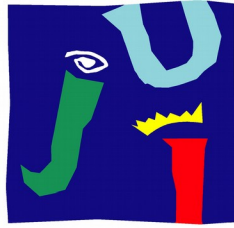


Trabajo Final de Grado.
Alejandro Soliva Beser.



**UNIVERSITAT
JAUME·I**

UNIVERSIDAD JAUME I

**ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGÍA Y CIENCIAS
EXPERIMENTALES**

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

**Auditoría energética de una planta de producción de
tierra atomizada.**

Trabajo de Final de Grado

AUTOR:

Alejandro Soliva Beser

DIRECTOR:

Enrique Francisco Belenguer
Balaguer

Castellón, enero de 2017

Trabajo Final de Grado.
Alejandro Soliva Beser.

Índice

- **Memoria.**
- **Cálculos.**
- **Planos.**
- **Pliego de condiciones.**
- **Presupuesto.**
- **Anexo: Datos Recopilados.**

Trabajo Final de Grado.
Alejandro Soliva Beser.

Trabajo Final de Grado.
Alejandro Soliva Beser.

AGRADECIMIENTOS

A mis, compañeros y amigos, por ayudarme a lo largo de toda la carrera y durante la realización del proyecto.

A mi familia, por apoyarme a lo largo de todo el camino y darme su consejo y comprensión.

A mi pareja, por darme el animo y el cariño que necesitaba, cuando lo necesitaba, y apoyarme en todo momento.

A mi tutor Enrique Belenguer, por todo el tiempo dedicado y toda la ayuda recibida.

A la Empresa Atomizadora, y a sus profesionales, por la ayuda recibida y por hacer de mi estancia en practicas, una gran experiencia.

Trabajo Final de Grado.
Alejandro Soliva Beser.

MEMORIA

Índice

1 Objeto del proyecto.....	5
2 Ámbito del proyecto.....	6
3 Alcance del proyecto.....	7
4 Antecedentes.....	8
5 Normas y referencias.....	9
6 Definiciones y abreviaturas.....	10
7 Normativa de eficiencia energética.....	11
8 Proceso de una auditoría energética.....	13
8.1 Introducción.....	13
8.2 Fases de una auditoría energética.....	14
8.3 Metodología de una auditoría energética.....	17
9 Introducción al sector cerámico.....	24
9.1 El sector cerámico: caracterización y situación actual.....	24
9.1.1 Historia y caracterización del sector.....	24
9.1.2 Evolución del sector en los últimos años.....	27
9.2 Consumos de energía.....	32
9.2.1 Consumos de energía final en el sector de productos minerales no metálicos.....	32
9.2.2 Consumos de energía final sector de fabricación de productos cerámicos para la construcción.....	34
10 Descripción del proceso de atomización.....	35
10.1 Introducción.....	35
10.2 Recepción de materia prima.....	35
10.3 Preparación materia prima.....	36
10.4 Molienda.....	37
10.5 Atomizado.....	39
10.6 Diagrama de flujo.....	44
11 Sistemas auxiliares al proceso de atomización.....	47
11.1 Introducción de las tecnologías horizontales.....	47
11.2 Iluminación.....	48
11.3 Sistemas de aire comprimido.....	53
11.4 Sistemas de climatización.....	56
11.5 Bombas.....	58
12 Desarrollo de la auditoría energética.....	62
12.1 Datos generales.....	62
12.2 Inventario de equipos.....	66
12.3 Datos energéticos.....	70
12.4 Consumo y coste energético anual.....	78
12.5 Indicador de Desempeño Energético.....	83
13 Propuestas de Ahorro Energético.....	85
13.1 Introducción.....	85
13.2 Medidas de Ahorro Energético.....	86
13.2.1 Regulación en el tiempo de funcionamiento de los agitadores de las balsas.....	86
13.2.2 Actualización de los motores de las cintas transportadoras.....	88
13.2.3 Mejora en la iluminación.....	90
13.2.4 Cambio de los motores de los molinos.....	92
13.3 Análisis de la factura eléctrica.....	94

13.3.1 Cambio de potencia contratada.....	94
13.3.2 Reducir consumo en horas punta.....	99
13.3.3 Cambio compañía comercializadora.....	102

1 Objeto del proyecto.

El objeto del proyecto propuesto es el estudio, la comprensión y el análisis del estado energético actual de una planta industrial y presentar una serie de mejoras con el fin de mejorar la eficiencia de la misma. La planta industrial se dedica a la producción de tierra atomizada.

Para realizar de manera correcta este estudio se llevará acabo una auditoría energética. De esta manera se podrá observar el comportamiento actual de la planta, detectar las principales fuentes de energía, obtener propuestas de ahorro energético y económico, y escoger la adecuada para mejorar la eficiencia de la planta.

El objeto de la auditoria es obtener un conocimiento fiable del consumo energético y su coste asociado, identificando y caracterizando los factores que afectan al consumo de energía en la empresa auditada, para finalmente detectar y evaluar las distintas oportunidades de ahorro y diversificación de energía, teniendo en cuenta su repercusión en el coste energético y de mantenimiento, así como otros beneficios y costes asociados.

La planta industrial de producción de tierra atomizada pertenece a una empresa de la provincia de Castellón a la que llamaremos Empresa Atomizadora. Al tratarse de un proyecto de carácter confidencial no se revelará ningún dato identificativo de la Empresa Atomizadora.

2 Ámbito del proyecto.

El ámbito físico objeto del proyecto será el proceso de producción de tierra atomizada, la fábrica entera se dedica en exclusiva a la producción de tierra atomizada por lo que gran parte de la misma quedará afectada como objeto de la auditoría.

La fábrica puede dividirse en diversas zonas, de las cuales quedara afectada la zona de mayor consumo energético, la de producción, donde se encuentran la mayoría de los grandes consumos de la fábrica, atomizadores, balsas y molinos, entre otros.

Esto implicará por tanto a los departamentos de producción y mantenimiento, los cuales se verán afectados por el procedimiento de la auditoria energética. De esta forma todo el personal situado en esos departamentos deberá ser previamente informado de la situación.

3 Alcance del proyecto.

El alcance técnico de la auditoria, marca la profundidad de detalle de la misma. Hablando con la Empresa Atomizadora, se ha acordado realizar una auditoría energética centrándonos sobretodo en los consumos eléctricos de la planta, ya que se dispone de tiempo y personal limitado.

De esta forma nos centraremos sobretodo en los grandes consumos eléctricos de la fábrica, atomizadores, balsas y molinos, y en las tecnologías horizontales y servicios, como la iluminación, sistemas de aire comprimido y bombas, ya que son tecnologías que afectan a la totalidad del proceso.

Se obtendrán los datos necesarios de consumo durante ese mes, las potencias de los mayores consumos y se realizara un inventariado de todas las maquinas y tecnologías que intervienen en el proceso de atomizado.

4 Antecedentes.

Los antecedentes son las actuaciones previas que han sido realizadas por la Empresa Atomizadora en materia de eficiencia energética.

Previamente a esta auditoría energética se han llevado a cabo las siguientes actuaciones previas:

- Auditoria energética en el año 2013.
- M.A.E.s realizadas:

Entre las medidas de ahorro energético propuestas, se encontró la instalación de variadores de frecuencia, mejora en la instalación de aire comprimido y el correcto aislamiento de las zonas por las que circula aire caliente proveniente de las turbinas.

Todas las actuaciones previas deben considerarse y revisarse, ya que en algunos casos suponen puntos críticos que deben renovarse cada pocos años. Es importante tener estos antecedentes como base, revisarlos y buscar nuevas formas de ahorro energético.

5 Normas y referencias.

A continuación se realizara un listado de todas las normas y referencias usadas para el correcto desarrollo de este proyecto:

- *UNE 157001 Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.*
- *UNE-EN 16247-1 Auditorías energéticas. Parte 1: Requisitos generales.*
- *UNE-EN 16247-3 Auditorías energéticas. Parte 3: Procesos.*
- *R.D. 56/2016 Eficiencia energética, auditorias energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía.*
- *Directiva Europea 2012/27/UE.*
- *UNE-EN 12464-1 Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores.*
- *UNE-EN 12464-2 Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 2: Lugares de trabajo en exteriores.*
- *R.D. 2060/2008 Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.*
- *R.D. 1027/2007 Reglamento de las Instalaciones Térmicas en los Edificios.*
- *R.D. 238/2013 Modificación artículos del RITE 1027/2007.*

6 Definiciones y abreviaturas.

A continuación se realizara un listado de todas las definiciones y abreviaturas usadas durante el desarrollo del proyecto.

- ACS – Agua Caliente Sanitaria.
- M.A.E.s – Medidas de Ahorro Energético.
- MINETur – Ministerio de Industria, Energía y Turismo.
- ITC – Instituto de Tecnología Cerámica.
- ASCER – Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos.
- INE – Instituto Nacional de Estadística.
- CNAE – Clasificación Nacional de Actividades Económicas.
- RITE – Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- IDE – Indicador de Desempeño Energético.
- SGE – Sistema de Gestión de la Energía.

7 Normativa de eficiencia energética.

El Ministerio de Industria, Energía y Turismo, mediante el Real Decreto 56/2016, aprobado el 12 de febrero de 2016, transponía la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía.

Este Real Decreto tiene como finalidad ser el impulso de un conjunto de actuaciones a realizar dentro de los procesos de consumo energético que contribuyan al ahorro y a la eficiencia de la energía consumida, así como a optimizar la demanda energética de las instalaciones, equipos o sistemas consumidores. Además pretende obtener profesionales lo suficientemente fiables y competentes que aseguren la correcta aplicación del Real Decreto.

Es importante tener en cuenta este Real Decreto ya que en el se especifica el ámbito de aplicación, el alcance y los criterios mínimos que debe tener una auditoría energética.

En el capítulo 2, auditorías energéticas, artículo segundo, ámbito de aplicación, especifica qué empresas están obligadas a la realización de una auditoría energética, ya sea empresas que ocupen a más de 250 personas, como aquellas grandes empresas que sin cumplir este criterio, tengan un volumen de negocio que exceda de los 50 millones de euros y, a la par, un balance general que exceda de los 43 millones de euros. En el caso de nuestra Empresa Atomizadora, la auditoría energética será obligatoria, debido al criterio económico.

En el artículo tercero del mismo capítulo, alcance y criterios mínimos, especifica qué las empresas o grupos de sociedades que se vean incluidos en el artículo segundo, entre los que se encuentra nuestra Empresa Atomizadora, deberán someterse a una auditoría energética cada 4 años, a partir de la fecha de la auditoría energética anterior, y que esta debe cubrir al menos el 85% del consumo total de energía final del conjunto de las instalaciones ubicadas en el territorio nacional que formen parte de cualquiera de las actividades de dichas empresas o grupos. Además en este punto se recalca, que toda aquella empresa que durante dos ejercicios consecutivos cumplan alguno de los criterios del artículo segundo, deberán realizar la auditoría en un plazo inferior a 9 meses, siempre que no hayan realizado una previamente en el plazo de 4 años.

En nuestra Empresa Atomizadora, será necesario realizar una nueva auditoría energética, pero no tendremos el plazo límite de 9 meses, ya que justo este año se cumplen 4 años de la última auditoría energética llevada a cabo en el año 2013.

En los siguientes artículos de este segundo capítulo, se especificarán las directrices que deberá seguir la auditoría energética, los auditores energéticos y qué pasos deben seguirse para la correcta elaboración de una auditoría energética.

Para realizar correctamente la auditoría energética en nuestra Empresa Atomizadora, se deberá seguir la norma UNE-EN 16247, en especial sus partes 1 y 3, de requisitos generales y para procesos, respectivamente y las cuales se explicarán a continuación.

8 Proceso de una auditoría energética.

8.1 Introducción.

Una auditoría energética, según la normativa UNE–EN 16247 es, un proceso sistemático, independiente y documentado para la obtención de evidencias y su evaluación objetiva en una organización o parte de ella con el objeto de:

- Obtener un conocimiento fiable del consumo energético asociado.
- Identificar y caracterizar los factores que afectan al consumo de energía.
- Detectar y evaluar las distintas oportunidades de ahorro, mejora de la eficiencia y diversificación de energía y su repercusión en coste energético y de mantenimiento, así cómo otros beneficios o costes asociados.

El objetivo final de una auditoría energética es obtener una idea clara de los puntos clave sobre los que se puede incidir para obtener un ahorro energético, mejorar la eficiencia, con lo que al final se consigue disminuir la dependencia energética y en definitiva reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Actualmente la política energética Europea y de igual forma la Española, persigue tres objetivos clave:

- Garantizar la seguridad en el abastecimiento, mediante el ahorro de energía y la diversificación de las fuentes de obtención de energía.
- Aumentar la competitividad de las economías, en lo referente a la energía.
- Promover la sostenibilidad ambiental y luchar contra el cambio climático.

Las auditorías energéticas son el medio, mediante el cual se pueden cumplir estos objetivos, analizando como reducir la intensidad energética, asociado a la eficiencia y ahorro energético. Lo que nos lleva a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y a disminuir la dependencia energética.

8.2 Fases de una auditoría energética.

Una auditoría energética se puede dividir en las siguientes fases:

Planificación:

Antes de iniciar un trabajo de auditoría debemos conocer:

- Recursos de equipos necesarios y medios humanos a emplear.
- Jornadas de trabajo que vamos a utilizar, sobretodo de trabajo de campo.
- Información previa al desplazamiento que podamos obtener.
- Plazos de realización de los trabajos.
- Persona de contacto de la instalación.

Recopilación y revisión de datos:

Debemos obtener los siguientes datos de las instalaciones a auditar:

- Facturas eléctricas.
- Facturas de combustible.
- Facturas de consumo de agua.
- Planimetría.
- Régimen de trabajo general.
- Esquemas de las instalaciones (Unifilares, esquemas de principio, etc.).
- Otros datos como producción, ocupación, etc.

Trabajo preparatorio:

Para iniciar el trabajo de campo se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Equipo a utilizar: Cámara termográfica, Analizador de redes, Luxómetro, Caudalímetro y Analizador de gases de combustión.
- Edificios o instalaciones a auditar.
- Tipos de instalaciones a auditar.
- Fichas de campo.
- Concertar las visitas.

Trabajo de campo:

- Realización de inventariado: Líneas de producción, Sistemas de iluminación, Sistemas de climatización, Sistemas de producción de ACS/Calefacción, Energía renovables y cogeneración y Otros equipos instalados.
- Mediciones lumínicas.
- Mediciones eléctricas.
- Mediciones térmicas.
- Otras mediciones.

Revisión y análisis de datos:

Una vez obtenida toda la documentación y realizadas las mediciones correspondientes pasaremos a evaluar los valores obtenidos:

- Análisis de facturación:
 - Electricidad: optimización del término de potencia, revisar los consumos energía reactiva, estudio de desplazar la curva de carga, negociación del precio de la energía.
 - Combustibles: estudio de sustitución de combustible, negociación del precio de la energía.
- Estimación del consumo de los elementos inventariados.
- Cálculo del rendimiento de los elementos inventariados.
- Obtención de la curva de carga de la instalación.
- Análisis de los aislamientos térmicos: conducciones y envolvente, para saber si debemos actuar sobre ellos.
- Obtención de las temperaturas de trabajo de los elementos de climatización y agua caliente sanitaria (A.C.S.).

Identificación de las medidas de ahorro energético y económico:

Una vez interpretada la información obtenida debemos plantear las Medidas de Ahorro Energético (M.A.E.s.), evaluar las inversiones necesarias, los periodos de retorno, los ahorros energéticos, etc.

Las M.A.E.s. se deben plantear por tecnologías ordenándolas en función de su periodo de retorno, de menor a mayor periodo de retorno de la inversión.

Revisión con el personal de la empresa:

Previamente a la redacción del documento final se debe consensuar el contenido del mismo con la dirección y los técnicos de la propiedad. Se deben comentar los resultados de las mediciones y análisis de la información. Y sobretodo consensuar las M.A.E.s. a aplicar, tanto por las implicaciones que puede tener en la producción, como las preferencias en operación y mantenimiento de las mismas.

