26
Energía (%)	5.28	6.43	4.97	5.02	6.74	5.68
Gasto Personal (%)	21.89	24.98	19.91	24.54	23.81	22.93
EBITDA (%)	56.59	51.39	66.21	60.35	49.96	56.97



## 16 . Trípoli

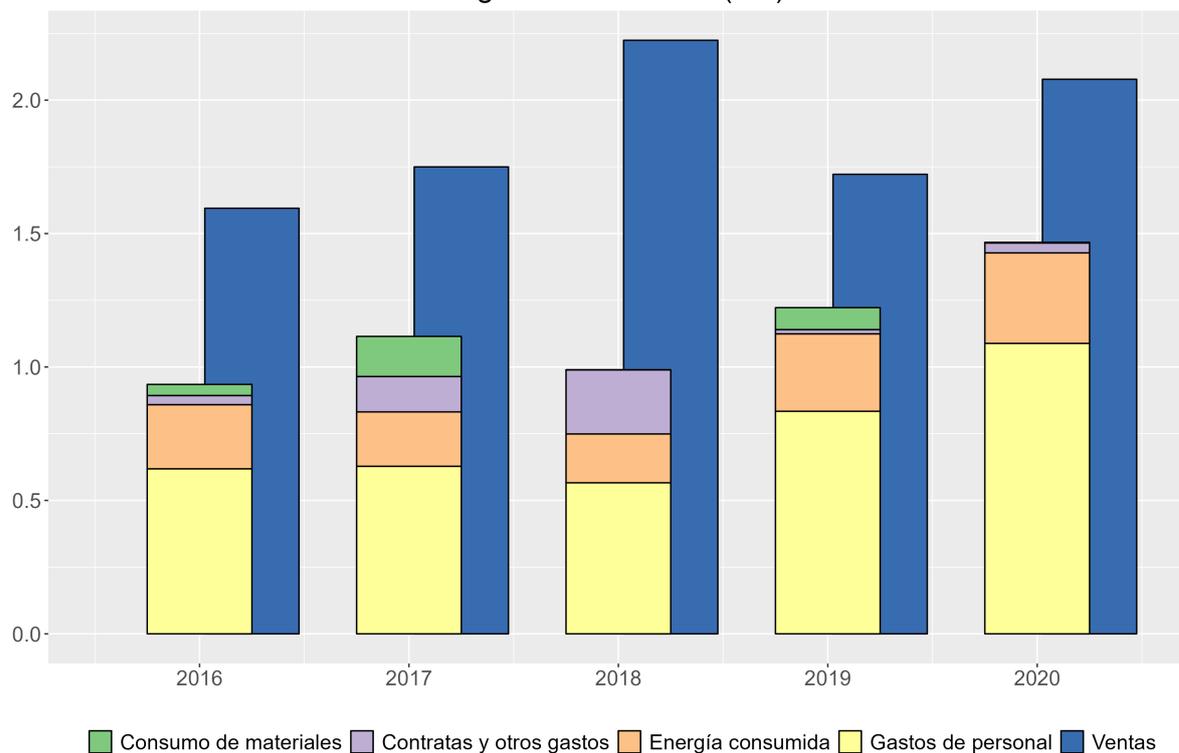


	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	8.35	7.54	7.33	12.92	11.48	9.33
Contratas y otros (%)	63.86	35.61	38.45	45.97	50.78	44.36
Energía (%)	5.57	4.84	6.15	4.78	4.93	5.29
Gasto Personal (%)	24.51	13.17	16.26	16.14	17.21	16.62
EBITDA (%)	-2.29	38.85	31.81	20.20	15.59	24.40

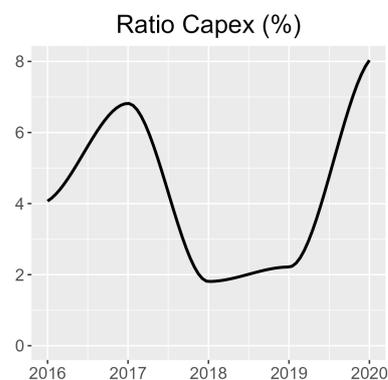
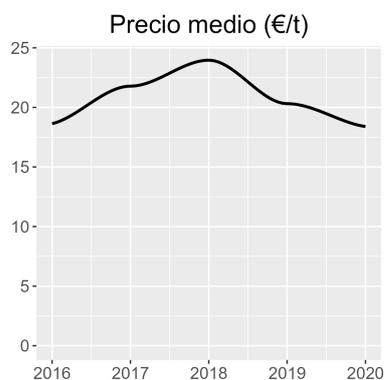


## 17 . Turba

Ingresos vs Costes (M€)

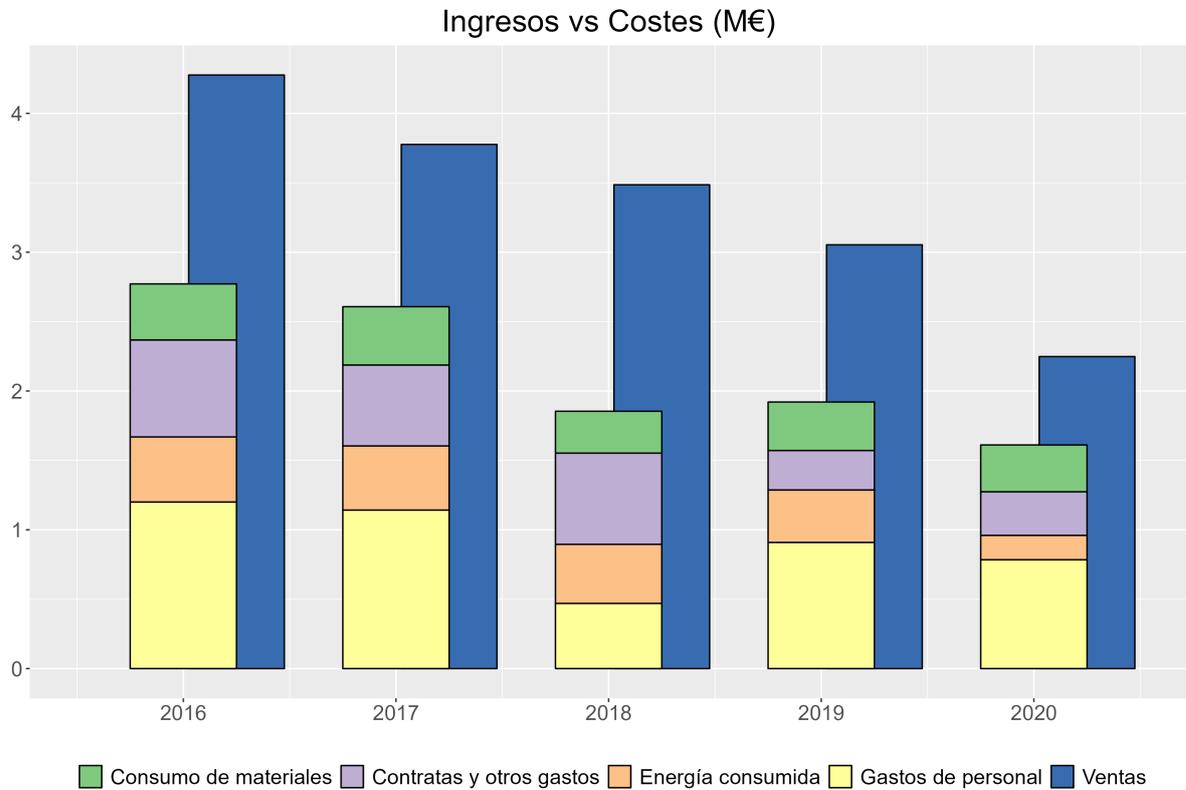


	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	2.63	8.60	0.03	4.79	0.14	2.97
Contratas y otros (%)	2.13	7.57	10.79	0.91	1.77	4.90
Energía (%)	15.07	11.65	8.23	16.85	16.31	13.41
Gasto Personal (%)	38.78	35.88	25.45	48.43	52.37	39.86
EBITDA (%)	41.39	36.30	55.50	29.02	29.39	38.86

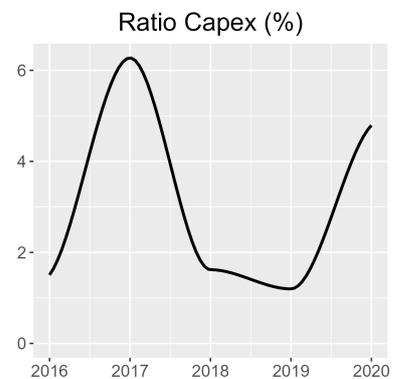
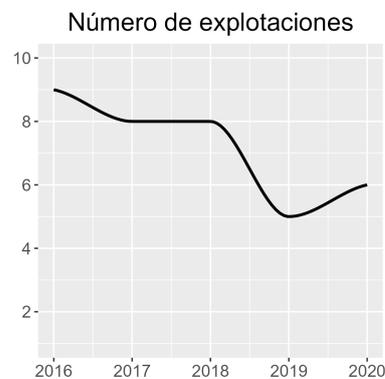
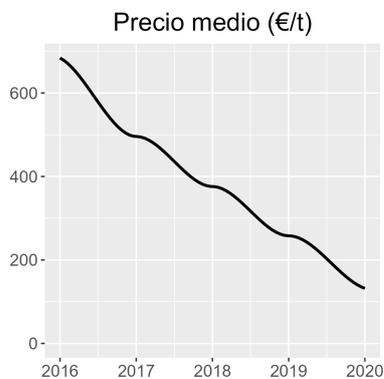


## B.4. Rocas Ornamentales

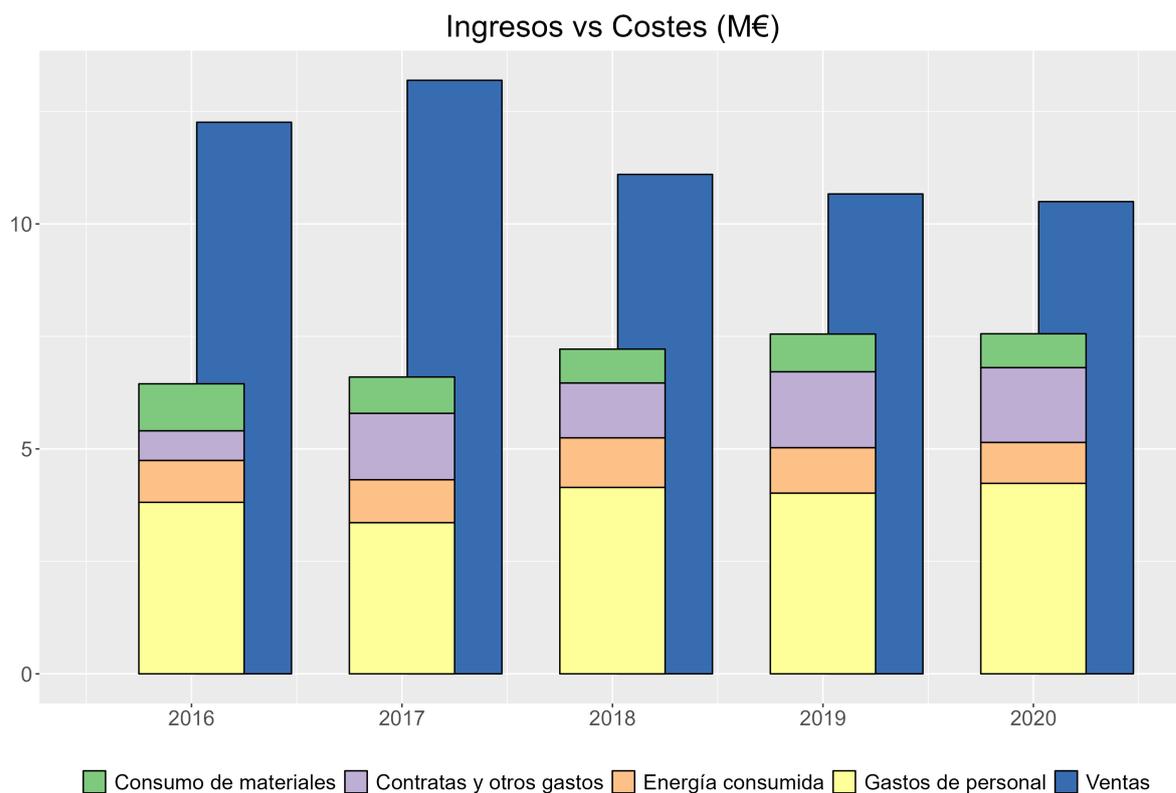
### 18 . Alabastro



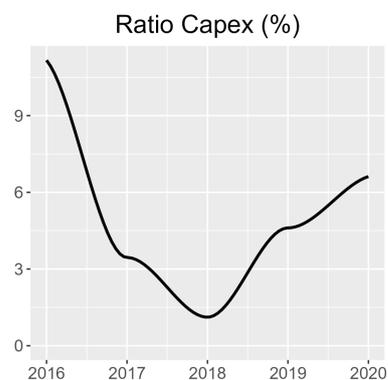
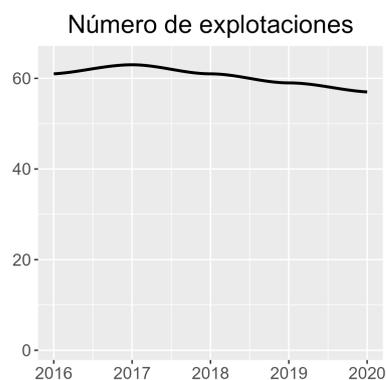
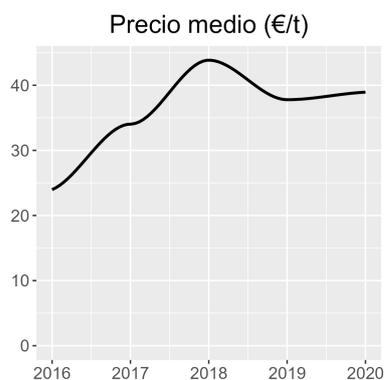
	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	9.46	11.14	8.66	11.45	15.02	10.77
Contratas y otros (%)	16.33	15.42	18.84	9.30	13.94	15.05
Energía (%)	10.96	12.24	12.22	12.37	7.82	11.34
Gasto Personal (%)	28.07	30.24	13.48	29.78	34.90	26.76
EBITDA (%)	35.19	30.96	46.81	37.10	28.33	36.08



## 19 . Arenisca ornamental

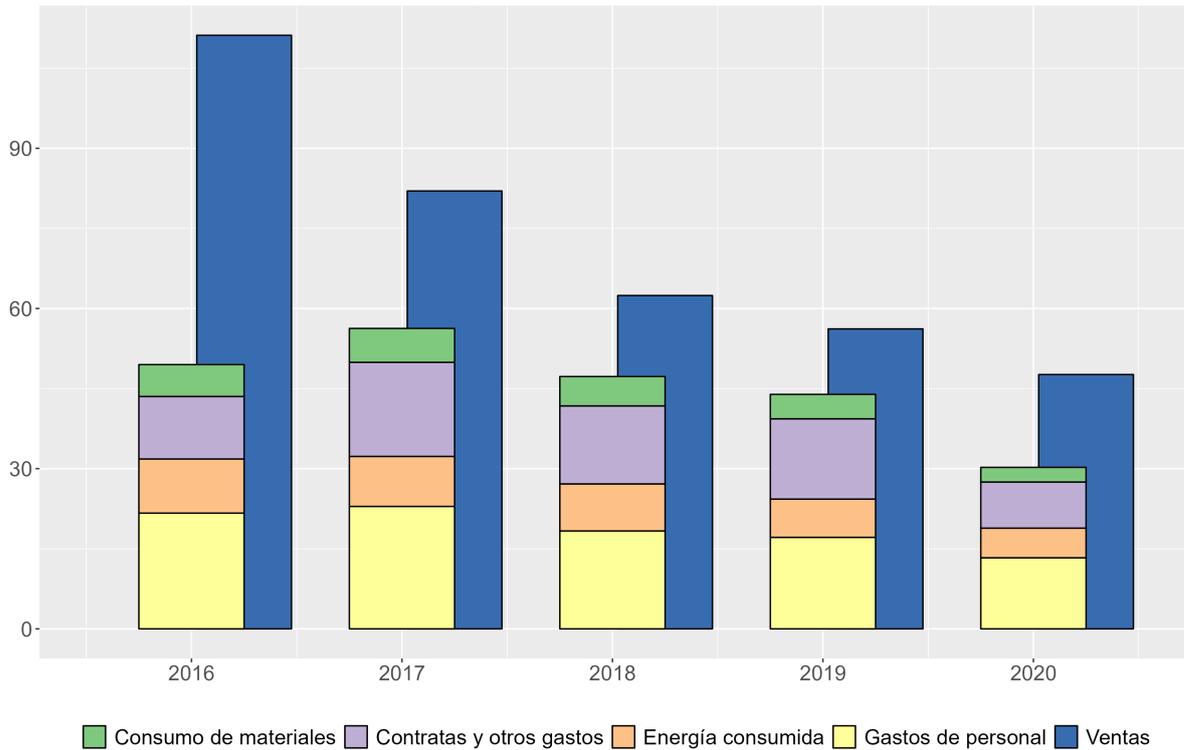


	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	8.53	6.13	6.79	7.87	7.18	7.28
Contratas y otros (%)	5.36	11.18	10.97	15.81	15.82	11.60
Energía (%)	7.60	7.23	9.93	9.47	8.68	8.50
Gasto Personal (%)	31.09	25.48	37.33	37.66	40.34	33.90
EBITDA (%)	47.42	49.99	34.98	29.19	27.99	38.71

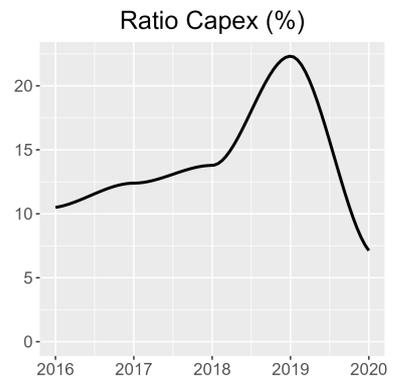
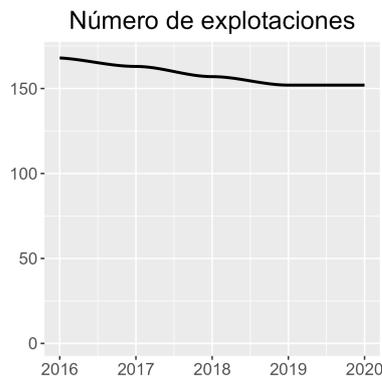
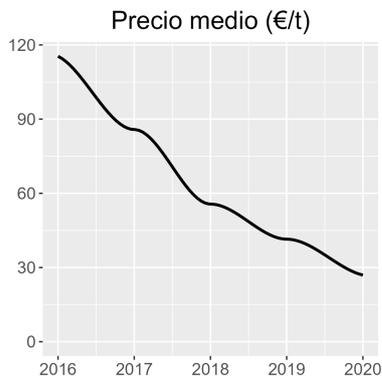


## 20 . Caliza ornamental

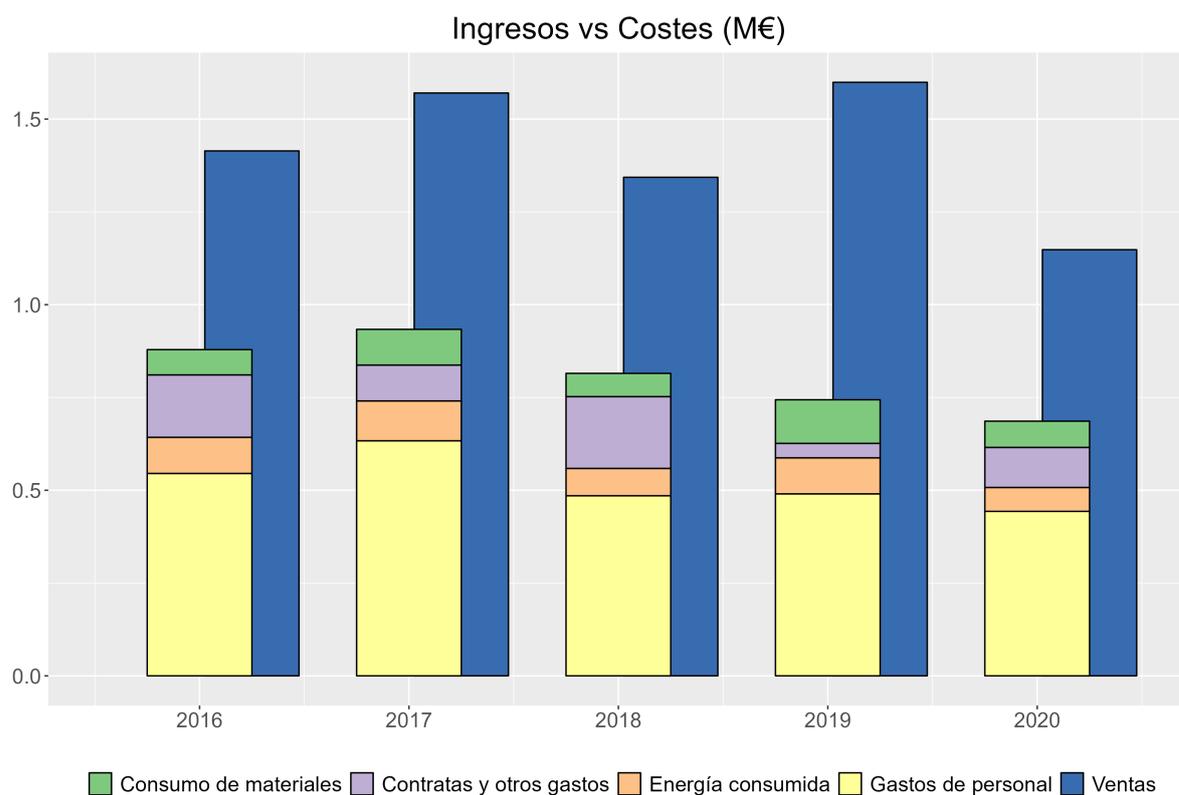
Ingresos vs Costes (M€)



	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	5.38	7.75	8.83	8.18	5.79	7.01
Contratas y otros (%)	10.52	21.48	23.38	26.74	18.11	18.80
Energía (%)	9.12	11.42	14.12	12.75	11.65	11.42
Gasto Personal (%)	19.49	27.95	29.36	30.50	27.95	25.98
EBITDA (%)	55.48	31.39	24.31	21.83	36.51	36.79



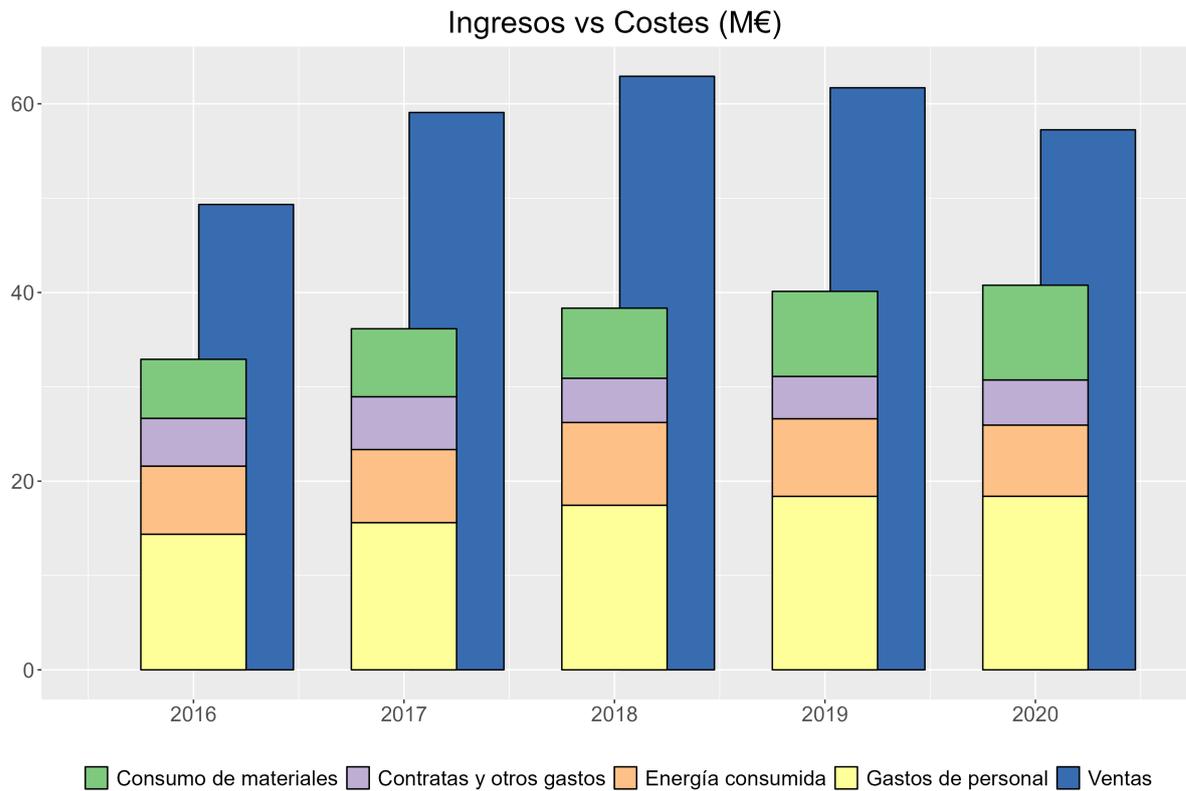
## 21 . Cuarzita ornamental



	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	4.82	6.14	4.67	7.35	6.18	5.88
Contratas y otros (%)	11.88	6.14	14.39	2.43	9.38	8.54
Energía (%)	6.88	6.84	5.48	6.07	5.61	6.22
Gasto Personal (%)	38.56	40.33	36.12	30.66	38.60	36.71
EBITDA (%)	37.85	40.55	39.33	53.48	40.23	42.65



## 22 . Granito ornamental

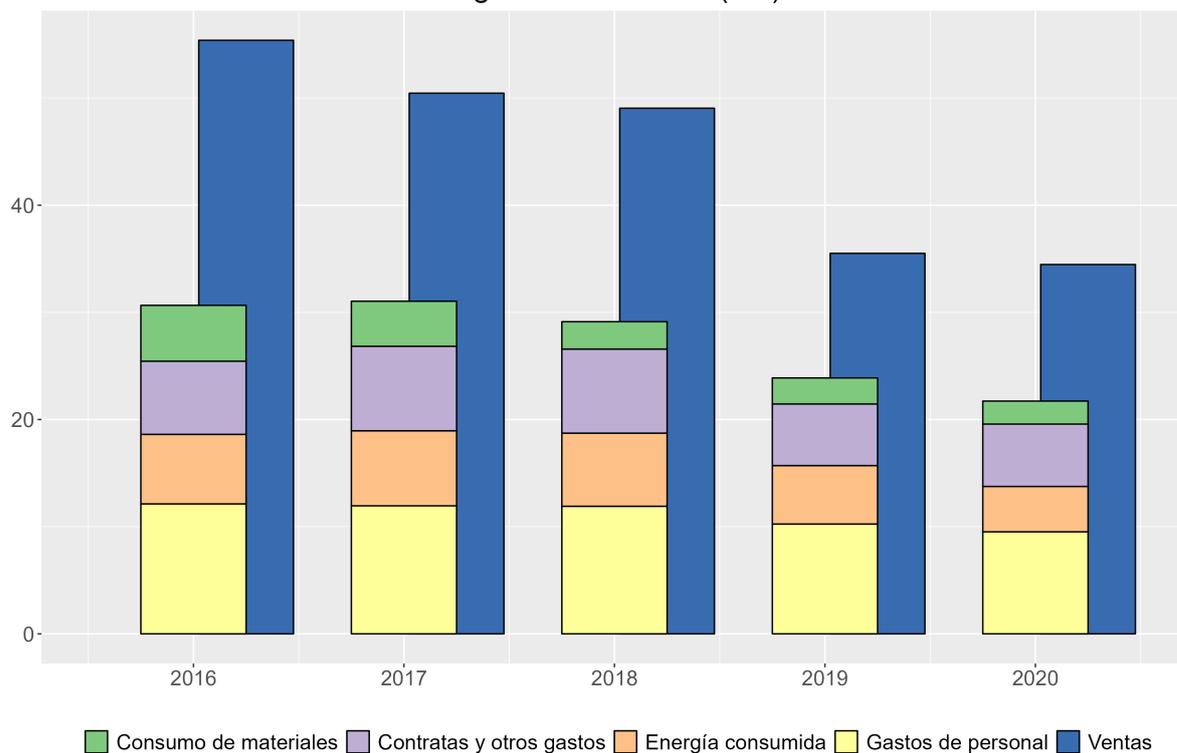


	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	12.70	12.21	11.82	14.63	17.56	13.78
Contratas y otros (%)	10.26	9.47	7.44	7.26	8.34	8.47
Energía (%)	14.64	13.11	13.95	13.34	13.19	13.61
Gasto Personal (%)	29.14	26.41	27.73	29.80	32.14	29.01
EBITDA (%)	33.27	38.80	39.06	34.97	28.78	35.13

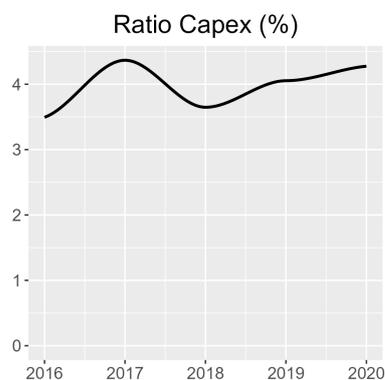
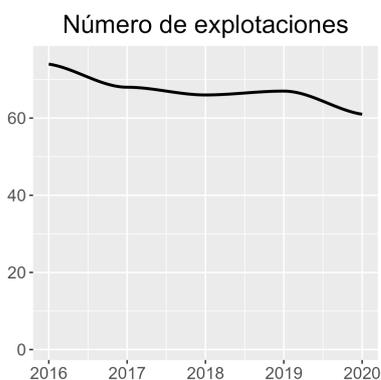
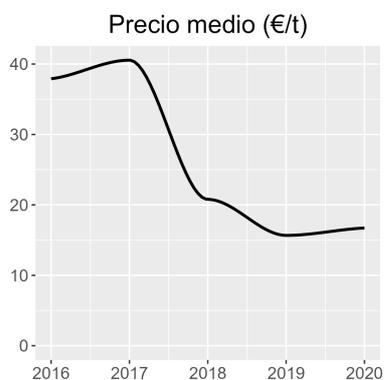


## 23 . Mármol ornamental

Ingresos vs Costes (M€)

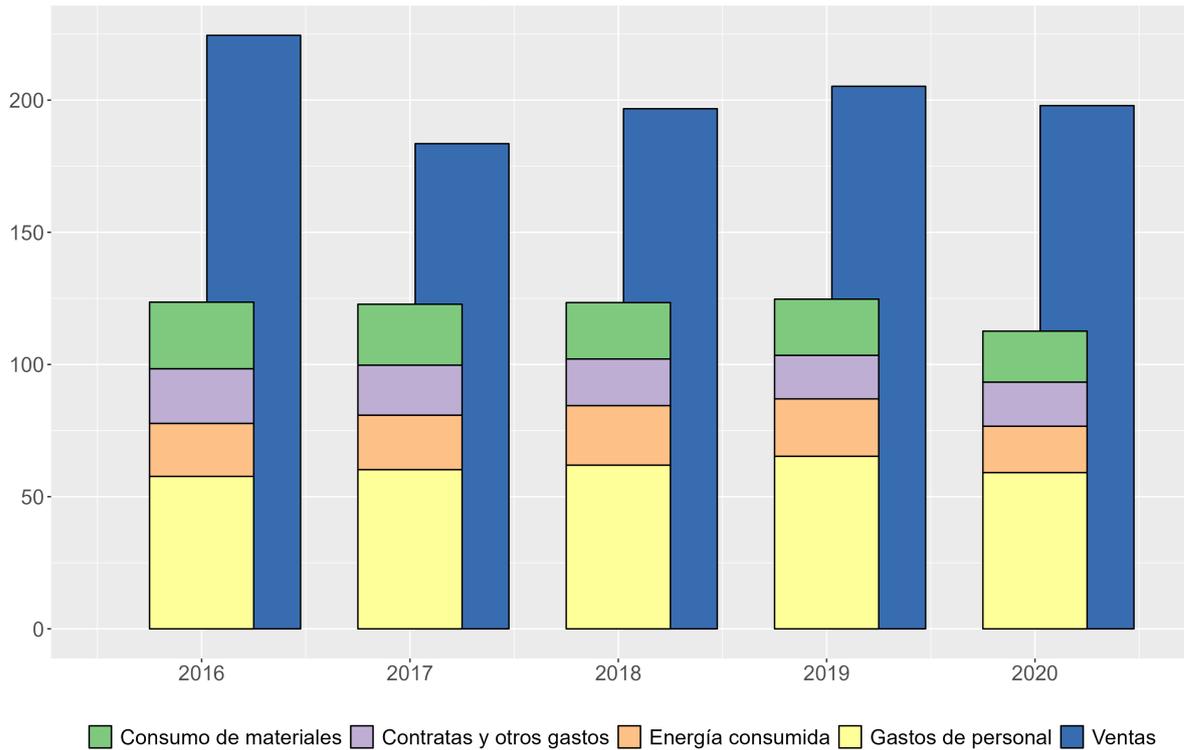


	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	9.42	8.35	5.22	6.86	6.23	7.37
Contratas y otros (%)	12.32	15.61	15.98	16.18	16.89	15.17
Energía (%)	11.71	13.88	13.91	15.36	12.28	13.34
Gasto Personal (%)	21.90	23.68	24.27	28.86	27.62	24.79
EBITDA (%)	44.66	38.48	40.61	32.75	36.98	39.33

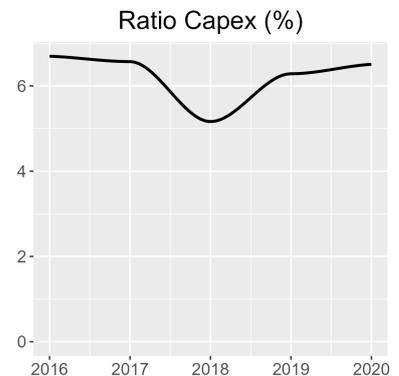
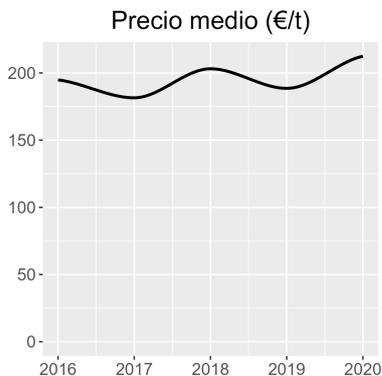


## 24 . Pizarra ornamental

Ingresos vs Costes (M€)



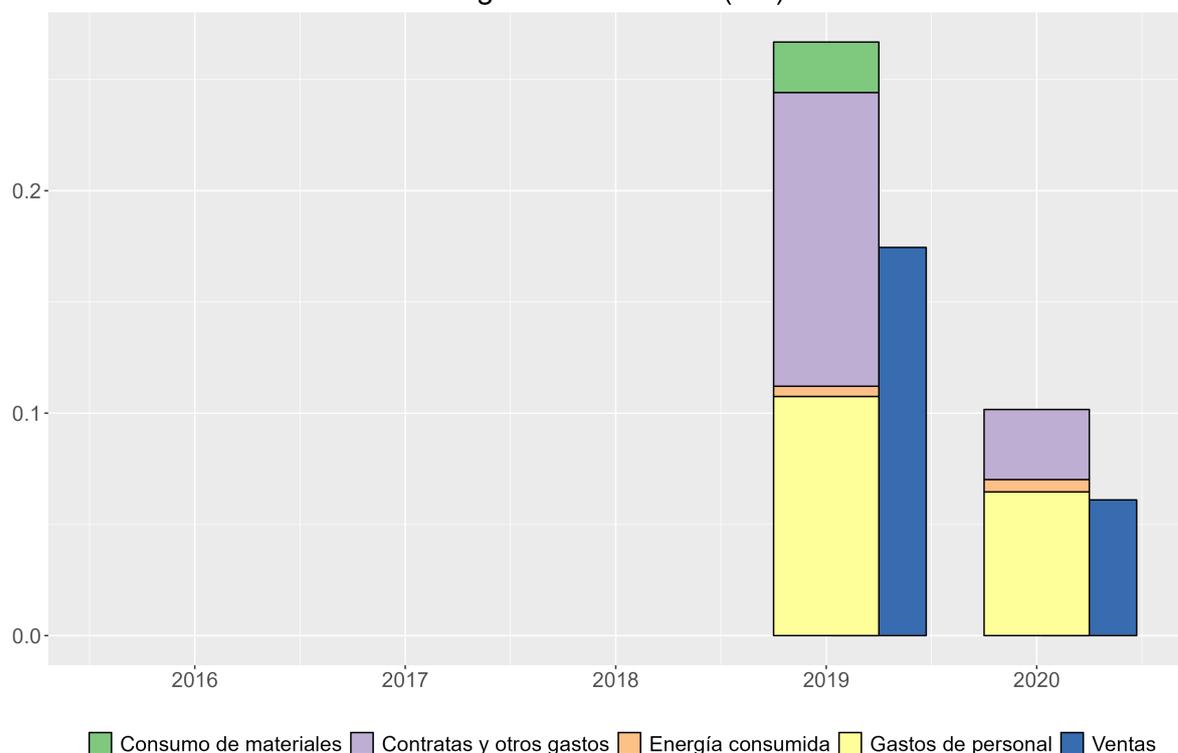
	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	11.23	12.57	10.84	10.37	9.75	10.93
Contratas y otros (%)	9.20	10.30	8.96	8.02	8.42	8.96
Energía (%)	8.93	11.22	11.45	10.58	8.85	10.16
Gasto Personal (%)	25.68	32.82	31.47	31.81	29.87	30.18
EBITDA (%)	44.96	33.09	37.27	39.23	43.10	39.77