Elaboración del documento final:

Finalmente se redactara el documento final, en el que deberá constar toda la información y se hará entrega del documento a la organización.

Se propone a continuación, basándose en las fases de actuación de la auditoría energética, una metodología para el correcto desarrollo de la misma.

8.3 Metodología de una auditoría energética.

La metodología comienza por unos puntos generales que ayuden tanto al auditor como a la organización, a un correcto desarrollo de la auditoría. De esta forma comienza la primera fase de una auditoría energética, la planificación.

Se establecen canales de comunicación con los interlocutores designados de la organización, se pacta con la organización el flujo de información en ambos sentidos, y la posibilidad de acceder a documentos, datos e información necesaria para la ejecución de la auditoría.

Se establece un programa de trabajo, y se fija una fecha de entrega. El programa de trabajo puede incluir entrevistas con el personal y toma de medidas in situ, siempre con el conocimiento previo de la organización y teniendo en cuenta todas las medidas de seguridad necesarias.

La recopilación y revisión de datos es fundamental, ya que puede evitar trabajo de campo si se desarrolla de manera adecuada y se tienen todos los datos necesarios. En caso contrario se deberá plantear realizar una visita en la que se realizaran los trabajos de campo.

Es necesario llevar a cabo un trabajo preparatorio previo a la realización del trabajo de campo, sobretodo para poder desarrollar el trabajo de campo de la manera mas eficiente posible.

De esta forma se debe decidir la instrumentación que se va a llevar, los edificios auditados y las fechas en las que se llevara acabo esta visita.

El trabajo de campo comenzara tras el acuerdo con la organización. Las labores de medición y toma de datos se deben realizar siguiendo los siguientes criterios:

- Con conocimiento y acuerdo con la organización.
- Evitando que los operadores del establecimiento modifiquen sus prácticas, y tratando de causar las mínimas molestias a la organización y a las personas que la integran.
- Con las necesarias unidades de seguridad para personas y equipos.
- Cumpliendo la normativa existente.

De la misma forma, se debe obtener una contabilidad energética. La contabilidad energética tiene como objetivo, la asignación de consumo de energía a equipos, sistemas, operaciones o cualquier otra división de la organización que se considere efectiva.

La precisión de la contabilidad de las diferentes divisiones, debe ser proporcional a la relevancia del consumo de dicha división y a las posibilidades de ahorro a través de la implantación de las medidas y debe definir los siguientes puntos:

- Generación y consumos energéticos y costes asociados según fuente.
- Balance energético de los consumos anteriores por tipos de instalaciones (equipos y líneas de proceso, y servicios).
- Un perfil temporal del consumo por cada fuente o vector energético usado por cada equipo, sistema, operación, etc.
- Un precio medio de cada forma de energía en el año considerado.
- Ratios de generación, consumo y/o consumos específicos. Ratios energéticos significativos (consumo por operaciones y por cantidad de producto o materia procesada).

Tras el trabajo de campo, se debe realizar un análisis del estado de las instalaciones. Este análisis pretende otorgar el conocimiento suficiente de la situación energética actual y sirve de base para el desarrollo de las mejoras que se quieran aplicar.

Para comprender bien la situación actual de partida, es indispensable tener un claro conocimiento de cuales son los suministros energéticos. En este análisis se deben tener en cuenta los criterios de elección y utilización de los diferentes suministros, y haber obtenido en las etapas previas los siguientes datos de cada suministro:

Energía eléctrica:

- Contratación, compañía comercializadora y distribuidora y condiciones contractuales de compra venta.
- Consumo: Potencia instalada, curva de carga diaria / semanal y evolución variables de consumo de los últimos 12 meses.
- Coste de los diferentes conceptos facturados y su evolución durante los últimos 12 meses.

- Uso de energías renovables: tipo, porcentaje de aporte sobre el total de la energía eléctrica.
- Determinación de coeficientes de simultaneidad.
- Esquema unifilar actualizado.
- Uso de generadores de emergencia: potencia, autonomía, servicios que garantiza.
- Lista de potencia de los principales equipos consumidores.

Combustible:

- Tipo de suministro.
- Contratación, compañía comercializadora y distribuidora y condiciones contractuales de compra venta.
- Consumo: evolución variables de consumo de los últimos 12 meses.
- Coste de los diferentes conceptos facturados y su evolución durante los últimos 12 meses.

Autoproducción de energía:

- Tipo de instalación de autoproducción.
- Evolución variables de producción de los últimos 12 meses.
- Condiciones de contratación de la venta de energía producida.
- Determinación de autoconsumos y excedentes.

Otras fuentes de energía (vapor, gases calientes, agua caliente o refrigerada, etc.)

- Contratación, compañía comercializadora y distribuidora y condiciones contractuales de compra venta.
- Evolución variables de consumo de los últimos 12 meses.
- Coste de los diferentes conceptos facturados y su evolución durante los últimos 12 meses.
- Posibilidades de sustitución o complementariedad por fuentes de energía renovable.

Teniendo el suficiente conocimiento sobre los suministros, se debe de igual forma adquirir un gran conocimiento del proceso de producción.

Se debe tener claro el funcionamiento de las distintas operaciones de la organización así como de los principales equipos consumidores de energía que intervienen en las mismas.

Identificando las partes del proceso de mayor consumo energético, determinando el potencial de reducción de consumo energético y definiendo las propuestas de mejora.

Para conseguir un buen análisis del proceso de producción, es recomendable haber obtenido:

- Conocimiento suficiente del proceso de producción en lo que a sus implicaciones energéticas se refiere, con ayuda de un diagrama de proceso, así como el grado de utilización de la capacidad productiva de la instalación (%).
- Identificar las principales operaciones básicas, las líneas de proceso que trabajan de forma independiente y las que lo hacen de forma secuencial o encadenada.
- Identificar para cada operación básica las formas de energía usadas, los principales sistemas y equipos que la desarrollan y los diferentes vínculos entre operaciones básicas, así como flujos másicos involucrados para obtener indicadores de los costes energéticos por proceso o por producto.
- Horario de operación de la planta y conocimiento de los diferentes sistemas y equipos consumidores de energía que la conforman.
- Régimen del establecimiento: número de empleados, estacionalidad del proceso, régimen de funcionamiento (días por semana).
- Registro, cálculo o estimación y análisis de los consumos con el mayor detalle posible de los equipos, sistemas o partes del proceso.
- Análisis del estado de conservación de los equipos y sistemas, y sus características técnicas.

Se debe tener, un conocimiento amplio de las tecnologías horizontales y los servicios. Por tecnologías horizontales se entiende todas las instalaciones que no forman parte del proceso de producción pero que requieren de un aporte de energía para su funcionamiento, como pueden ser, sistemas de climatización, de generación de calor, etc.

El objetivo de conocer estas tecnologías horizontales y servicios, es poder identificar y analizar las posibilidades de ahorro o diversificación energética en todos los equipos y sistemas de la organización.

De esta forma, se deberá haber recogido en las etapas previas los siguientes datos e información sobre las tecnologías horizontales y servicios:

- Comportamiento térmico del edificio: características de la envolvente térmica, cerramientos opacos y huecos, orientación del edificio, zona climática, condensaciones, permeabilidades, puentes térmicos, protecciones solares por obstáculos remotos o debidas al propio edificio, condiciones funcionales de las distintas estancias del edificio y todo lo que influya en el comportamiento térmico del edificio.
- Sistema eléctrico: acometida, transformación y distribución hasta los puntos de consumo.
- Iluminación natural y artificial, interior y exterior a cargo de la organización.
- Acondicionamiento térmico del edificio, calefacción, refrigeración, calidad del aire, ventilación.
- Sistemas de producción de aire comprimido y red de distribución.
- Central térmica: calderas de agua caliente, generadores de vapor, aceite térmico y gases calientes.
- Sistema de producción, acumulación y distribución de agua caliente sanitaria.
- Sistemas de combustión y recuperación de calor en equipos de proceso.
- Central frigorífica: equipos de producción de agua refrigerada y sistemas de condensación.
- Redes de distribución de fluidos calientes, refrigerados o a presión, destinados tanto a climatización como a proceso.
- Elementos emisores y cambiadores de calor del sistema de climatización.
- Motores eléctricos y su regulación.

- Acometida y distribución de agua fría, grupos de presión, regulación, control de caudales.
- Otras fuentes de captación de aguas.
- Otras instalaciones: grupos electrógenos, baterías de condensadores, plantas depuradoras de agua, plantas de acondicionamiento de agua para uso humano o para proceso, sistemas de transporte interior de materias y productos.
- Sistema de autoproducción de energía.

En última instancia, deben obtenerse las propuestas de mejora. Estas propuestas deben cumplir ciertos objetivos:

- La reducción del consumo, bien final directo o bien de energía primaria equivalente.
- La reducción del coste asociado al consumo energético.
- La diversificación de la forma de energía consumida, hacia formas de energía más barata, más limpia, de menor impacto ambiental, de origen endógeno y/o de abastecimiento más seguro, que permita aumentar la eficiencia en su consumo final o que supongan un menor consumo de energía primaria equivalente.
- El aumento de la eficiencia o la reducción del consumo específico de algún equipo, sistema, servicio, operación, línea de proceso, etc.
- El uso e implantación de las mejores tecnologías disponibles económicamente viables.
- En caso de generación de energía, el aumento de producción, aumento del rendimiento y la disminución de las pérdidas.

Estas mejoras deben desarrollarse, por eso es importante analizarlas y realizar un estudio exhaustivo de las tecnologías implicadas en cada una de ellas. Se deberán tener en cuenta ciertos aspectos:

- Situación actual: descripción del sistema o equipo afectado, su desempeño energético actual y motivo de la propuesta de mejora.
- Concepto de mejora: descripción, suficiente para justificar el origen del ahorro, de las operaciones, actuaciones, instalaciones y modificaciones de cualquier tipo que se han de realizar para llevar a cabo cada mejora propuesta. Descripción de los materiales y equipos a emplear, y justificación de la opción elegida en caso de múltiples opciones.
- Situación futura: descripción de la nueva situación en cuanto a equipos y modos de operación que se obtendría, tras la implantación de la mejora.
- Ahorro energético anual previsto.
- El cálculo debe realizarse tanto en energía final como en energía primaria, indicándose los factores de conversión empleados y la fuente de los mismos.
- Cuantificación de la variación en las emisiones de dióxido de carbono equivalente. Se deben indicar los factores de conversión empleados y la fuente de los mismos.
- Factores económicos: ahorro anual derivado del energético, otros ahorros, nuevos costes de operación y mantenimiento, inversión necesaria y plazo de recuperación simple.

Una vez concluida la identificación de las medidas de ahorro energético, y previamente a la redacción del documento final, se consensará con la organización para estar de acuerdo en la viabilidad de las M.A.E.s. utilizadas.

Tras esto comenzará la última fase de la auditoría energética, la redacción del informe final. Es recomendable añadir en este informe, recomendaciones para un buen funcionamiento de las instalaciones.

Consejos de actuación para usar la energía de manera racional, cuyo efecto no es fácilmente cuantificable por depender mucho del comportamiento y hábitos de las personas y usos de las instalaciones, pero que suponen una inversión relativamente pequeña o nula.

Las recomendaciones y buenas prácticas estarán adaptadas específicamente a la estructura, funcionalidades y utilización de las instalaciones de estudio.

9 Introducción al sector cerámico.

9.1 El sector cerámico: caracterización y situación actual.

9.1.1 Historia y caracterización del sector.

El sector cerámico en España y especialmente en la provincia de Castellón, supone uno de los grandes motores de generación de empleo.

La fabricación de productos cerámicos forma parte del sector de fabricación de productos minerales no metálicos, entre los que se encuentran además la fabricación de vidrio, la fabricación de cemento, cal y yeso, y la fabricación de otros productos de minerales no metálicos.

En España, el sector de productos minerales no metálicos, está históricamente, especialmente ligado a la Comunidad Valenciana, como podemos ver en el siguiente mapa.

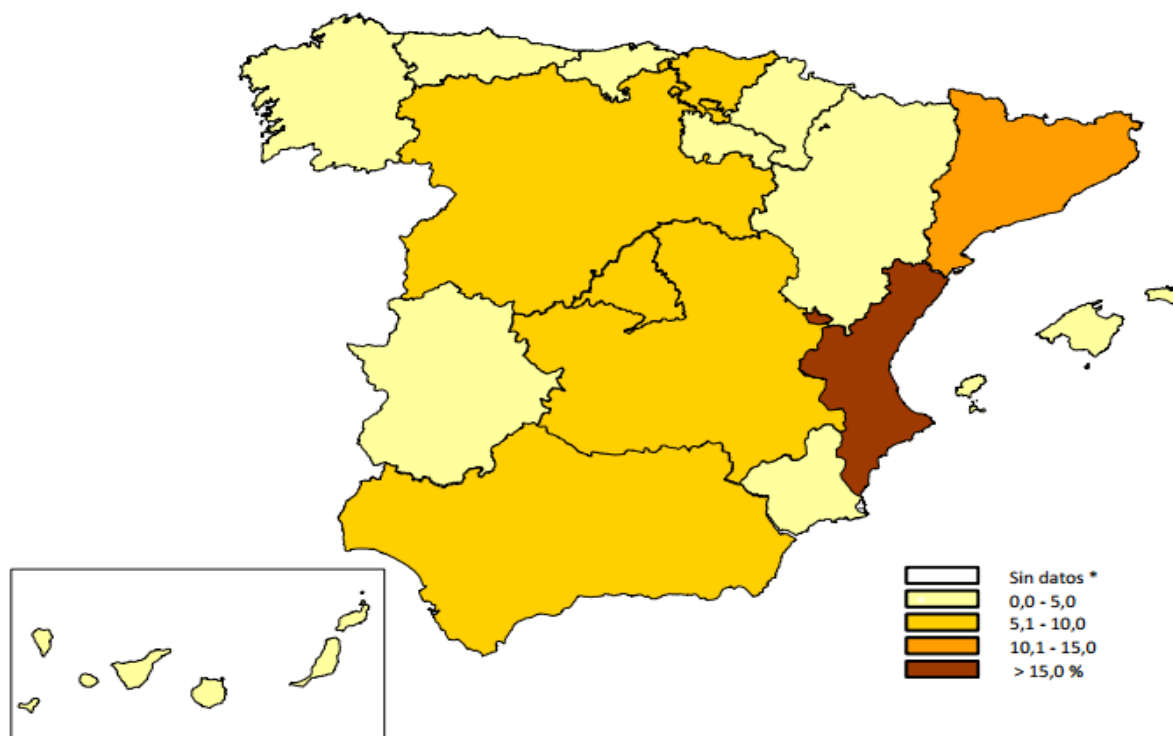


Imagen 1: Porcentaje de producción de productos minerales no metálicos en España. Fuente (MINETur)

Aunque el origen de la cerámica en España, comienza en el s. XIII en Andalucía, a través de la islamización de la península. No fue hasta que llegó a la Comunidad

En este distrito industrial se concentra prácticamente la totalidad de la fabricación de productos cerámicos de España, y podemos encontrar todo tipo de empresas que conforman el proceso de producción de cualquier material cerámico, empresas dedicadas únicamente a la producción de arcillas, como materia prima para la cerámica, empresas que se dedican a la elaboración del producto cerámico acabado y empresas que se dedican a la venta o distribución de este producto. Todo esto además combinado con la ayuda de organismos especializados, públicos y privados, que aportan la investigación e innovación a la industria, como puede ser el Instituto de Tecnología Cerámica (ITC).

Podemos dividir este sector en cuatro subsectores, dependientes entre ellos:

- Extractores de minerales no metálicos.
- Generadores de materia prima cerámica.
- Productores de cerámica.
- Empresas de distribución y venta.

Extractores de minerales no metálicos.

- Extraen los minerales no metálicos (tierra).
- Aprovechan al siguiente subsector o etapa de materia prima (tierra).



Generadores de materia prima.

- Convierten la tierra en arcilla.
- Aprovechan al siguiente subsector o etapa de materia prima (arcilla).



Productores de cerámica.

- Transforman la arcilla en producto cerámico acabado.
- Aprovechan al siguiente subsector o etapa de materia prima (producto acabado)



Empresas de distribución y venta.

- Importación, exportación, venta del producto acabado.

9.1.2 Evolución del sector en los últimos años.

Los datos aportados a continuación, exponen la situación del sector cerámico en la actualidad, y de su evolución en los últimos años, lo que proporciona una idea del entorno futuro. Los datos han sido extraídos de la Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos (ASCER).

En el año 2015, la facturación en el sector cerámico alcanzó los 3.095 millones de euros, de los cuales el 80% se dedicó a la exportación. Se convierte por tanto en el tercer sector industrial que más superávit aporta a la balanza comercial española. Todo esto ha situado a España como primer exportador europeo, y en segundo lugar a nivel mundial.

	2011	2012	2013	2014	2015
Producción	392	404	420	425	440
Ventas Nacionales	705	575	557	574	643
Exportación	1892	2082	2240	2328	2452
Ventas Totales	2597	2656	2793	2902	3095

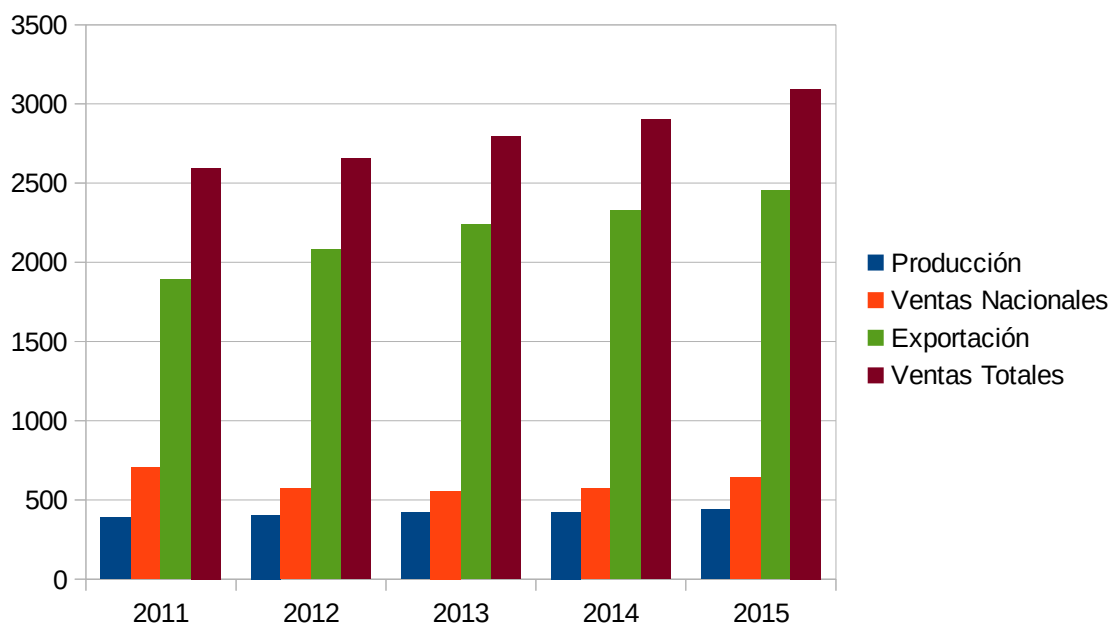


Gráfico 1: Ventas en millones de € y producción en millones de metros cuadrados.
Fuente (ASCER)

Los principales destinos de las exportaciones son Francia, Arabia Saudí, Reino Unido, EEUU y Argelia. Por zonas, la Unión Europea muestra una recuperación, con un incremento en las exportaciones del 2015 de un 12,2%. Destacando en especial al Reino Unido, que crece un 21,1% con respecto al ejercicio anterior.

Los mercados de Oriente y Asia frenan su crecimiento, debido a la coyuntura socio-política que se está viviendo. Aun así, las ventas aumentaron un 10,3% y un 10,7% respectivamente.

Las ventas en el mercado Americano también aumentaron aunque de manera más discreta. En este mercado, cabe destacar un incremento del 40,3% en las exportaciones a EEUU, que se afianza como el cuarto destino en cuanto a exportaciones.

Por otra parte, también debe destacarse el desplome que ha sufrido el mercado en la Federación Rusa, que aunque se mantiene dentro del ranking de los principales destinos, ha caído un 45% con respecto al ejercicio pasado.

El crecimiento total en las exportaciones ha sido de un 4,5% con respecto al ejercicio pasado, lo que supone alcanzar los 2.445 millones de euros, en las exportaciones de 2015.

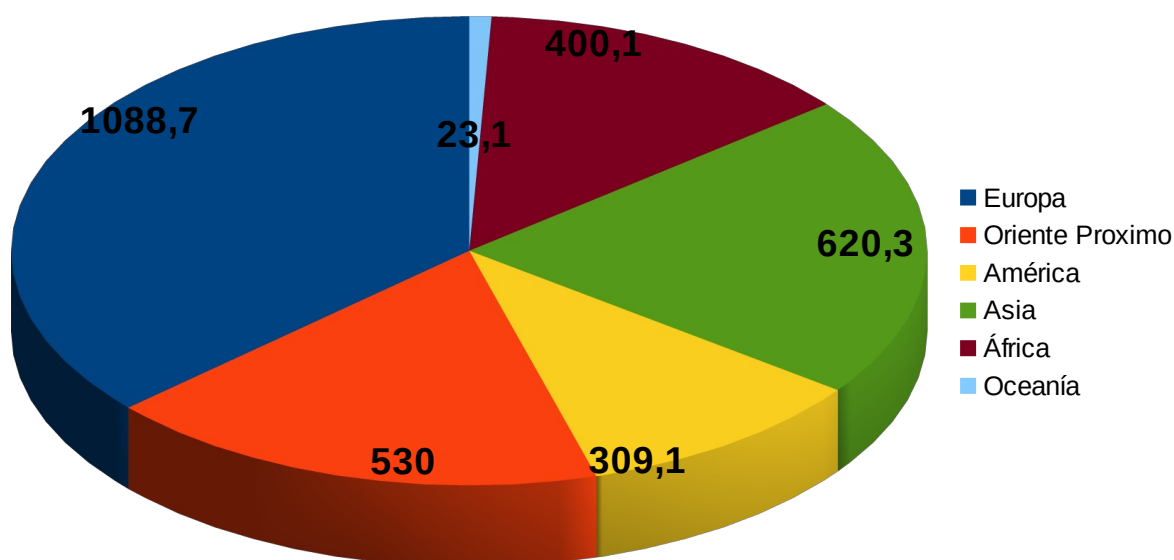


Gráfico 2: Exportaciones en millones de euros. Fuente (ASCER).

A continuación se muestra una tabla con los principales países, a los que se exporta el producto cerámico.

Primeros países.	Millones de euros.
Francia	232,0
Arabia Saudí	175,3
Reino Unido	155,4
EEUU	143,3
Argelia	125,6
Federación Rusa	93,9
Israel	92,3
Alemania	85,0
Italia	80,0
Marruecos	69,5

Tabla 1: Principales países a los que se exporta y cantidad en millones de euros. Fuente (ASCER).

Las ventas en el mercado nacional se han estabilizado, y comienzan a crecer ligeramente, llegando a alcanzar los 630 millones de euros en el ejercicio del 2015 y un crecimiento respecto al año anterior del 11,9%.

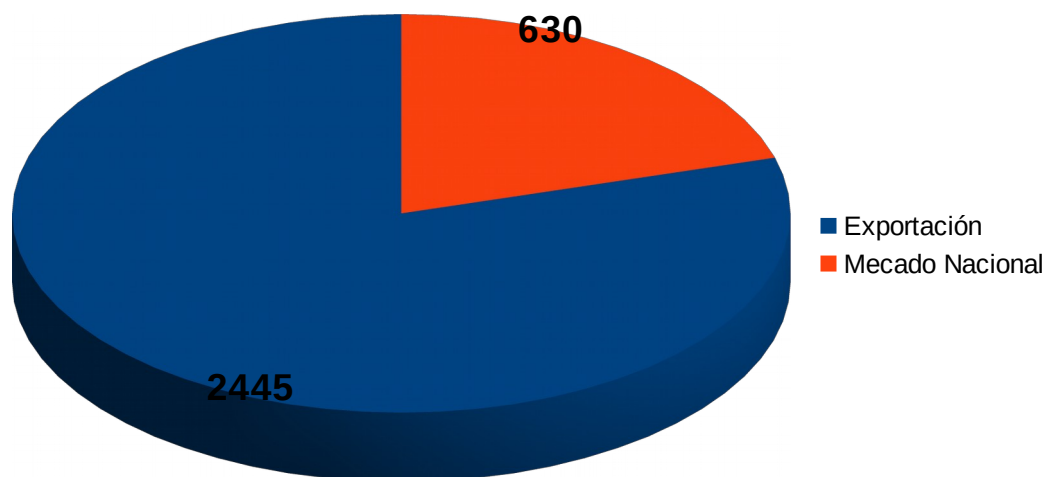


Gráfico 3: Ventas en millones de euros de 2015. Fuente (ASCER).

Se debe considerar que las cifras del mercado nacional, venían de un nivel muy bajo, por lo que esta recuperación es prometedora, pero hay que tomarla con cuidado.

A nivel provincial, estos datos tienen una gran importancia, ya que tan solo en Castellón se ha producido en este último año el 94% de la producción nacional, ya que es aquí donde se sitúan el 81% de las empresas del sector, la gran mayoría, empresas de pequeño y mediano tamaño. Tan solo en la provincia de Castellón se emplea al 71% de los trabajadores del sector cerámico.

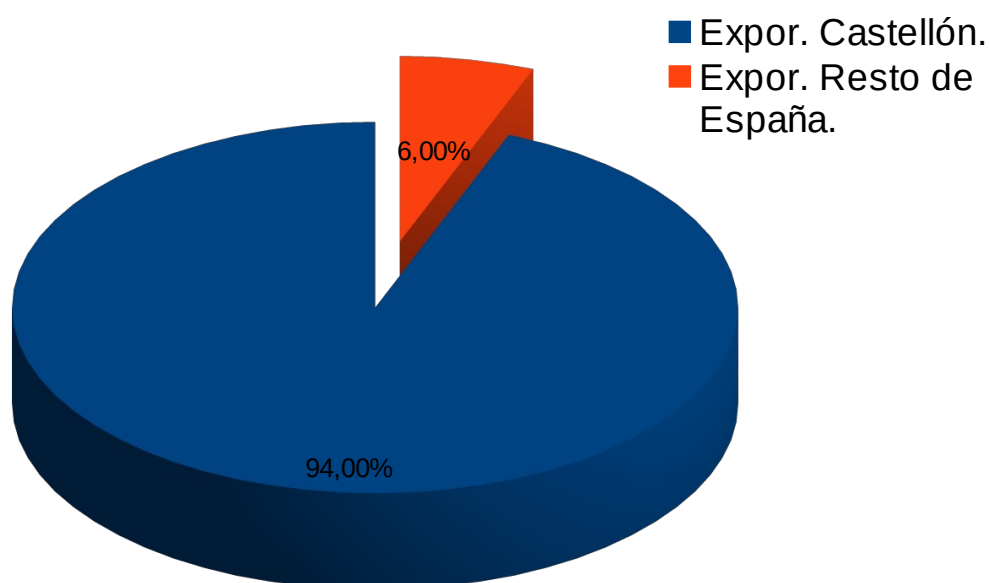


Gráfico 4: Producción Castellón VS Resto de España. Fuente (ASCER).

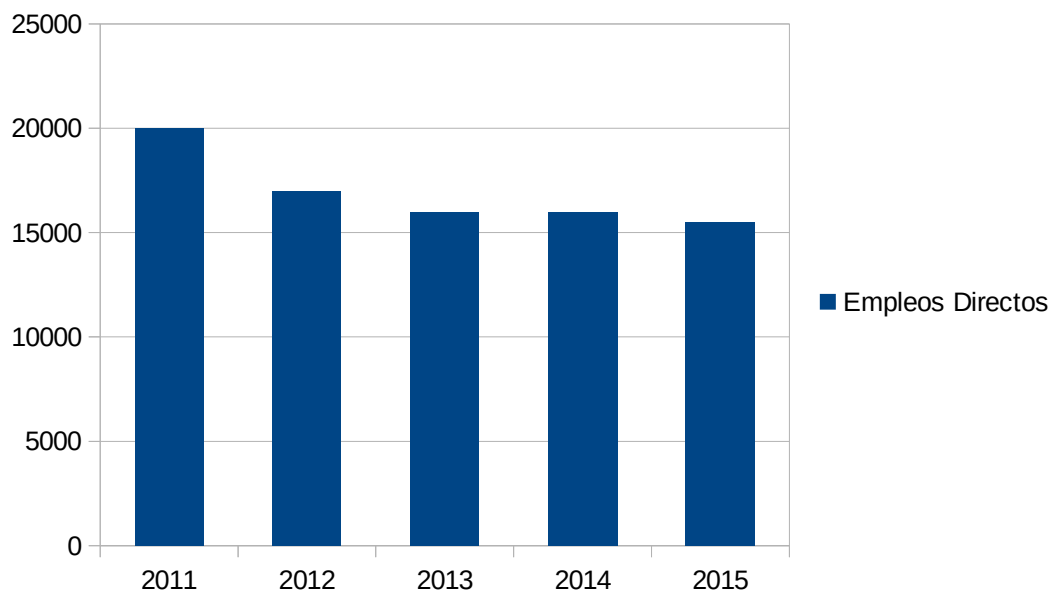


Gráfico 5: Cantidad de empleados directos. Fuente (ASCER).

En la actualidad, el sector cerámico español genera 15.500 empleos directos y se estima que unos 7.000 empleos indirectos, esta tasa de empleos indirectos se ha mantenido durante los últimos 3 años. La siguiente gráfica muestra el número de trabajadores de este sector por años.

Como se puede observar, el sector ha conseguido mantenerse e incluso aumentar las ventas y la producción en los últimos años, y ha conseguido revertir la situación en cuanto al empleo, manteniendo el número de trabajadores en los últimos tres años.

A nivel de la Comunidad Valenciana, según el Instituto Valenciano de Estadística (IVE) la industria cerámica representa el 2% de las empresas industriales, lo que supone que el sector emplee cerca del 7% de los trabajadores y genere un importe neto de negocios del 5% sobre el total de la industria valenciana

9.2 Consumos de energía.

9.2.1 Consumos de energía final en el sector de productos minerales no metálicos.

A continuación se exponen los consumos energéticos del sector de productos minerales no metálicos, tanto energía comprada a Red como autoconsumida, proveniente de la cogeneración, separados por los diferentes productos energéticos.

Distribución consumos sector de productos minerales no metálicos año 2014.	
Energía eléctrica.	
Electricidad de Red	5.608 GWh
Total energía eléctrica	5.608 GWh
Energía renovable.	
Biogás	36 GWh
Biomasa	1.948 GWh
Solar térmica	1 GWh
Total energía renovable	1.985 GWh
Energía térmica.	
Gas de Red (PCI)	15.902 GWh
Total energía del gas natural	15.902 GWh
TOTAL Energía Sector	23.495 GWh

Tabla 2: Energía según fuente, sector productos minerales no metálicos. Fuente (MINETur).

Existe también un consumo de productos derivados del petróleo y también una pequeña cantidad de carbón, concretamente hulla, antracita y aglomerados, pero la cantidad es insignificante comparada con el resto, por lo que se ha decidido no incluirla.

Esto es debido a que el gas natural, con el tiempo ha ido desplazando a los derivados del petróleo y al carbón, ya que no solo dispone de mejores infraestructuras de canalización del gas, lo que supone una mayor disponibilidad, si no que cuenta con fuerte apoyo institucional por su menor nivel de emisiones, lo que hace que actualmente el consumo de fuentes de energía como el petróleo y el carbón, sean algo irrelevante dentro de este sector.