## B.5. Otros Productos de Cantera

### 25 . Pizarra ornamental

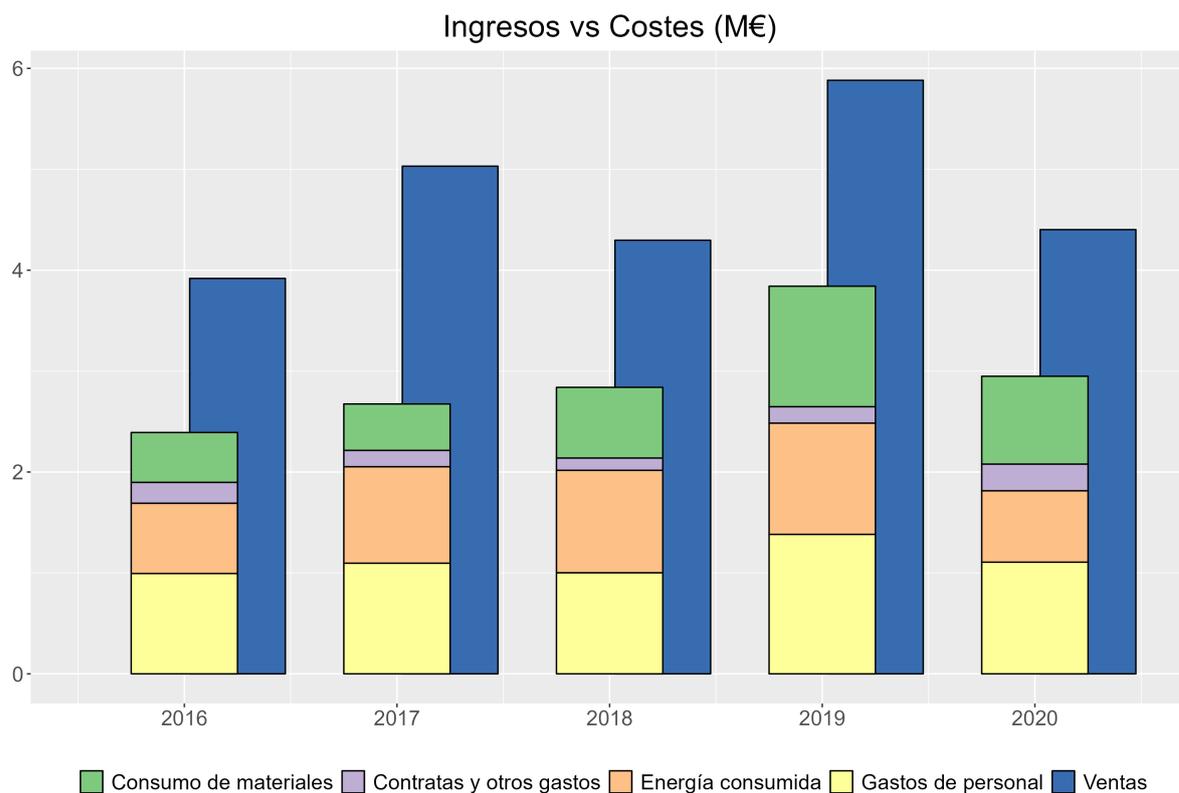
Ingresos vs Costes (M€)



	2019	2020	Media
Materiales (%)	13.03	0.00	9.65
Contratas y otros (%)	75.64	51.64	69.43
Energía (%)	2.64	9.10	4.31
Gasto Personal (%)	61.60	105.90	73.08
EBITDA (%)	-52.91	-66.64	-56.47



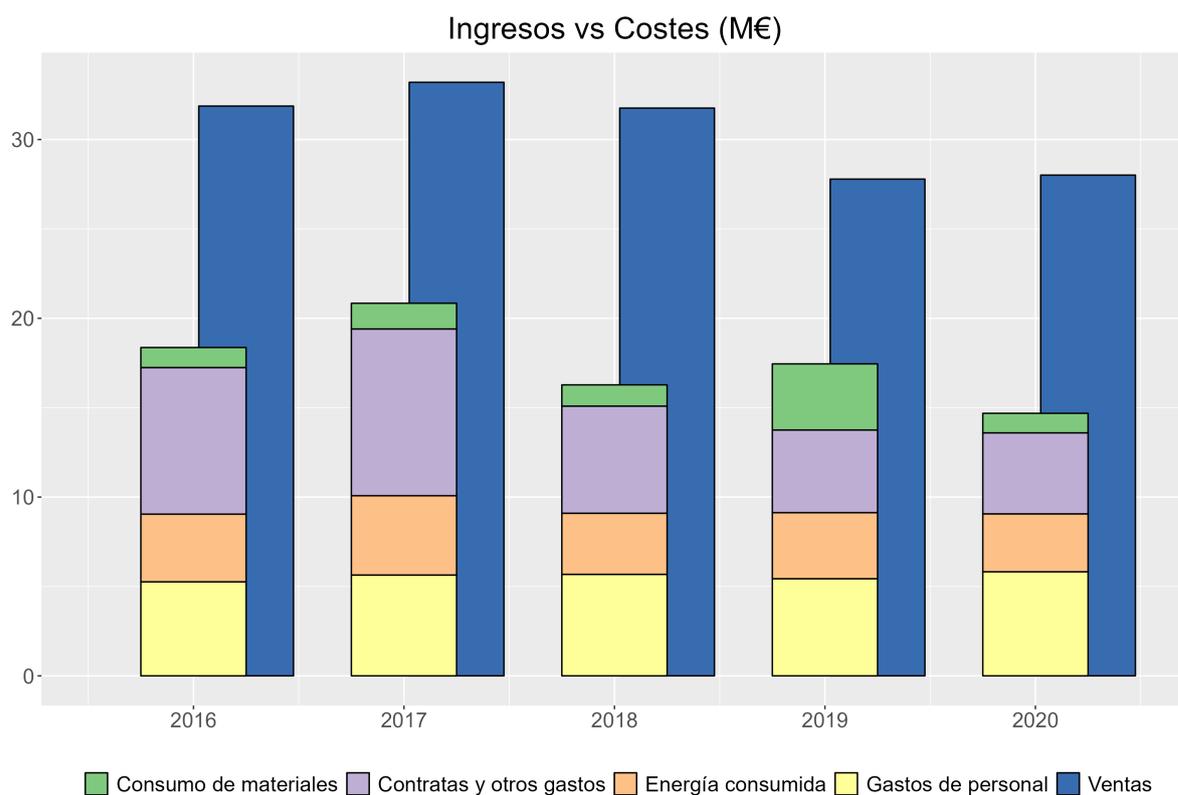
## 26 . Anfibolita



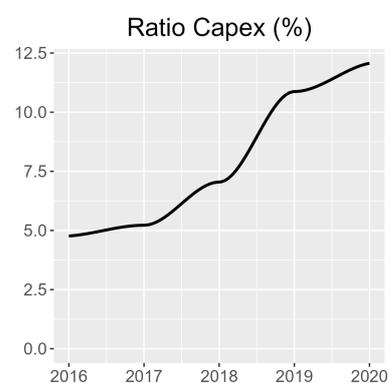
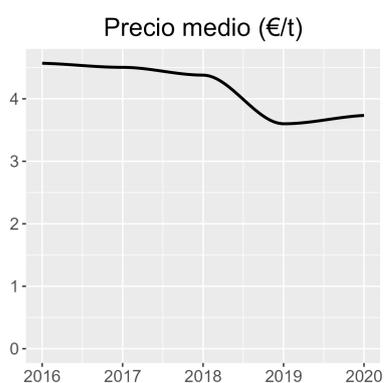
	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	12.63	9.15	16.31	20.31	19.78	15.81
Contratas y otros (%)	5.26	3.21	2.83	2.76	5.99	3.89
Energía (%)	17.78	19.01	23.62	18.75	16.08	19.03
Gasto Personal (%)	25.37	21.79	23.32	23.50	25.14	23.72
EBITDA (%)	38.96	46.84	33.93	34.69	33.01	37.54



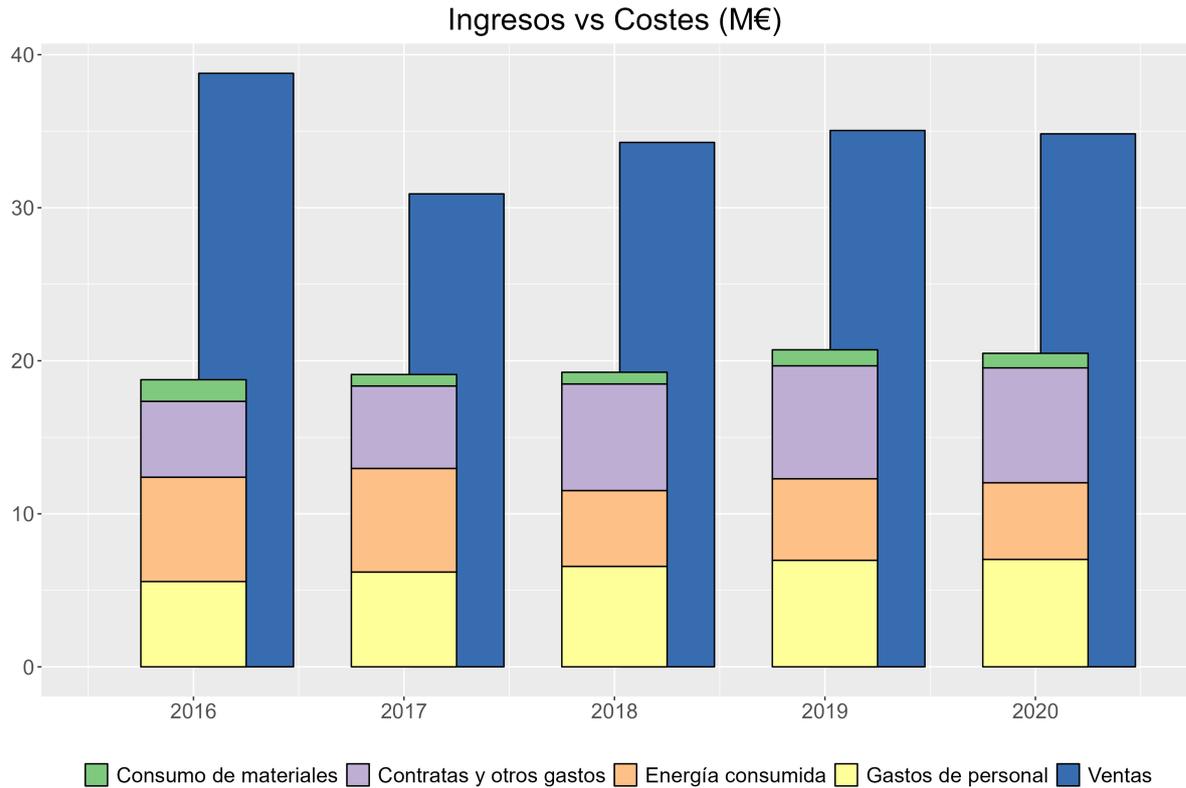
## 27 . Arcilla



	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	3.54	4.34	3.76	13.32	3.92	5.61
Contratas y otros (%)	25.70	28.09	18.86	16.63	16.17	21.40
Energía (%)	11.88	13.36	10.76	13.30	11.56	12.17
Gasto Personal (%)	16.50	16.98	17.88	19.56	20.79	18.24
EBITDA (%)	42.38	37.22	48.75	37.20	47.57	42.59



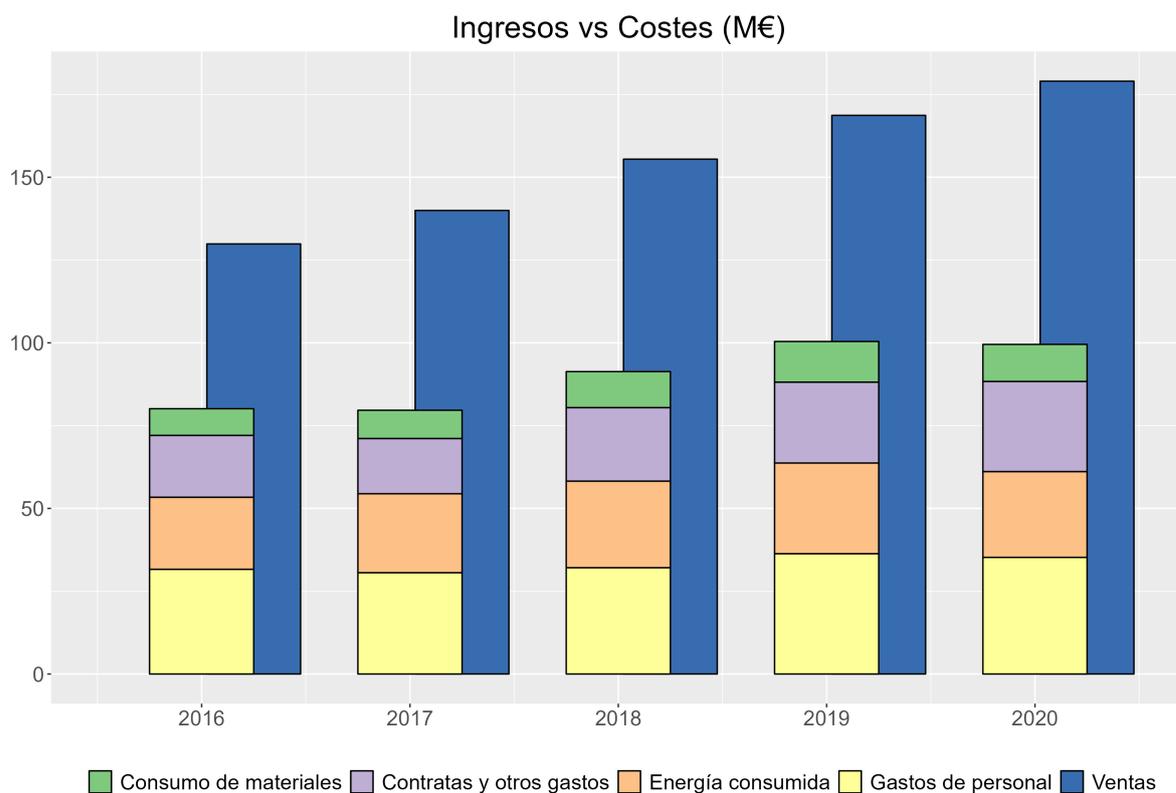
## 28 . Arena silíceo



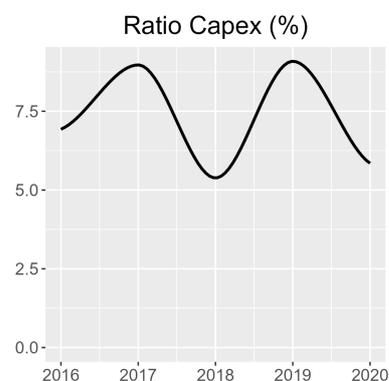
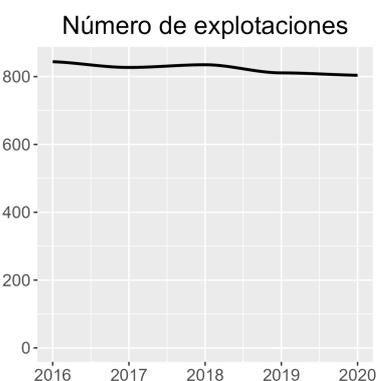
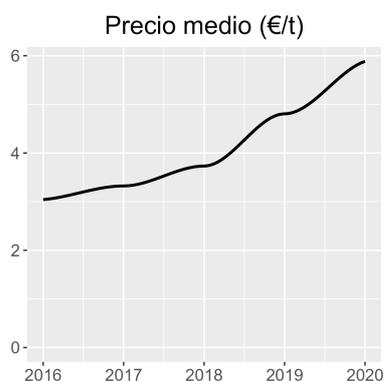
	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	3.66	2.45	2.25	2.99	2.73	2.85
Contratas y otros (%)	12.76	17.42	20.31	21.05	21.55	18.51
Energía (%)	17.58	21.90	14.46	15.20	14.38	16.61
Gasto Personal (%)	14.37	20.04	19.16	19.86	20.16	18.59
EBITDA (%)	51.62	38.18	43.82	40.89	41.18	43.44



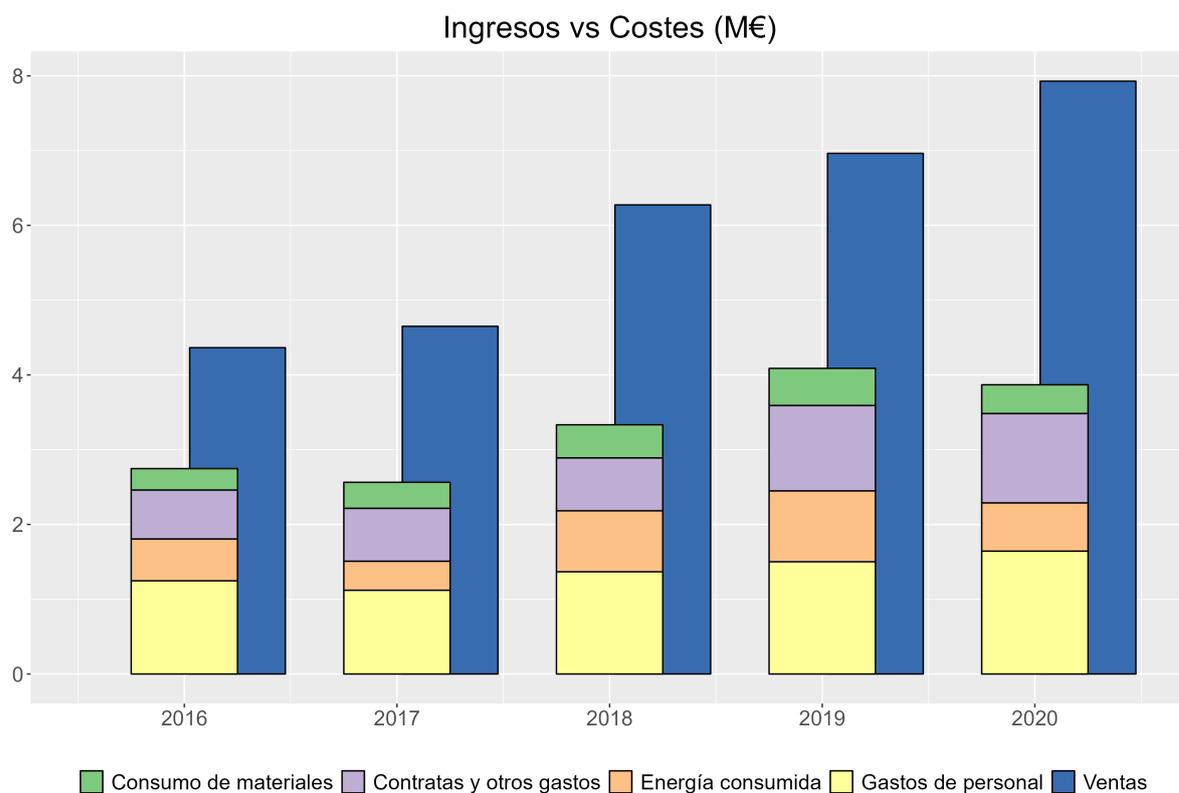
## 29 . Arena y grava



	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	6.21	6.11	7.00	7.29	6.27	6.60
Contratas y otros (%)	14.37	11.90	14.27	14.47	15.19	14.11
Energía (%)	16.76	17.03	16.81	16.23	14.47	16.17
Gasto Personal (%)	24.35	21.86	20.65	21.54	19.67	21.46
EBITDA (%)	38.32	43.10	41.27	40.48	44.40	41.66



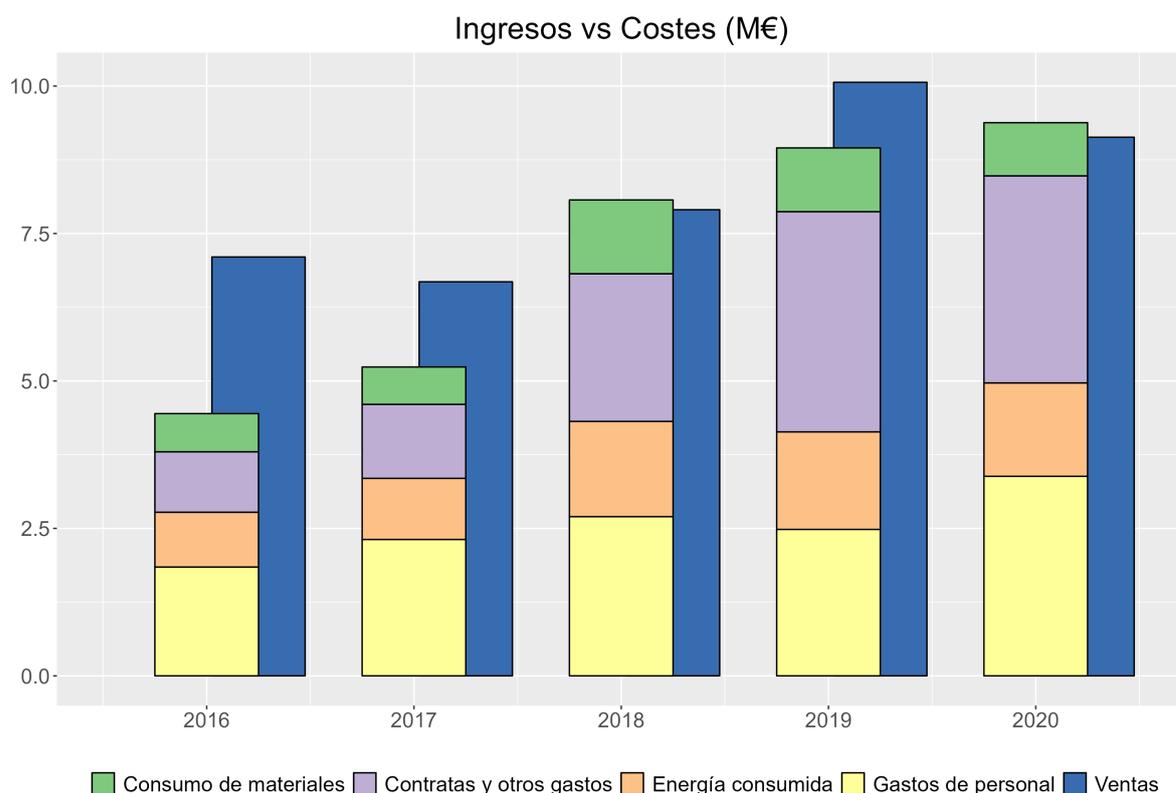
## 30 . Arenisca (otros usos)



	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	6.58	7.50	7.08	7.14	4.86	6.50
Contratas y otros (%)	14.97	15.20	11.26	16.39	15.06	14.58
Energía (%)	12.81	8.35	13.00	13.61	8.15	11.12
Gasto Personal (%)	28.56	24.09	21.79	21.56	20.72	22.79
EBITDA (%)	37.07	44.87	46.87	41.30	51.21	45.00



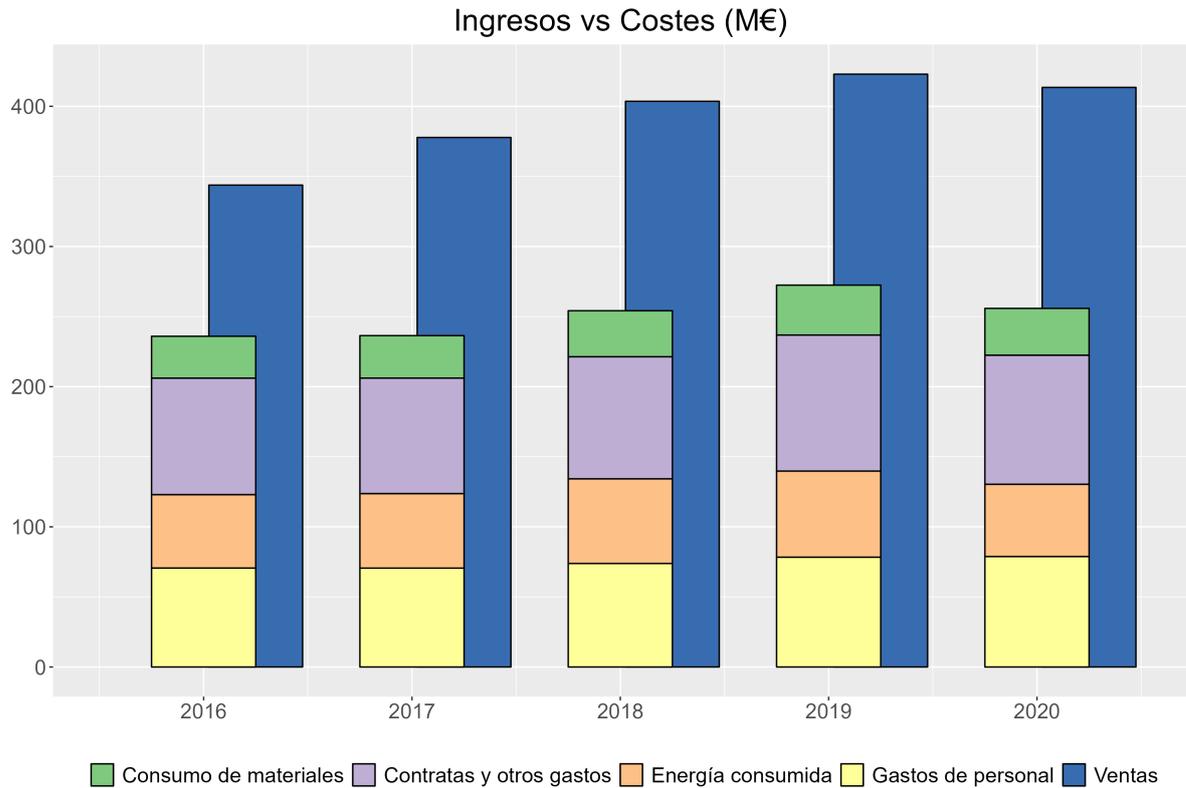
## 31 . Basalto



	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	9.13	9.50	15.85	10.75	9.89	11.06
Contratas y otros (%)	14.42	18.76	31.65	37.09	38.42	29.40
Energía (%)	13.08	15.51	20.44	16.43	17.35	16.68
Gasto Personal (%)	25.98	34.61	34.15	24.67	37.04	31.12
EBITDA (%)	37.40	21.62	-2.10	11.06	-2.70	11.74



## 32 . Caliza (otros usos)

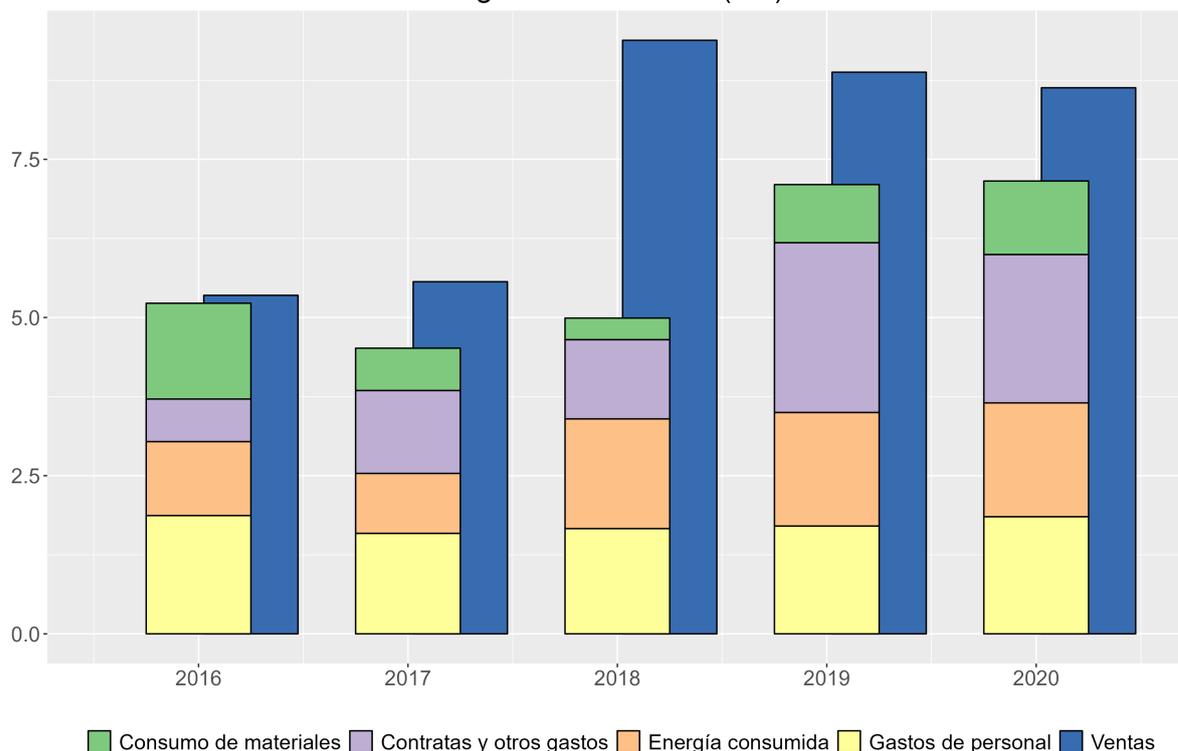


	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	8.70	8.02	8.14	8.42	8.09	8.27
Contratas y otros (%)	24.16	21.80	21.57	22.94	22.26	22.51
Energía (%)	15.24	14.08	14.97	14.53	12.47	14.22
Gasto Personal (%)	20.53	18.67	18.30	18.52	19.06	18.97
EBITDA (%)	31.37	37.42	37.02	35.59	38.13	36.03

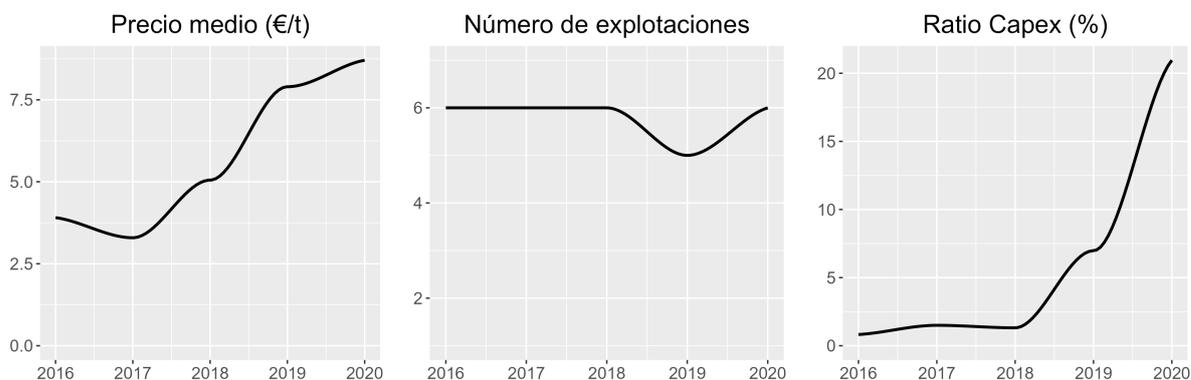


### 33 . Corneana

Ingresos vs Costes (M€)

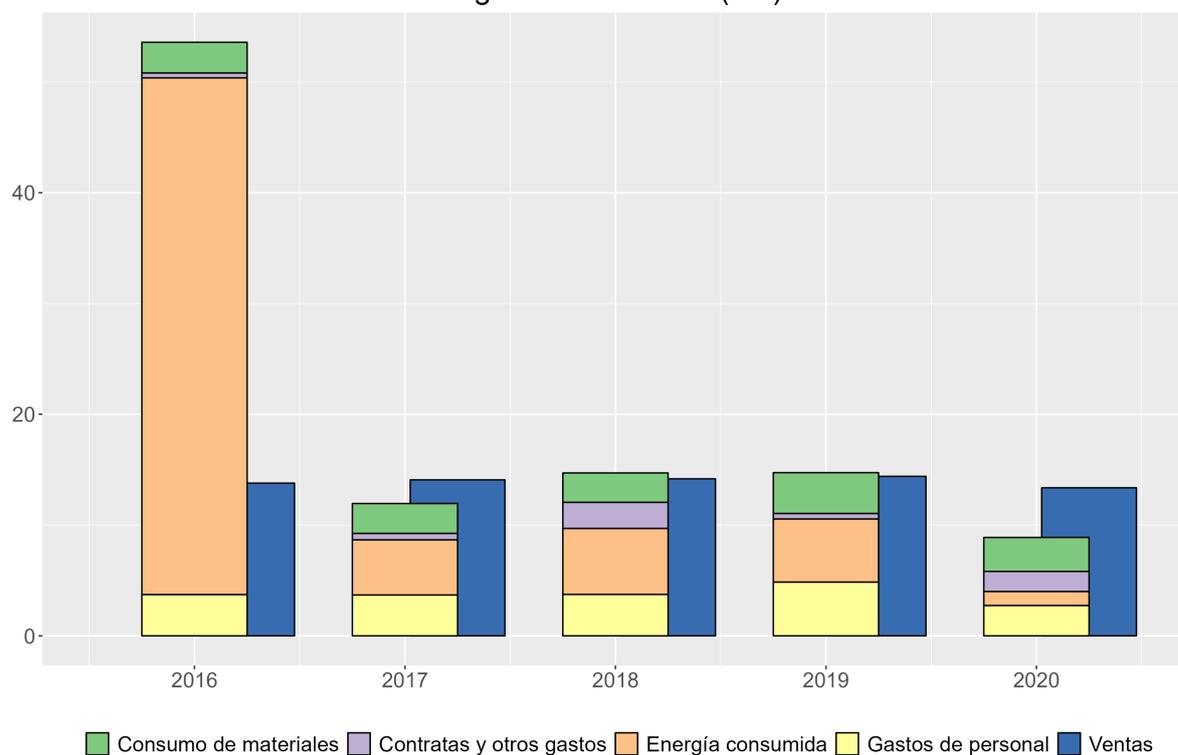


	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	28.30	12.04	3.65	10.36	13.47	12.19
Contratas y otros (%)	12.57	23.53	13.33	30.21	27.16	21.84
Energía (%)	21.85	17.02	18.48	20.22	20.84	19.69
Gasto Personal (%)	34.94	28.54	17.74	19.20	21.45	22.95
EBITDA (%)	2.34	18.87	46.80	20.01	17.08	23.32

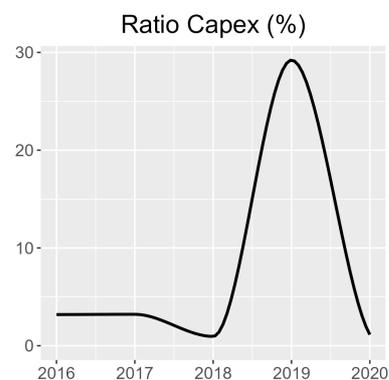
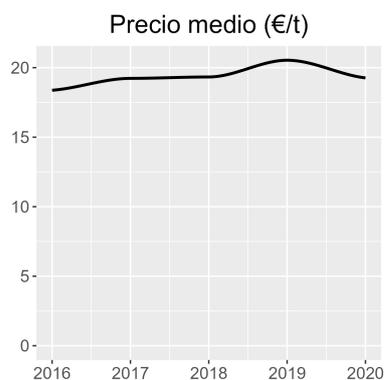