En la siguiente imagen, se puede observar el porcentaje de energía, repartido en porcentaje, según su fuente de procedencia, en cada uno de los sectores industriales. Se puede observar como para el sector de productos minerales no metálicos, las principales fuentes de energía son la eléctrica, y en gran medida el gas.

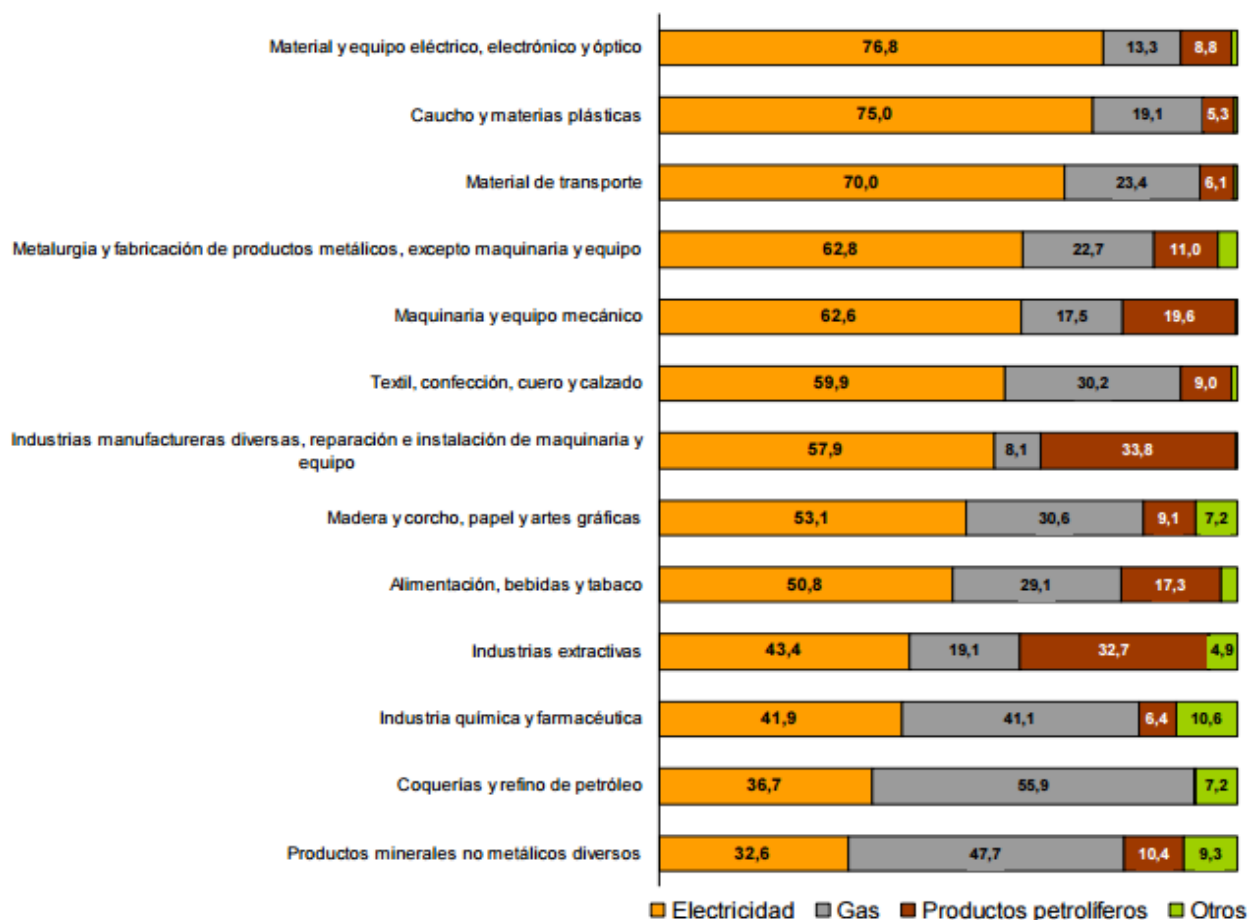


Imagen 3: Representación porcentual del consumo de cada energía por sector industrial. Fuente (INE).

9.2.2 Consumos de energía final sector de fabricación de productos cerámicos para la construcción.

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE), tanto el sector de fabricación de productos cerámicos para la construcción, como el de fabricación de vidrios y productos de vidrio, subsectores de productos minerales no metálicos, número 23.3 y 23.1 respectivamente, número que se le asigna a cada actividad económica mediante el código de Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE), representan en porcentaje, dos de los principales consumos energéticos del país, ambos con un porcentaje casi idéntico de 3,6% y 3,0% de la energía total consumida, respectivamente.

Ademas según el INE, el subsector de fabricación de productos cerámicos para la construcción, es el primer consumidor de gas, llegando a consumir el 75% del total dentro del sector de productos minerales no metálicos.

De esta forma, obtendríamos, la siguiente tabla de energías consumidas unicamente en el subsector 23.3, productos cerámicos para la construcción:

Distribución consumos sector productos cerámicos para la construcción año 2014.	
Energía eléctrica.	
Electricidad de Red	2.243 GWh
Total energía eléctrica	2.243 GWh
Energía térmica.	
Gas de Red (PCI)	11.926 GWh
Total energía del gas natural	11.926 GWh
TOTAL Energía Sector	14.169 GWh

Tabla 3: Energía según fuente, sector productos cerámicos para la construcción. Fuente (MINETur).

En este caso no se han tenido en cuenta la energía proporcionada por las energías renovables, ya que no se puede extraer con certeza su procedencia.

Como se puede observar, la mayoría de la energía es térmica, esto se debe a que en la industria cerámica, se usa tanto para la cogeneración, como para quemadores, con el fin de calentar el aire en el proceso de atomizado.

10 Descripción del proceso de atomización.

10.1 Introducción.

El sector cerámico se encuentra ubicado dentro del sector industrial de producción de productos minerales no metálicos, y puede ser dividido en cuatro subsectores:

- Extractores de minerales no metálicos.
- Generadores de materia prima (arcilla).
- Productores de cerámica.
- Empresas de distribución y venta.

En este caso se describirá, el proceso de generación de materia prima (arcilla), mediante atomizado. Se presentará el proceso de atomización, y toda la maquinaria y tecnologías necesarias para el funcionamiento de este, y que por tanto forman parte del proceso productivo, lo que se llaman tecnologías verticales.

10.2 Recepción de materia prima.

La tierra es la materia prima básica empleada en la industria de generación de polvo atomizado para la cerámica, tierras que contiene gran cantidad de productos arcillosos. Este producto proveniente de diferentes partes del mundo, se recibe y almacena tanto en el puerto de Castellón, como en la fábrica, para su posterior tratamiento y atomizado.



Imagen 4: Granero, zona de descarga y almacenamiento de tierra.

El producto se transporta en barco hasta el puerto, y con camiones hasta la fábrica, donde se descarga en una zona especial denominada graneros. Cada producto, tipo de tierra es separado en montones que suelen medir unos 10 metros de altura, por lo que los operarios requieren del uso de cargadores frontales para poder transportar y manipular los montones de tierra.



Imagen 5: Cargador Frontal.

10.3 Preparación materia prima.

La tierra es introducida en un triturador con la ayuda del cargador frontal. Se usa este triturador para desmenuzar las piedras de mayor tamaño. Tras el triturador, la tierra es transportada mediante cintas y se hace pasar por un imán que elimina cualquier pieza de metal que haya podido quedar en la tierra debido al transporte en barco y camión.

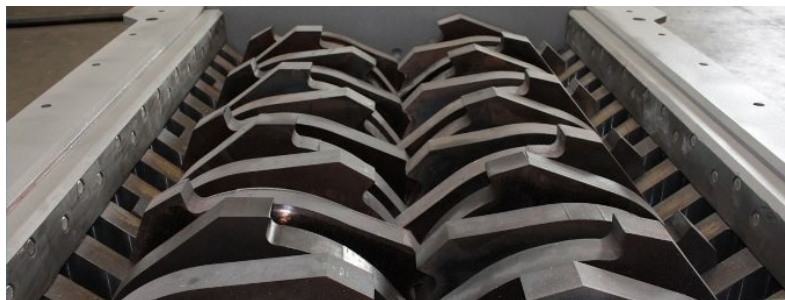


Imagen 6: Triturador de doble eje, para desmenuzar tierra.

Es muy común que durante el transporte, objetos metálicos de pequeño tamaño, como tornillos, alambres, muelles o pequeñas virutas de metal, y en ocasiones de no tan pequeño tamaño, como destornilladores, martillos, latas e incluso pequeños paneles metálicos caigan en la tierra. Es importante detectarlos y extraerlos para evitar dañar equipos en procesos posteriores.



Imagen 7: Imán para eliminar metales y proteger equipos de procesamiento de tierra.

Tras esto, la tierra continua su camino y es almacenada en diferentes silos verticales, que separan los diferentes tipos de tierras, que se combinarán después según el tipo de producto final deseado.

En el caso de nuestra Empresa Atomizadora, existirán un total de 28 silos, de los cuales 18 serán silos verticales rectangulares, para almacenar los diferentes tipos de tierra arcillosa, y 10 silos verticales cilíndricos para el almacenamiento del resto de materias primas que se aplicarán en la mezcla, los cuales se llamarán silos de micronizado, ya que esta materia prima suele componerse de polvo fino.

10.4 Molienda.

El producto final obtenido depende de la mezcla de tierras que se realiza previamente a la molienda. Se combinan las tierras desde los diferentes silos verticales, y esta mezcla es transportada hasta la entrada de los molinos mediante un sistema de cintas transportadoras.

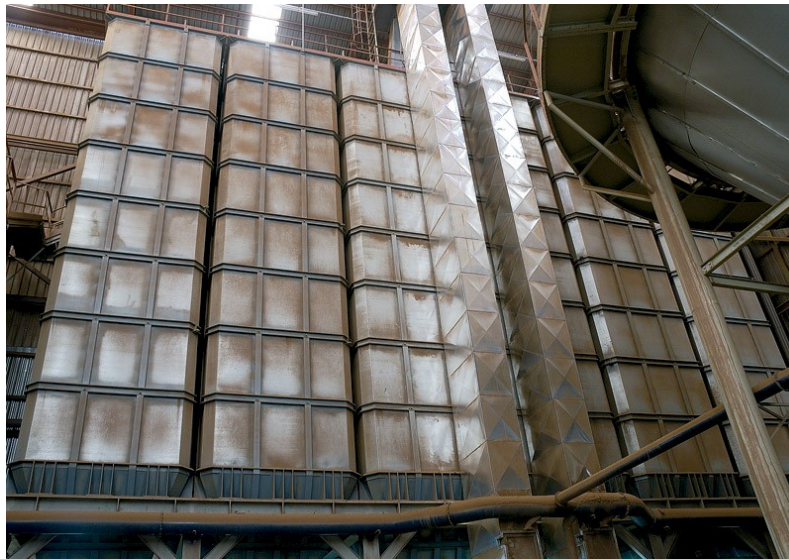


Imagen 8: Silos de almacenamiento de materia prima.

En la entrada de los molinos se introduce, la tierra y agua. En el caso de nuestra Empresa Atomizadora, el tipo de molino utilizado es el molino de bolas de dos cámaras, este debe su nombre, a que en su interior se divide en dos zonas, para proporcionar un grano más pequeño.

En la primera zona se muele el mineral con cantos rodados de piedra de sílice, también llamada piedra de río. Esto muele la tierra hasta un cierto limite de grano, pero para obtener una tierra de grano mas fino se necesita de la segunda zona del molino, con un segundo tipo de bolas.



Imagen 9: Cantos rodados de piedra de sílice.



Imagen 10: Esferas de alúmina.

En la segunda zona, en lugar de la utilización de cantos rodados de sílice, se emplean las llamadas esferas de alúmina, unas esferas de muy alta dureza y resistencia mecánica, y que poseen una superficie más lisa, regular y uniforme, que permite obtener un molturado muy fino al final del proceso.

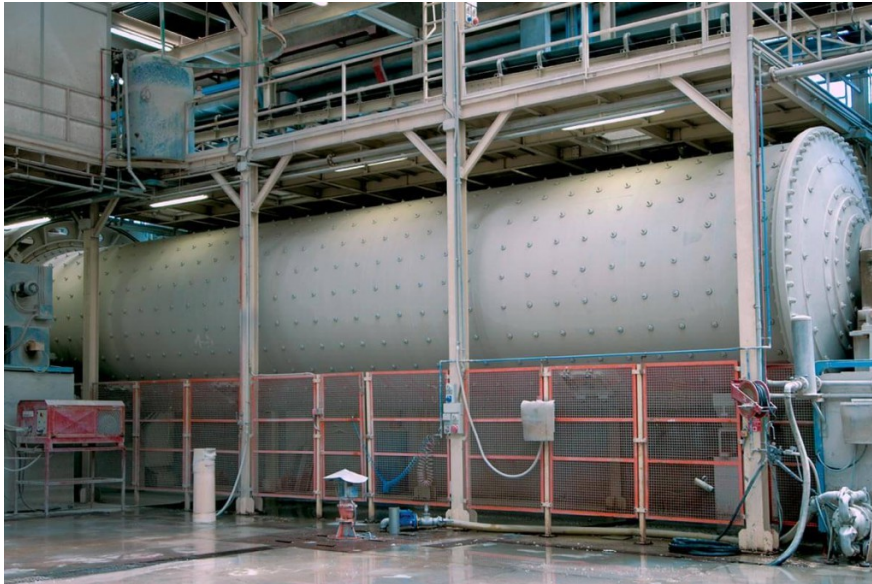


Imagen 11: Molino continuo.

Además de estos molinos que suelen trabajar en continuo, es decir, sin necesidad de detener el proceso de producción en ningún punto, se dispone también de dos molinos mas pequeños que trabajan en discontinuo. Se trata de una línea aparte que se suele usar para generara pequeñas cantidades de algún tipo de tierra especial o para pruebas, y de la cual forman parte estos dos pequeños molinos de una sola cámara.

La molienda genera una mezcla homogénea llamada “barbotina”, que sera tamizada en la salida de los molinos para eliminar granos de tierra que sean excesivamente grandes o pequeñas piedras, que pueden provocar obstrucciones en algún punto del proceso, antes de introducirla en las balsas, donde permanecerá la barbotina hasta que sea introducida en el atomizador

10.5 Atomizado.

Previo al proceso de atomizado, la barbotina descansa en unas balsas, donde unas aspas movidas por un motor la mantienen en constante movimiento, para evitar que se endurezca, este proceso es crucial y los motores suelen estar encendidos durante varios días sin descanso.

Durante este periodo, se realizan las comprobaciones necesarias de densidad y composición de la mezcla, y en caso de que sea necesario se modifica introduciendo los componentes necesarios, disolventes o flocculantes dependiendo de las necesidades de cada producto. Tras esto, la barbotina, es finalmente bombeada al atomizador.



Imagen 12: Barbotina dentro de la balsa.

La barbotina bombeada con las bombas, es previamente de nuevo tamizada para asegurarse que está limpia y no contiene ningún coágulo o partícula demasiado grande que pueda obstruir el proceso, y entra en el atomizador por unos tubos llamados lanzas, que tienen uno o varios orificios donde se pulveriza la barbotina dentro del atomizador.

El atomizador tiene una temperatura elevada, entorno a 500°C, por lo que las partículas pulverizadas de barbotina, se secarán y forman la llamada tierra atomizada o polvo atomizado.

Para alcanzar esta temperatura, existen dos medios disponibles en nuestra Empresa Atomizadora. El primero es el uso de unos quemadores instalados junto a los atomizadores. Se consume gas natural para generar el calor necesario para que el atomizador produzca la tierra atomizada.

El segundo es el uso del calor proveniente de los gases de escape de dos turbogeneradores CENTRAX CX 501-KB7, que producen hasta 5,3 MW de energía.



Imagen 13: Turbogenerador CENTRAX CX 501-KB7.

Las turbinas son alimentadas mediante gas natural, y los gases de escape provenientes de la reacción son canalizados por unos conductos, hasta los atomizadores. La temperatura de salida de la turbina ronda los 500 °C, lo que es perfecto para el funcionamiento del atomizador.