## 34 . Creta

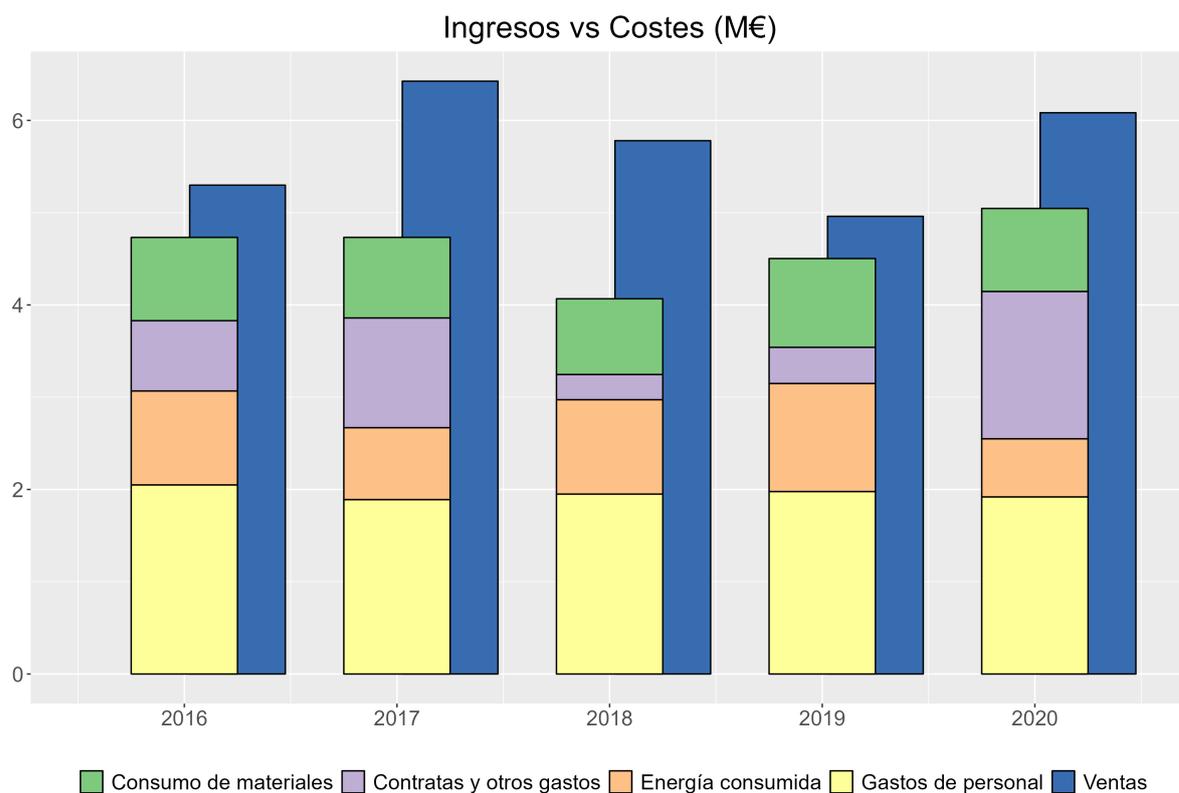
Ingresos vs Costes (M€)



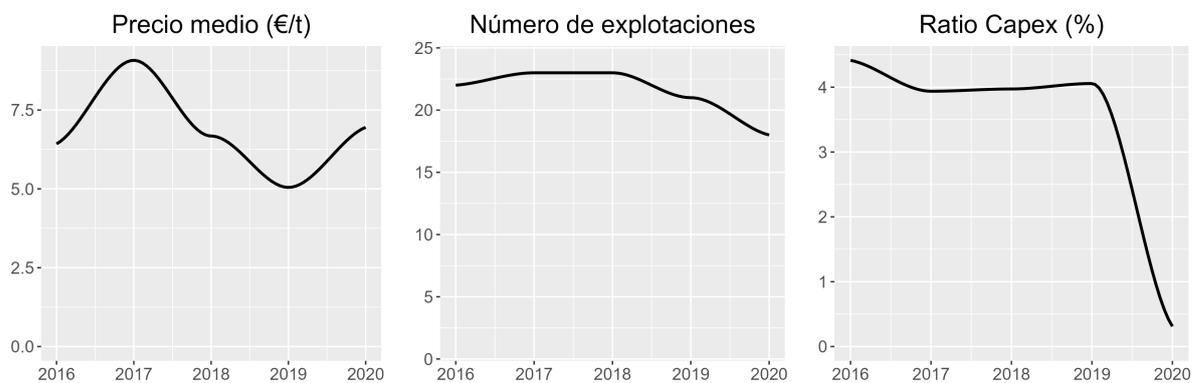
	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	20.10	19.19	18.72	25.61	22.95	21.32
Contratas y otros (%)	3.19	4.09	16.57	3.41	13.54	8.12
Energía (%)	338.34	35.38	42.04	39.58	9.46	92.46
Gasto Personal (%)	27.05	26.18	26.40	33.70	20.52	26.86
EBITDA (%)	-288.68	15.16	-3.73	-2.31	33.54	-48.76



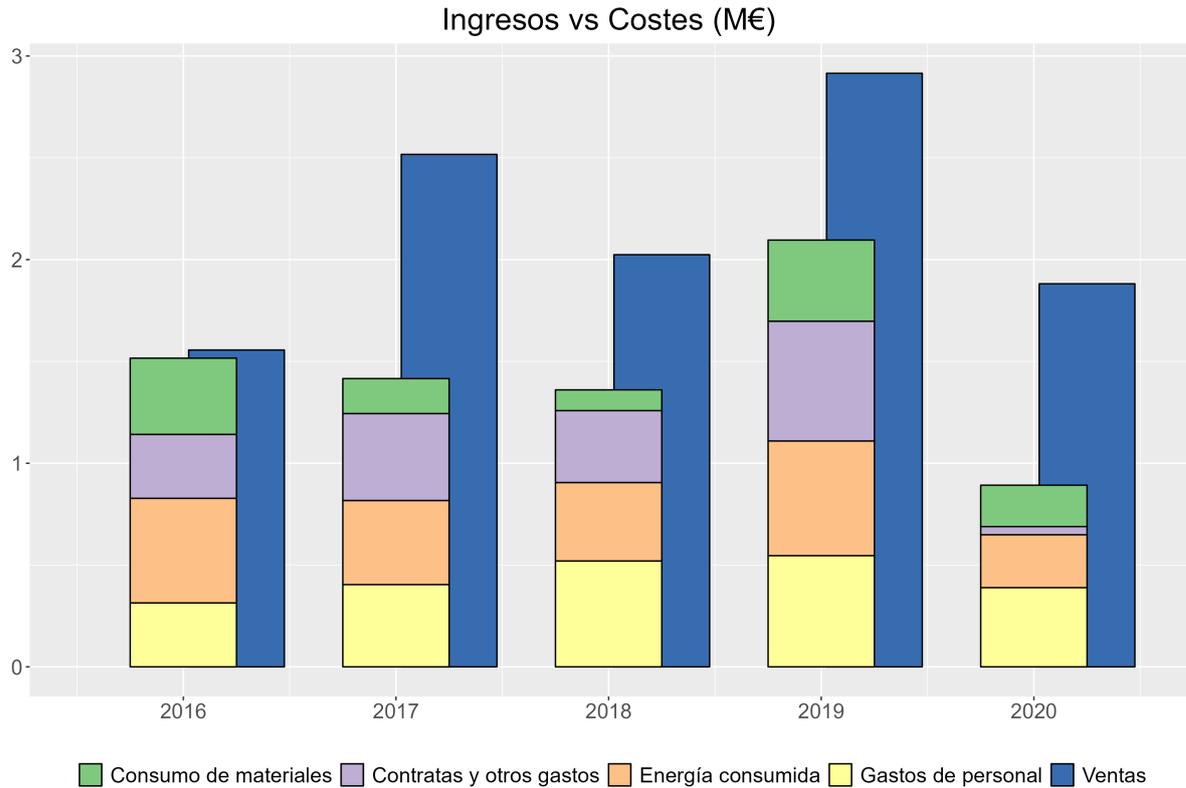
## 35 . Cuarcita (otros usos)



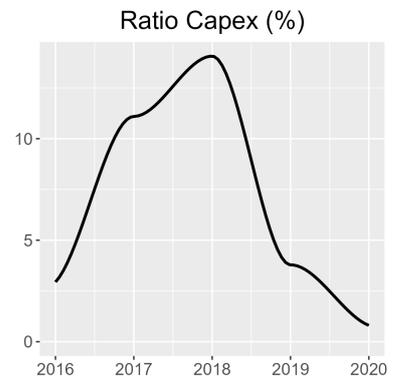
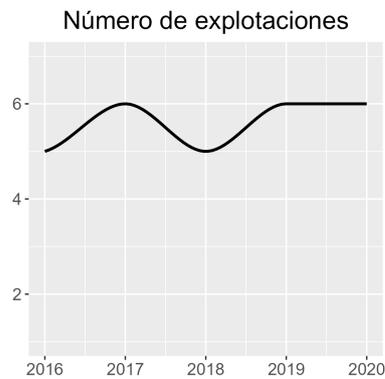
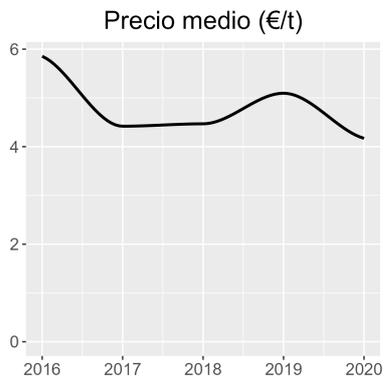
	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	17.04	13.60	14.21	19.40	14.80	15.63
Contratas y otros (%)	14.37	18.51	4.71	7.89	26.23	14.75
Energía (%)	19.21	12.13	17.70	23.61	10.36	16.19
Gasto Personal (%)	38.68	29.42	33.73	39.87	31.55	34.28
EBITDA (%)	10.69	26.35	29.64	9.22	17.05	19.15



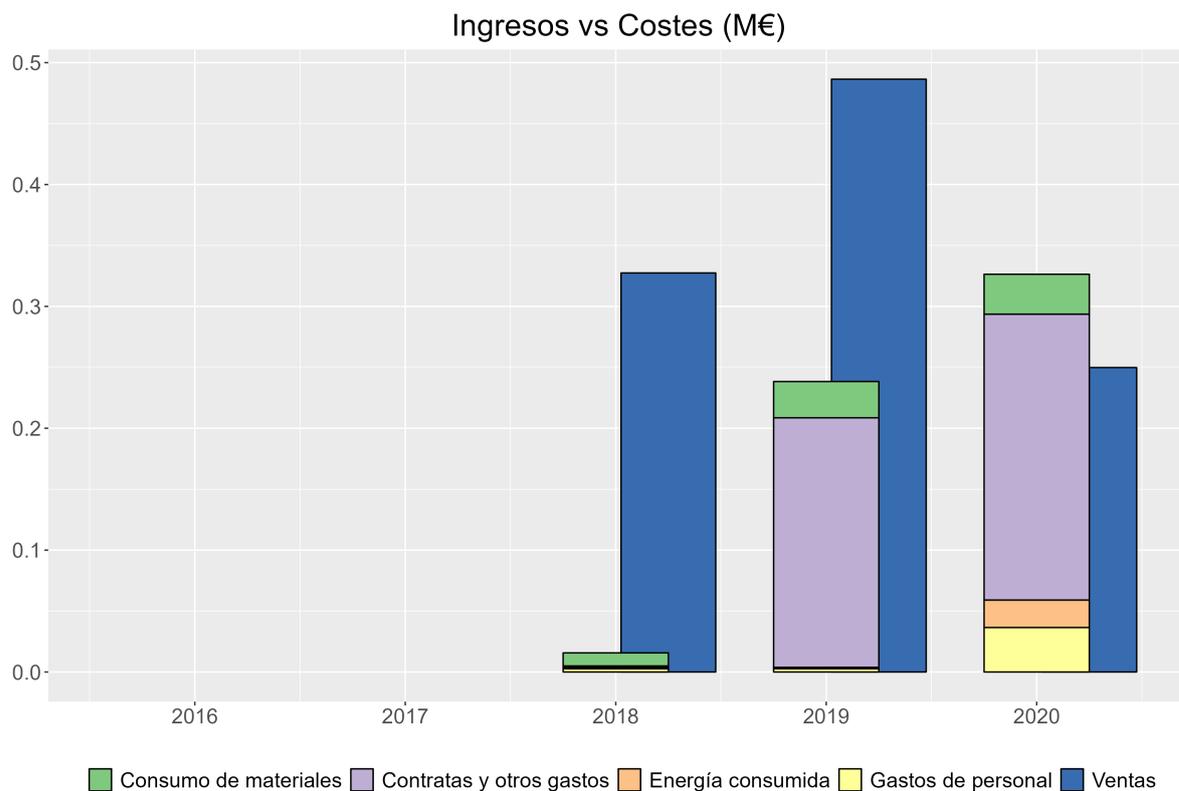
## 36 . Diabasa



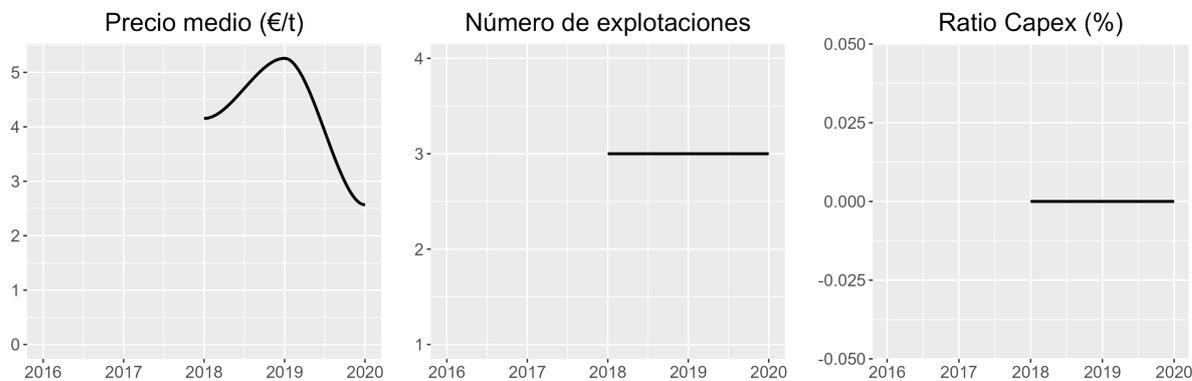
	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	24.08	6.84	5.04	13.68	10.80	11.48
Contratas y otros (%)	20.16	16.95	17.44	20.17	2.13	15.80
Energía (%)	33.02	16.41	19.03	19.32	13.80	19.60
Gasto Personal (%)	20.17	16.05	25.69	18.74	20.68	19.95
EBITDA (%)	2.57	43.75	32.79	28.10	52.58	33.17



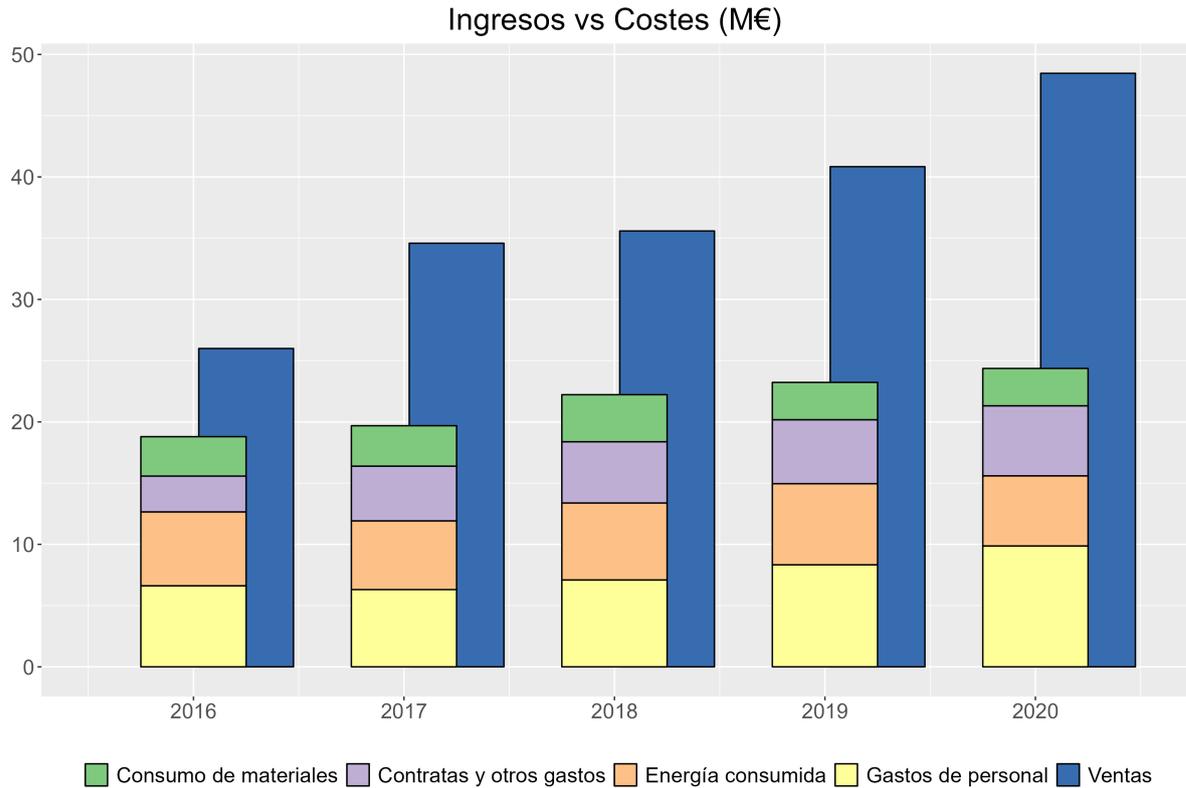
### 37 . Diorita (otros usos)



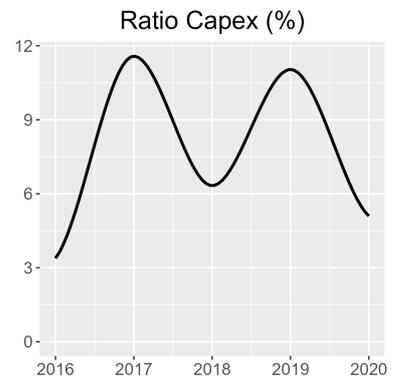
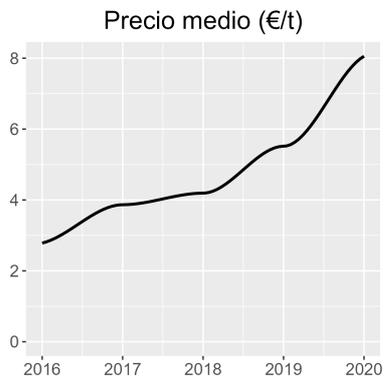
	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	3.28	6.11	13.14	6.89
Contratas y otros (%)	0.34	42.09	93.88	41.40
Energía (%)	0.34	0.23	9.03	2.33
Gasto Personal (%)	0.82	0.56	14.61	3.94
EBITDA (%)	95.21	51.01	-30.66	45.44



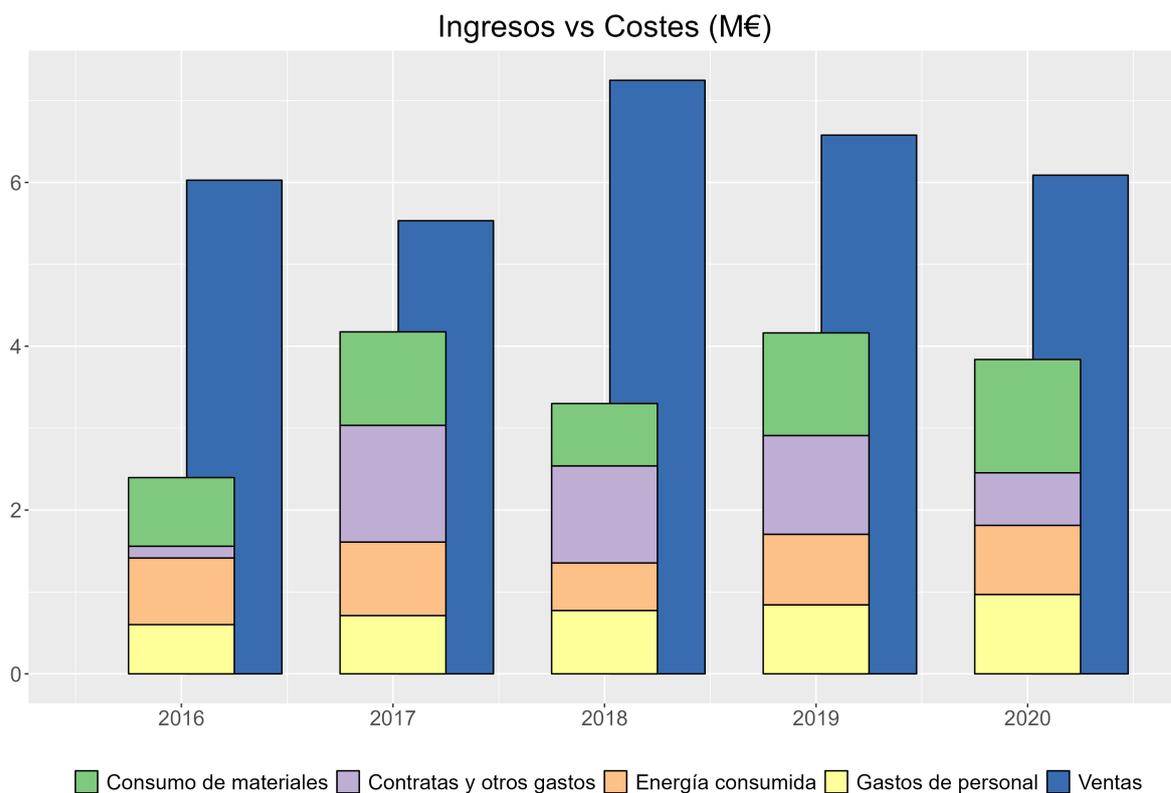
## 38 . Dolomía



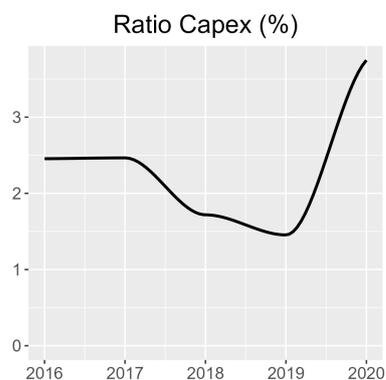
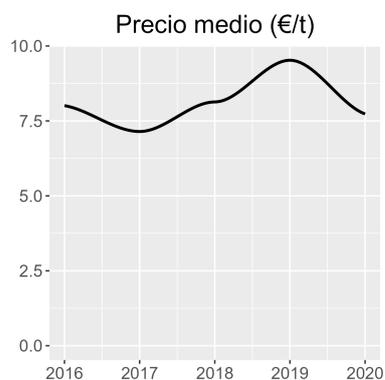
	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	12.39	9.56	10.81	7.48	6.30	8.89
Contratas y otros (%)	11.24	12.90	14.04	12.77	11.79	12.57
Energía (%)	23.21	16.22	17.66	16.21	11.81	16.32
Gasto Personal (%)	25.47	18.24	19.93	20.41	20.37	20.61
EBITDA (%)	27.70	43.08	37.56	43.13	49.73	41.61



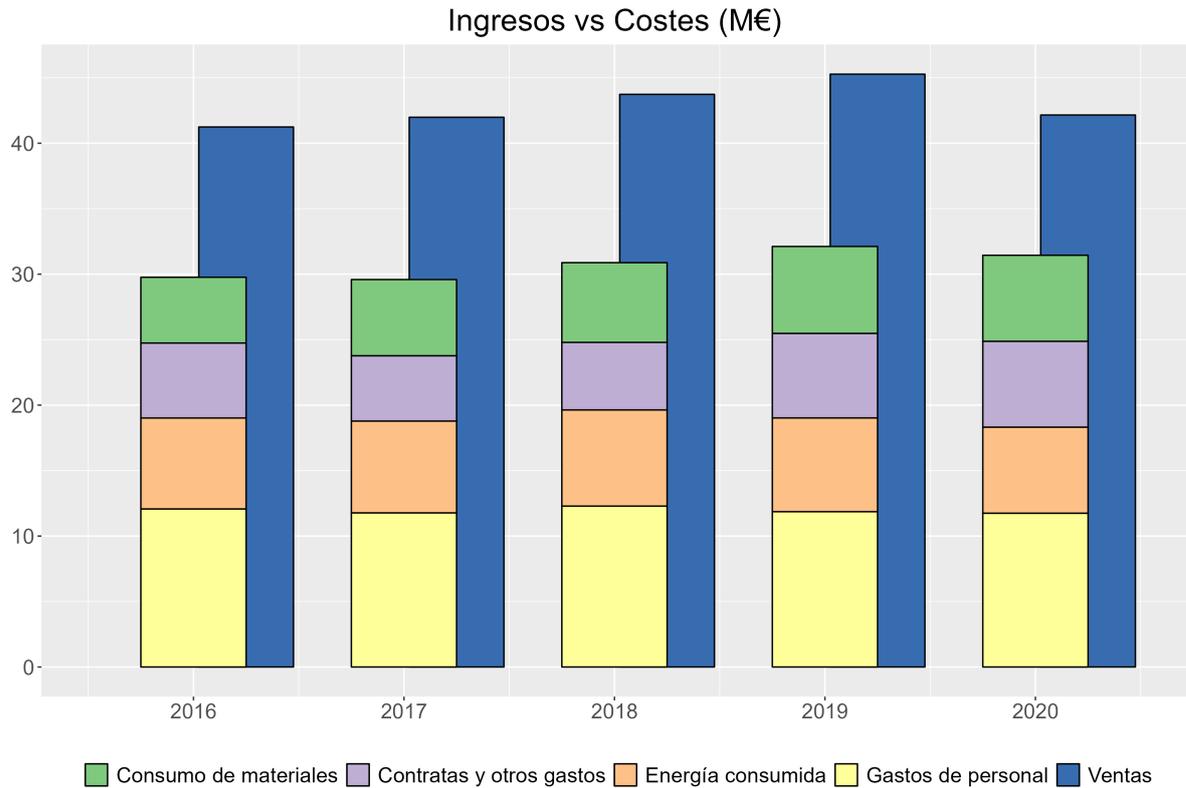
## 39 . Fonolita



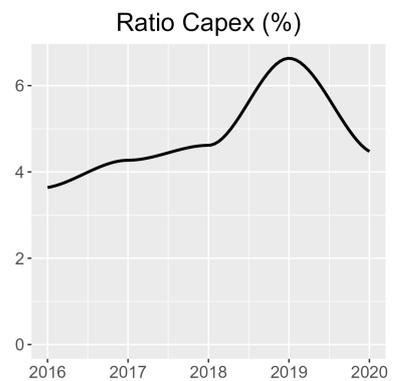
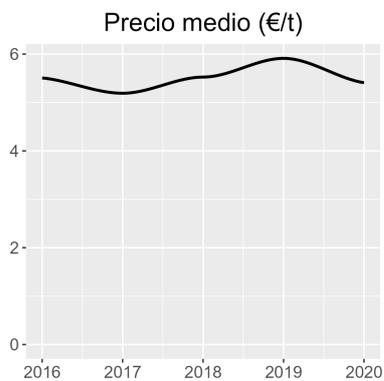
	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	13.91	20.64	10.51	19.06	22.72	17.09
Contratas y otros (%)	2.37	25.75	16.33	18.32	10.54	14.61
Energía (%)	13.50	16.21	8.01	13.10	13.85	12.70
Gasto Personal (%)	9.97	12.87	10.68	12.81	15.92	12.39
EBITDA (%)	60.24	24.53	54.46	36.71	36.96	43.21



## 40 . Granito (otros usos)

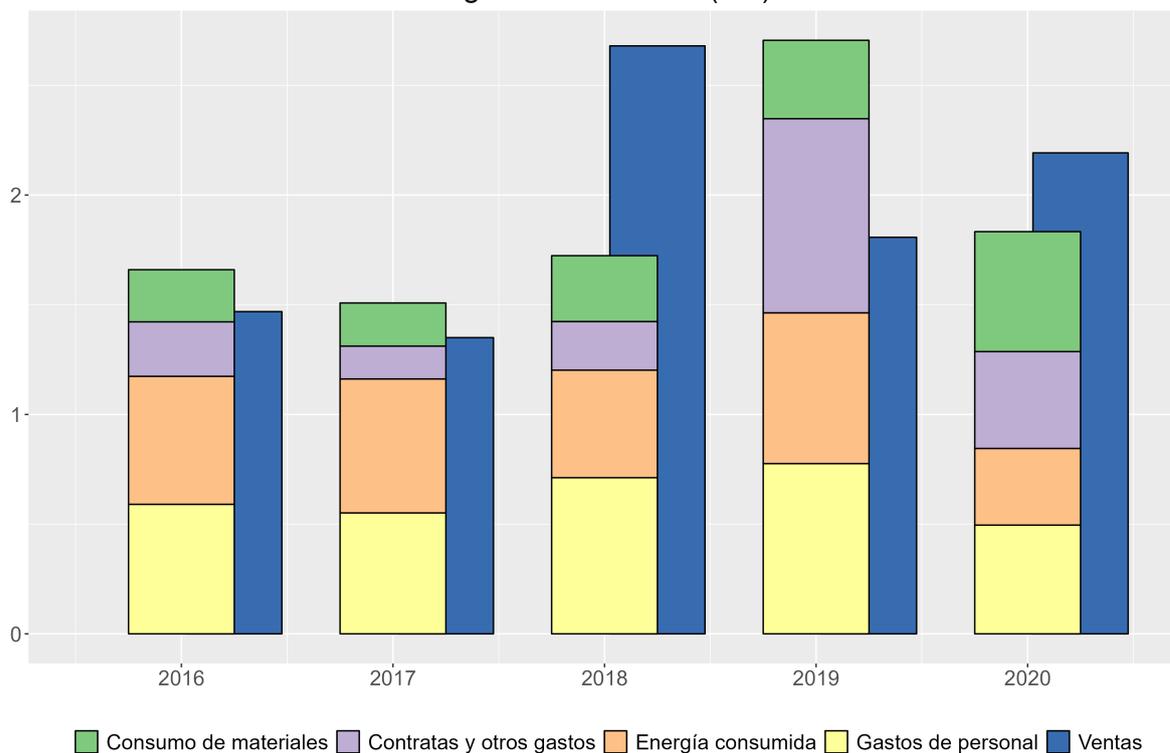


	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	12.18	13.87	13.92	14.67	15.59	14.06
Contratas y otros (%)	13.88	11.87	11.80	14.25	15.55	13.47
Energía (%)	16.84	16.70	16.80	15.81	15.59	16.34
Gasto Personal (%)	29.27	28.04	28.10	26.20	27.86	27.86
EBITDA (%)	27.83	29.52	29.39	29.06	25.41	28.26



## 41 . Grauvaca

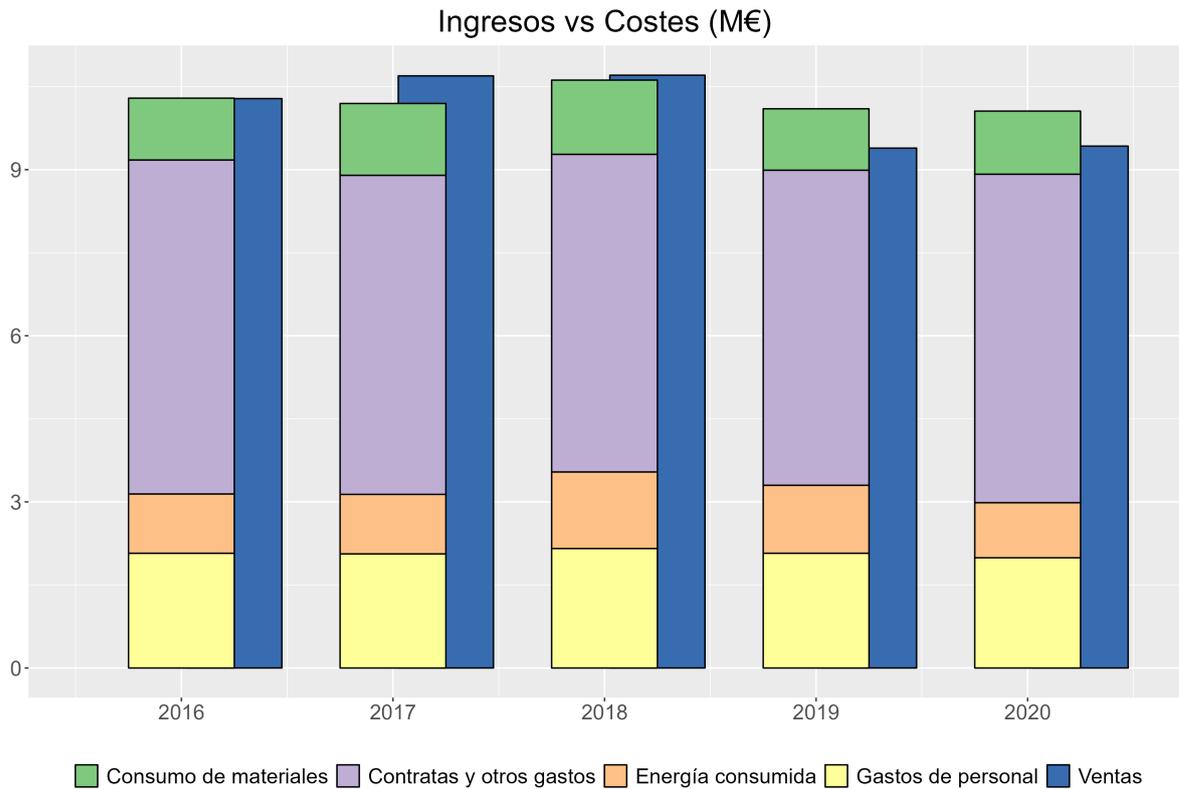
Ingresos vs Costes (M€)



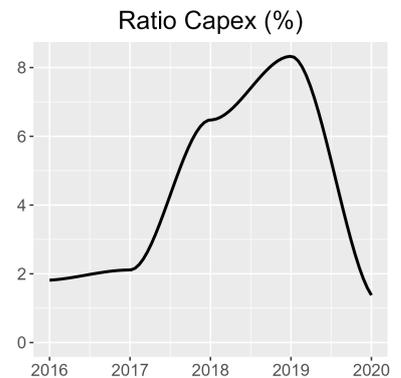
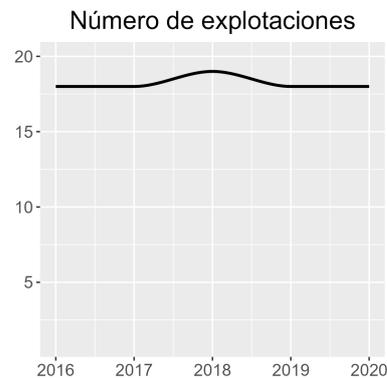
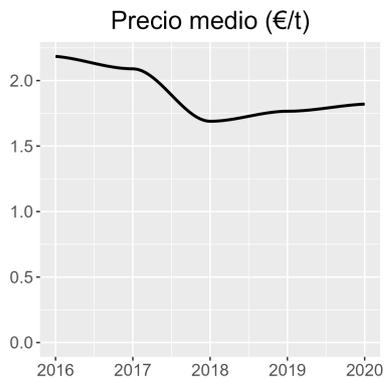
	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	16.18	14.58	11.21	19.77	24.94	17.26
Contratas y otros (%)	16.90	11.06	8.26	48.95	20.14	20.48
Energía (%)	39.73	45.23	18.29	38.01	15.94	28.64
Gasto Personal (%)	40.20	40.83	26.56	42.93	22.61	32.90
EBITDA (%)	-13.00	-11.70	35.68	-49.67	16.38	0.72



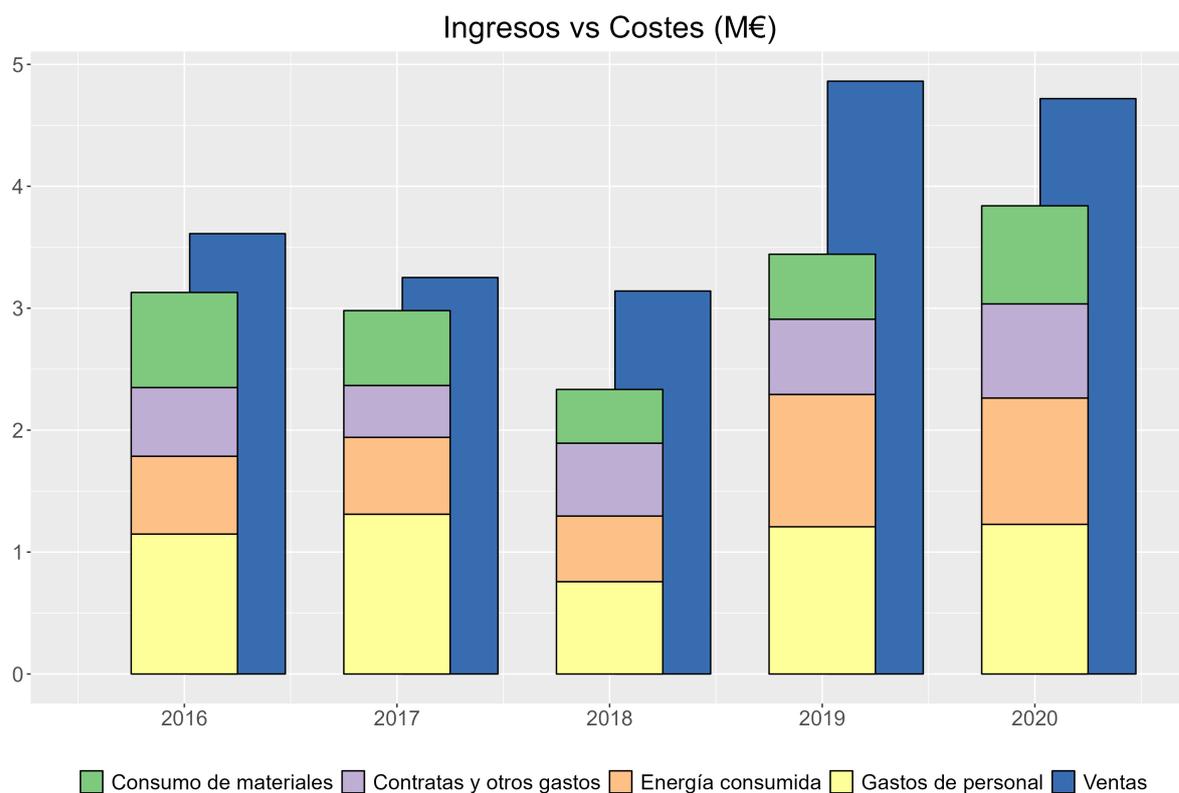
## 42 . Margas



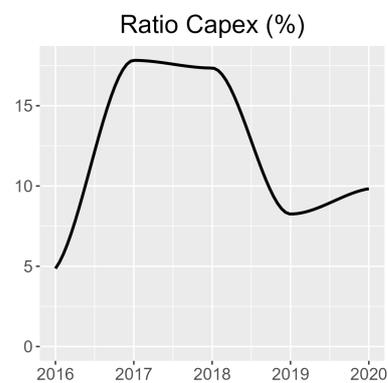
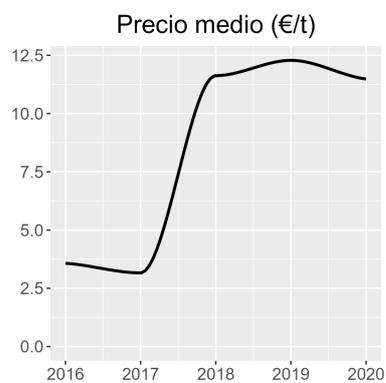
	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	10.87	12.14	12.53	11.83	12.10	11.90
Contratas y otros (%)	58.64	53.87	53.57	60.59	62.93	57.72
Energía (%)	10.42	10.05	12.92	13.08	10.55	11.39
Gasto Personal (%)	20.15	19.27	20.16	22.07	21.12	20.51
EBITDA (%)	-0.08	4.66	0.83	-7.56	-6.71	-1.51



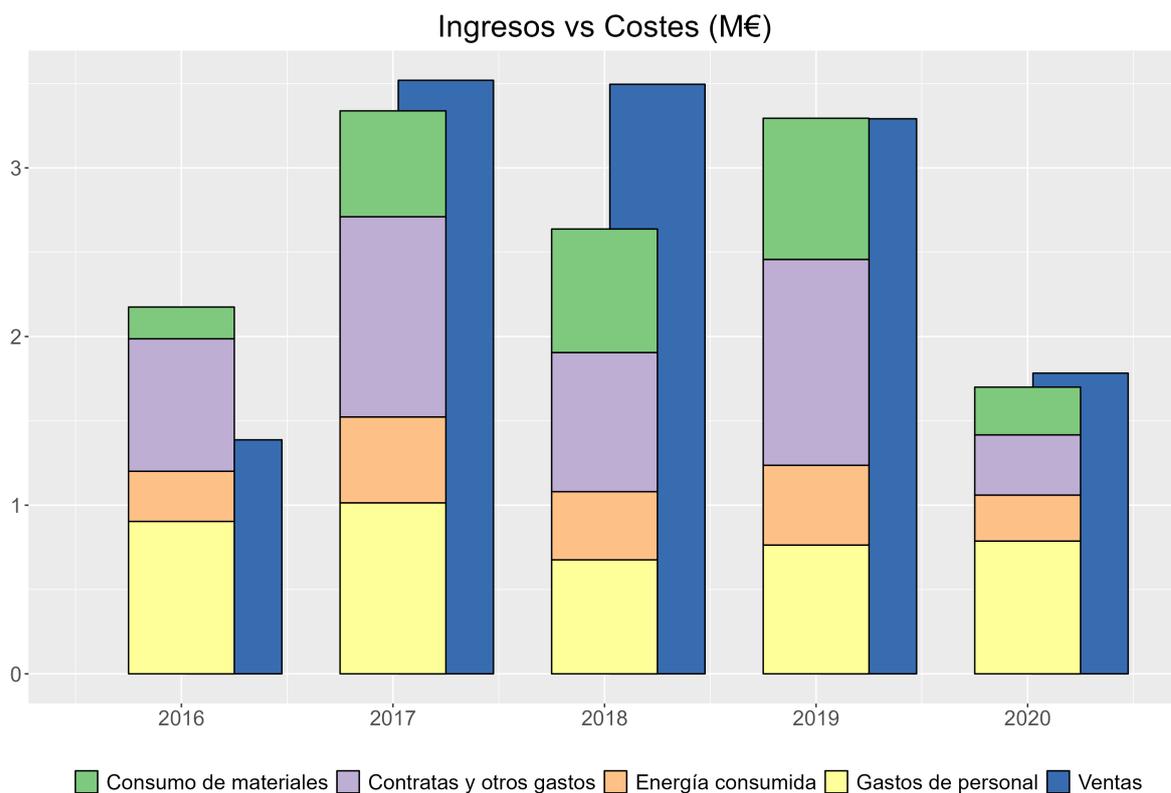
## 43 . Mármol (otros usos)



	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	21.61	18.91	14.05	10.97	17.05	16.21
Contratas y otros (%)	15.58	13.06	19.01	12.68	16.35	15.18
Energía (%)	17.68	19.39	17.13	22.32	21.96	20.06
Gasto Personal (%)	31.77	40.30	24.11	24.83	26.01	28.85
EBITDA (%)	13.36	8.35	25.70	29.19	18.63	19.71



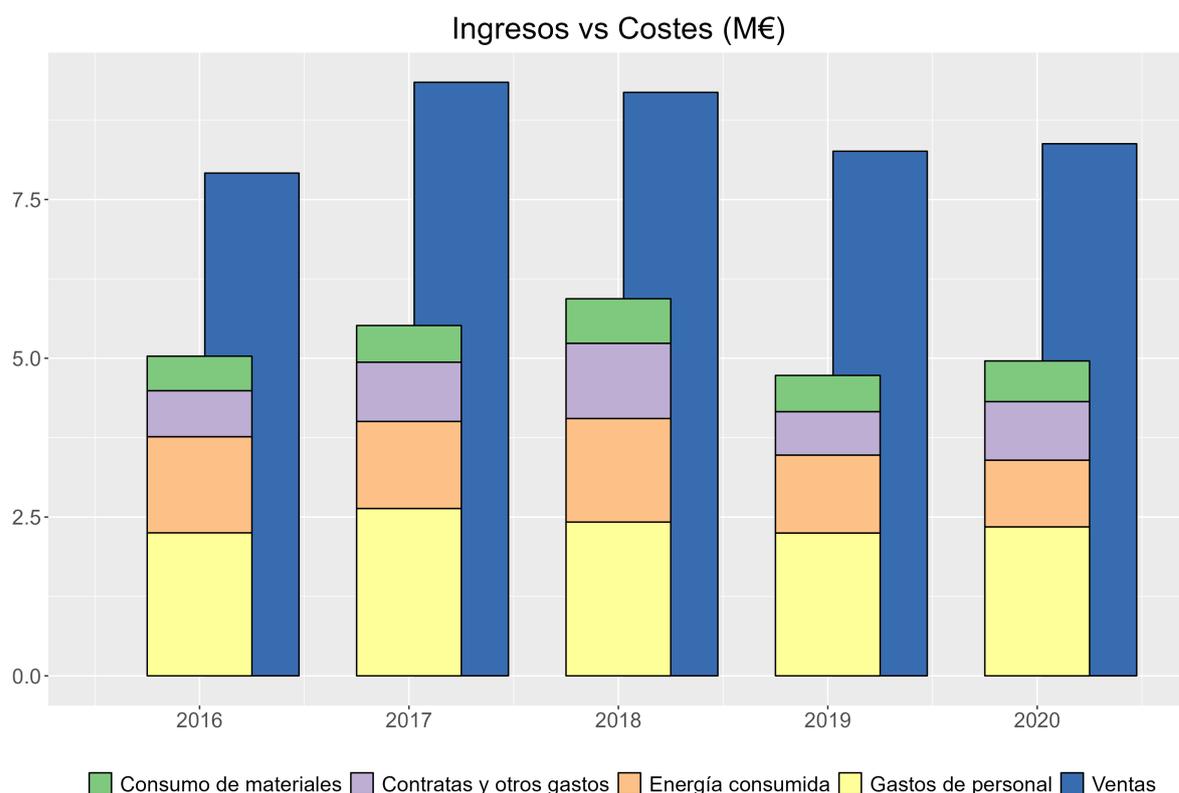
## 44 . Milonita



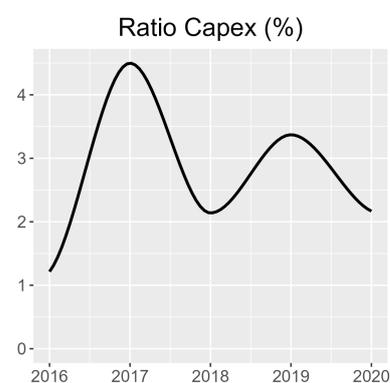
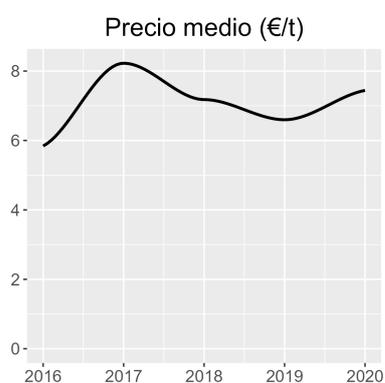
	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	13.59	17.85	20.96	25.44	15.90	19.81
Contratas y otros (%)	56.59	33.72	23.59	37.08	20.00	32.45
Energía (%)	21.44	14.47	11.56	14.37	15.30	14.52
Gasto Personal (%)	65.13	28.81	19.34	23.20	44.14	30.75
EBITDA (%)	-56.75	5.15	24.56	-0.09	4.66	2.47



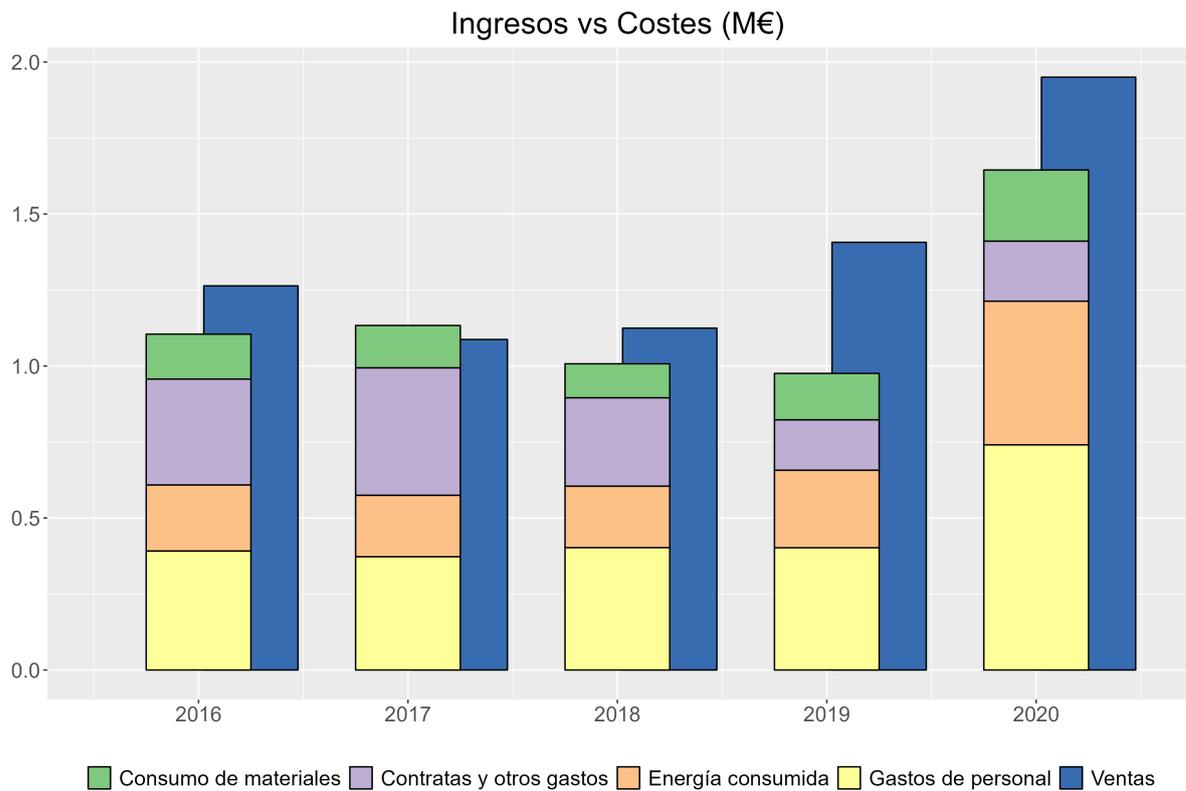
## 45 . Ofita



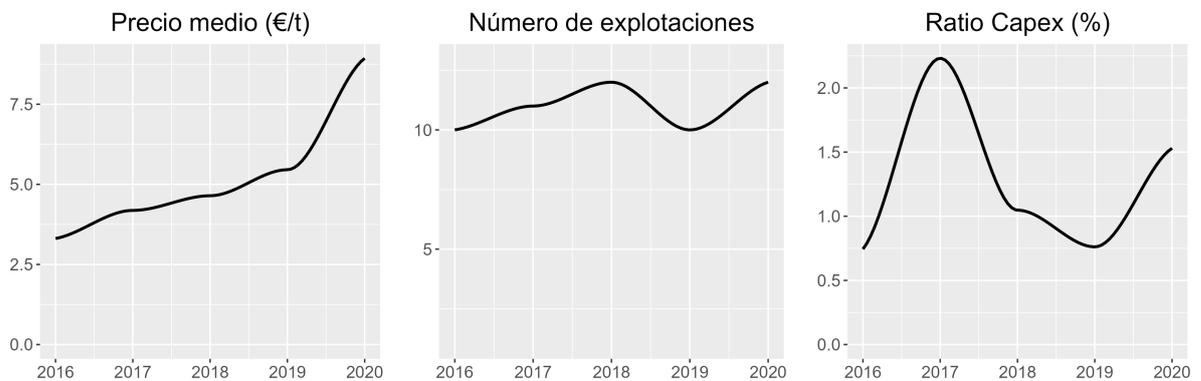
	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	6.88	6.19	7.65	6.92	7.65	7.05
Contratas y otros (%)	9.14	9.98	12.88	8.26	11.00	10.31
Energía (%)	19.12	14.67	17.75	14.86	12.53	15.76
Gasto Personal (%)	28.45	28.20	26.36	27.23	28.00	27.63
EBITDA (%)	36.42	40.98	35.37	42.73	40.82	39.25



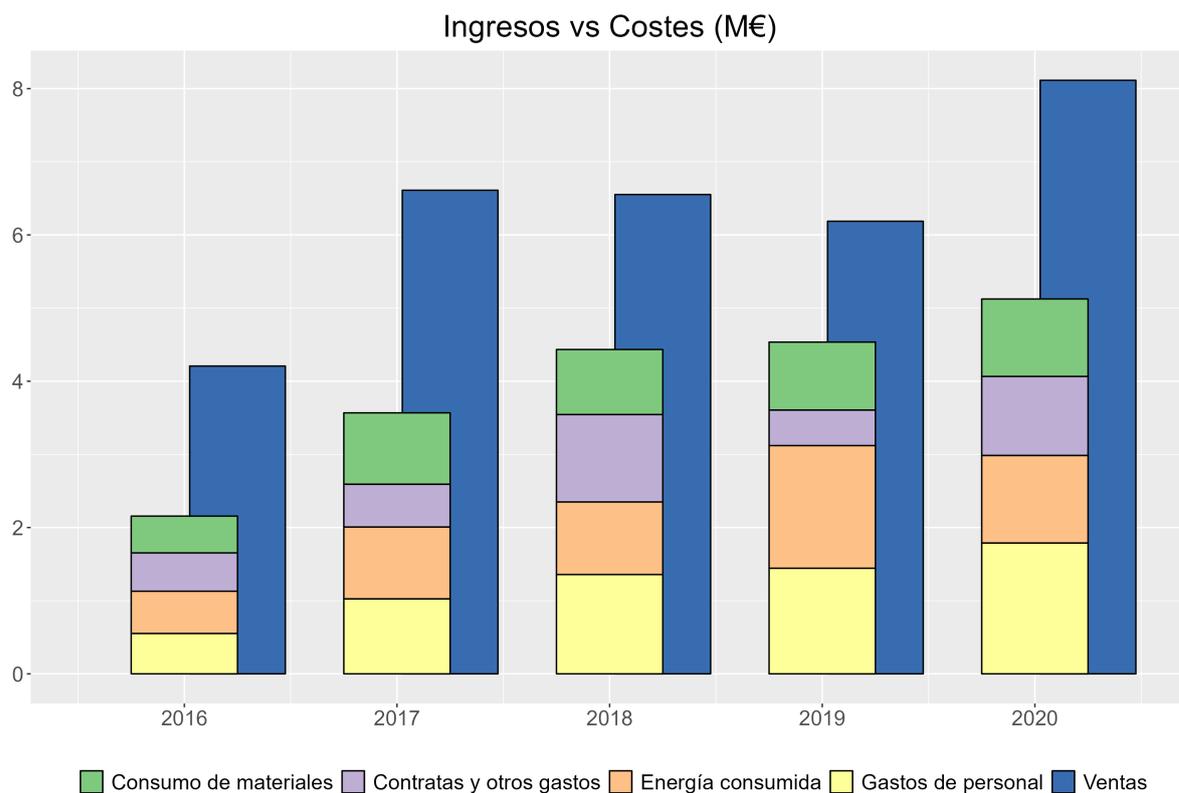
## 46 . Pizarra (otros usos)



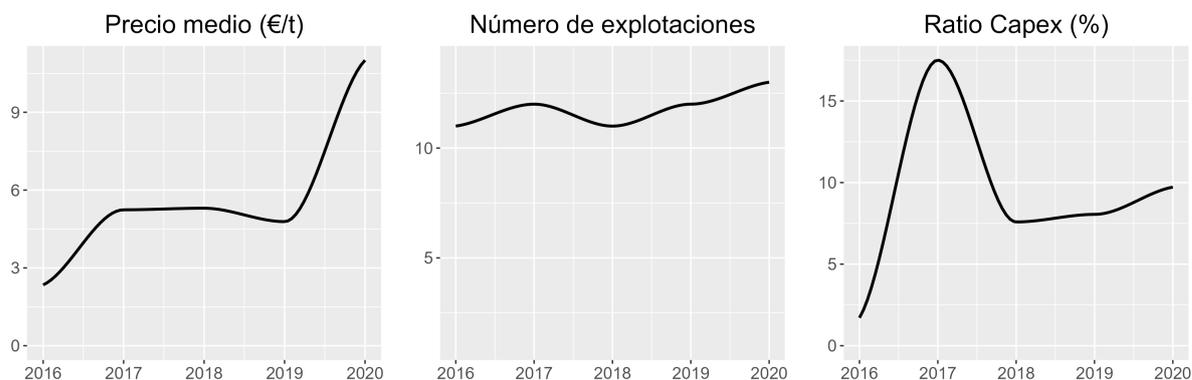
	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	11.70	12.82	9.95	10.86	12.01	11.51
Contratas y otros (%)	27.55	38.54	25.84	11.77	10.12	20.80
Energía (%)	17.19	18.58	17.97	18.13	24.22	19.74
Gasto Personal (%)	30.99	34.27	35.81	28.59	37.99	33.81
EBITDA (%)	12.57	-4.22	10.43	30.65	15.66	14.15



## 47 . Pórfidos

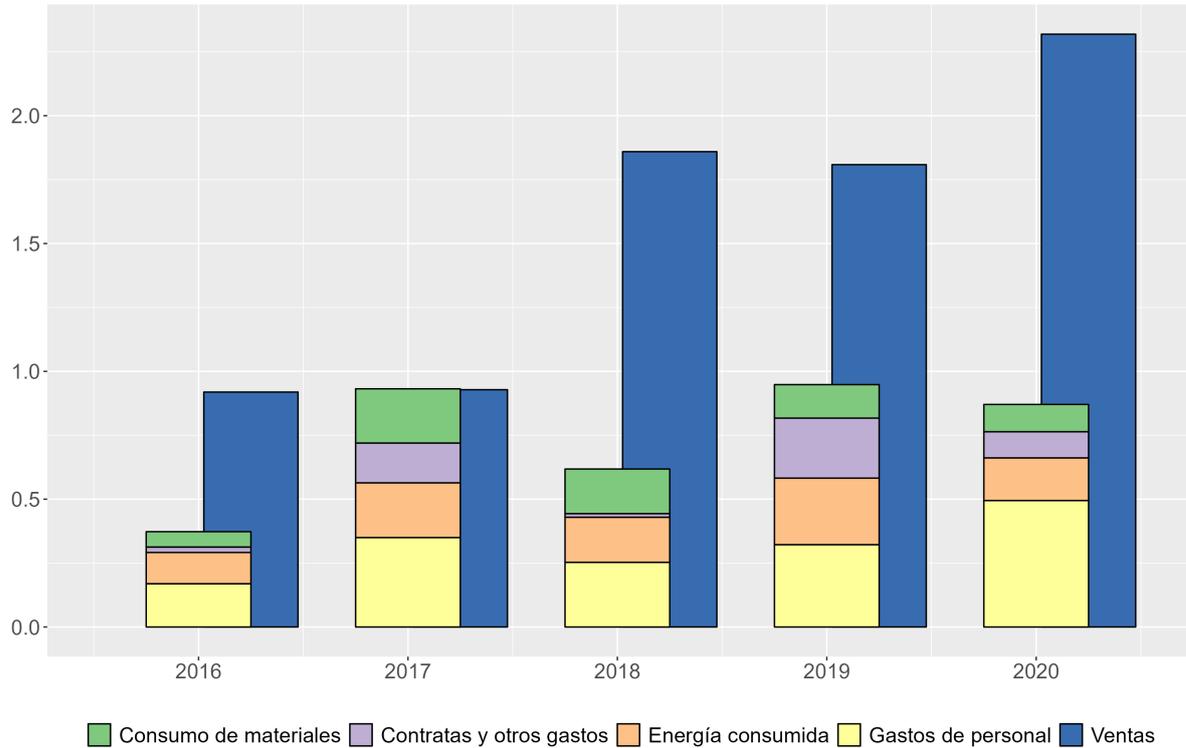


	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	11.96	14.77	13.58	15.03	13.05	13.76
Contratas y otros (%)	12.45	8.83	18.23	7.84	13.30	12.21
Energía (%)	13.71	14.86	15.15	27.10	14.75	17.13
Gasto Personal (%)	13.13	15.51	20.72	23.33	22.05	19.47
EBITDA (%)	48.75	46.03	32.33	26.70	36.85	37.43

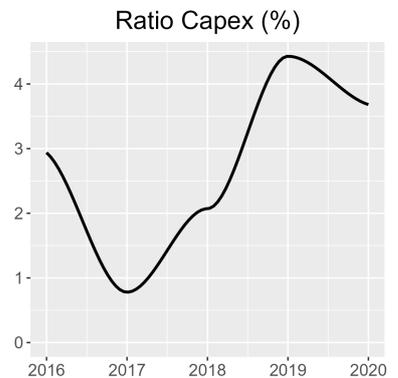
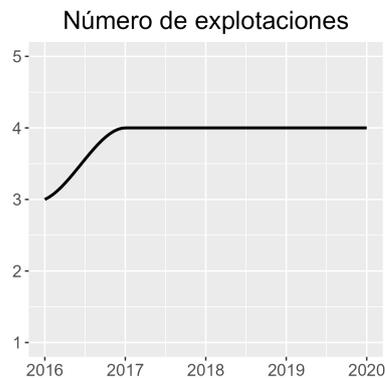
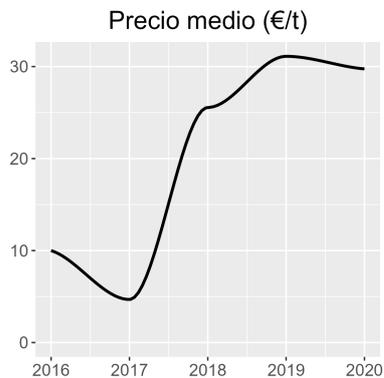


## 48 . Traquita

Ingresos vs Costes (M€)

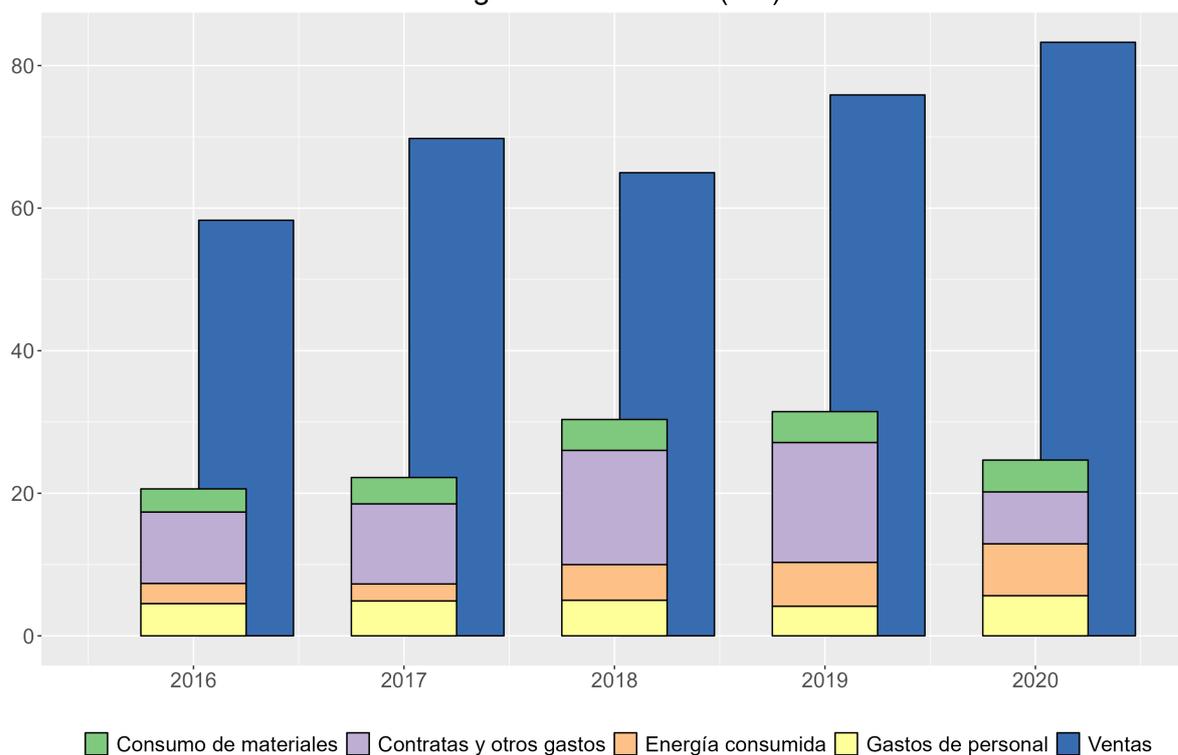


	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	6.57	22.88	9.39	7.25	4.61	8.75
Contratas y otros (%)	2.29	16.74	0.75	12.97	4.40	6.73
Energía (%)	13.29	23.06	9.48	14.39	7.19	11.99
Gasto Personal (%)	18.43	37.69	13.61	17.81	21.33	20.28
EBITDA (%)	59.43	-0.37	66.77	47.57	62.46	52.24

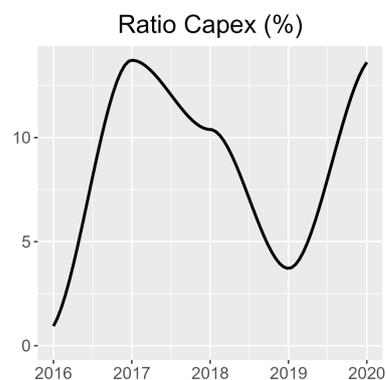
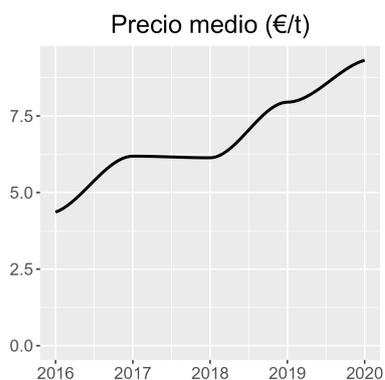


## 49 . Yeso

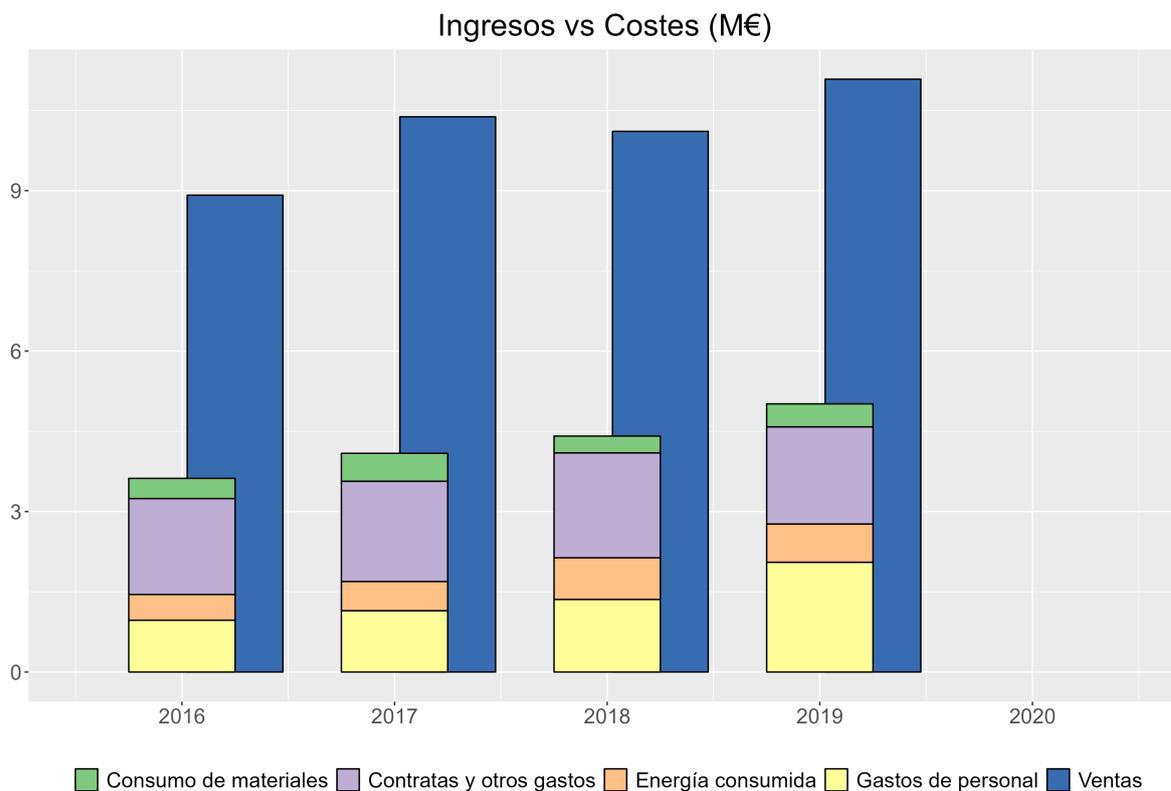
Ingresos vs Costes (M€)



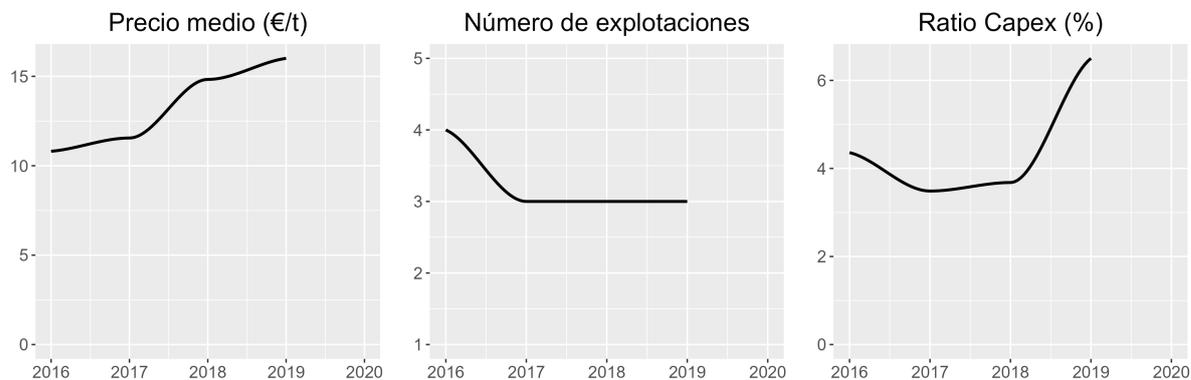
	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Materiales (%)	5.58	5.31	6.68	5.72	5.37	5.71
Contratas y otros (%)	17.16	16.10	24.65	22.14	8.74	17.41
Energía (%)	4.85	3.41	7.70	8.11	8.74	6.71
Gasto Personal (%)	7.76	7.02	7.69	5.48	6.76	6.87
EBITDA (%)	64.64	68.17	53.29	58.55	70.39	63.29



## 50 . Serpentina y dunita



	2016	2017	2018	2019	Media
Materiales (%)	4.24	5.04	3.12	3.89	4.07
Contratas y otros (%)	20.11	18.05	19.39	16.37	18.38
Energía (%)	5.40	5.25	7.70	6.46	6.22
Gasto Personal (%)	10.86	11.05	13.42	18.51	13.64
EBITDA (%)	59.40	60.61	56.36	54.77	57.68