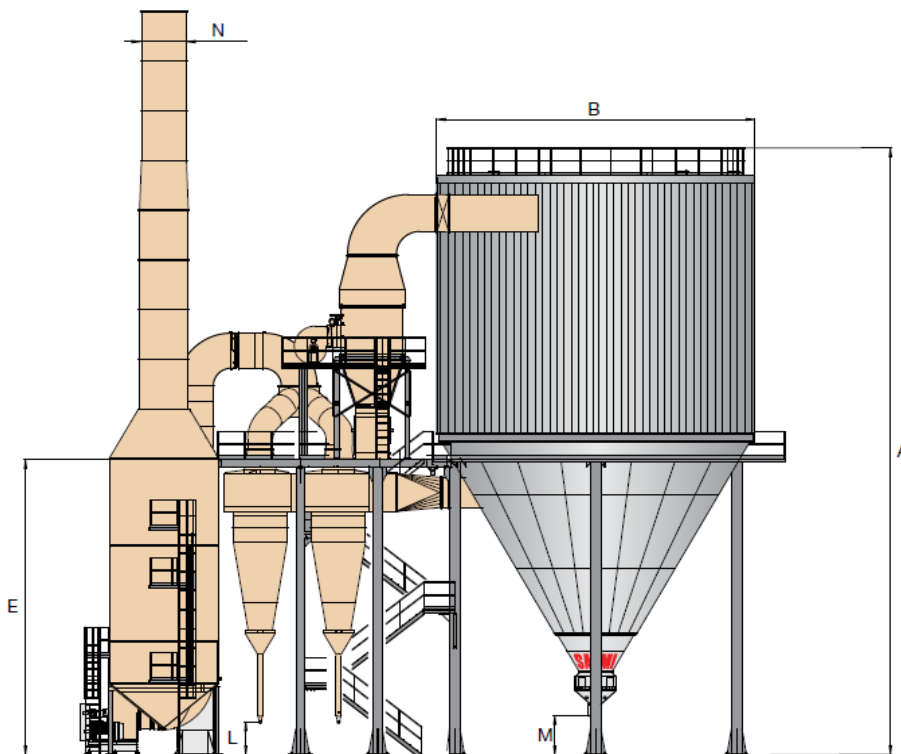


Imagen 14: Esquema Atomizador 20000.

En el caso de nuestra Empresa Atomizadora se dispone de 7 atomizadores SACMI, nombrados siguiendo el siguiente código.

Dos atomizadores llamados 20000/1 y 20000/2, llamados así por su capacidad de evaporación, es decir, la cantidad máxima de barbotina que pueden evaporar, 20000 l/h.

Tres atomizadores llamados 7000/1, 2 y 3, un atomizador llamado 4000/1 y un séptimo y último atomizador llamado 750, todos llamados así por el mismo motivo que los anteriores, su capacidad de evaporación, 7000, 4000 y 750 l/h.



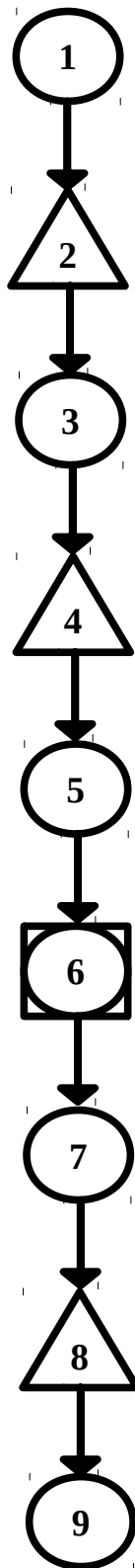
Imagen 15: Atomizador.

La tierra atomizada cae a la base del atomizador y es transportada mediante un sistema de cintas y elevadores hasta los silos de producto acabado. Una vez allí, se almacena hasta su venta.

Como ya se ha dicho en anteriores ocasiones, en el caso de nuestra Empresa Atomizadora, este es un proceso continuo en su mayoría. Existen excepciones, como por ejemplo en el caso de que existan trabajos de mantenimiento, limpieza o reparación de averías, y en el caso de la línea discontinua, utilizada para pruebas y polvo atomizado de colores. Aun así en su conjunto, nuestra Empresa Atomizadora será tratada como una empresa de producción continua.

Para poder observar el proceso en su conjunto, se presenta a continuación el diagrama de flujo de la Empresa Atomizadora.

10.6 Diagrama de flujo.



- 1 – Recepción de la materia prima.
- 2 – Almacenaje de la materia prima.
- 3 – Preparación de la materia prima.
- 4 – Almacenaje de la materia prima preparada.
- 5 – Molienda.
- 6 – Inspeccionado de la barbotina en las balsas.
- 7 – Atomizado.
- 8 – Almacenaje producto acabado.
- 9 – Expedición de producto acabado.

El diagrama de flujo anterior, muestra el procedimiento general del proceso de atomizado. La materia prima llega a la fabrica en camiones, se recibe y se almacena en la zona de graneros.

Con la ayuda de cargadores, se introduce esta materia prima en un triturador, que dejará caer la tierra mas fina en la cinta. Esta la transportará hasta los silos de materia prima, donde permanecerá hasta que sea utilizada.

De nuevo otra cinta transportadora, desplazará la mezcla de tierras hasta el molino, donde se molturara para obtener un polvo fino, que mezclado con agua generara la barbotina. Esta barbotina se introducirá en las balsas para su inspección y en caso necesario ajuste, para posteriormente ser bombeada al atomizador.

Tras el proceso de atomización se obtendrá la tierra atomizada como producto acabado y mediante cintas transportadoras, se moverá a la zona de almacenamiento de producto acabado, donde se guardará hasta su expedición.

De forma esquemática podemos observar en la siguiente imagen, número 12, el proceso completo.

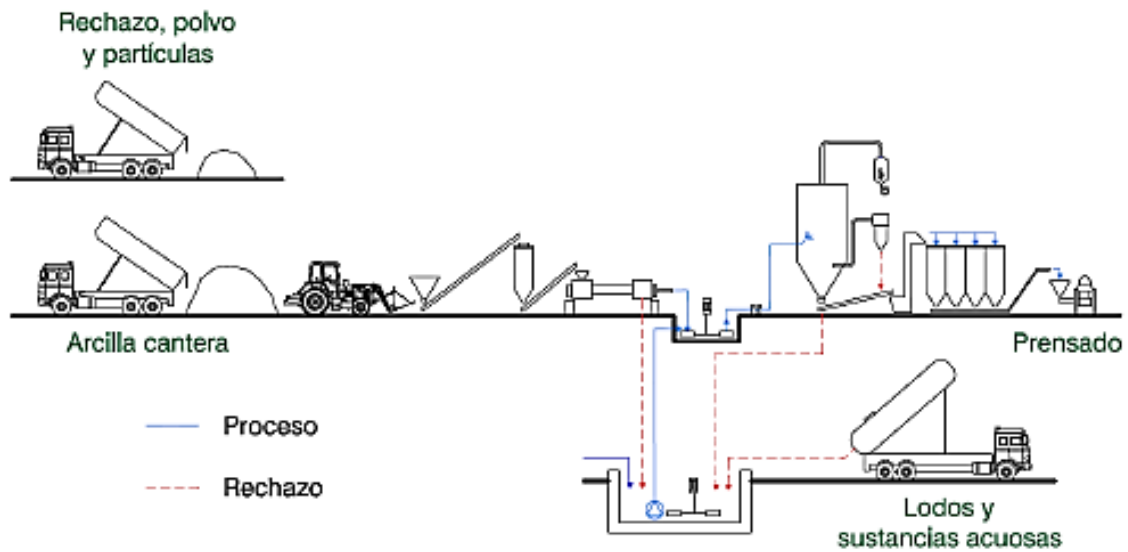


Imagen 16: Esquema simplificado de una planta de atomizado. Fuente (CONAMA)

Se puede observar como además de los equipos principales que conforman el proceso de atomizado, pueden existir equipos auxiliares que forman parte del entorno del proceso, como pueden ser equipos de recuperación de polvo, o equipos de extracción de lodos, los equipos situados en las llamadas tecnologías horizontales.

En el siguiente punto hablaremos sobre las tecnologías horizontales utilizadas en el proceso de atomización.

11 Sistemas auxiliares al proceso de atomización.

11.1 Introducción de las tecnologías horizontales.

Las tecnologías horizontales son todas aquellas tecnologías, máquinas, que no forman parte del proceso productivo de forma directa. Estas tecnologías pueden estar vinculadas a diferentes partes del proceso de forma simultánea, o formar parte de los sistemas de apoyo auxiliar del proceso.

En definitiva son las tecnologías y máquinas en las que se apoya el proceso productivo para poderse llevar a cabo. En el sector cerámico de procesamiento de tierra atomizada, podemos encontrar las siguientes tecnologías horizontales:

- Iluminación.
- Sistema de aire comprimido.
- Sistemas de climatización.
- Bombas.

Este tipo de procesos presentan una gran variedad de tecnologías, necesarias para la producción de la tierra atomizada. A continuación se presentan cada una de estas tecnologías horizontales presentes en nuestra industria.

11.2 Iluminación.

En el sector cerámico, la iluminación es sobretodo clave para el proceso final de acabado de la cerámica. En nuestro caso, la Empresa Atomizadora, al ser una industria generadora de materia prima (tierra atomizada), no es necesario tener una gran iluminación del producto, pero aun así es importante tener buena iluminación sobretodo para la seguridad de los trabajadores.

Al tener muchas tecnologías y máquinas de mayor consumo, la iluminación se estima que supone entre un 1 y un 2% del consumo eléctrico total.

Los sistemas de iluminación son conjuntos de elementos, cada cual desempeña una función clave para el correcto cumplimiento de la función del sistema, iluminar.

Los elementos fundamentales que conforman un sistema de iluminación son, las lámparas, las luminarias y los elementos auxiliares. Estos tres elementos serán los que transformen de manera mas o menos eficiente la energía eléctrica en la energía útil final de la luminaria.

La medida utilizada para valorar un sistema de iluminación, serán los lúmenes partido vatio, esta medida determinará cuanto más eficiente será el sistema de iluminación.

Además de esto, se debe tener en cuenta el entorno en el que se ubica la lampara, en entornos polvorientos cómo es el caso, es fácil encontrar luminarias completamente cubiertas por barro o polvo, por lo que el tipo de entorno y como mantenemos el sistema de iluminación, afecta en buena parte al rendimiento lúmenes/vatio del mismo.

Los elementos fundamentales anteriormente mencionados se clasifican en el mercado de la siguiente manera:

- Lámparas:
 - Lámparas de incandescencia.
 - Lámparas de descarga.
 - Lámparas de inducción.
 - Lámparas LED.

En la industria, aunque cada vez más se aplican las lámparas LED, esta muy extendido el uso de lámparas de descarga. En este grupo encontramos las lámparas fluorescentes, lámparas de vapor de mercurio, lámparas de halogenuros metálicos y lámparas de vapor de sodio.



Imagen 17: Tipos de lámparas.

- Luminarias:
 - Iluminación directa.
 - Iluminación semi-directa.
 - Iluminación difusa.
 - Iluminación repartida uniformemente.
 - Iluminación semi-indirécta.
 - Iluminación indirecta.

Las luminarias son elementos fundamentales, ya que distribuyen, filtran y transforman el flujo luminoso de la lámpara, de ellas depende el tipo de iluminación que se desea. Según su distribución espacial y el tipo de luminaria, se puede obtener una buena o una mala iluminación.

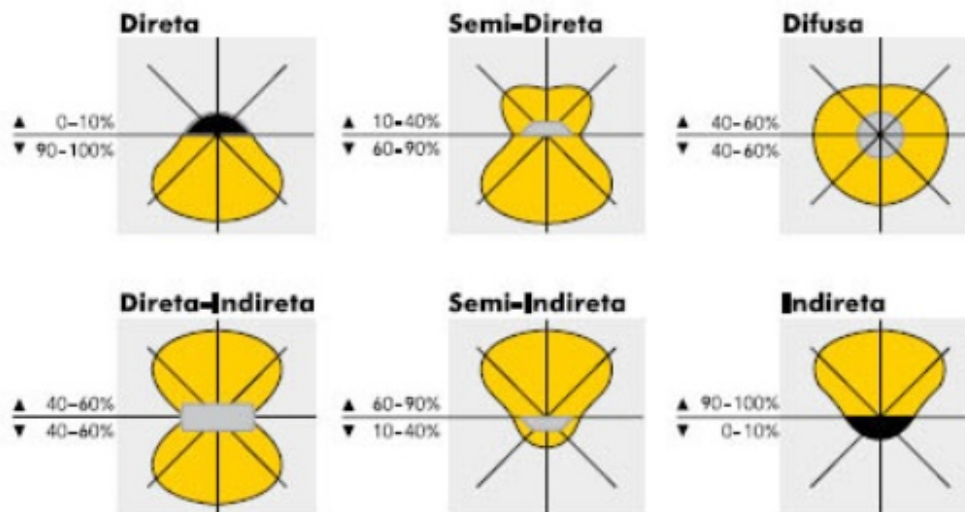


Imagen 18: Tipos de luminarias.

Las luminarias existentes se clasifican, como se ha podido comprobar, según el tipo de iluminación que proporcionan. Dentro de cada uno de estos, existen múltiples tipos de luminarias, tipo foco, tipo campana, empotrada, etc.

En la industria es muy común el uso de luminaria tipo foco o campana, sobretodo en naves industriales donde se desea iluminar un área grande. También es común el uso de carcadas de protección para fluorescentes para alumbrar zonas específicas, protegiéndolos de esta forma del polvo y la humedad.

- Elementos auxiliares:
 - Balastos.
 - Arrancadores.
 - Condensadores.

Los elementos auxiliares se deben tener en cuenta a la hora de obtener el rendimiento luminoso, lúmenes/vatio, del sistema de iluminación, ya que consumen energía, que debe ser tenida en cuenta en el total.



Imagen 19: Balasto, elemento auxiliar.



Imagen 20: Condensador, elemento auxiliar.

Se deben seguir ciertos criterios a la hora de seleccionar un sistema de iluminación. Para realizar una selección adecuada del alumbrado de una nave industrial dedicada a la producción de tierra atomizada, se deben cumplir los siguientes criterios:

- Nivel de iluminación adecuado. En la industria de procesamiento de tierra atomizada, al tratarse de una industria ordinaria, se deben emplear niveles de iluminación de unos 400 lux, según normativa.
- Rendimiento de color aceptable. Es común en esta industria el uso de rendimiento de color entre 50 y 70 Ra para la zona de producción.
- Ausencia de deslumbramientos. Es importante en cualquier industria en la que exista maquinaria pesada en movimiento, que no existan deslumbramientos que puedan causar accidentes a los operarios de la planta.
- Robustez y fiabilidad. Al tratarse de entornos industriales agresivos, con mucho polvo, suciedad, y con dificultad para la sustitución en muchos casos. Es importante que las luminarias den protección a la lámpara de las posibles agresiones del entorno.
- Vida útil prolongada. Al igual que en el punto anterior, es importante la selección tanto de una buena luminaria, que evite averías inesperadas, como de una lámpara adecuada, que tenga una vida útil prolongada, ya que en muchos casos, son lámparas de difícil acceso.
- Alta eficiencia energética. Depende en gran medida del tipo de lámpara seleccionada.

- Posibilidad de reciclado. Depende en gran medida del tipo de lámpara seleccionada.

Aunque la gran mayoría de la iluminación se encuentra en el proceso de producción, también existe una zona de oficinas, e iluminación exterior. Estas zonas también deberán ser analizadas.

11.3 Sistemas de aire comprimido.

En cualquier industria, los sistemas de aire comprimido forman parte de las tecnologías horizontales habituales que se usan. Los sistemas de aire comprimido, como su propio nombre indica, permiten comprimir a niveles superiores de presión, el aire, lo que permite agregar una mayor energía al aire e incrementar su disponibilidad para la producción de trabajo.



Imagen 21: Tipos de compresores de aire.