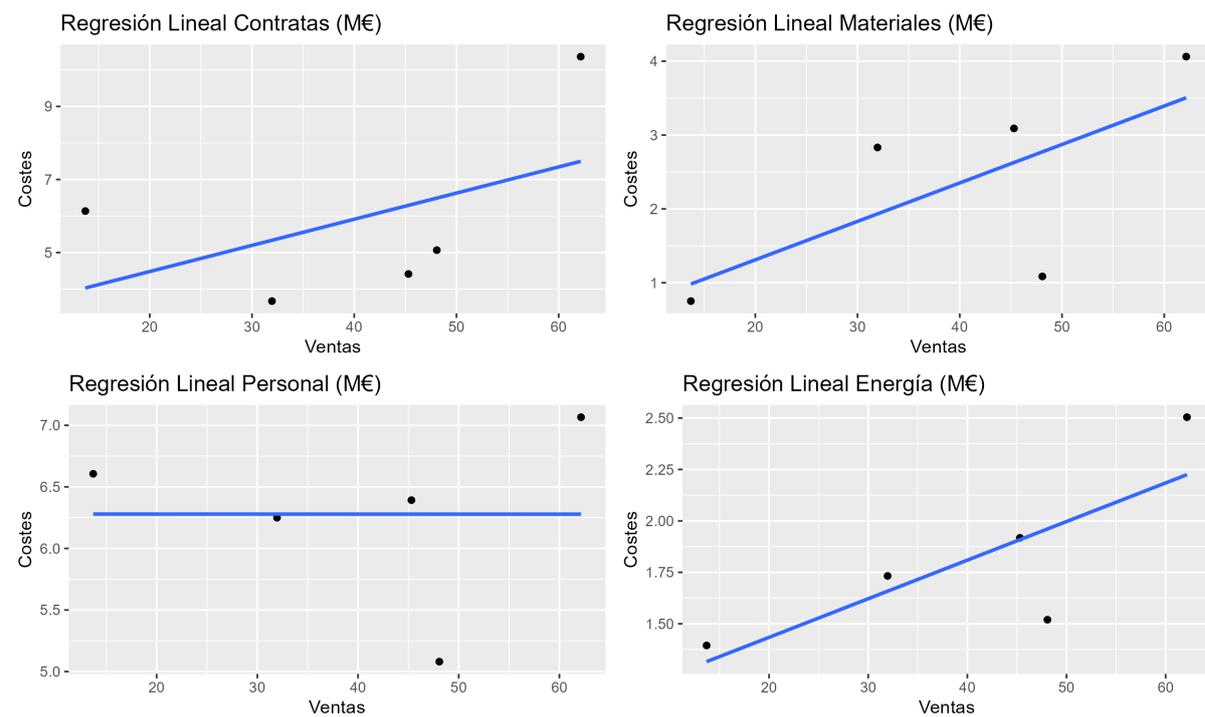




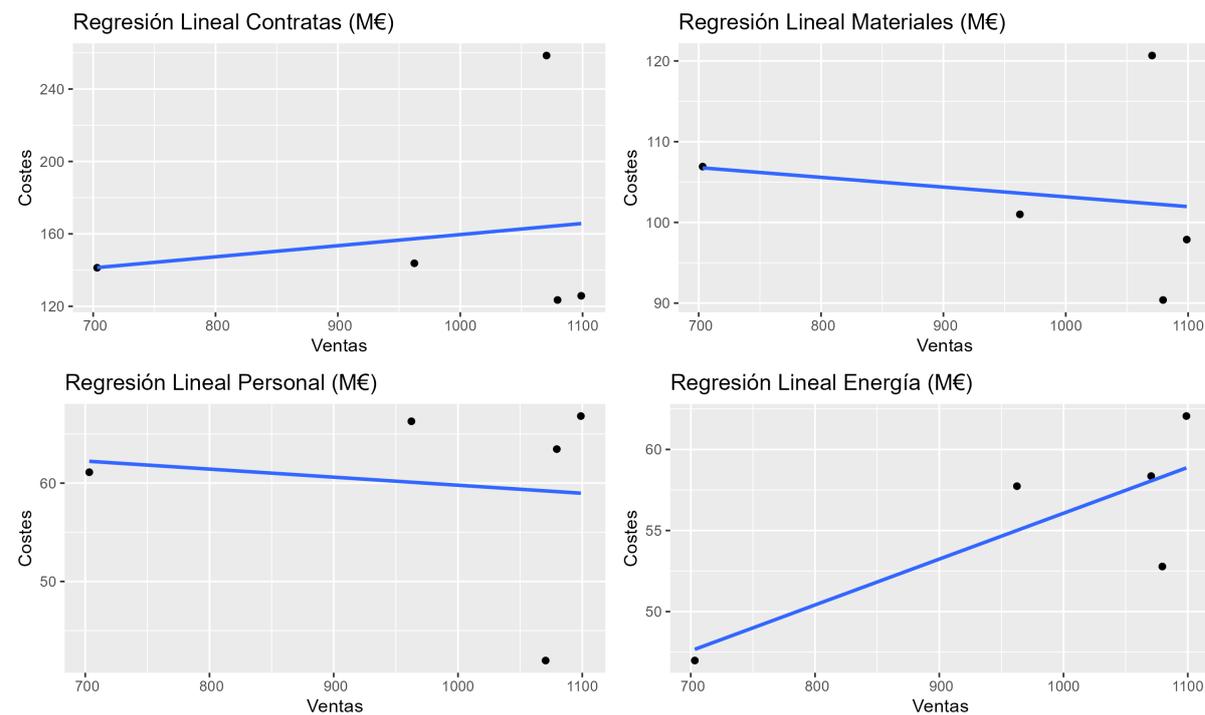
# Apéndice C

## Gráficas regresión de los minerales

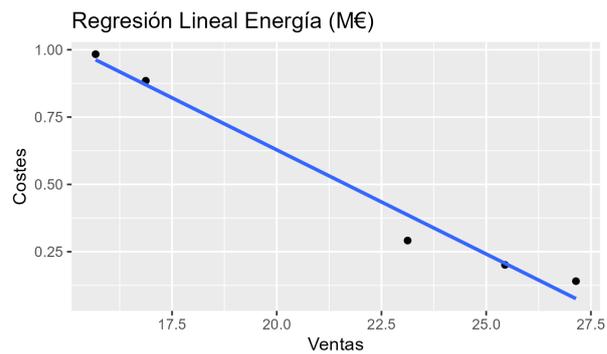
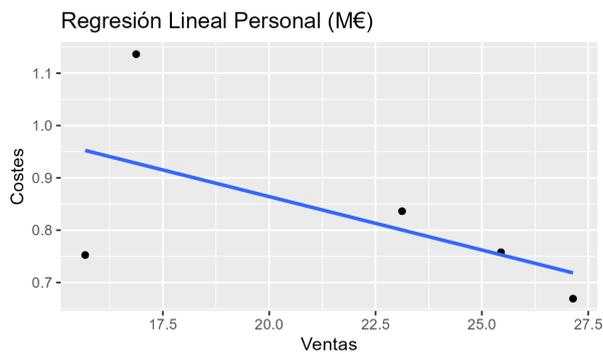
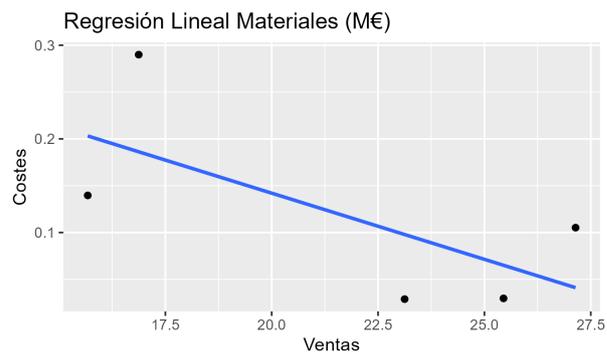
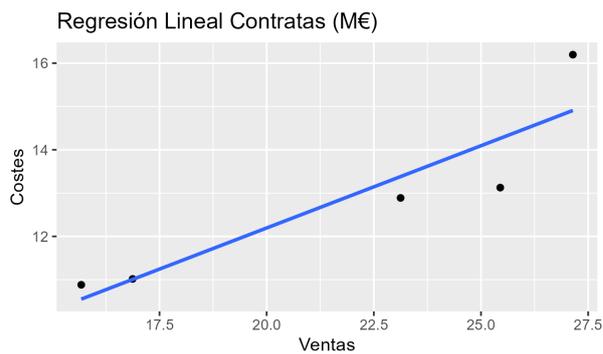
## Hidrocarburo



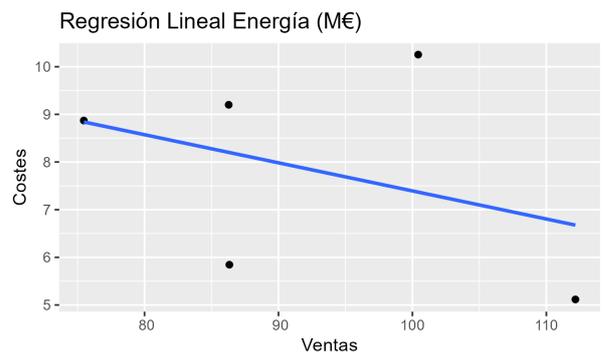
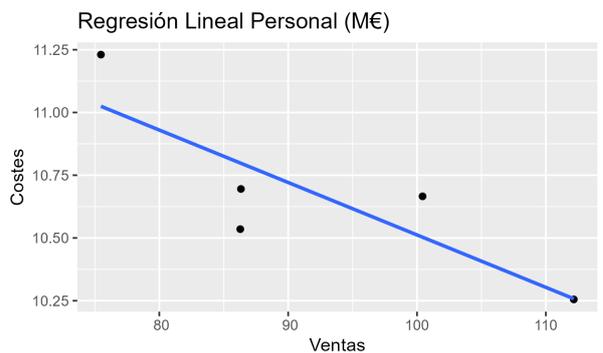
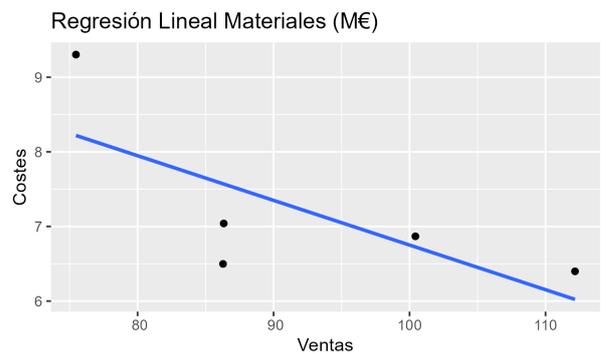
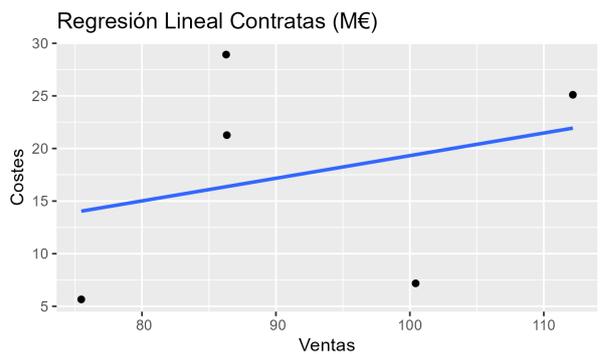
## Cobre



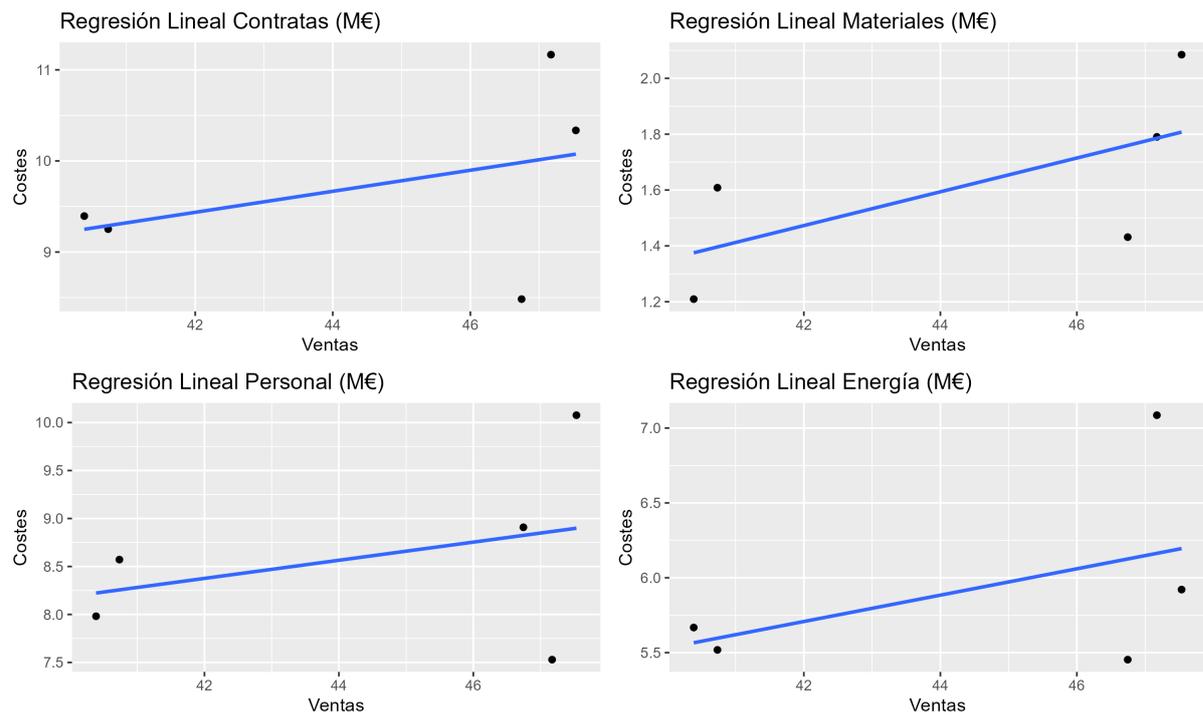
## Arcilla refractaria



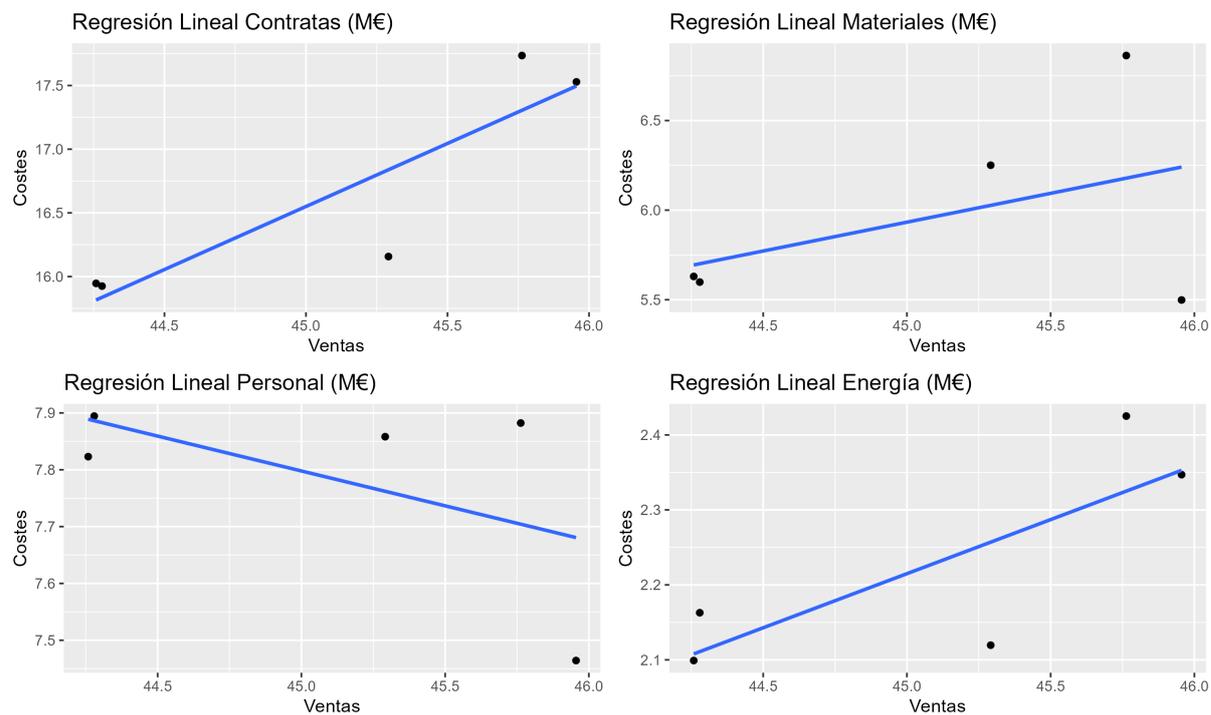
## Arcillas especiales



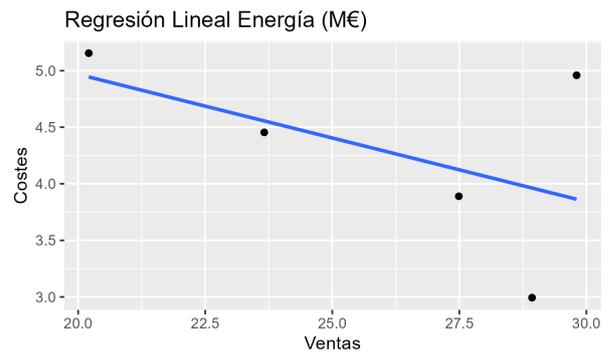
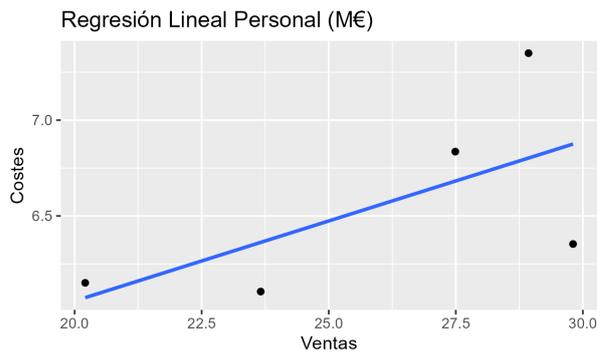
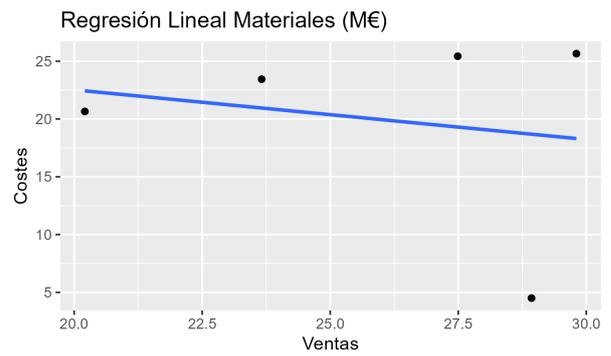
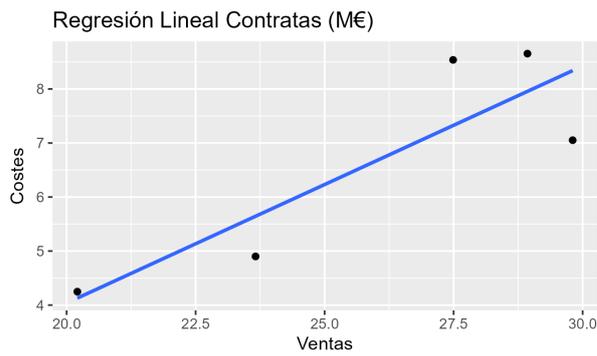
## Caolín



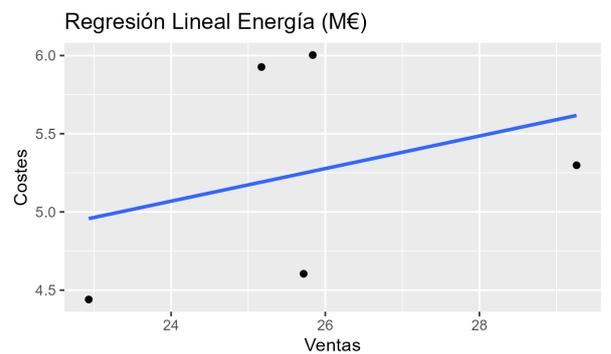
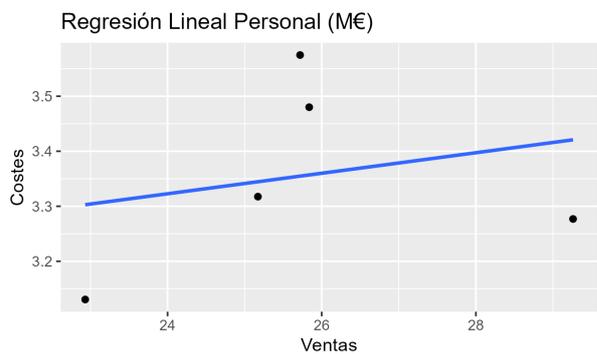
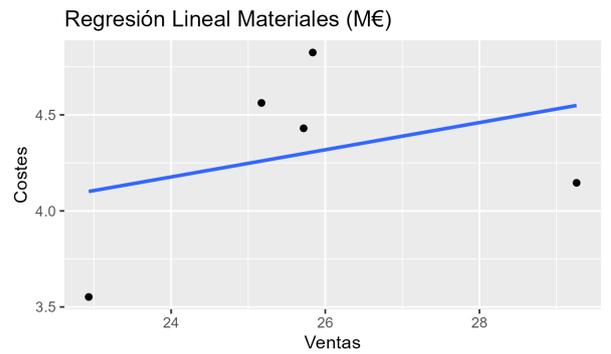
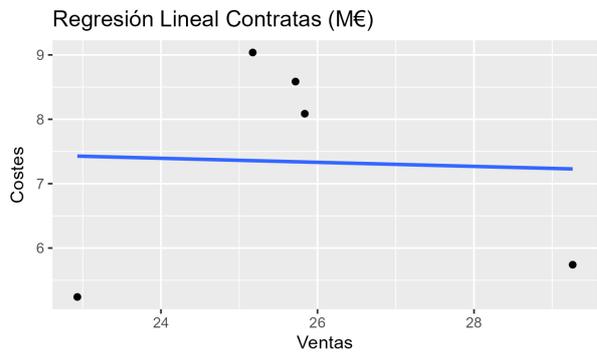
## Cuarzo



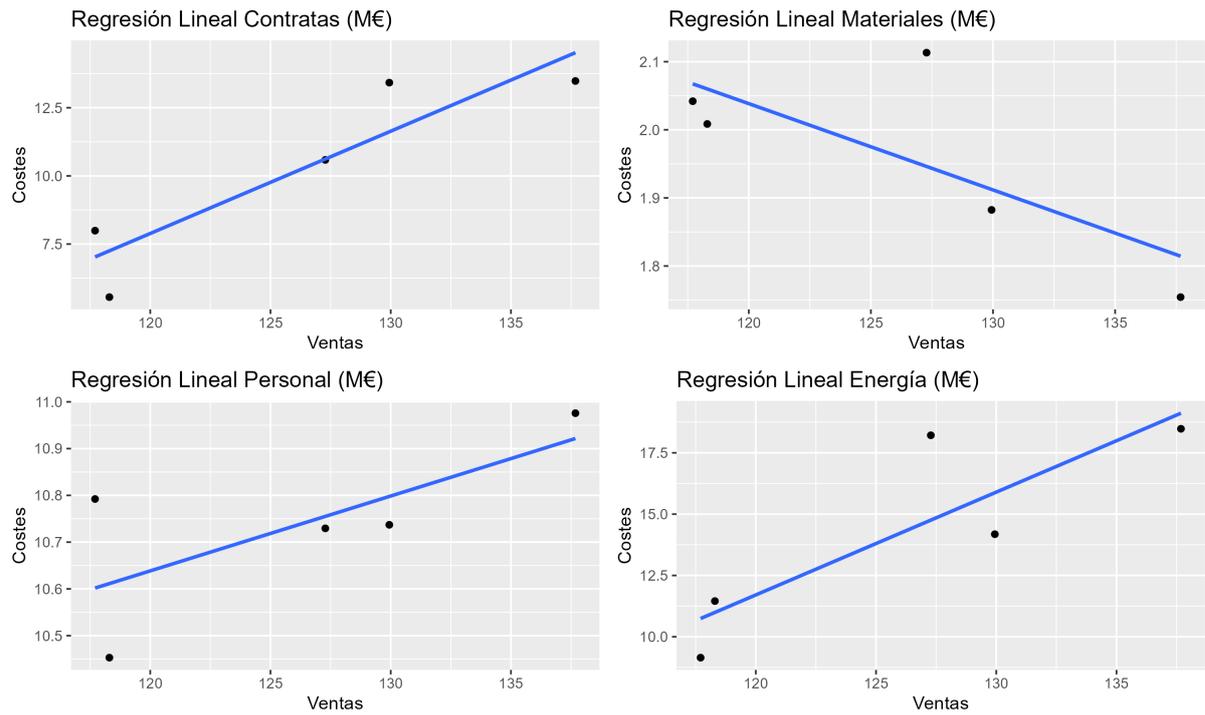
## Espato fluor



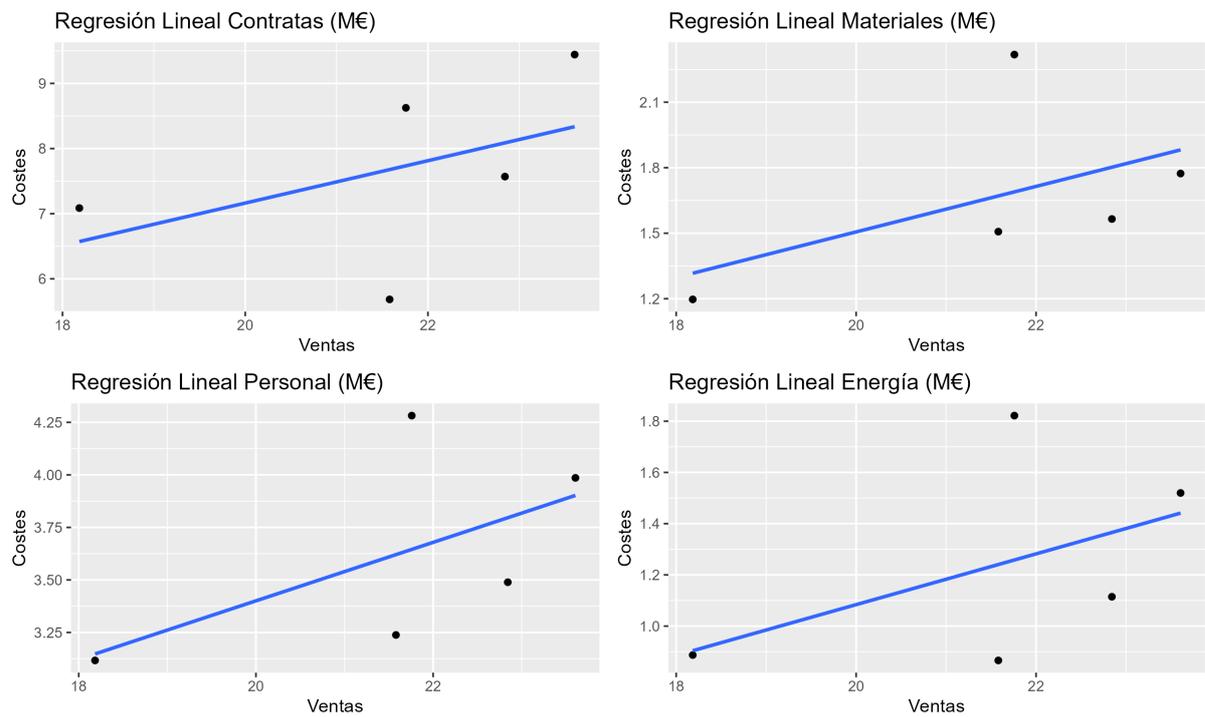
## Feldespato



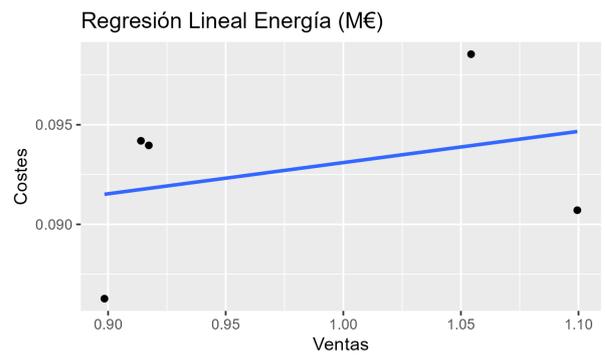
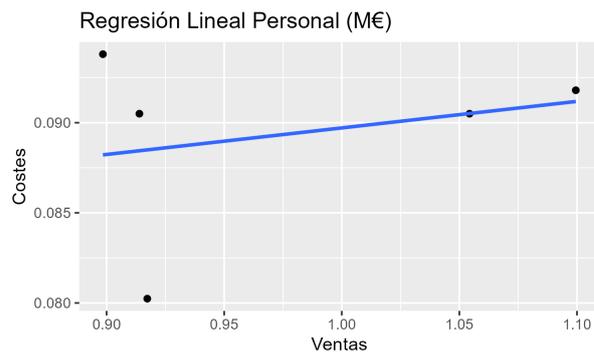
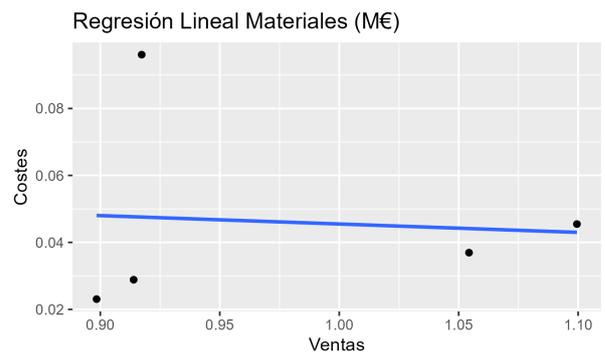
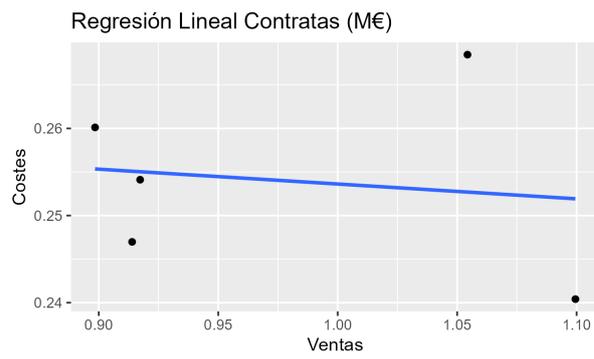
## Glauberita



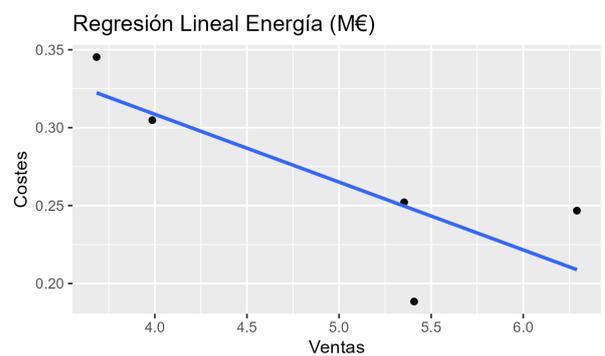
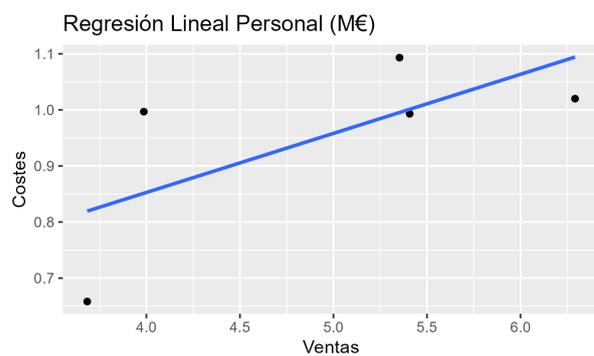
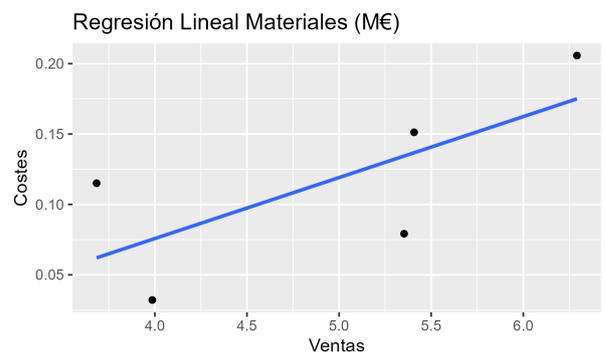
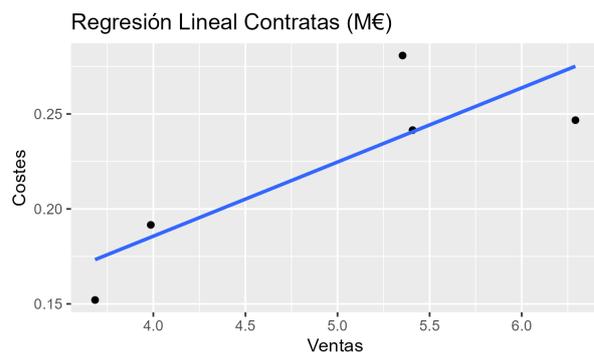
## Magnesita cruda



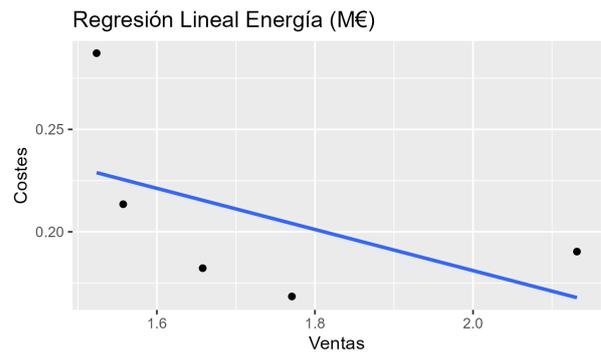
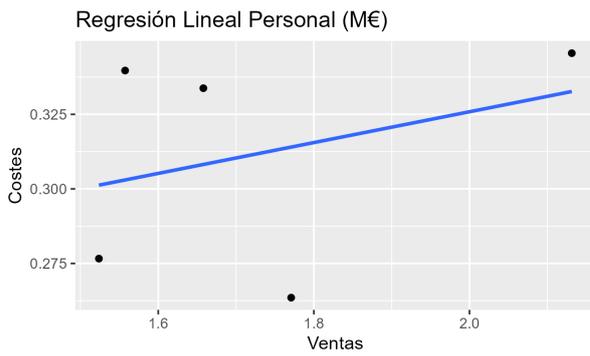
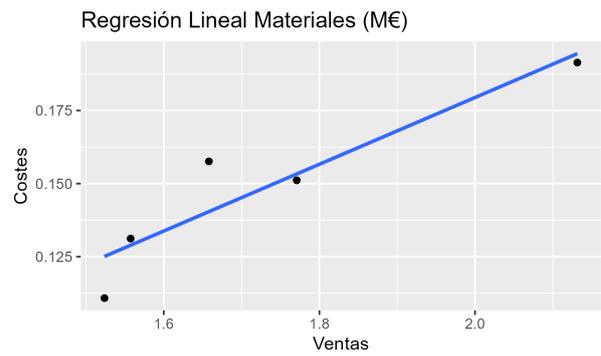
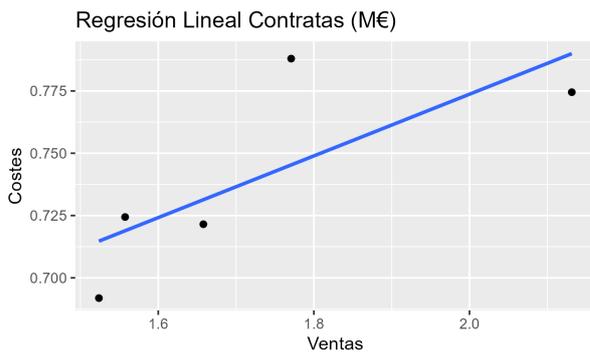
## Otros minerales



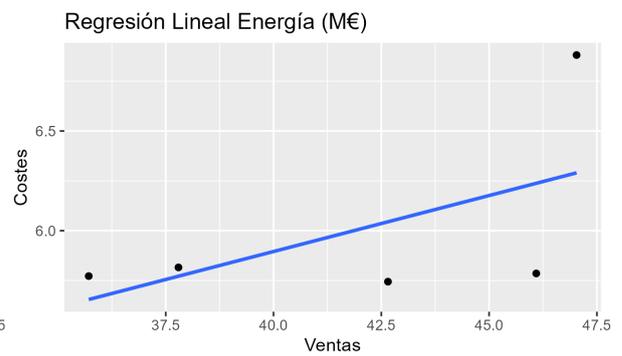
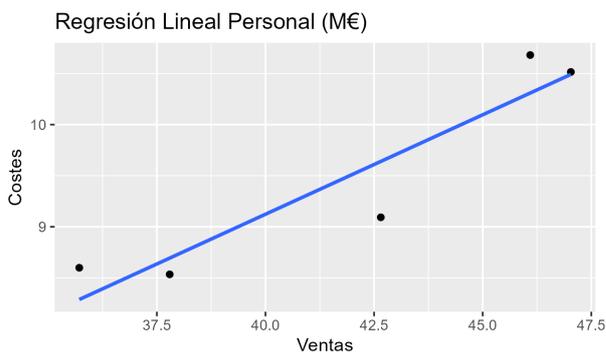
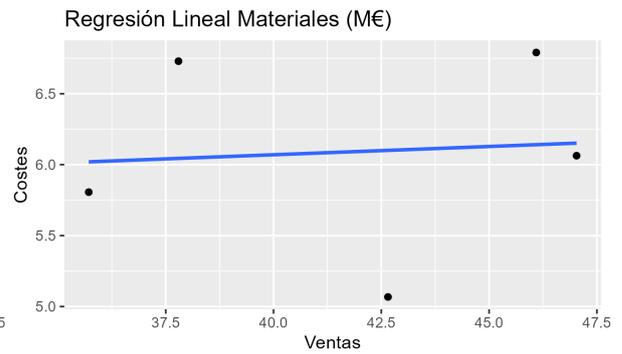
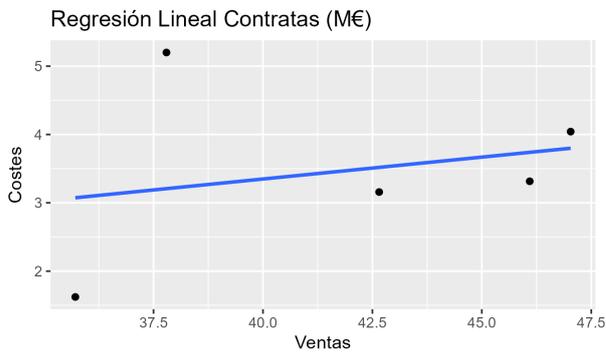
## Óxidos de hierro



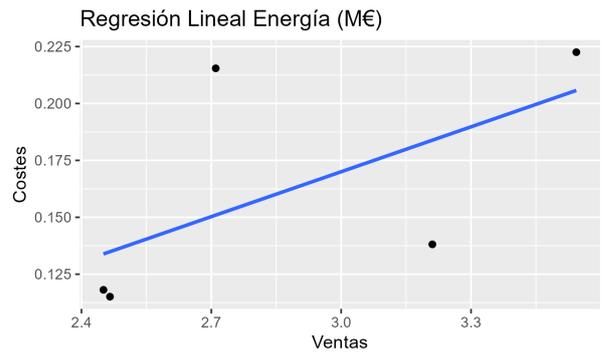
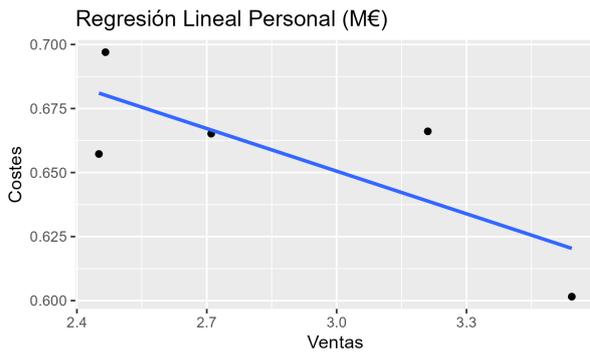
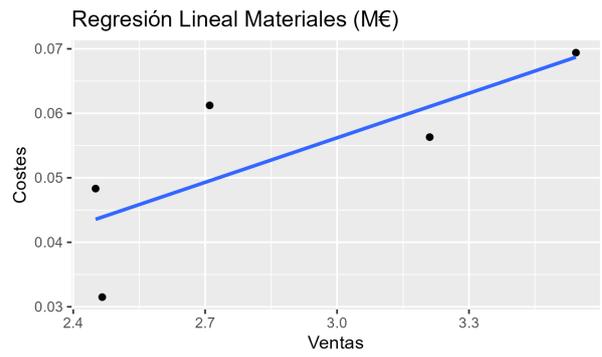
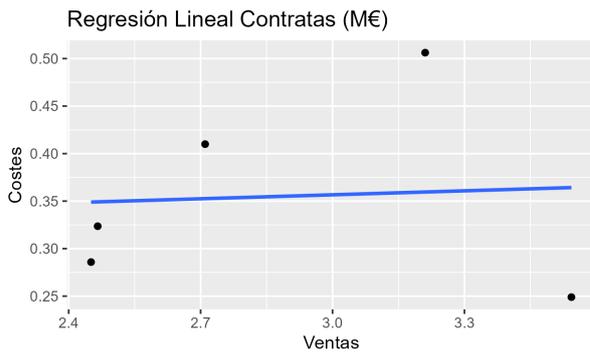
## Piedra pómez



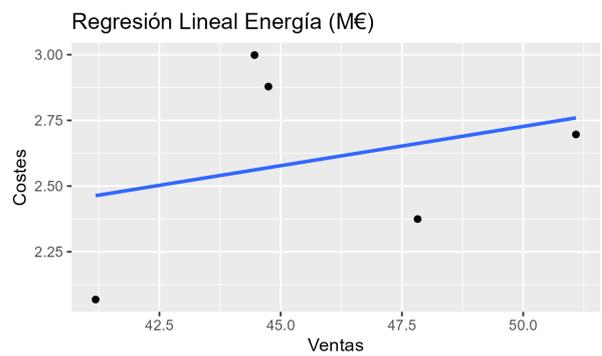
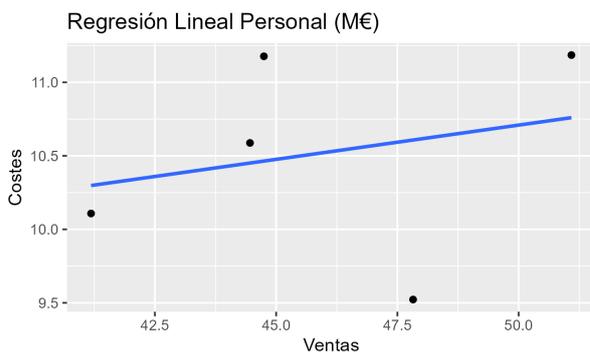
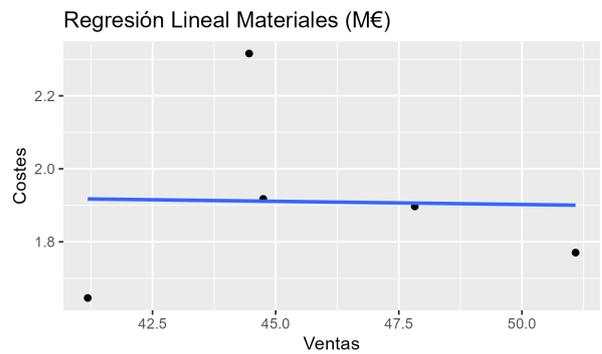
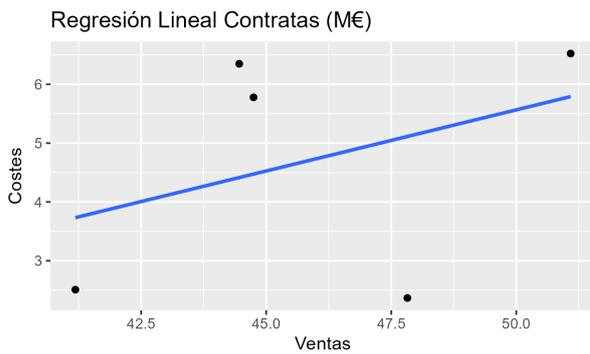
## Sal gema



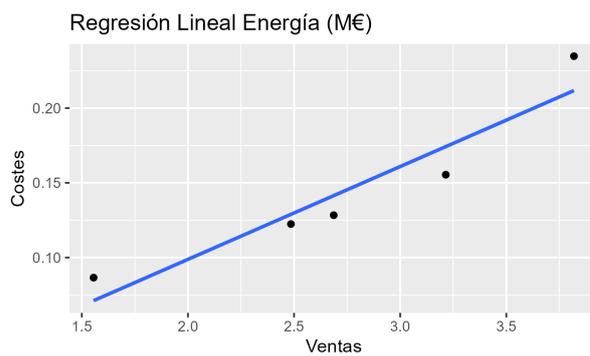
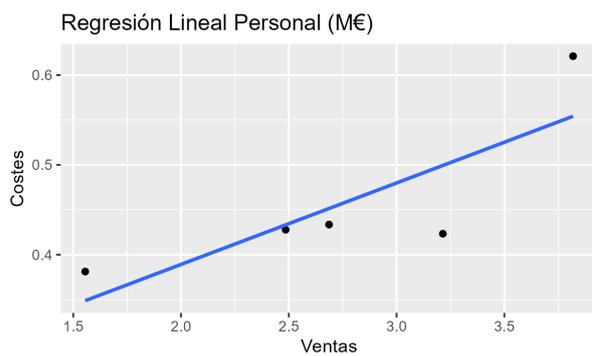
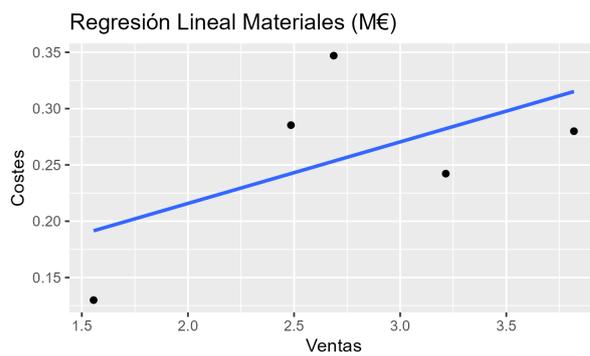
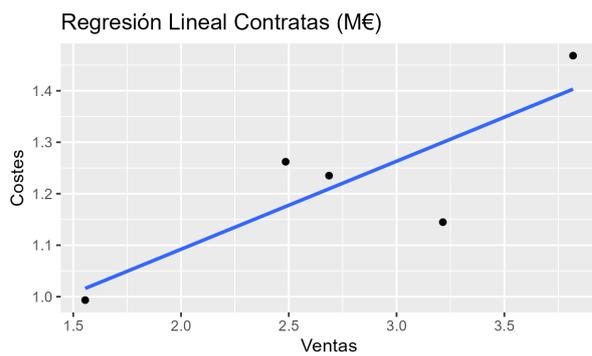
## Sal manantial



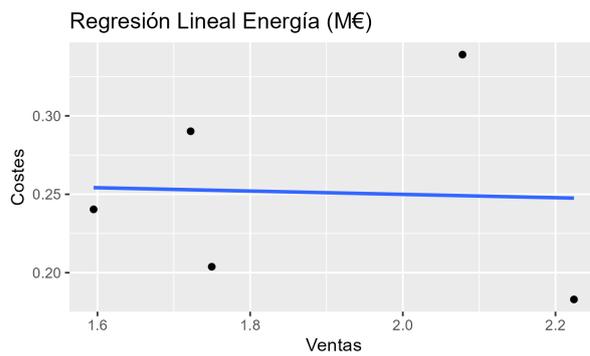
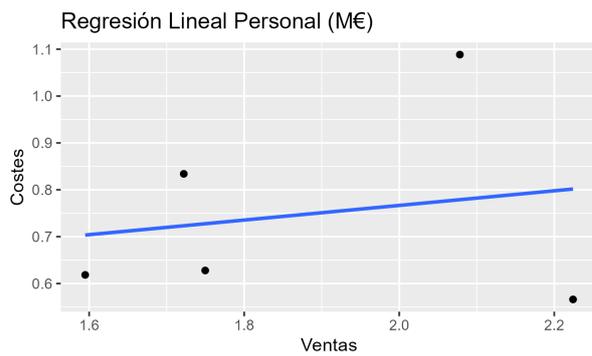
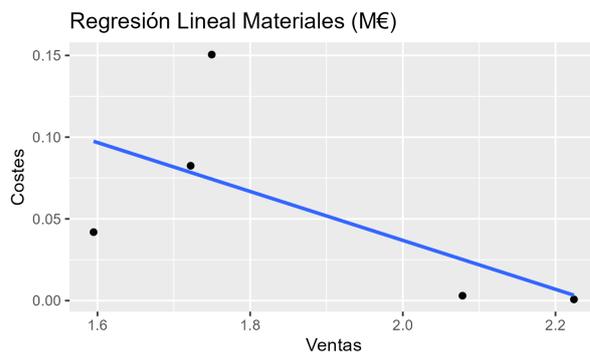
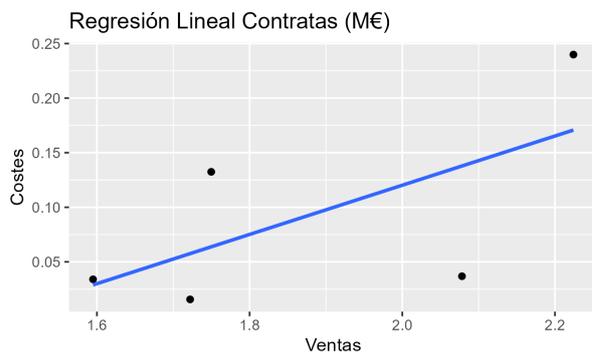
## Sal marina



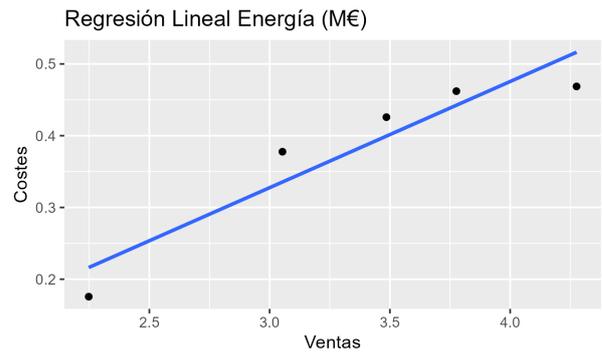
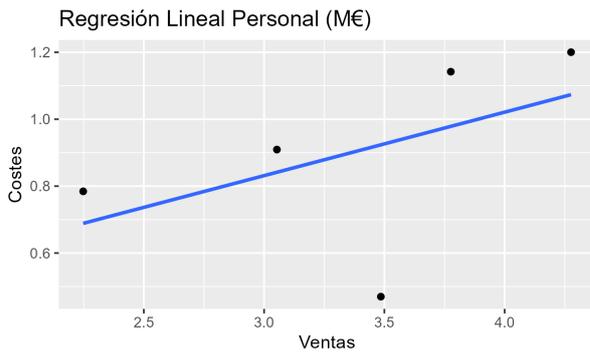
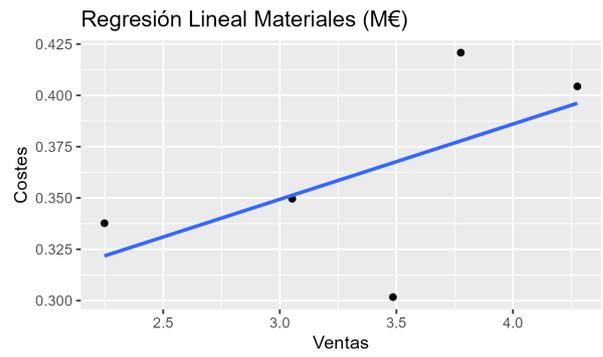
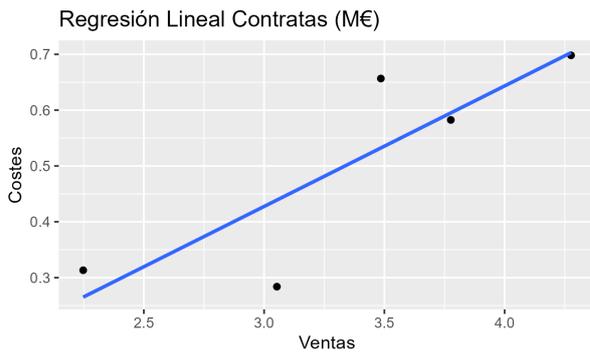
## Trípoli



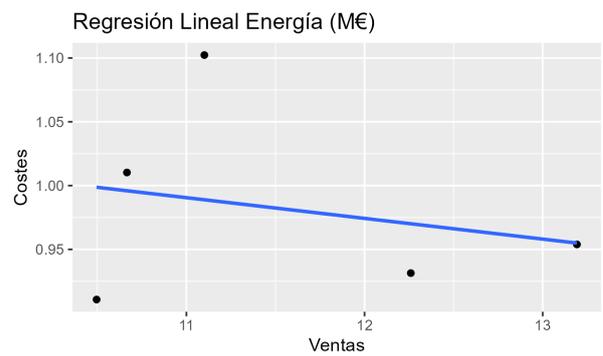
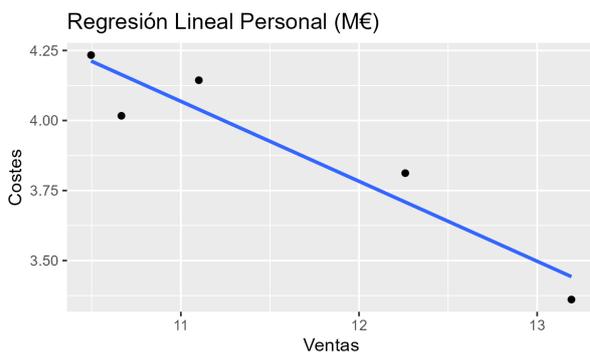
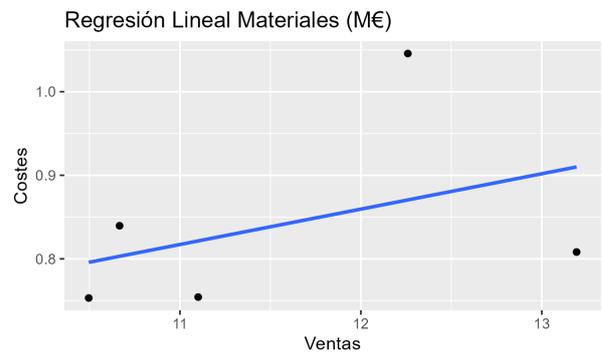
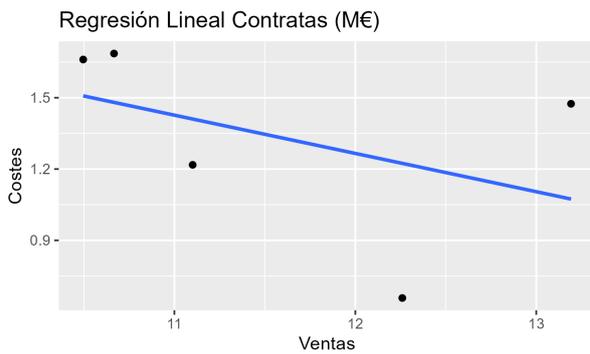
## Turba



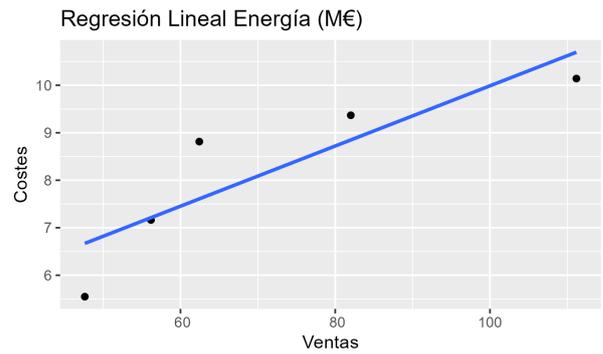
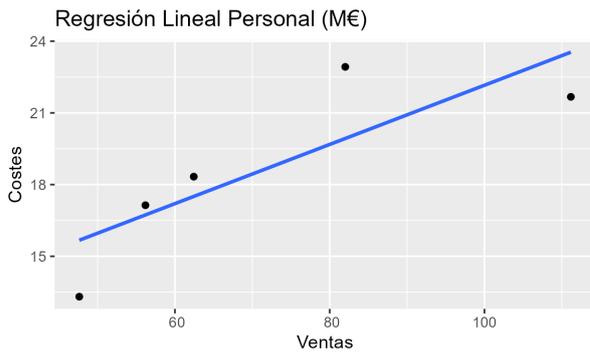
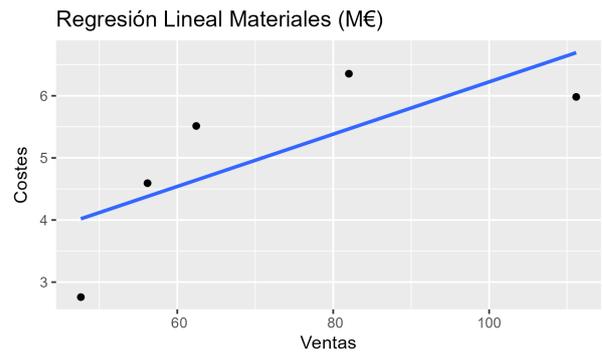
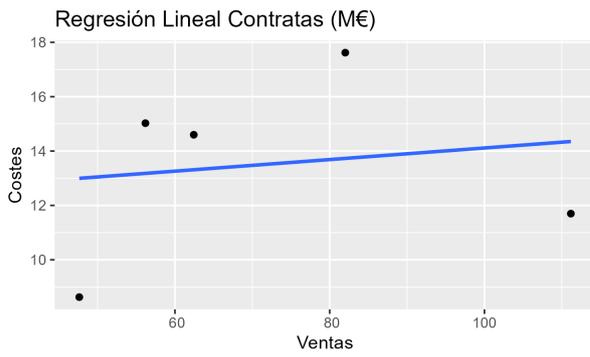
## Alabastro



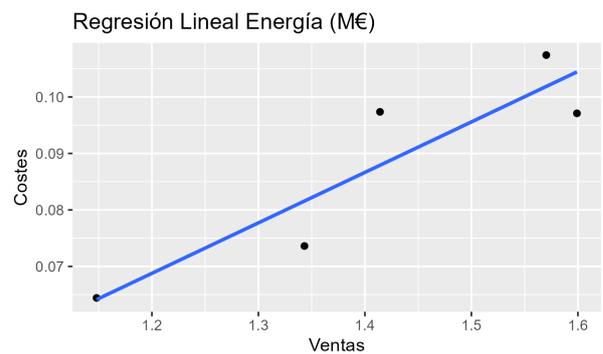
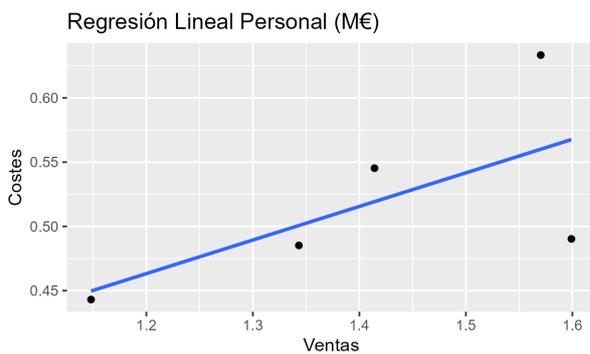
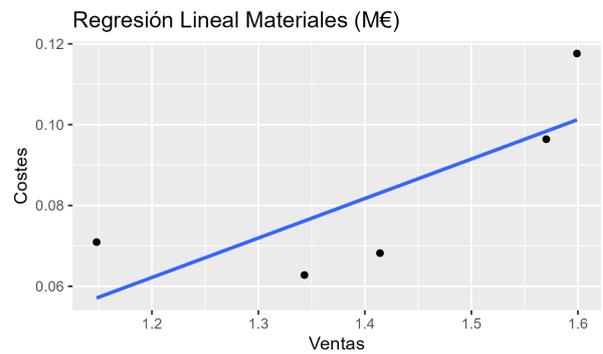
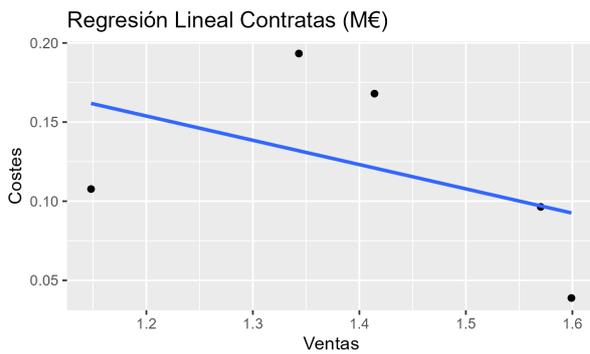
## Arenisca ornamental



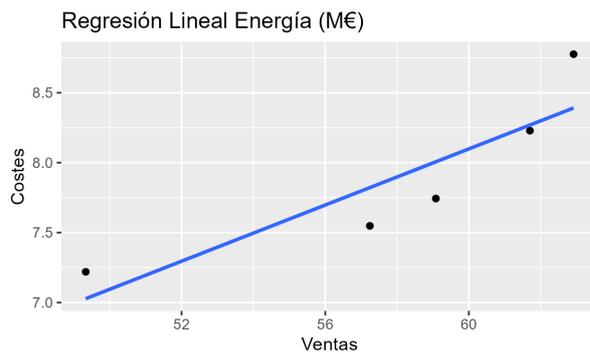
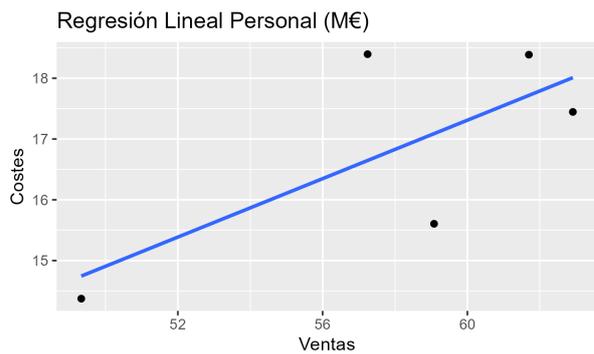
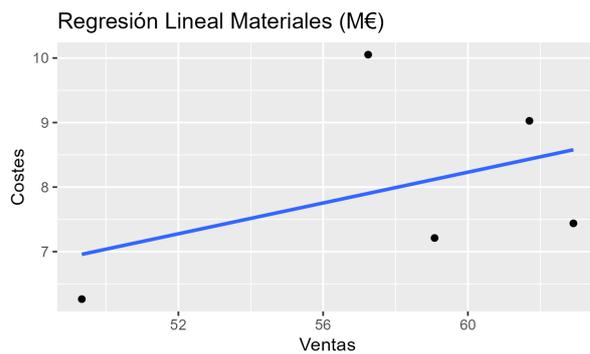
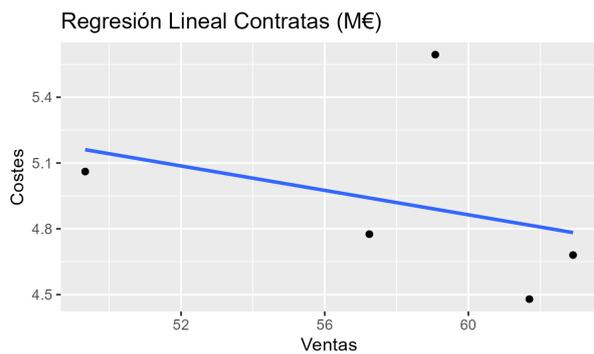
## Caliza ornamental



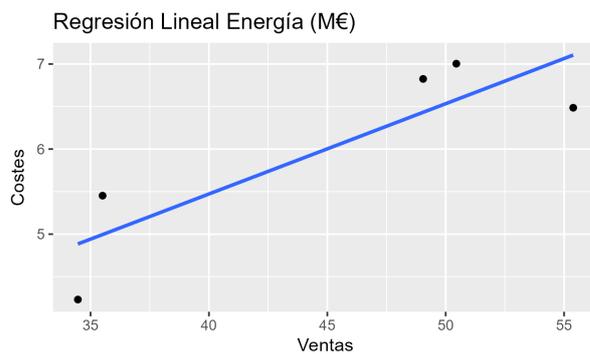
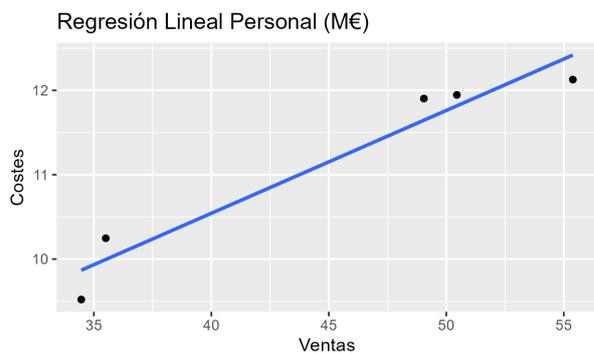
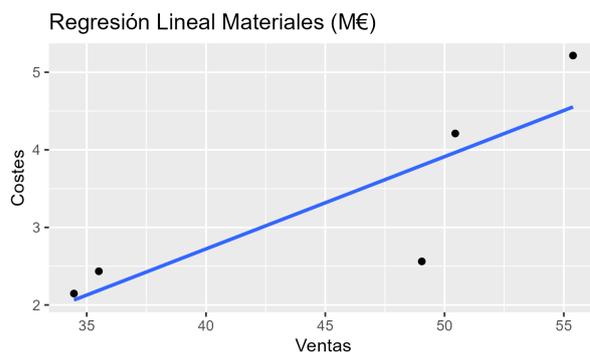
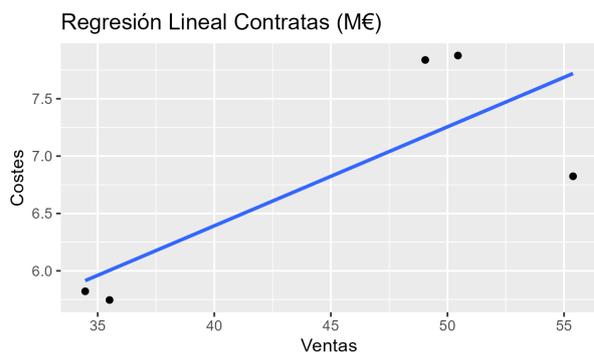
## Cuarcita ornamental



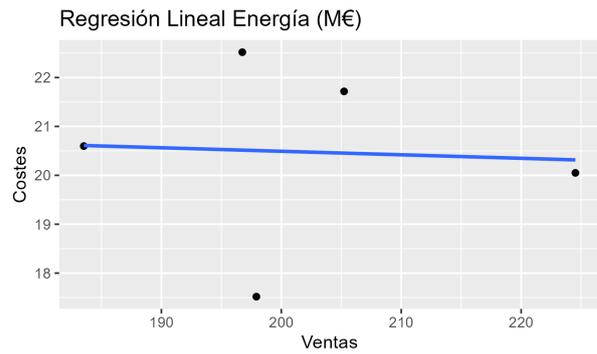
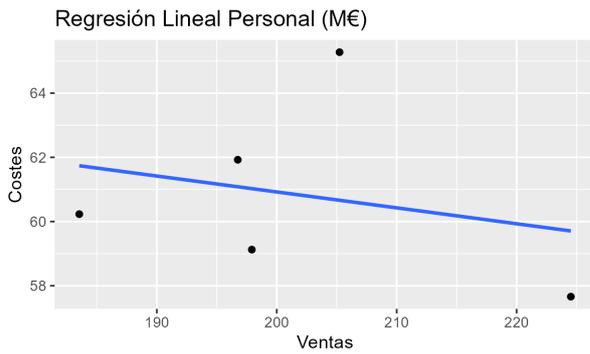
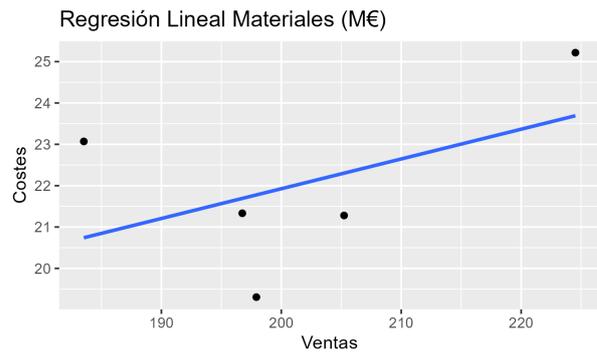
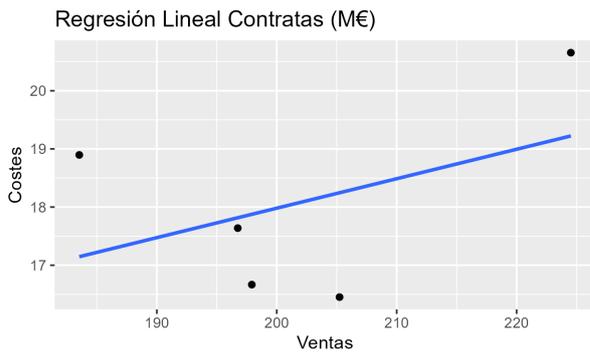
## Granito ornamental



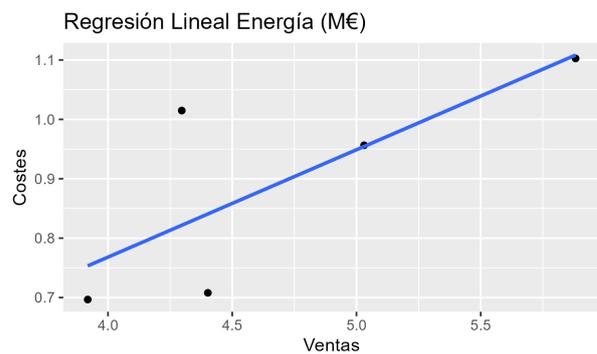
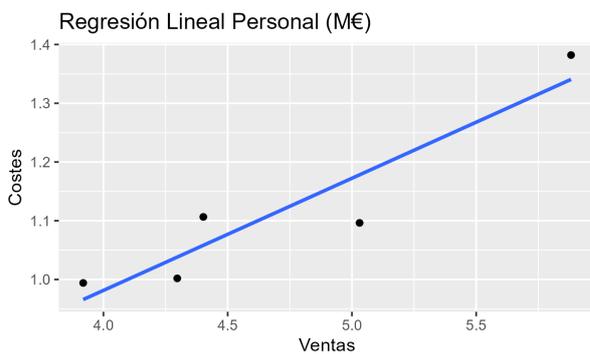
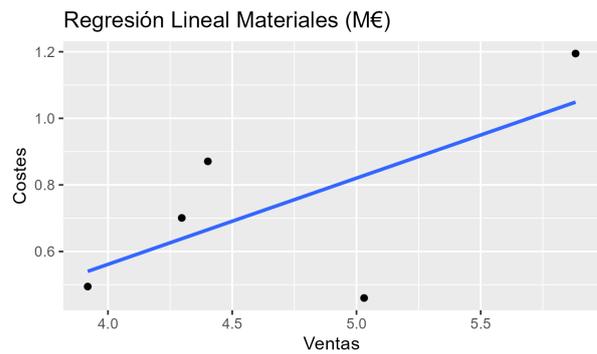
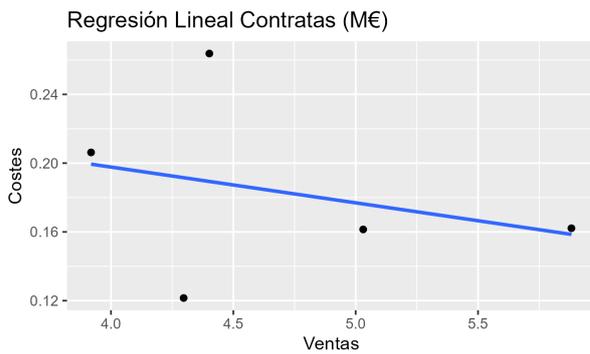
## Mármol ornamental



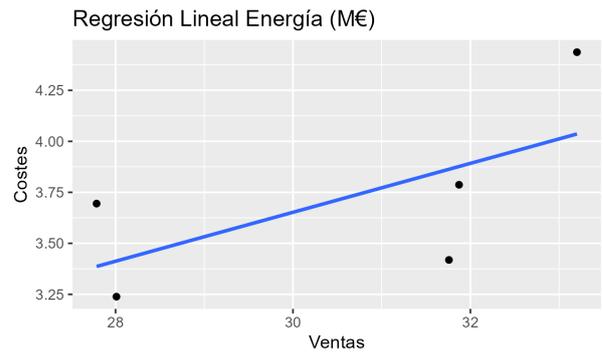
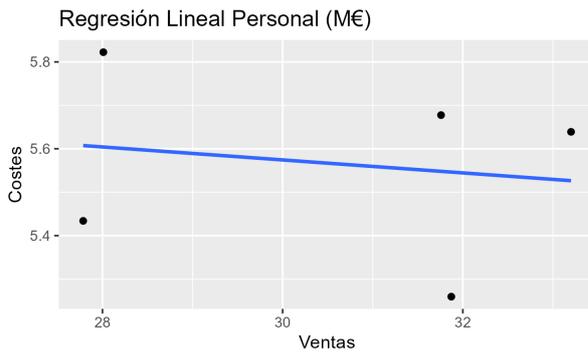
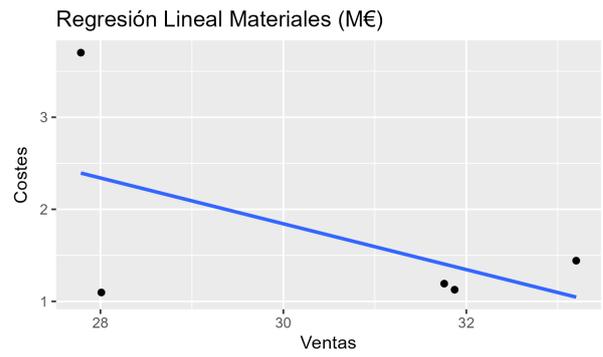
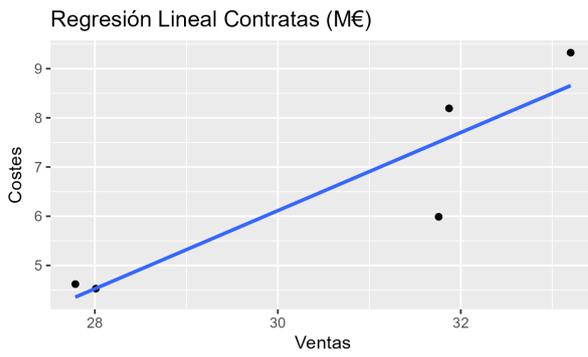
## Pizarra ornamental