En la actualidad su uso esta muy extendido, y tanto en nuestra Empresa Atomizadora como en el resto de industrias, los sistemas de aire comprimido se emplean para un sin número de aplicaciones:

- Manejo de herramientas neumáticas.
- Transporte de materiales.
- Control e Instrumentación de equipos.
- Alimentación de procesos de combustión.
- Limpieza de tuberías.

En todos estos sistemas, la presión debe ser medida y controlada, ya que esta es un indicador clave de la energía disponible en el aire comprimido. Para ello se suelen usar instrumentos de medida y de control, como manómetros para medir y reguladores de presión para que se ajuste la presión a la adecuada para cada equipo conectado al sistema.

Los compresores se pueden dividir en dos grandes grupos, compresores de desplazamiento positivo y compresores dinámicos. Tras esto, se clasifican en diferentes grupos según el tipo de instrumento compresor, rotativos o alternativos, para los de desplazamiento positivo, y radiales o axiales, para los dinámicos.

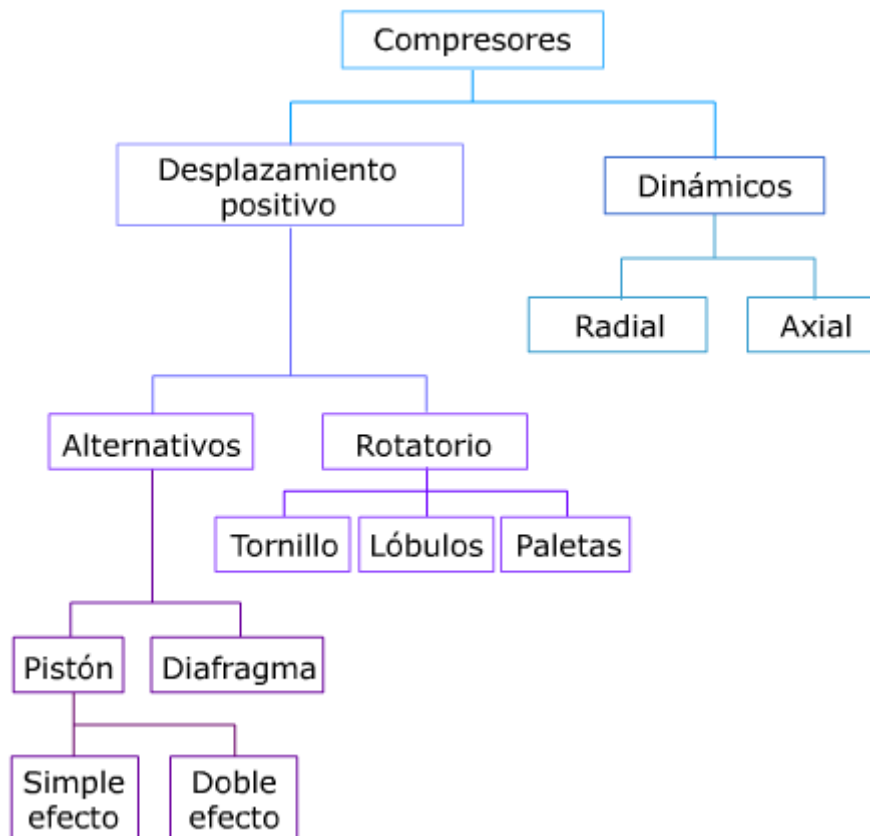


Imagen 22: Tipos de compresores.

En el caso de nuestra Empresa Atomizadora, se dispone de 5 compresores de desplazamiento positivo, mediante tornillo rotatorio, de 55 kW cada uno.

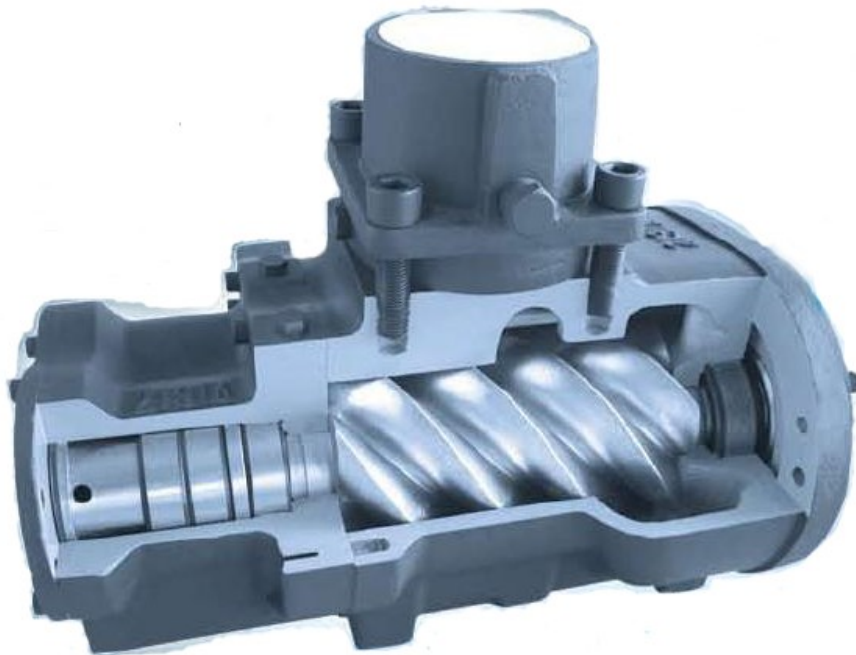


Imagen 23: Compresor de desplazamiento positivo mediante tornillo rotatorio.

Los sistemas de aire comprimido constan de los siguientes componentes, que son básicos para su funcionamiento:

- **Compresor:** es el elemento encargado de transformar la fuente, el aire a presión atmosférica, en aire comprimido a mayor presión, según las necesidades de consumo.
- **Líneas de distribución:** elemento encargado de transportar el aire comprimido desde el compresor hasta los sistemas de consumo, por medio, normalmente, de una tubería que suele ser de cobre, acero galvanizado o plástico.
- **Actuadores y herramientas:** elementos que se caracterizan por ser el punto de aplicación, donde el aire comprimido actúa.

11.4 Sistemas de climatización.

En la definición de climatización, se define esta como el hecho de crear unas condiciones de temperatura, humedad, presión y limpieza del aire adecuadas en un espacio, para la comodidad de los usuarios y la conservación de objetos situados en este espacio.



Imagen 24: Climatización.

En este aspecto, nuestra Empresa Atomizadora no requiere de unas condiciones específicas de climatización en la zona de producción, pero sí en la zona de oficinas, ya que esta se encuentra situada cerca de la de producción y será importante obtener una buena calidad del aire para el bienestar de los trabajadores, manteniendo una temperatura agradable tanto en los meses de invierno como en verano, y evitando la entrada de polvo de atomizado en toda la zona de oficinas.

Los sistemas de ventilación poseen un amplio espectro para clasificarse. Se pueden clasificar tanto por su alcance (unitaria o centralizada) o por el fluido caloportador (agua, aire o refrigerante). En nuestra Empresa Atomizadora, existen sobretodo sistemas de climatización unitarios, con aire o refrigerante como fluidos empleados, aunque en la zona de oficinas existe un sistema de climatización centralizado mediante caldera de condensación.

Aun así, como se ha mencionado anteriormente, la mayoría de los equipos empleados en nuestra Empresa Atomizadora son equipos unitarios de refrigeración, ya que se tienen pequeñas salas aisladas del resto que deben mantenerse en unas condiciones de temperatura adecuadas.

Estos sistemas de ventilación están formados por diferentes partes, el generador de energía térmica, el transporte al lugar de uso de esta energía térmica, normalmente mediante agua, y el uso de la energía, que puede dividirse según sea utilizada por un aparato terminal, que usará esta energía directamente previo traspaso de esta energía del agua al aire, o si es un climatizador, ya que la energía que normalmente llegara a partir de los fluidos nombrados anteriormente, además de traspasarse al aire, sera impulsada mediante un transporte secundario hasta los locales a climatizar.



Imagen 25: Sistema de climatización tipo fan-coil.

Al ser una parte menor del consumo de la empresa y no disponer del tiempo ni recursos humanos necesario para realizar un análisis en profundidad del sistema de climatización, y dado que este análisis se realizo en la auditoría del 2013, se realizara un inventariado de los equipos utilizados en la Empresa Atomizadora para la climatización, y se planteara un análisis en profundidad para posibles futuras actuaciones, según el RITE o R.D. 1027/2007, y siguiendo las nuevas modificaciones añadidas según el R.D. 238/2013.

11.5 Bombas.

En las empresas dedicadas a la producción de tierra atomizada es importante disponer de un buen sistema de bombeo, desde la fase de molienda hasta que finalice el atomizado, para facilitar el transporte de la barbotina, ya que esta se encuentra en estado líquido.

Las bombas forman parte clave del funcionamiento de una planta de atomizado, y sus características varían según el tipo de bomba utilizada. Las bombas por tanto pueden clasificarse a partir de los siguientes criterios.

Según el principio de funcionamiento, las bombas se dividirán entre bombas de desplazamiento positivo o volumétricas y bombas rotodinámicas.

Las de desplazamiento positivo a su vez pueden dividirse en bombas de émbolo alternativo, en la que existen uno o varios compartimento de volumen variable debido a la acción de un pistón que desplaza el fluido deseado, y bombas volumétricas rotativas, en las que el fluido a desplazar es confinado en uno o varios compartimentos que se desplazan desde la zona de entrada a baja presión a la de salida a alta presión.



Imagen 26: Electrobomba de pistones.

Las rotodinámicas por su parte pueden dividirse en tres grupos según la trayectoria del fluido a desplazar, radiales, axiales o helicocentrífugas.

Además de esta clasificación, las bombas también suelen clasificarse según el tipo de accionamiento, dividiéndose estas en electrobombas, accionadas por un motor eléctrico, bombas neumáticas, accionadas normalmente por aire comprimido, bombas de accionamiento hidráulico, accionadas por el propio fluido, y bombas manuales, accionadas a mano.



Imagen 27: Electrobomba rotodinámica de desplazamiento radial sumergible.

En nuestra Empresa Atomizadora se dispone de los siguientes tipos de bombas:

- Electrobombas rotodinámicas de desplazamiento axial: utilizadas como forma de transporte de la barbotina entre las diferentes zonas de la fábrica, y para bombear de depósitos a balsas. Pueden encontrarse en forma de monobloque, con el motor unido, o con la bomba y el motor por separado y unidos mediante un eje.
- Electrobombas rotodinámicas de desplazamiento radial sumergible: utilizadas para la extracción de la barbotina de las balsas. Se trata de bombas monobloque por lo que deben de tener el motor sumergible.

- Electrobombas de desplazamiento positivo de embolo alternativo mediante pistones o bomba de pistones: empleadas para el bombeo de barbotina al atomizador.



Imagen 28: Electrobomba monobloque.



Imagen 29: Electrobomba con motor unido mediante eje.

- Bomba hidráulica de membrana: se dispone de una unidad en la planta, ya que ha sido instalada recientemente, y bombea barbotina a un único atomizador.

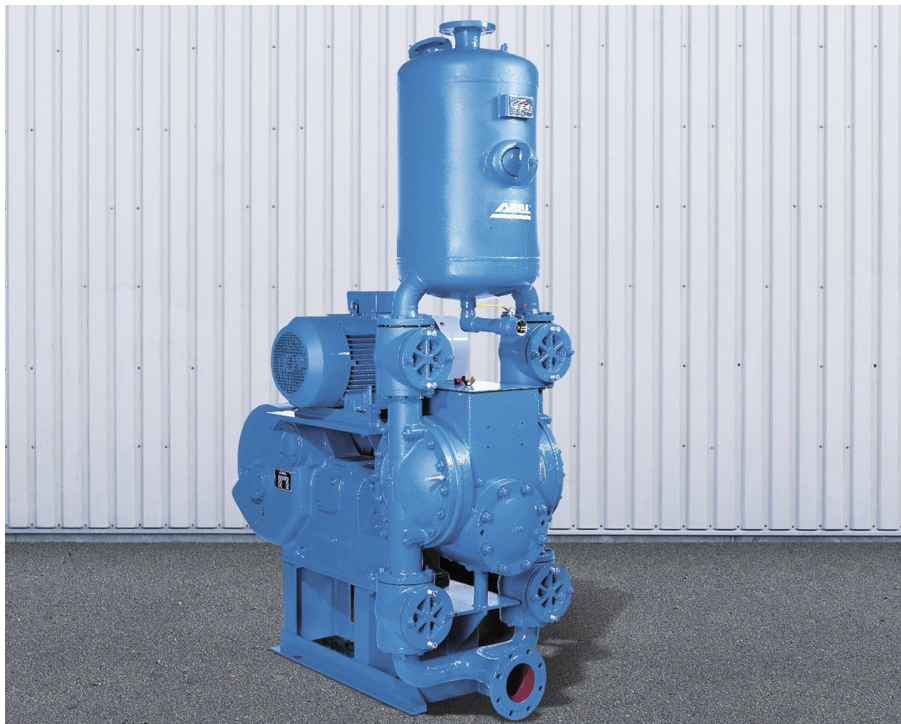


Imagen 30: Bomba hidráulica de membranas.

En las bombas es importante sobretodo al tratarse de barbotina, que exista un buen mantenimiento de las mismas, ya que puede endurecerse dentro de la bomba y causar graves problemas a la hora del encendido. Igual que en el sistema de aire comprimido, se realizará un inventariado de los equipos existentes y se establecerá un plan de mantenimiento y renovación de las bombas.

12 Desarrollo de la auditoría energética.

12.1 Datos generales.

En este primer apartado se mostrarán los datos más generales de la empresa auditada, nuestra Empresa Atomizadora. Se darán los datos de la Empresa Atomizadora, manteniendo en todo momento la confidencialidad de la misma, y para completar estos datos generales, se mostraran tablas con datos sobre el personal, número de trabajadores, turnos, regímenes de funcionamiento de los consumos de la planta y su grado de utilización.

Los datos del cliente son los siguientes:

- Nombre: Empresa Atomizadora.
- País: España.
- Provincia: Castellón.
- Dirección: Polígono Industrial Partida.

Los datos del auditor energético son los siguientes:

- Nombre: Alejandro Soliva Beser.
- NIF: 20912730A.
- Nacionalidad: Español.
- Domicilio: Castellón de la Plana, España.

Tras conocer tanto los datos del cliente como del auditor, se procede a mostrar los datos generales de la empresa auditada, obtenidos durante la estancia y que definen cual es la estructura de funcionamiento de la planta en la actualidad.

- **Número de trabajadores:**

El número de trabajadores asociados a la empresa es de 71, y su distribución en la planta es la siguiente:

Sección de trabajo	N.º trabajadores
Producción en planta	40
Mantenimiento mecánico	4,5
Mantenimiento eléctrico	2,5
Almacén	1
Limpieza	4
Laboratorio	7
Departamento Ingeniería	2
Administración	6
Carga y Descarga de Camiones	2
Graneros	2
TOTAL	71

Tabla 4: Personal de la planta.

- **Régimen de funcionamiento:**

Para el régimen de funcionamiento se ha dividido la planta en secciones según el uso que se les da, se han considerado por tanto las siguientes secciones y los siguientes equipos que las componen:

Sección en Planta	Equipo	Turnos/día	Horas/turno	Días/año	H. Productivas Teóricas
Molienda	Molino 1	3	8	320	7680
	Molino 2	3	8	320	7680
	Molino 3	3	8	320	7680
	Molino 4	3	8	320	7680
	Molino 5	3	8	320	7680
	Molino 6	3	8	320	7680
	Molino 0	3	8	320	7680
Balsas	Balsas	3	8	320	7680
Atomizado	ATOM 7000/1	3	8	320	7680
	ATOM 7000/2	3	8	320	7680
	ATOM 7000/3	3	8	320	7680
	ATOM 4000/1	3	8	320	7680
	ATOM 20000/1	3	8	320	7680
	ATOM 20000/2	3	8	320	7680
	ATOM 750	3	8	320	7680
Aire Comprimido	Aire Comprimido	3	8	320	7680
Climatización	Climatización	3	8	320	7680
Oficinas	Oficinas	1	10	300	3000
Alumbrado	Alumbrado	3	8	320	7680

Tabla 5: Régimen de funcionamiento.