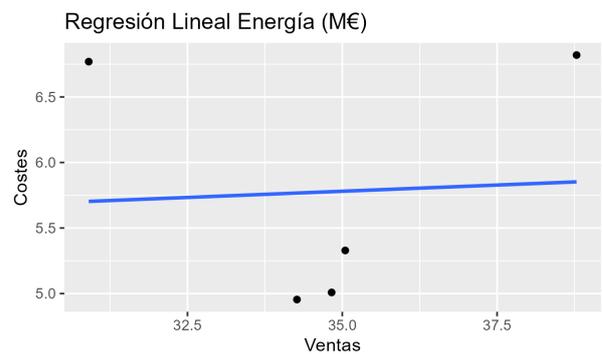
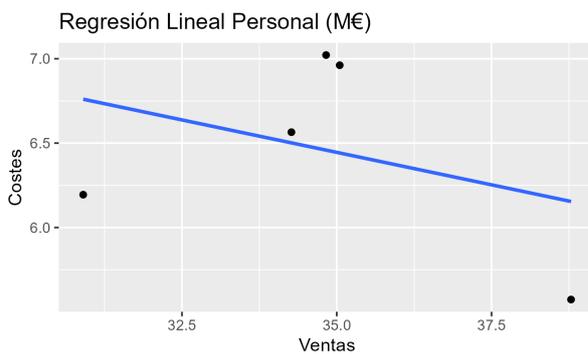
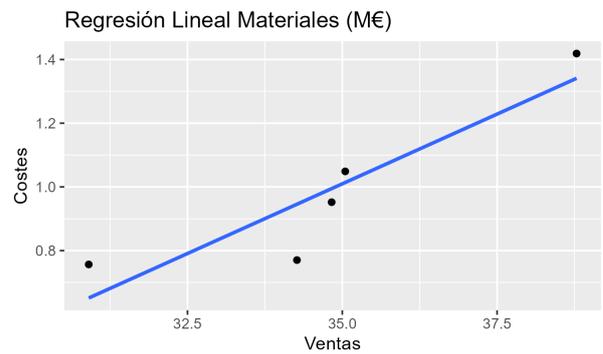
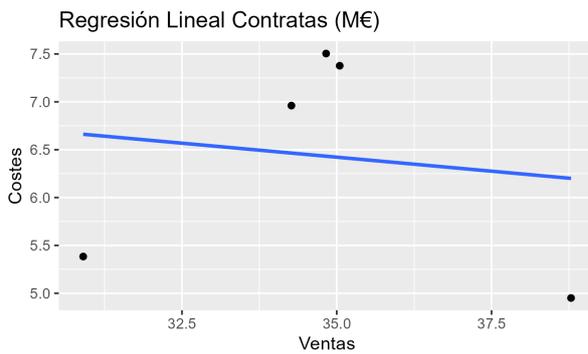
## Anfibolita



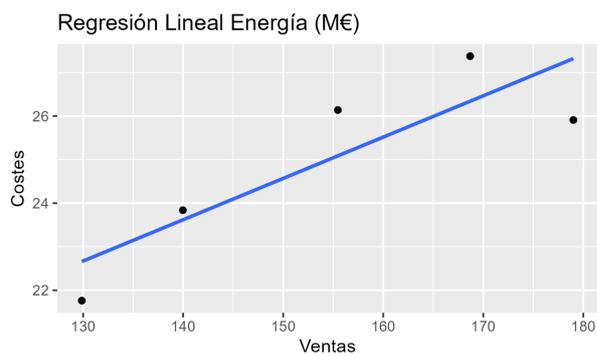
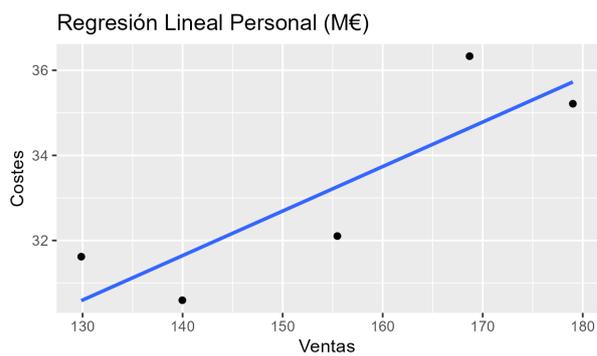
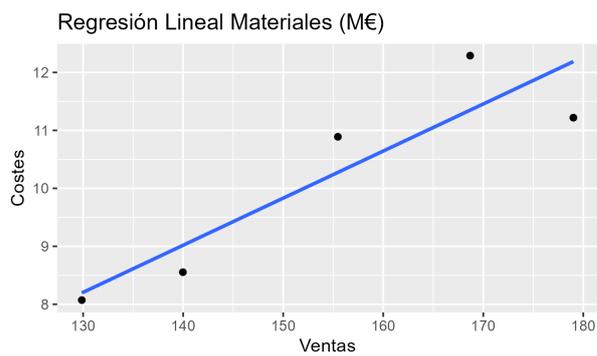
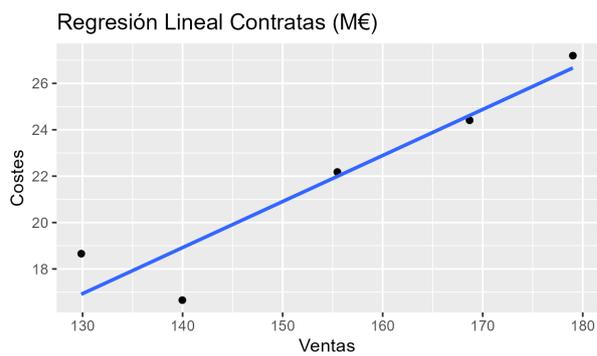
## Arcilla



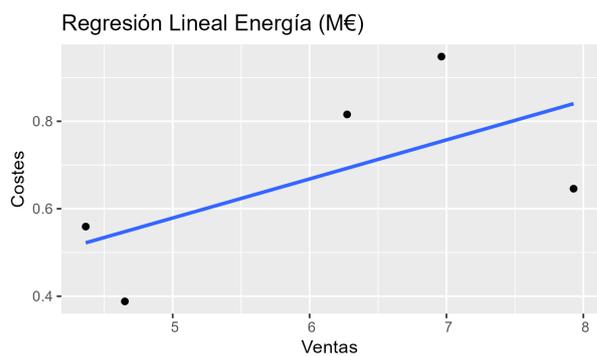
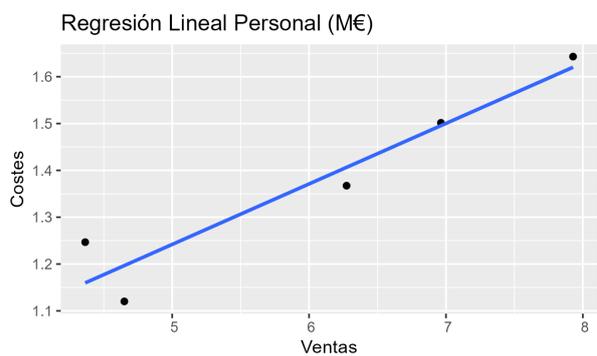
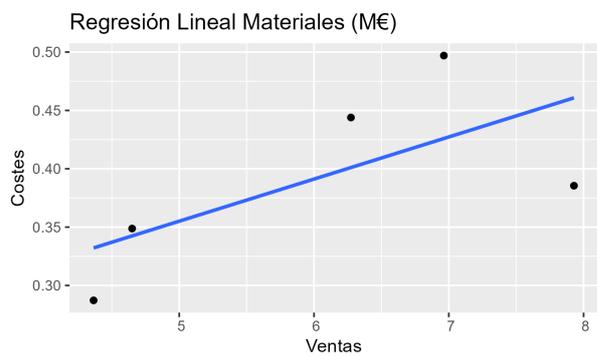
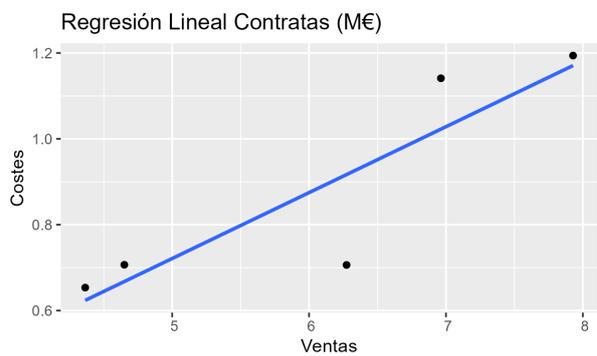
## Arena sílicea



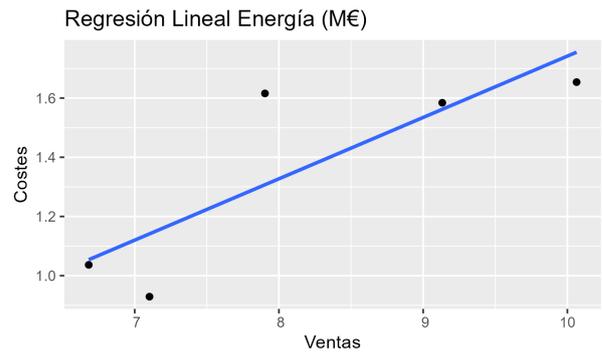
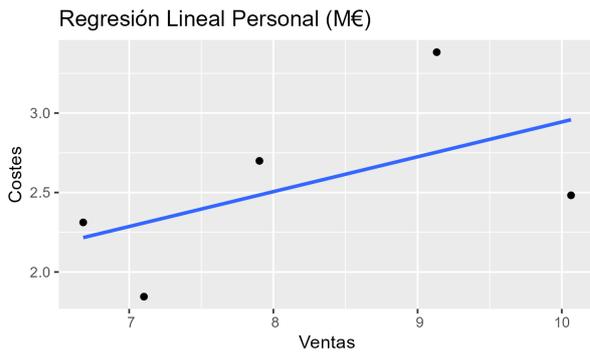
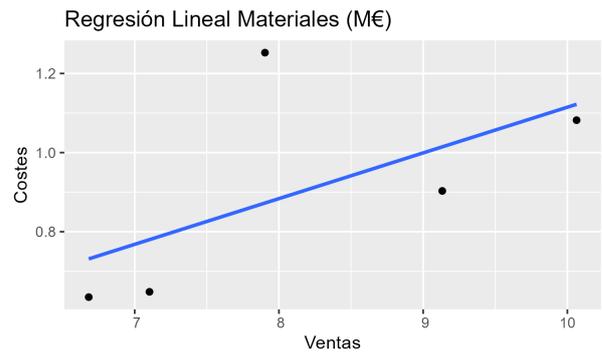
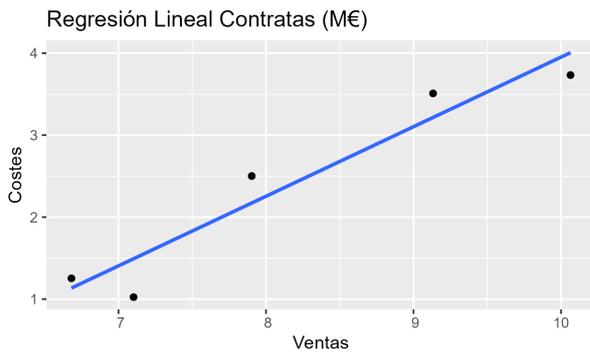
## Arena y grava



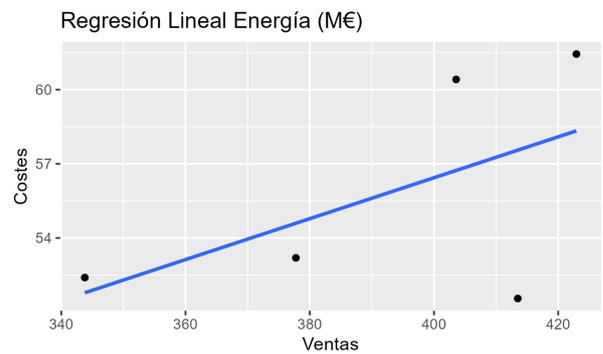
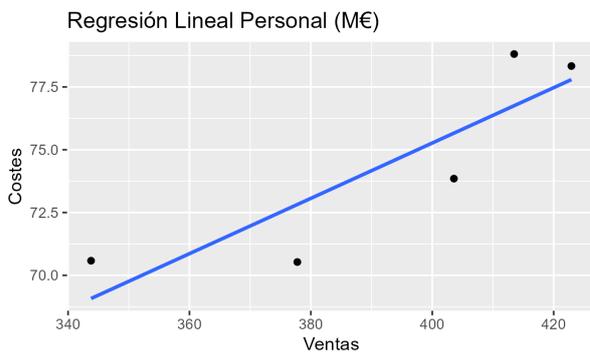
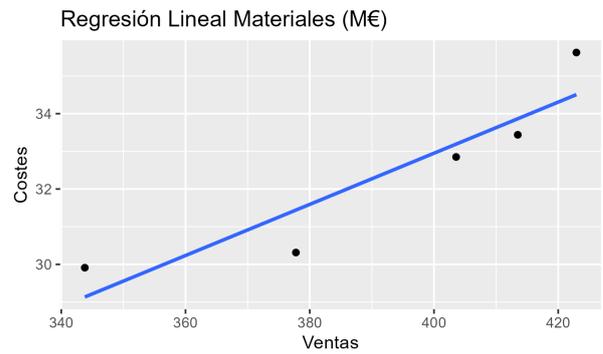
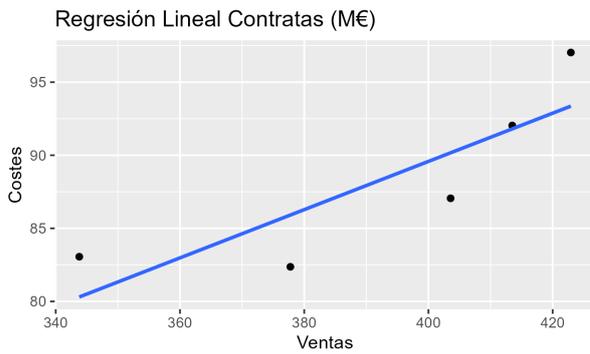
## Arenisca (otros)



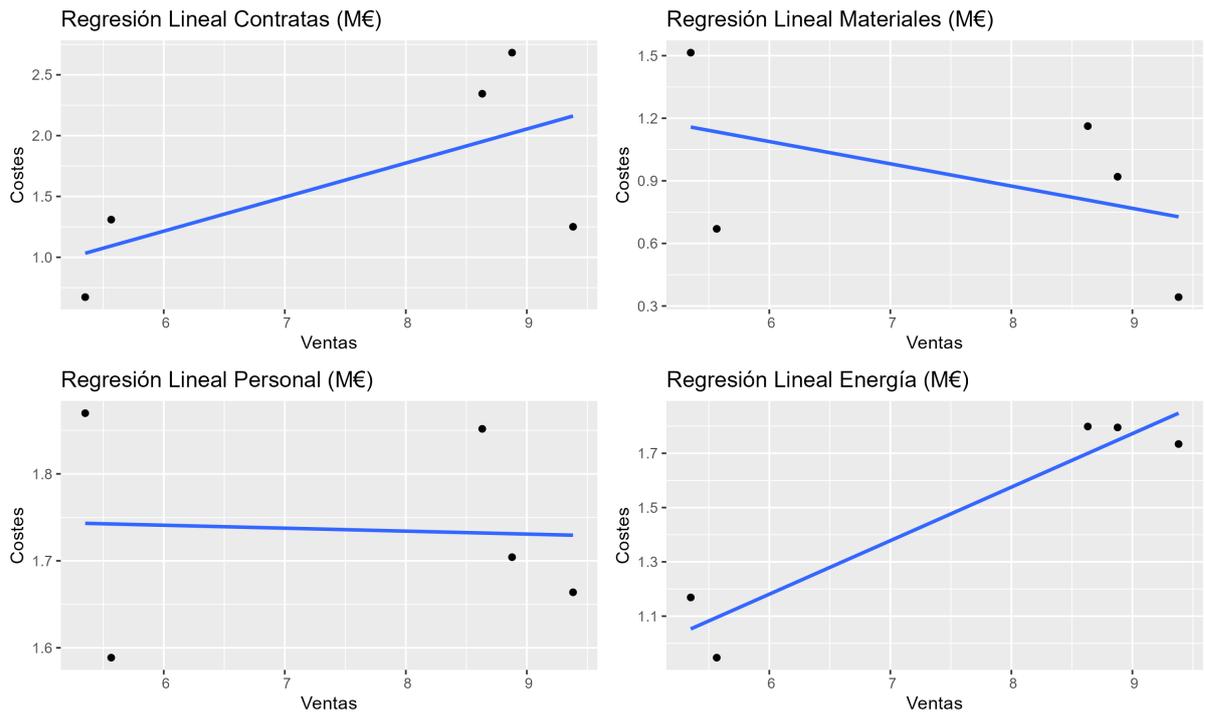
## Basalto



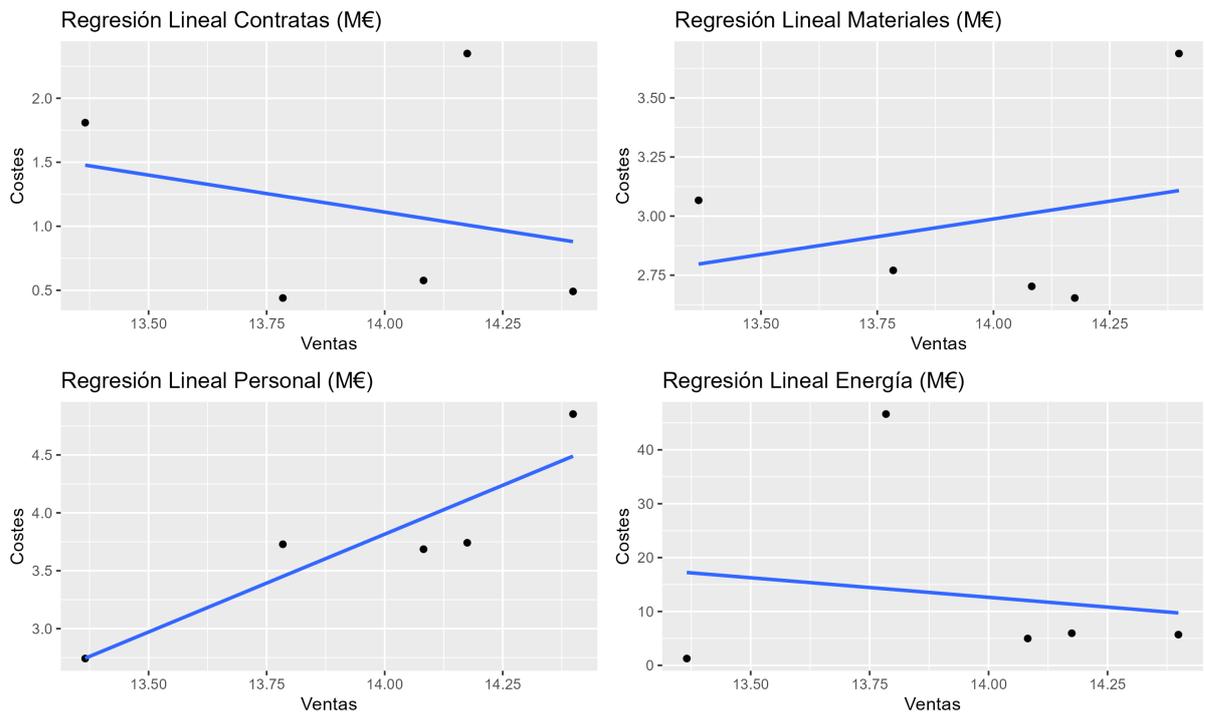
## Caliza (otros)



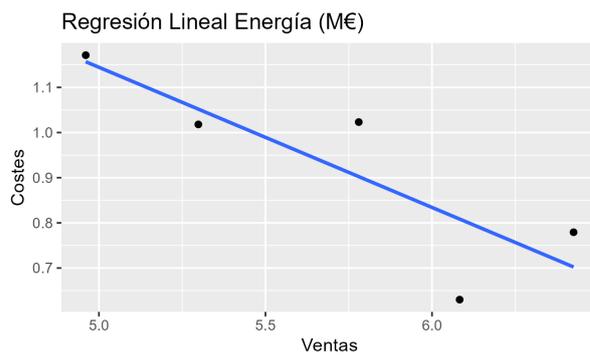
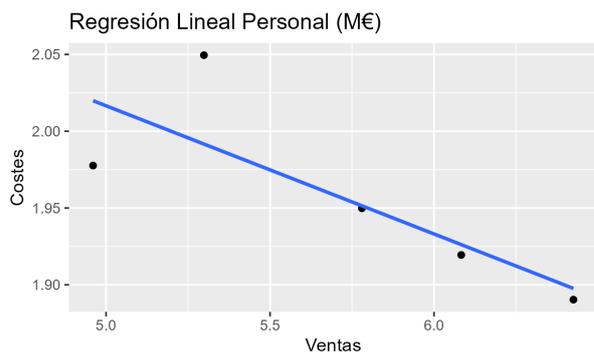
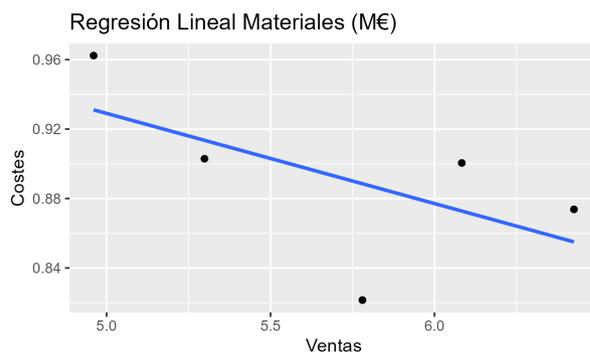
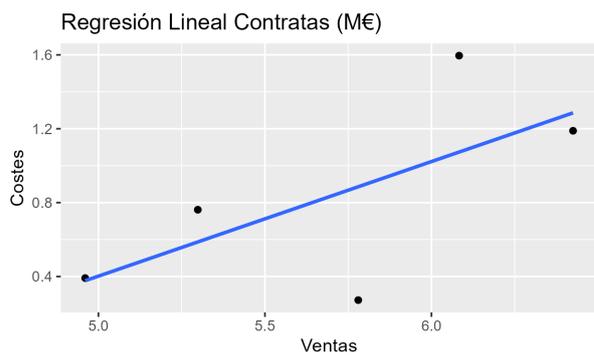
## Corneana



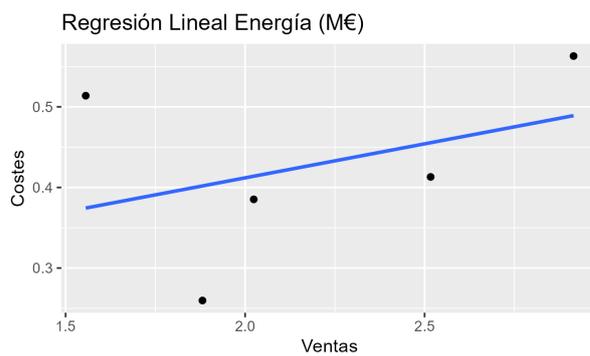
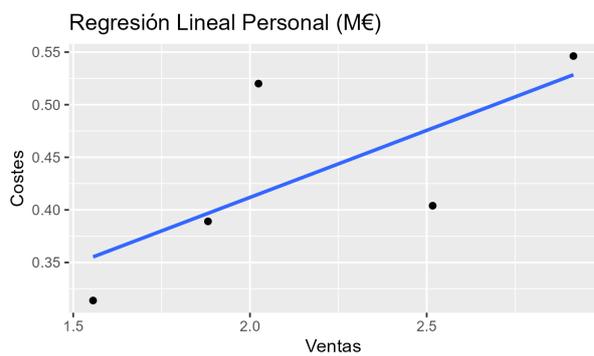
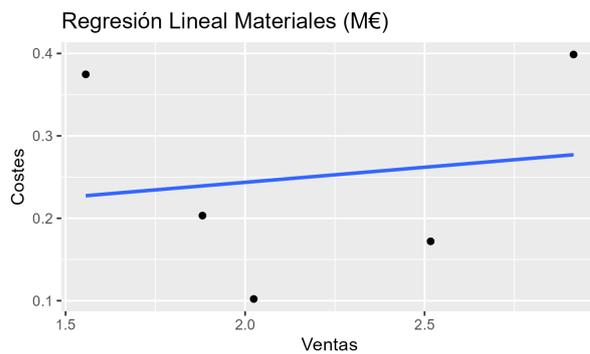
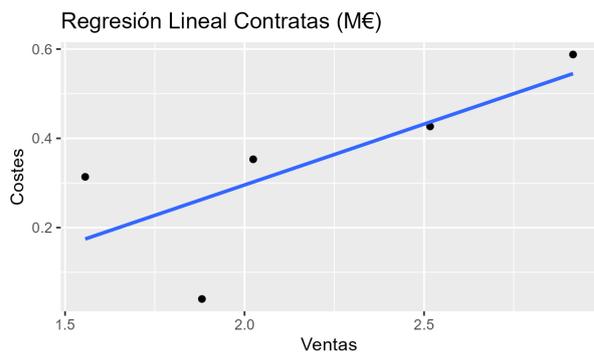
## Creta



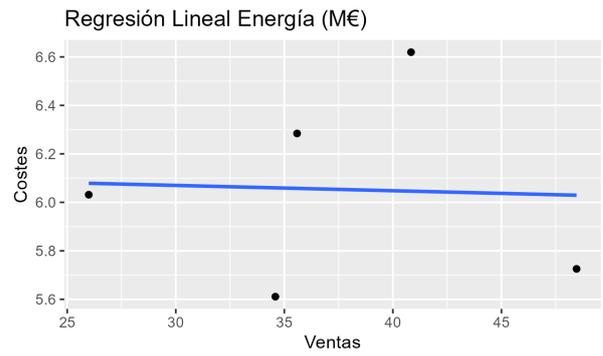
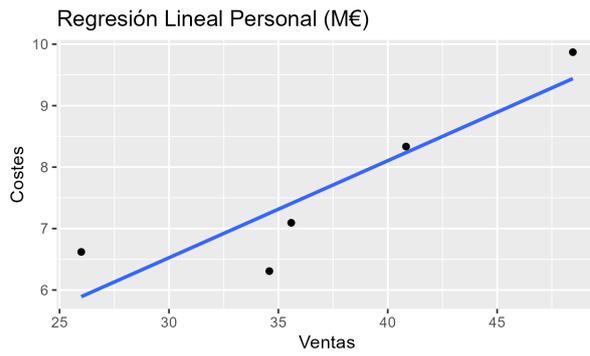
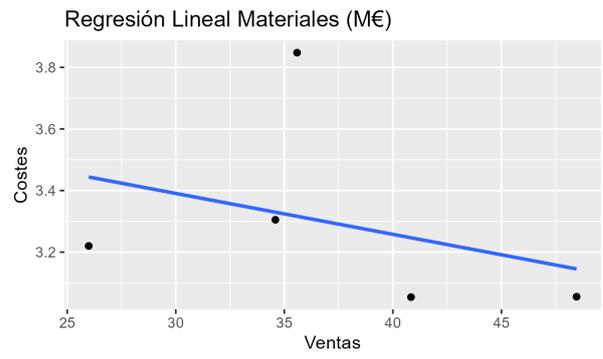
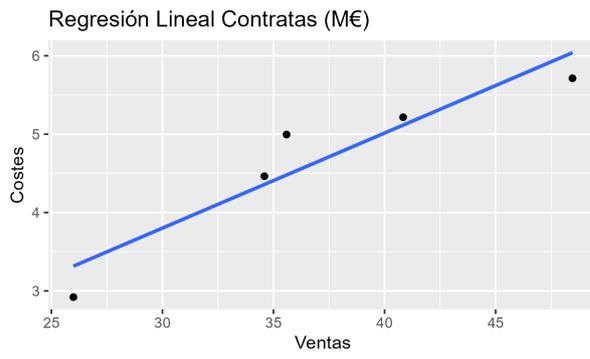
## Cuarcita (otros)



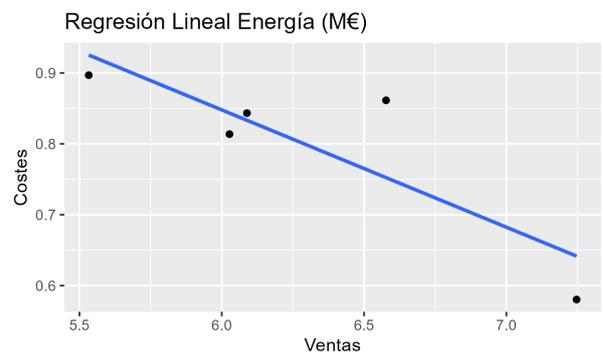
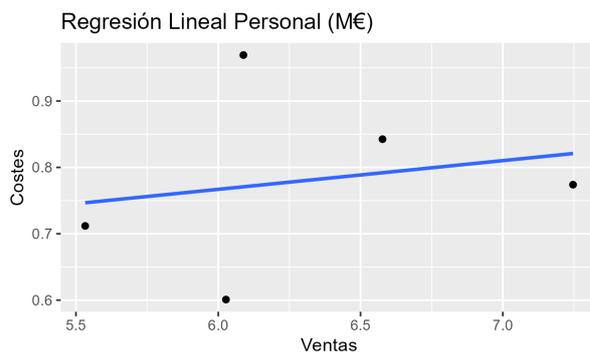
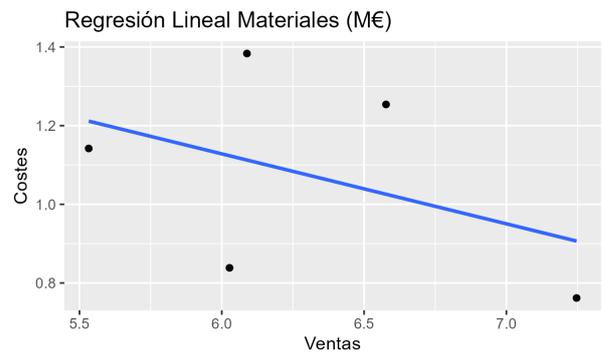
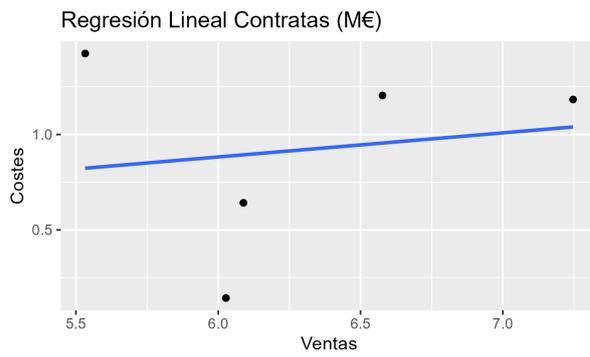
## Diabasa



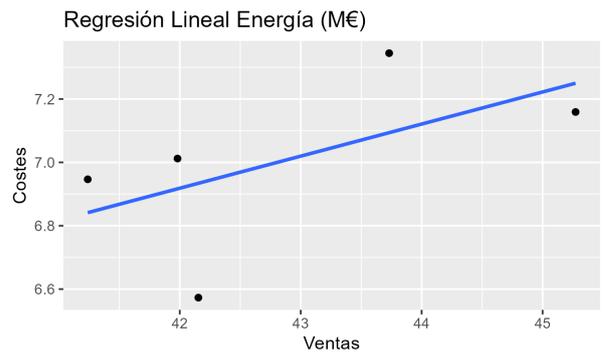
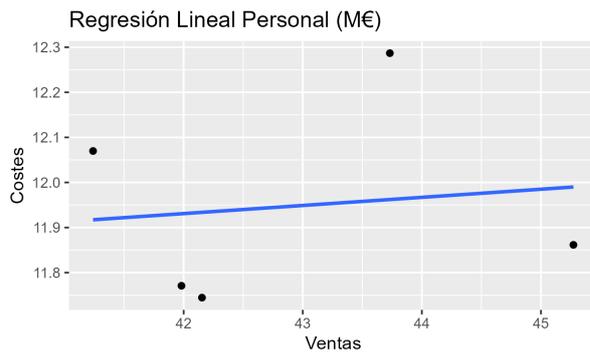
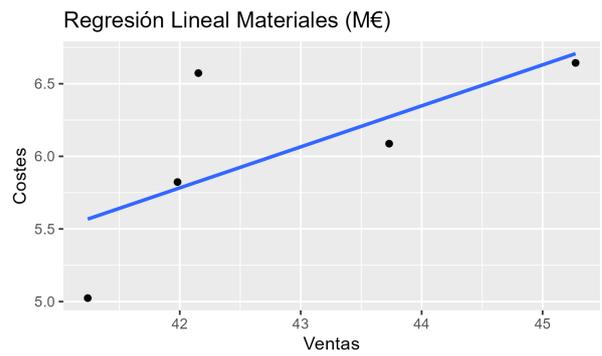
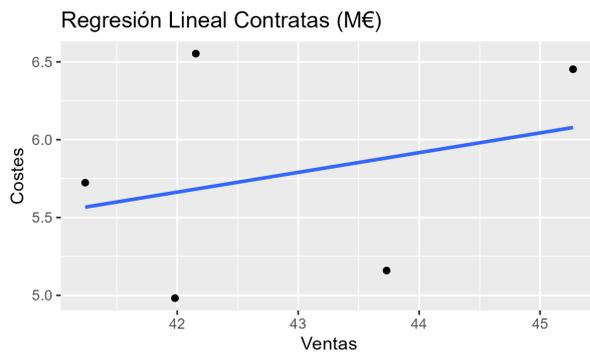
## Dolomía



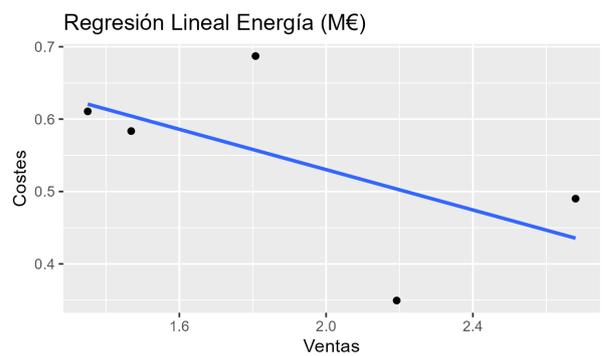
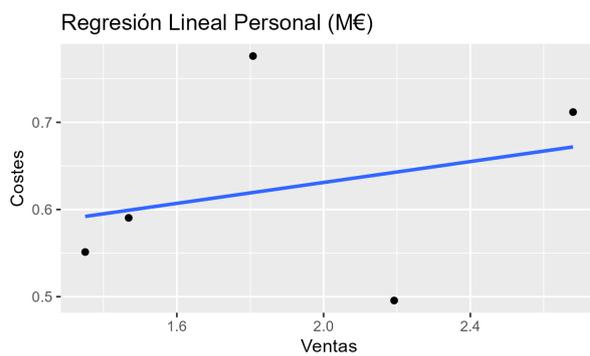
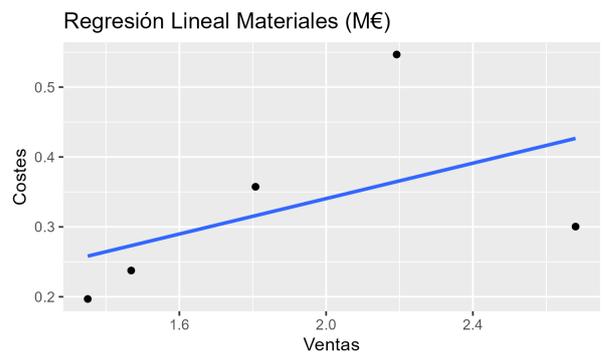
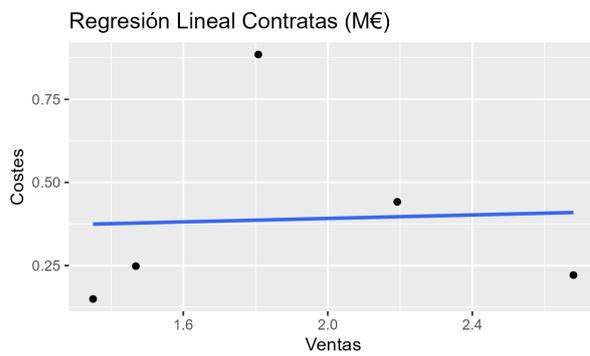
## Fonolita