• **Grado de utilización de la capacidad productiva (%):**

En este apartado se hace referencia al grado, en porcentaje, de uso en horas de las instalaciones disponibles:

Sección en Planta	Equipo	H. Total Año	H. Prod Teóricas	H. Prod Reales	% Teor/Total	% Reales/Total	% Reales/Teóricas
Molienda	Molino 1	8760	7680	869	87,67%	9,92%	11,32%
	Molino 2	8760	7680	5877	87,67%	67,09%	76,53%
	Molino 3	8760	7680	4395	87,67%	50,17%	57,22%
	Molino 4	8760	7680	3557	87,67%	40,61%	46,32%
	Molino 5	8760	7680	5685	87,67%	64,90%	74,03%
	Molino 6	8760	7680	6213	87,67%	70,93%	80,90%
	Molino 0	8760	7680	2256	87,67%	25,75%	29,38%
Balsas	Balsas	8760	7680	5619	87,67%	64,15%	73,17%
Atomizado	ATOM 7000/1	8760	7680	2358	87,67%	26,92%	30,71%
	ATOM 7000/2	8760	7680	1858	87,67%	21,20%	24,19%
	ATOM 7000/3	8760	7680	2043	87,67%	23,33%	26,61%
	ATOM 4000/1	8760	7680	1143	87,67%	13,05%	14,89%
	ATOM 20000/1	8760	7680	5550	87,67%	63,35%	72,26%
	ATOM 20000/2	8760	7680	6547	87,67%	74,73%	85,24%
	ATOM 750	8760	7680	107	87,67%	1,22%	1,39%
Aire Comprimido	Aire Comprimido	8760	7680	7680	87,67%	87,67%	100,00%
Climatización	Climatización	8760	7680	3840	87,67%	43,84%	50,00%
Oficinas	Oficinas	8760	3000	3000	34,25%	34,25%	100,00%
Alumbrado	Alumbrado	8760	7680	3840	87,67%	43,84%	50,00%

Tabla 6: Grado (%) de utilización de la capacidad productiva de cada equipo.

Es interesante observar sobretodo el grado de uso de la capacidad productiva en horas reales, dividido horas teóricas, ya que se obtiene el porcentaje más realista del grado de utilización de las instalaciones disponibles.

12.2 Inventario de equipos.

En las siguientes tablas se detallan los principales equipos productivos y equipos de sistemas auxiliares de nuestra Empresa Atomizadora:

- **Equipos Productivos:**

Equipos	N.º equipos	Pot Inst. kW/Ud.	Pot Inst kW/Tot.
Molino 1	1	1105	1105
Molino 2	1	1105	1105
Molino 3	1	1105	1105
Molino 4	1	1050	1050
Molino 5	1	1050	1050
Molino 6	1	1050	1050
Molino 0	1	735	735
Agitador Balsas	64	11	704
ATOM 7000/1	1	274	274
ATOM 7000/2	1	204	204
ATOM 7000/3	1	204	204
ATOM 4000/1	1	164	164
ATOM 20000/1	1	716	716
ATOM 20000/2	1	655	655
ATOM 750	1	31	31
TOTAL			10152

Tabla 7: Equipos Productivos.

• **Equipos Auxiliares:**

Sistema de Aire Comprimido			
Equipos	N.º equipos	Pot Inst. kW/Ud.	Pot Inst kW/Tot.
Compresor de Aire	5	55	275
TOTAL			275

Tabla 8: Equipos auxiliares de aire comprimido.

Sistema de Climatización			
Equipos	N.º equipos	Pot Inst. kW/Ud.	Pot Inst kW/Tot.
Lennox KRB2, 8N	3	7,7	23,1
Lennox KVB150	1	36,5	36,5
Lennox KRB2N	3	4,8	14,4
Lennox KRB4N	3	12,1	36,3
Lennox KVB7E	1	19,9	19,9
Lennox KRB5N	1	13,7	13,7
Lennox KVB10D	1	32	32
Lennox KJCK030	2	2,68	5,36
Lennox KJF5N	4	13,6	54,4
Lennox KJF3V	1	9,7	9,7
Lennox KJF4V	3	11,9	35,7
Lennox KJH036	2	9,4	18,8
Lennox GHA 09-E	1	2,64	2,64
Lennox KJHK060	2	13,3	26,6
Lennox KJB2,5	1	6,6	6,6
Lennox KGX2,5	1	6,2	6,2
Kelvin KQ8000TAB	6	8	48
Daikin RZQ125C7V1B	3	6,4	19,2
Daikin RR125B7W1B	2	4,53	9,06
Daikin RXS25D3VME	1	1,81	1,81
Daikin RZQS125C7V	6	6,4	38,4
TOTAL			458,37

Tabla 9: Equipos auxiliares de climatización.

Sistema de Alumbrado			
Equipos	N.º equipos	Pot Inst. kW/Ud.	Pot Inst kW/Tot.
Philips Master HPI – T plus 400W/645	168	0,4	67,2
PRILUX 85W 230V	70	0,085	5,95
Vapor de Sodio Philips Master SON-T PIA Plus 400W E E40	12	0,4	4,8
Vapor de Sodio Philips Master SON-T PIA Plus 250W E E40	42	0,25	10,5
F. BRIGHT 100W 220-240V.	5	0,1	0,5
Lampara LED industrial 135W	1	0,135	0,14
Philips Master TL-D Super 80 58W/865	1076	0,058	62,41
Philips Master TL-D Super 80 18W/865	727	0,018	13,09
Philips Master TL-D Super 80 36W/865	36	0,036	1,30
FEX-1001150 BF Proyector LED 150W	10	0,15	1,5
Arlús PEPO LED 30/158/6000	37	0,035	1,30
Simon 726 LED Modular 60x60 1-10V WW	30	0,039	1,17
GE 42W 630 Lumen HALOGEN	2	0,042	0,08
GE 23W 1400 Lumen Fluorescente	35	0,023	0,81
ECOLUX LIGHTING LED EC-1570	33	0,018	0,59
PHILIPS MASTER PL-L 4P 55W/830	150	0,055	8,25
PHILIPS MASTER PL-C 2P 26W 840	12	0,0265	0,32
TOTAL			179,89

Tabla 10: Equipos auxiliares de alumbrado.

Sistema de Bombeo			
Equipos	N.º equipos	Pot Inst. kW/Ud.	Pot Inst kW/Tot.
Electrobomba rotodinámica axial monobloque.	16	9,2	147,2
Electrobomba rotodinámica axial.	1	11	11
Electrobomba rotodinámica ABB motors.	25	15	375
Electrobomba sumergible PEMO.	35	18,7	654,5
Electrobomba rotodinámica ABB motors.	11	9,2	101,2
Electrobomba rotodinámica ABB motors.	17	22	374
Bomba hidráulica de membrana Abel.	1	45	45
TOTAL			1707,90

Tabla 11: Equipos auxiliares de bombeo.

Sistema de Cintas de Transporte			
Equipos	N.º equipos	Pot Inst. kW/Ud.	Pot Inst kW/Tot.
Cintas de transporte.	144	6,6	950,4
Motores para cintas móviles.	8	2,3	18,4
TOTAL			968,80

Tabla 12: Equipos auxiliares de cintas de transporte de material.

Se han añadido también, las cintas transportadoras de material y los motores para cintas móviles como parte de los equipos auxiliares ya que aunque no generan un consumo energético grande, sí forman una gran parte de la potencia instalada.

Teniendo en cuenta todos los equipos productivos nombrados anteriormente se establece lo siguiente:

Sistema	Pot Inst kW
Sistema de Equipos Productivos	10152
Sistema de Aire Comprimido	275
Sistema de Climatización	458,37
Sistema de Alumbrado	179,89
Sistema de Bombeo	1707,90
Sistema de Cintas de Transporte	968,80
TOTAL	13742

Tabla 13: Resumen Potencia Instalada.

La potencia instalada en equipos productivos es de 10152 kW, mientras que la potencia empleada en equipos auxiliares es de 3590 kW. Lo que supone una potencia instalada total de 13742 kW.

Según los cálculos facilitados por la empresa, la potencia instalada debe ser cercana a 15000 kW, por lo tanto el resultado obtenido es válido y supone haber inventariado un porcentaje ligeramente superior al 91% de los equipos que componen la potencia total instalada.

12.3 Datos energéticos.

Se han facilitado las facturas de consumo eléctrico y consumo de gas, de un mes y las horas de uso de los diferentes equipos productivos durante ese periodo, obteniéndose los siguientes datos energéticos.

En primer lugar observamos el consumo eléctrico y de gas durante el mes de marzo.

Fuente	Consumo kWh	Coste €
Gas Natural	26124493	1094479
Electricidad	3001342	286813
Total	29125835	1381292

Tabla 14: Consumo en kWh y Coste total en euros de la energía suministrada en el mes de Marzo.

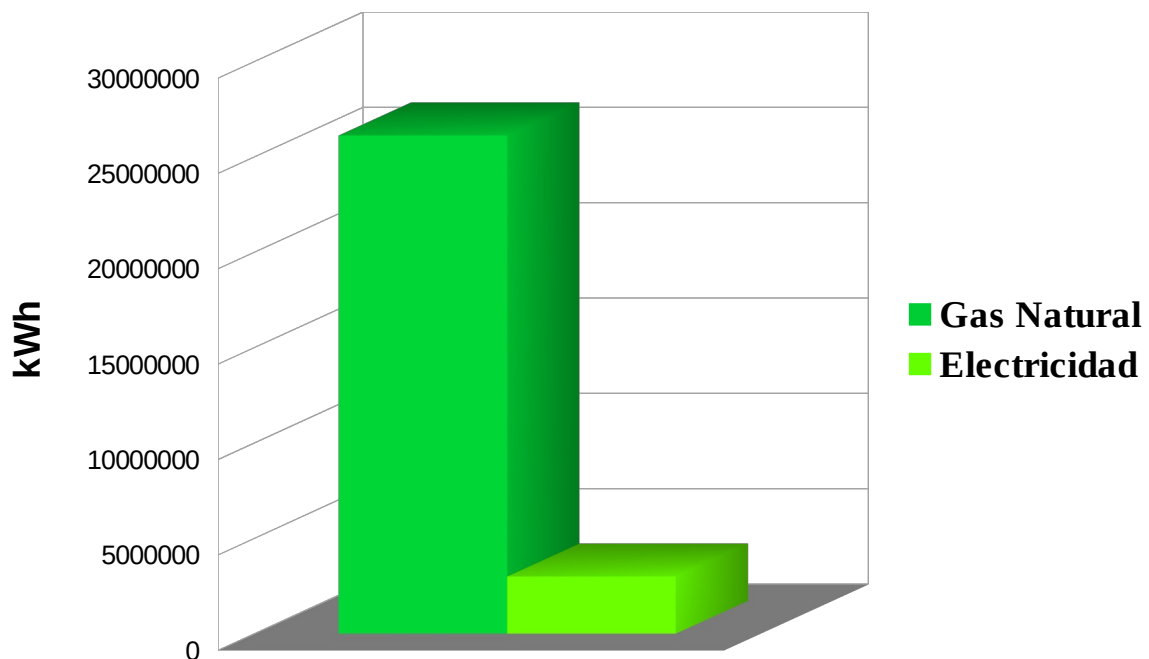


Gráfico 6: Comparación kWh de Gas Natural VS Electricidad

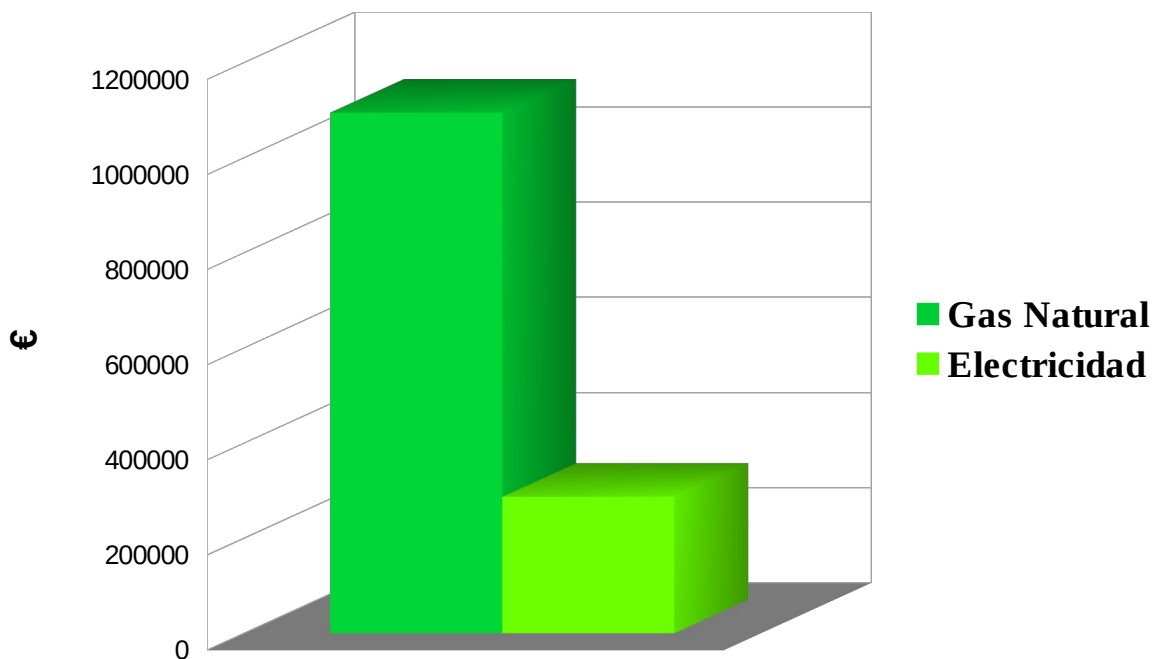


Gráfico 7: Comparación Coste Gas Natural VS Electricidad.

Existe un gran consumo de gas natural debido a que es parte fundamental del proceso de atomizado, como se puede observar tanto en la *Tabla 14* como en los *Gráficos 6 y 7*.

Fuente	Consumo kWh
Gas Natural Extra	1809715
Gas Natural Cogeneración	7416007,3
Gas Natural Atomizado	16898770,7
Electricidad	3001342
Total	29125835

Tabla 15: Consumo en kWh de cada fuente dividido según uso.

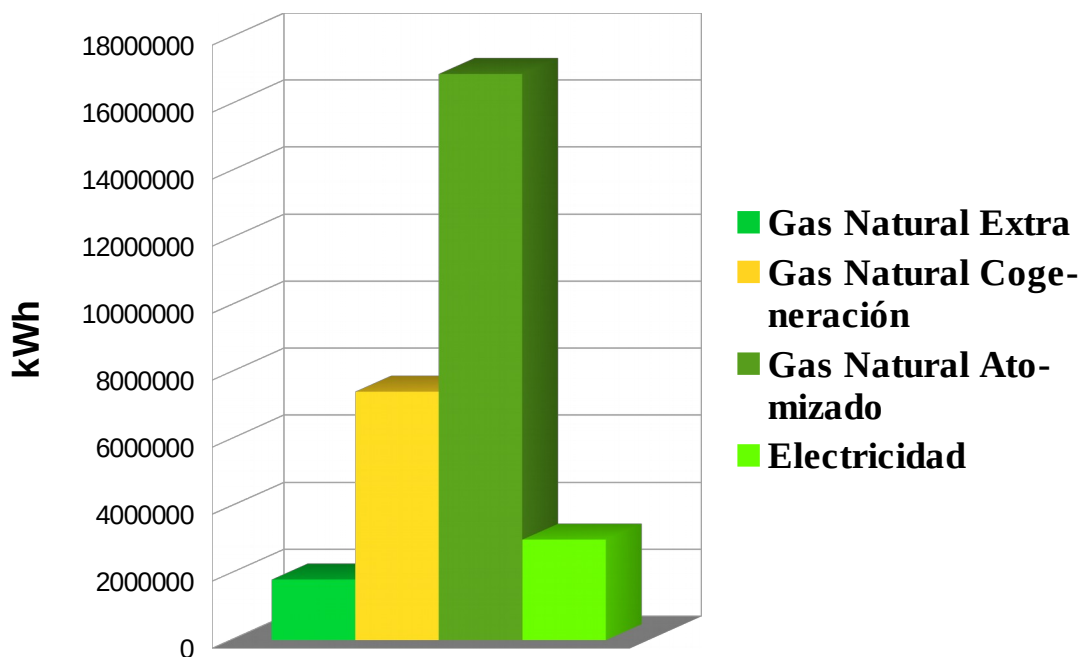


Gráfico 8: Comparación consumos kWh separados según su uso.