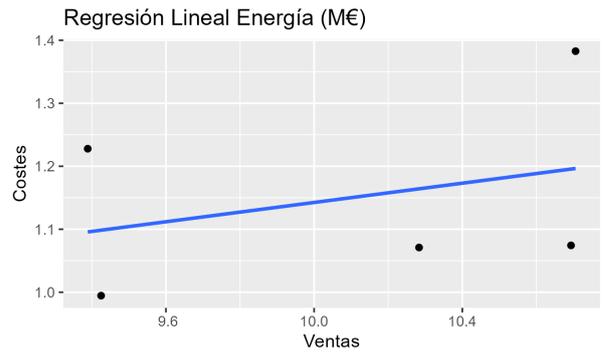
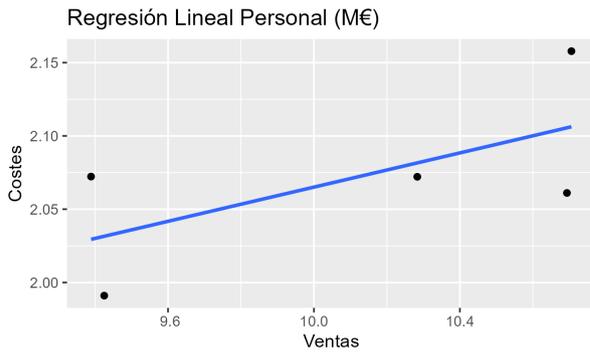
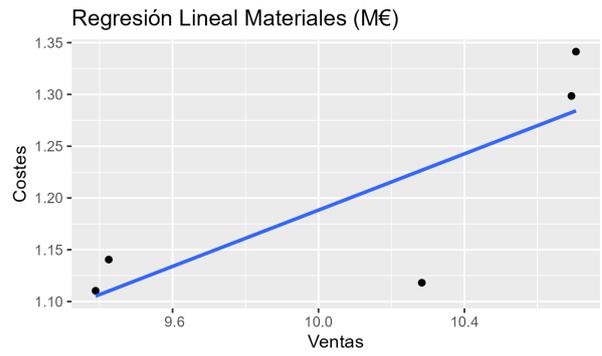
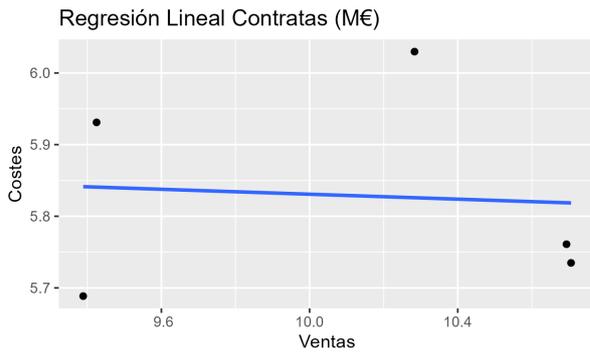
## Granito (otros)



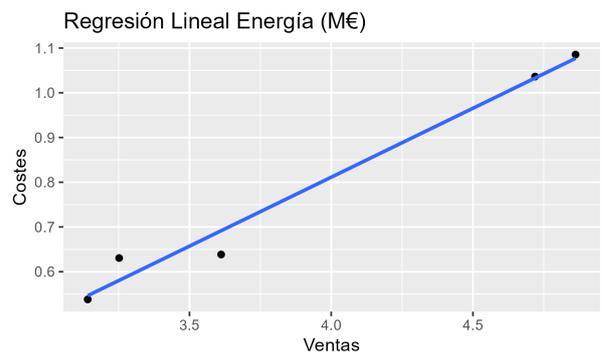
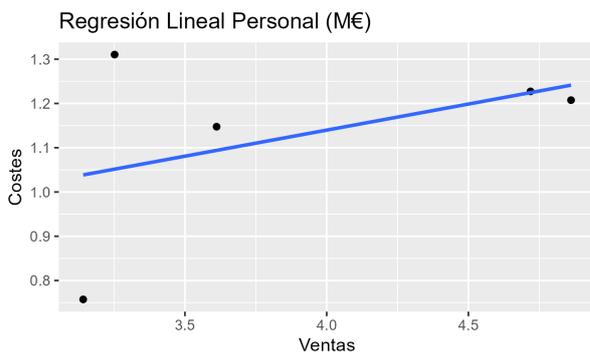
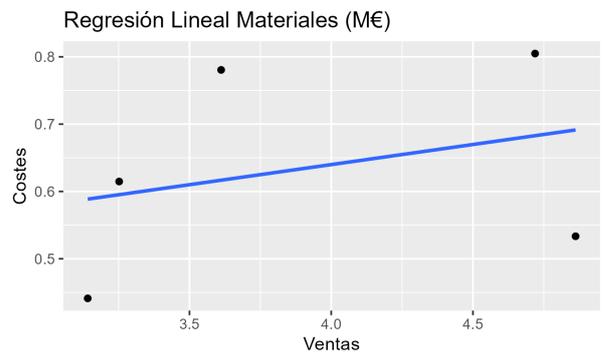
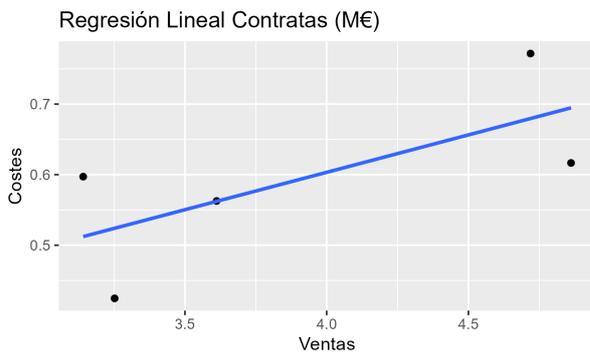
## Grauvaca



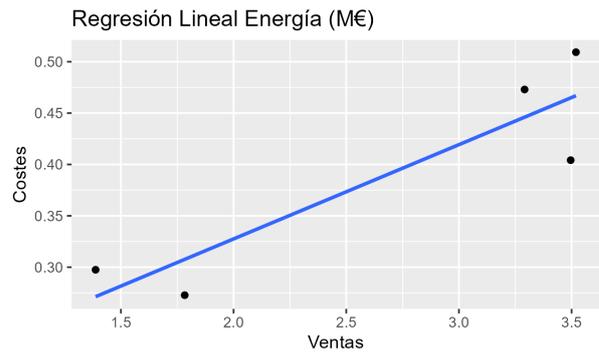
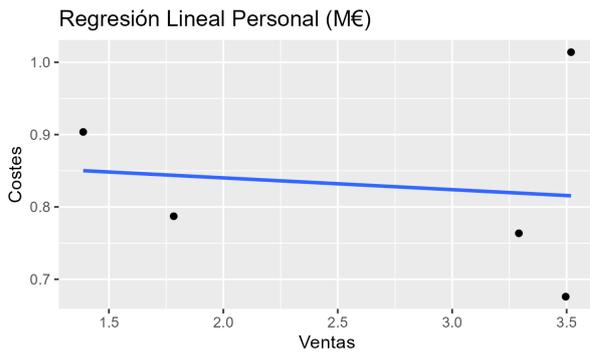
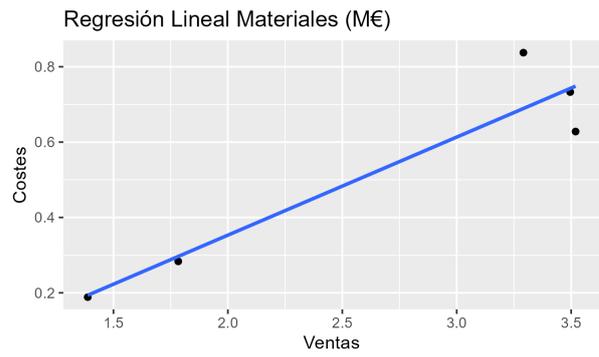
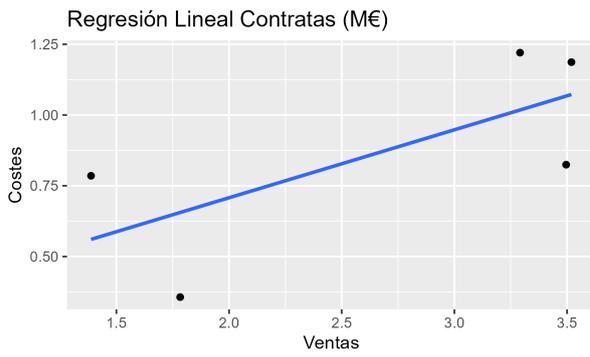
## Margas



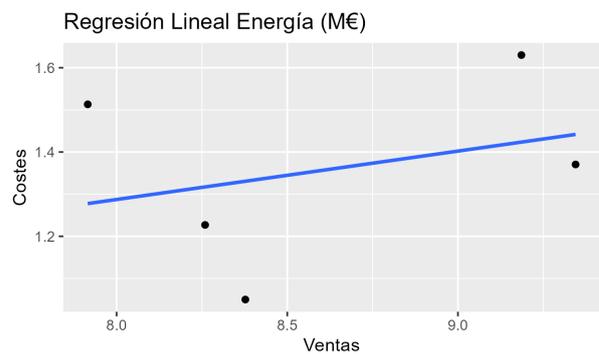
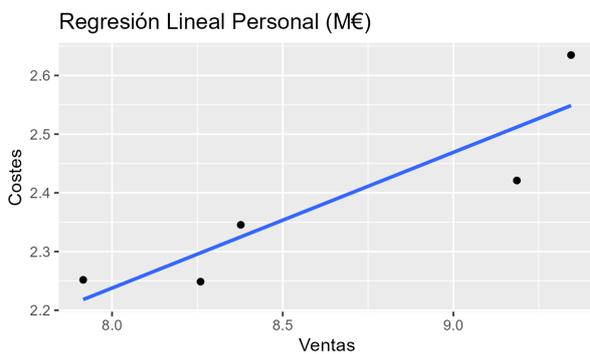
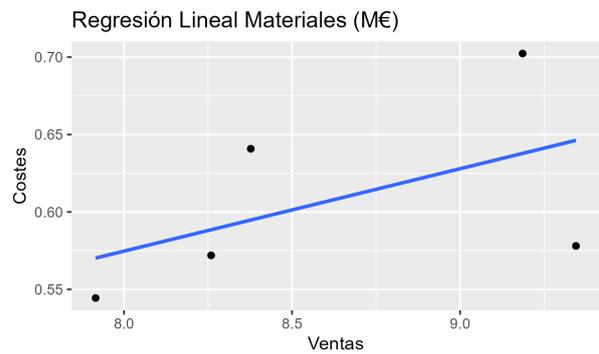
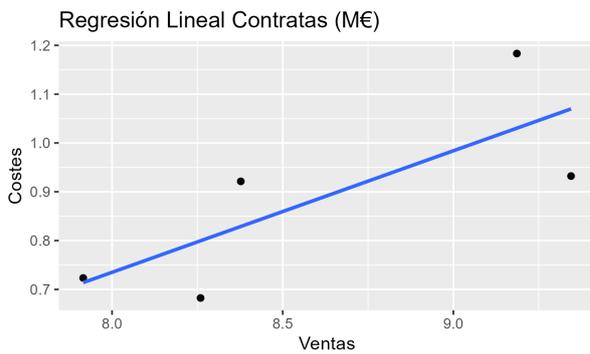
## Mármol (otros)



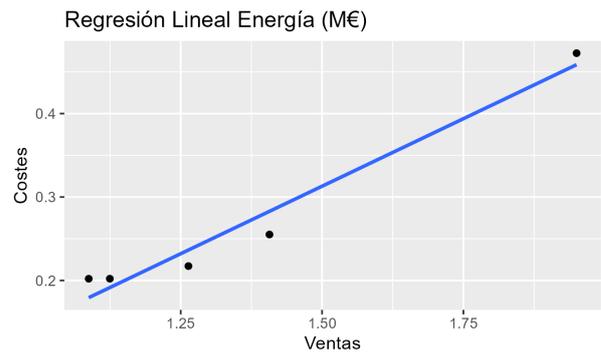
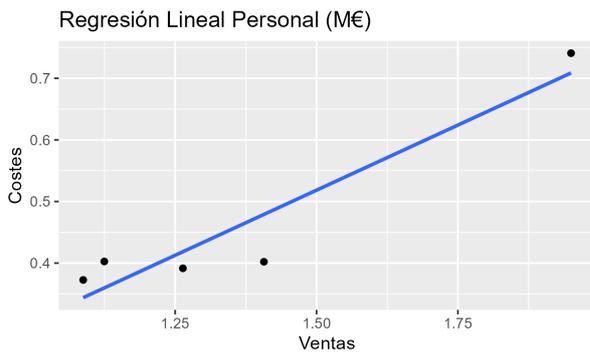
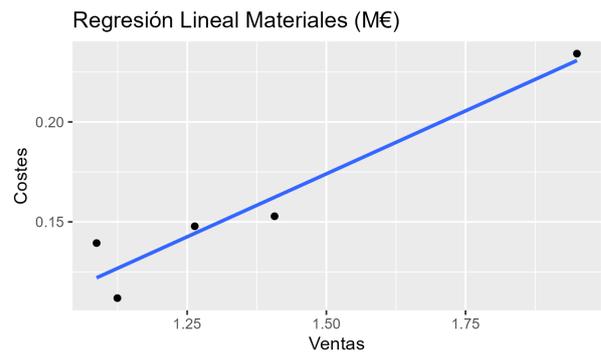
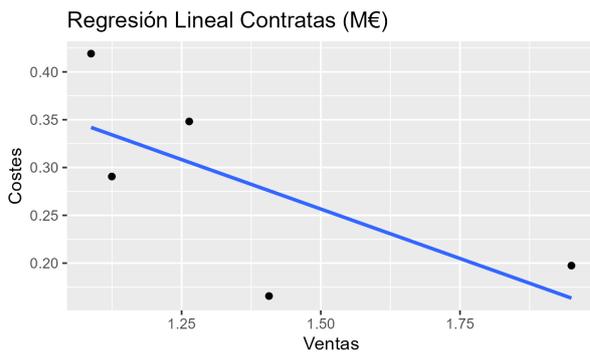
## Milonita



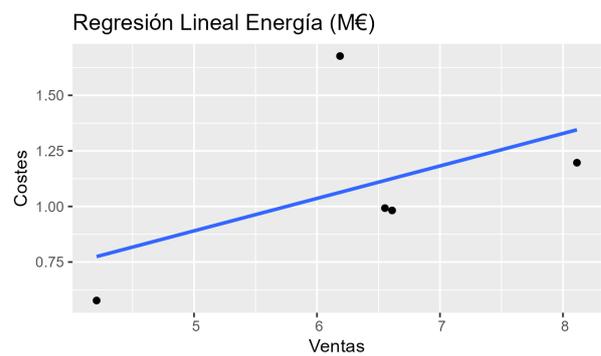
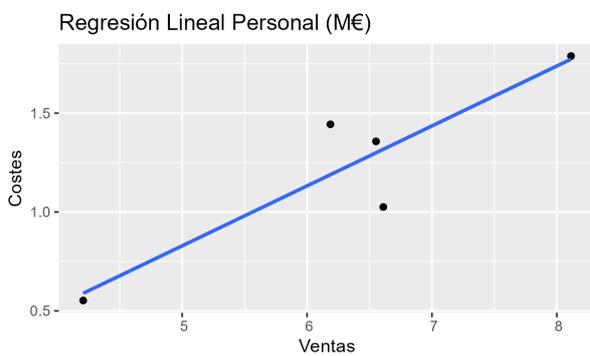
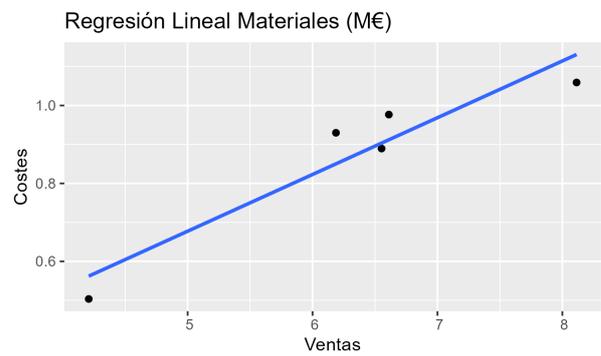
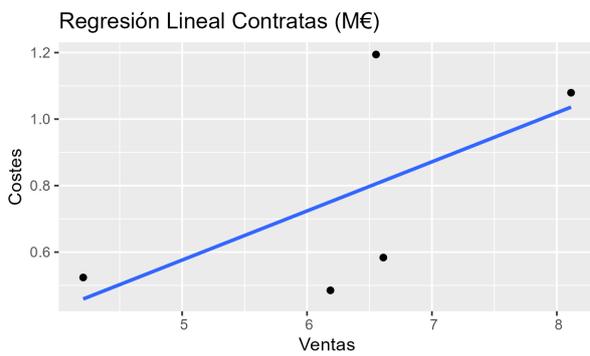
## Ofta



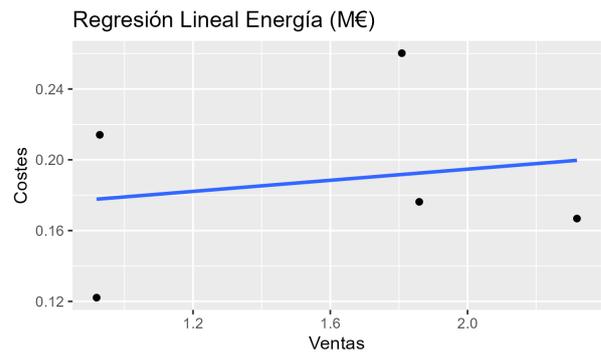
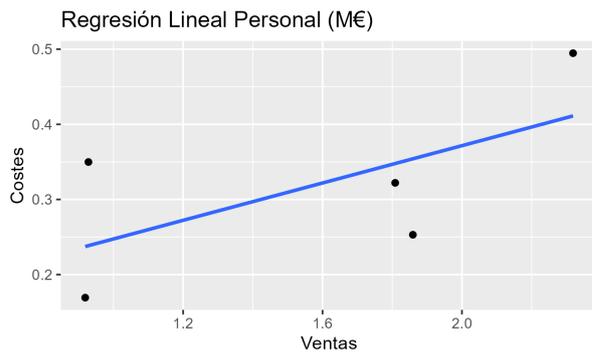
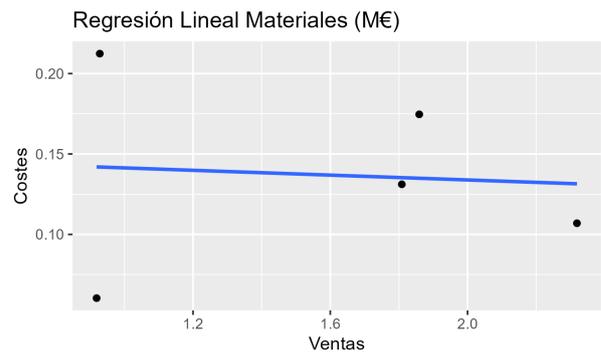
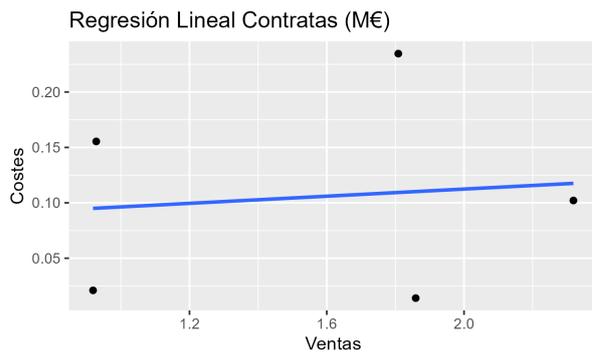
## Pizarra (otros)



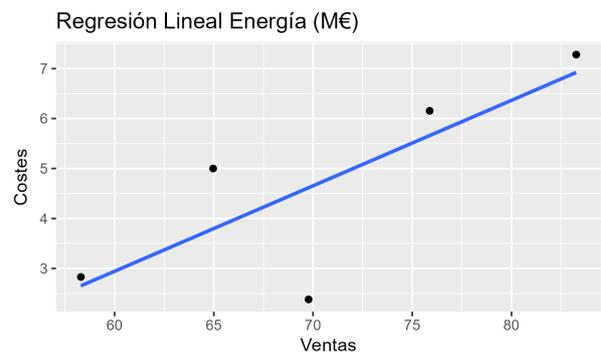
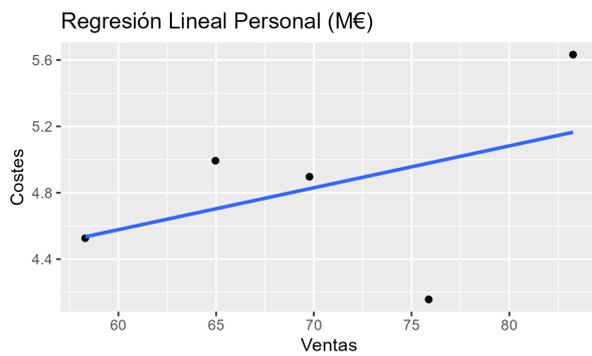
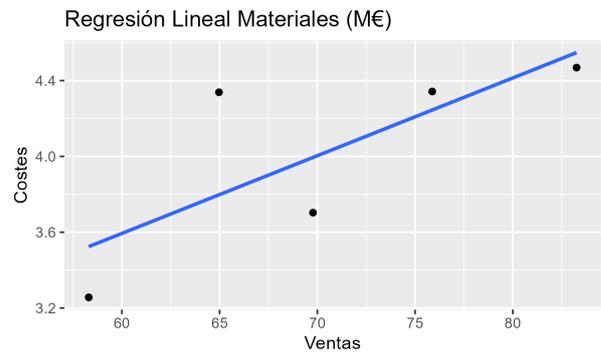
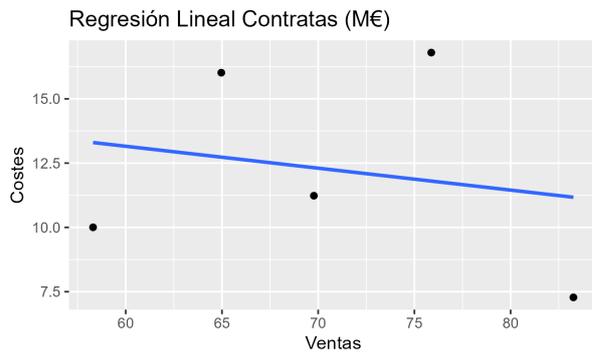
## Pórfidos



## Traquita



## Yeso





## **Apéndice D**

### **Relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 203**

**ANEXO I. RELACIÓN DEL TRABAJO CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA AGENDA 2030**

**Anexo al Trabajo de Fin de Grado y Trabajo de Fin de Máster: Relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030.**

Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No Procede
ODS 1. <b>Fin de la pobreza.</b>				X
ODS 2. <b>Hambre cero.</b>				X
ODS 3. <b>Salud y bienestar.</b>				X
ODS 4. <b>Educación de calidad.</b>				X
ODS 5. <b>Igualdad de género.</b>				X
ODS 6. <b>Agua limpia y saneamiento.</b>				X
ODS 7. <b>Energía asequible y no contaminante.</b>	X			
ODS 8. <b>Trabajo decente y crecimiento económico.</b>		X		
ODS 9. <b>Industria, innovación e infraestructuras.</b>				
ODS 10. <b>Reducción de las desigualdades.</b>				X
ODS 11. <b>Ciudades y comunidades sostenibles.</b>				X
ODS 12. <b>Producción y consumo responsables.</b>	X			
ODS 13. <b>Acción por el clima.</b>	X			
ODS 14. <b>Vida submarina.</b>				X
ODS 15. <b>Vida de ecosistemas terrestres.</b>		X		
ODS 16. <b>Paz, justicia e instituciones sólidas.</b>				X
ODS 17. <b>Alianzas para lograr objetivos.</b>		X		

Descripción de la alineación del TFG/TFM con los ODS con un grado de relación más alto.

\*\*\*Utilice tantas páginas como sea necesario.

El trabajo realizado está relacionado con varios de los ODS, debido a la importancia del sector de la minería, tal y como se comenta en el primer capítulo del trabajo. Tiene varios objetivos que se tratan en el trabajo a un nivel medio como el número 8, con el crecimiento económico asociado a la apuesta europea por blindar las materias primas fundamentales o el número 17 como muestra la creación de la Iniciativa de Materias Primas, siendo uno de los pilares centrales de esta, la cooperación internacional.

Pero los Objetivos de Desarrollo Sostenible que más destacan son el 7, el 11 y el 12. Respecto a la Energía no contaminante, desde el trabajo se han abordado las consecuencias de las políticas de descarbonización de la Unión Europea y cómo han afectado a la minería de productos energéticos en nuestro país y a su estructura de costes. Este a su vez está estrechamente relacionado con el ODS de Acción por el clima y cómo la UE ha marcado a la minería de ciertas materias primas, destinadas a la fabricación de baterías eléctricas y paneles



**Anexo al Trabajo de Fin de Grado y Trabajo de Fin de Máster: Relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030.** (Numere la pàgina)

solares, como fundamentales en la doble transición en la que está envuelta: la ecológica y la tecnológica. Finalmente, la Hoja de ruta para el sector minero publicada por el Gobierno de España indica la importancia de la economía circular, especialmente con los materiales no renovables, para una gestión sostenible y eficiente de estos recursos naturales. Conocer por tanto la estructura de costes del sector se convierte en una información crucial para la toma de decisiones estratégicas. Todo esto lo recoge el ODS número 12: producción y consumo responsables.



# Bibliografía

Ley 12/1989, de 9 de mayo, de la función estadística pública, noviembre 1989. URL <https://www.boe.es/eli/es/l/1989/05/09/12/con>.

JJ Allaire, Yihui Xie, Christophe Dervieux, Jonathan McPherson, Javier Luraschi, Kevin Ushey, Aron Atkins, Hadley Wickham, Joe Cheng, Winston Chang, and Richard Iannone. *rmarkdown: Dynamic Documents for R*, 2023. URL <https://CRAN.R-project.org/package=rmarkdown>. R package version 2.22.

M. Arias. Capex, enero 2023. URL <https://www.rankia.com/diccionario/bolsa/capex>. Recuperado 25 de junio de 2023.

R. Bagherpour. *Technical and economical optimization of surface mining processes*. 2007.

CNMC. Informe anual de supervisión de la distribución de carburantes en estaciones de servicio: Año 2020. [https://www.cnmc.es/sites/default/files/3554085\\_7.pdf](https://www.cnmc.es/sites/default/files/3554085_7.pdf), 2021.

Comisión Europea. Comunicación de la comisión al parlamento europeo y al consejo - la iniciativa de las materias primas: cubrir las necesidades fundamentales en europa para generar crecimiento y empleo SEC(2008) 2741. *COM(2008) 699 final*, noviembre 2008. URL <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A52008DC0699>.

Comisión Europea. Comunicación de la comisión al parlamento europeo, al consejo, al comité económico y social europeo y al comité de las regiones resiliencia de las materias primas fundamentales: trazando el camino hacia un mayor grado de seguridad y sostenibilidad. *COM(2020) 474 final*, agosto 2020. URL <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0474>.

Comisión Europea. Communication from the commission to the european parliament, the european council, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions a green deal industrial plan for the net-zero age. *COM(2023) 62 final*, febrero 2023. URL <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52023DC0062>.

Comisión Europea. European raw materials alliance, s. f. URL [https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/strategy/industrial-alliances/european-raw-materials-alliance\\_en](https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/strategy/industrial-alliances/european-raw-materials-alliance_en).

Comisión Europea. Ley europea de materias primas fundamentales. díganos lo que piensa, s. f.-b. URL [https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13597-Ley-Europea-de-Materias-Primas-Fundamentales\\_es](https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13597-Ley-Europea-de-Materias-Primas-Fundamentales_es).

- Consejo de la Unión Europea. Decisión del consejo, de 10 de diciembre de 2010, relativa a las ayudas estatales destinadas a facilitar el cierre de minas de carbón no competitivas (2010/787/ue). *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 336:24–29, diciembre 2010. URL <http://data.europa.eu/eli/dec/2010/787/oj>.
- P. Crowson. Mine size and the structure of costs. *Resources Policy*, 29(1-2):15–36, 2003.
- FinModelsLab. Effective cost management in metal mining. Blog, 2023. URL <https://finmodelslab.com/blogs/blog/metal-mining-operating-costs>.
- G. F. García and M. F. Guijarro. *Contabilidad de costes y toma de decisiones*. 2014.
- Gobierno de España. Ley 22/1973, de 21 de julio, de minas. *Boletín Oficial del Estado*, 176(24 de julio), 1973. URL <https://www.boe.es/eli/es/l/1973/07/21/22/con>.
- Gobierno de España. Real decreto 2857/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el reglamento general para el régimen de la minería. *Boletín Oficial del Estado*, 295(11 de diciembre):27847–27856, 1978. URL <https://www.boe.es/eli/es/rd/1978/08/25/2857>.
- Gobierno de España. Ley 54/1980, de 5 de noviembre, de modificación de la ley de minas, con especial atención a los recursos minerales energéticos. *Boletín Oficial del Estado*, 280(21 de noviembre):26000–26001, 1980. URL <https://www.boe.es/eli/es/l/1980/11/05/54>.
- Gobierno de España. Real decreto legislativo 1303/1986, de 28 de junio, por el que se adecua al ordenamiento jurídico de la comunidad económica europea el título viii de la ley 22/1973, de 21 de julio, de minas. *Boletín Oficial del Estado*, 155(30 de junio): 23756–23756, 1986. URL <https://www.boe.es/eli/es/rdlg/1986/06/28/1303>.
- J. Herrera Herbert. *Introducción a la Minería Subterránea. Vol. I: Características generales*. 2019. doi: 10.20868/UPM.book.62723.
- M. High. Managing risk in the mining sector through specialist insurance. *Mining Digital*, mayo 2020. URL <https://miningdigital.com/supply-chain-and-operations/managing-risk-mining-sector-through-specialist-insurance>.
- MITECO. Estadística minera de españa 2016. <https://energia.gob.es/mineria/Estadistica/DatosBibliotecaConsumer/2016/estadistica-minera-anual-2016.pdf>, 2018.
- MITECO. Estadística minera de españa 2017. [https://energia.gob.es/mineria/Estadistica/DatosBibliotecaConsumer/2017/Estadistica\\_Minera\\_%20anual\\_2017.pdf](https://energia.gob.es/mineria/Estadistica/DatosBibliotecaConsumer/2017/Estadistica_Minera_%20anual_2017.pdf), 2019.
- MITECO. Estadística minera de españa 2018. [https://energia.gob.es/mineria/Estadistica/DatosBibliotecaConsumer/2018/Estadistica\\_Minera\\_anual\\_2018.pdf](https://energia.gob.es/mineria/Estadistica/DatosBibliotecaConsumer/2018/Estadistica_Minera_anual_2018.pdf), 2020.
- MITECO. Estadística minera de españa 2019. <https://energia.gob.es/mineria/Estadistica/DatosBibliotecaConsumer/2019/estadistica-minera-anual-2019.pdf>, 2021.
- MITECO. Estadística minera de españa 2020. <https://energia.gob.es/mineria/Estadistica/DatosBibliotecaConsumer/2020/Estadistica-Minera-Anual-2020.pdf>, 2022a.

---

MITECO. Hoja de ruta para la gestión sostenible de las materias primas minerales. [https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/planes-estrategias/materias-primas-minerales/hr-materias-primas-minerales\\_23-8-22\\_web\\_tcm30-544770.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/planes-estrategias/materias-primas-minerales/hr-materias-primas-minerales_23-8-22_web_tcm30-544770.pdf), 2022b.

M. Mohutsiwa and C. Musingwini. Parametric estimation of capital costs for establishing a coal mine: South africa case study. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 115(8):789–797, 2015. URL <https://dx.doi.org/10.17159/2411-9717/2015/V115N8A17>.

M. R. A. Pérez. *Manual de contabilidad de costes*. 2004.

Representación en España. Plan industrial del pacto verde: liderazgo de la industria europea con cero emisiones netas. Comunicado de prensa, febrero 2023. URL <https://spain.representation.ec.europa.eu/noticias-eventos/noticias-0/plan-industrial-del-pacto-verde-liderazgo-de-la-industria-europea-con-cero-emisiones-netas-2023-02-es>.

Rumbo Minero. Estas son las cinco pólizas que usualmente contrata la minería. *RUMBO MINERO*, agosto 2018. URL <https://www.rumbominero.com/peru/noticias/mineria/estas-son-las-cinco-polizas-que-usualmente-contrata-la-mineria/>.

Julián Miguel Solana Álvarez. La importancia de disponer de datos en ciencias sociales. *Anuario Jurídico y Económico Escurialense*, 48:335–356, 2015. ISSN 1133-3677. URL <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5009669>.

Elisa Sánchez Godínez and Lorena Zúñiga Segura. La importancia de contar con información precisa, confiable y oportuna en las bases de datos. *Revista Nacional de Administración*, 2(2):145–154, 2011. ISSN 1659-4932, 1659-4908. URL <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4716521>.

Unión Europea. Dictamen del comité económico y social europeo sobre «la minería no energética en europa». *Diario Oficial de la Unión Europea*, C 27(3 de febrero): 82–87, 2009. URL <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX%3A52008IE1206>.

Alejandro Villarreal. Las minas están cerradas, pero las ayudas al carbón aún le cuestan a españa 100m al año. *elconfidencial.com*. URL [https://www.elconfidencial.com/espana/2022-11-20/mineria-coste-plan-miner-cierre\\_3524082/](https://www.elconfidencial.com/espana/2022-11-20/mineria-coste-plan-miner-cierre_3524082/).

Hadley Wickham. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York, 2016. ISBN 978-3-319-24277-4. URL <https://ggplot2.tidyverse.org>.

Hadley Wickham, Winston Chang, Lionel Henry, Thomas Lin Pedersen, Kohske Takahashi, Claus Wilke, Kara Woo, Hiroaki Yutani, and Dewey Dunnington. *ggplot2: Create Elegant Data Visualisations Using the Grammar of Graphics*, 2023a. URL <https://CRAN.R-project.org/package=ggplot2>. R package version 3.4.2.

Hadley Wickham, Romain François, Lionel Henry, Kirill Müller, and Davis Vaughan. *dplyr: A Grammar of Data Manipulation*, 2023b. URL <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>. R package version 1.1.2.

- Yihui Xie. knitr: A comprehensive tool for reproducible research in R. In Victoria Stodden, Friedrich Leisch, and Roger D. Peng, editors, *Implementing Reproducible Computational Research*. Chapman and Hall/CRC, 2014. ISBN 978-1466561595.
- Yihui Xie. *Dynamic Documents with R and knitr*. Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, Florida, 2nd edition, 2015. URL <https://yihui.org/knitr/>. ISBN 978-1498716963.
- Yihui Xie. *knitr: A General-Purpose Package for Dynamic Report Generation in R*, 2023. URL <https://yihui.org/knitr/>. R package version 1.43.
- Yihui Xie, J.J. Allaire, and Garrett Golemund. *R Markdown: The Definitive Guide*. Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, Florida, 2018. ISBN 9781138359338. URL <https://bookdown.org/yihui/rmarkdown>.
- Yihui Xie, Christophe Dervieux, and Emily Riederer. *R Markdown Cookbook*. Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, Florida, 2020. ISBN 9780367563837. URL <https://bookdown.org/yihui/rmarkdown-cookbook>.
- Hao Zhu. *kableExtra: Construct Complex Table with kable and Pipe Syntax*, 2023. <http://haozhu233.github.io/kableExtra/>.