Es importante también observar como se puede ver en la *Tabla 15* y de forma más clara en el *Gráfico 8*, como gran parte del gas natural, mas del 71%, es usado en el proceso de calentar el aire para generar el atomizado. Aun así al tratarse de una tecnología que ya se mejoró en la ultima auditoría energética, es complicado obtener más rendimiento energético de ella.

Nos centraremos por tanto y de acuerdo con nuestra Empresa Atomizadora en mejorar el consumo eléctrico de la planta. A continuación, se mostraran los consumos energéticos, de los equipos productivos y auxiliares de la planta.

Como en el apartado anterior de inventariado, dividiremos los consumos en dos grupos. El primer grupo serán los equipos productivos o tecnologías verticales de la planta.

En el segundo grupo encontraremos los consumos de los equipos auxiliares anteriormente mencionados.

- **Equipos Productivos:**

Equipos	Horas de uso.	Energia KWh/Tot.
Molino 1	51	55821,9
Molino 2	342	377490,8
Molino 3	255	282260,5
Molino 4	207	217108,6
Molino 5	330	346983,1
Molino 6	361	379207,6
Molino 0	131	96380,6
Balsas	327	229937,7
ATOM 7000/1	137	37557,9
ATOM 7000/2	108	22025,4
ATOM 7000/3	119	24229,1
ATOM 4000/1	66	10899,3
ATOM 20000/1	323	230968,5
ATOM 20000/2	381	249239,8
ATOM 750	6	192,0
TOTAL		2560302,7

Tabla 16: Consumo mensual Equipos Productivos.

- **Equipos Auxiliares:**

Sistema de Aire Comprimido		
Equipos	Horas de uso.	Energia KWh/Tot.
Compresor de Aire	456	50160
TOTAL		50160

Tabla 17: Consumo mensual Equipos Auxiliares de Aire Comprimido.

Sistema de Climatización		
Equipos	Horas de uso.	Energía KWh/Tot.
Lennox KRB2, 8N	228	5266,8
Lennox KVB150	228	8322,0
Lennox KRB2N	228	3283,2
Lennox KRB4N	228	8276,4
Lennox KVB7E	228	4537,2
Lennox KRB5N	228	3123,6
Lennox KVB10D	228	7296,0
Lennox KJCK030	228	1222,1
Lennox KJF5N	228	12403,2
Lennox KJF3V	228	2211,6
Lennox KJF4V	228	8139,6
Lennox KJH036	228	4286,4
Lennox GHA 09-E	228	601,9
Lennox KJHK060	228	6064,8
Lennox KJB2,5	228	1504,8
Lennox KGX2,5	228	1413,6
Kelvin KQ8000TAB	228	10944,0
Daikin RZQ125C7V1B	228	4377,6
Daikin RR125B7W1B	228	2065,7
Daikin RXS25D3VME	228	412,7
Daikin RZQS125C7V	228	8755,2
TOTAL		104508,4

Tabla 18: Consumo mensual Equipos Auxiliares de Climatización.

Sistema de Alumbrado		
Equipos	Horas de uso.	Energia KWh/Tot.
Philips Master HPI – T plus 400W/645	190	12768,0
PRILUX 85W 230V	190	1130,5
Vapor de Sodio Philips Master SON-T PIA Plus 400W E E40	190	912,0
Vapor de Sodio Philips Master SON-T PIA Plus 250W E E40	190	1995,0
F. BRIGHT 100W 220-240V.	190	95,0
Lampara LED industrial 135W	190	25,7
Philips Master TL-D Super 80 58W/865	190	11857,5
Philips Master TL-D Super 80 18W/865	190	2486,3
Philips Master TL-D Super 80 36W/865	190	246,2
FEX-1001150 BF Proyector LED 150W	190	285,0
Arlús PEPO LED 30/158/6000	190	246,1
Simon 726 LED Modular 60x60 1-10V WW	190	222,3
GE 42W 630 Lumen HALOGEN	190	16,0
GE 23W 1400 Lumen Fluorescente	190	153,0
ECOLUX LIGHTING LED EC-1570	190	112,9
PHILIPS MASTER PL-L 4P 55W/830	190	1567,5
PHILIPS MASTER PL-C 2P 26W 840	190	60,4
TOTAL		34179,3

Tabla 19: Consumo mensual Equipos Auxiliares de Alumbrado.

Sistema de Bombeo		
Equipos	Horas de uso.	Energia KWh/Tot.
Electrobomba rotodinámica axial monobloque.	95	13984,0
Electrobomba rotodinámica axial.	95	1045,0
Electrobomba rotodinámica ABB motors.	95	35625,0
Electrobomba sumergible PEMO.	193	126290,5
Electrobomba rotodinámica ABB motors.	152	15382,4
Electrobomba rotodinámica ABB motors.	152	56848,0
Bomba hidráulica de membrana Abel.	95	4275,0
TOTAL		253449,9

Tabla 20: Consumo mensual Equipos Auxiliares de Bombeo.

Teniendo en cuenta todos los equipos productivos y sus consumos, nombrados anteriormente, se establece lo siguiente:

Sistema	Energía KWh mensuales.
Sistema de Equipos Productivos	2560302,7
Sistema de Aire Comprimido	50160
Sistema de Climatización	104508,4
Sistema de Alumbrado	34179,29
Sistema de Bombeo	253449,90
TOTAL	3002600

Tabla 21: Resumen Consumo por Sistemas.

El consumo eléctrico total de la planta de nuestra Empresa Atomizadora en el mes de marzo fue de 3002600 KWh, de los cuales 2560302,7 KWh fueron consumidos por los principales equipos productivos, y 442297,3 KWh por el resto de sistemas auxiliares.

Observando la factura eléctrica podemos comprobar como los datos coinciden, ya que en la factura aparece un consumo eléctrico del mes de marzo de 3001342 KWh, además podemos obtener a partir de ella la curva de consumo anual de la planta.

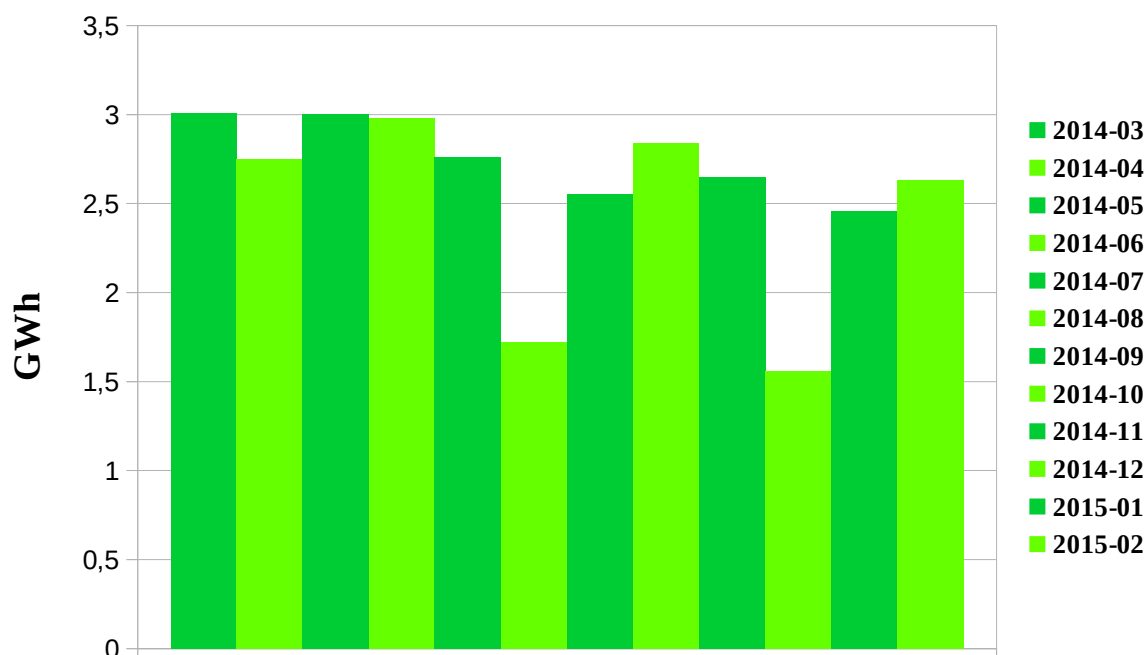


Gráfico 9: Consumo eléctrico anual por meses de la planta.

Sabiendo cómo se comporta la curva de consumo a lo largo del año y teniendo los datos de producción, horas de producción anuales y el dato facilitado por la empresa de un consumo anual total de energía eléctrica de 33 GWh podemos aproximar el consumo anual y el coste energético de cada uno de los equipos que conforman la planta.

12.4 Consumo y coste energético anual.

Teniendo en cuenta los datos de consumo facilitados por la empresa, las facturas eléctricas y los datos de producción obtenidos durante la estancia, podemos obtener las siguientes tablas con los consumos eléctricos y su coste asociado.

- **Equipos Productivos:**

Equipos	Horas de uso.	Energía Kwh/año.	€ / año
Molino 1	521	576226,6	55065,2
Molino 2	3526	3896679,1	372373,6
Molino 3	2637	2913656,9	278434,3
Molino 4	2134	2241120,7	214165,5
Molino 5	3411	3581760,7	342279,4
Molino 6	3728	3914400,7	374067,1
Molino 0	1354	994896,0	95074,0
Balsas	3372	2373550,1	226820,7
ATOM 7000/1	1415	387694,7	37048,8
ATOM 7000/2	1115	227358,5	21726,8
ATOM 7000/3	1226	250106,9	23900,7
ATOM 4000/1	686	112508,8	10751,5
ATOM 20000/1	3330	2384190,6	227837,5
ATOM 20000/2	3928	2572798,1	245861,2
ATOM 750	64	1982,4	189,4
TOTAL		26428930,7	2525595,8

Tabla 22: Consumo y Coste Anual Equipos Productivos.

- **Equipos Auxiliares:**

Sistema de Aire Comprimido			
Equipos	Horas de uso.	Energía Kwh/año.	€ / año
Compresor de Aire	4704	517440	49447,49
TOTAL		517440	49447,49

Tabla 23: Consumo y Coste Anual Equipos Auxiliares de Aire Comprimido

Sistema de Climatización			
Equipos	Horas de uso.	Energía Kwh/año.	€ / año
Lennox KRB2, 8N	2352	54331,2	5192,0
Lennox KVB150	2352	85848,0	8203,8
Lennox KRB2N	2352	33868,8	3236,6
Lennox KRB4N	2352	85377,6	8158,8
Lennox KVB7E	2352	46804,8	4472,8
Lennox KRB5N	2352	32222,4	3079,2
Lennox KVB10D	2352	75264,0	7192,4
Lennox KJCK030	2352	12606,7	1204,7
Lennox KJF5N	2352	127948,8	12227,0
Lennox KJF3V	2352	22814,4	2180,2
Lennox KJF4V	2352	83966,4	8024,0
Lennox KJH036	2352	44217,6	4225,5
Lennox GHA 09-E	2352	6209,3	593,4
Lennox KJHK060	2352	62563,2	5978,7
Lennox KJB2,5	2352	15523,2	1483,4
Lennox KGX2,5	2352	14582,4	1393,5
Kelvin KQ8000TAB	2352	112896,0	10788,5
Daikin RZQ125C7V1B	2352	45158,4	4315,4
Daikin RR125B7W1B	2352	21309,1	2036,3
Daikin RXS25D3VME	2352	4257,1	406,8
Daikin RZQS125C7V	2352	90316,8	8630,8
TOTAL		1078086,2	103023,8

Tabla 24: Consumo y Coste Anual Equipos Auxiliares de Climatización.

Sistema de Alumbrado			
Equipos	Horas de uso.	Energía Kwh/año.	€ / año
Philips Master HPI – T plus 400W/645	1960	131712,0	12586,6
PRILUX 85W 230V	1960	11662,0	1114,4
Vapor de Sodio Philips Master SON-T PIA Plus 400W E E40	1960	9408,0	899,0
Vapor de Sodio Philips Master SON-T PIA Plus 250W E E40	1960	20580,0	1966,7
F. BRIGHT 100W 220-240V.	1960	980,0	93,7
Lampara LED industrial 135W	1960	264,6	25,3
Philips Master TL-D Super 80 58W/865	1960	122319,7	11689,1
Philips Master TL-D Super 80 18W/865	1960	25648,6	2451,0
Philips Master TL-D Super 80 36W/865	1960	2540,2	242,7
FEX-1001150 BF Proyector LED 150W	1960	2940,0	281,0
Arlús PEPO LED 30/158/6000	1960	2538,2	242,6
Simon 726 LED Modular 60x60 1-10V WW	1960	2293,2	219,1
GE 42W 630 Lumen HALOGEN	1960	164,6	15,7
GE 23W 1400 Lumen Fluorescente	1960	1577,8	150,8
ECOLUX LIGHTING LED EC-1570	1960	1164,2	111,3
PHILIPS MASTER PL-L 4P 55W/830	1960	16170,0	1545,2
PHILIPS MASTER PL-C 2P 26W 840	1960	623,3	59,6
TOTAL		352586,4	33693,8

Tabla 25: Consumo y Coste Anual Equipos Auxiliares de Alumbrado.

Sistema de Bombeo			
Equipos	Horas de uso.	Energía Kwh/año.	€ / año
Electrobomba rotodinámica axial monobloque.	980	144256,0	13785,4
Electrobomba rotodinámica axial.	980	10780,0	1030,2
Electrobomba rotodinámica ABB motors.	980	367500,0	35119,0
Electrobomba sumergible PEMO.	1991	1302786,2	124496,6
Electrobomba rotodinámica ABB motors.	1568	158681,6	15163,9
Electrobomba rotodinámica ABB motors.	1568	586432,0	56040,5
Bomba hidráulica de membrana Abel.	980	44100,0	4214,3
TOTAL		2614535,8	249849,7

Tabla 26: Consumo y Coste Anual Equipos Auxiliares de Bombeo.

A continuación se muestra en la *Tabla 27*, un resumen de la energía eléctrica consumida anualmente en KWh y su coste anual asociado en €, mostrando cada uno de los sistemas nombrados anteriormente.

Sistema	Energía KWh anuales.	Coste € anuales.
Sistema de Equipos Productivos	26428930,7	2525595,8
Sistema de Aire Comprimido	517440,0	49447,5
Sistema de Climatización	1078086,2	103023,8
Sistema de Alumbrado	352586,4	33693,8
Sistema de Bombeo	2614535,8	249849,7
TOTAL	30991579	2961611

Tabla 27: Resumen Consumo y Coste Anual por Sistema.

Como se puede observar el consumo anual calculado es de 30991579 KWh, exactamente 30,99 GWh, aproximado al consumo anual facilitado por la Empresa Atomizadora de 33 GWh. Aparte de esto observamos un coste anual de energía eléctrica de 2961611 €, de los cuales 2525595,8 €, un 85% del coste anual, es en los equipos productivos.

El valor elegido como coste de energía es de 0,09556 €/KWh. Este valor se ha obtenido partiendo de las facturas eléctricas del mes de marzo facilitadas por la empresa, y se puede observar que coincide con el valor facilitado por la empresa de 0,1 /KWh, como valor promedio anual de coste del KWh, en el que se incluyen todos los impuestos y peajes.

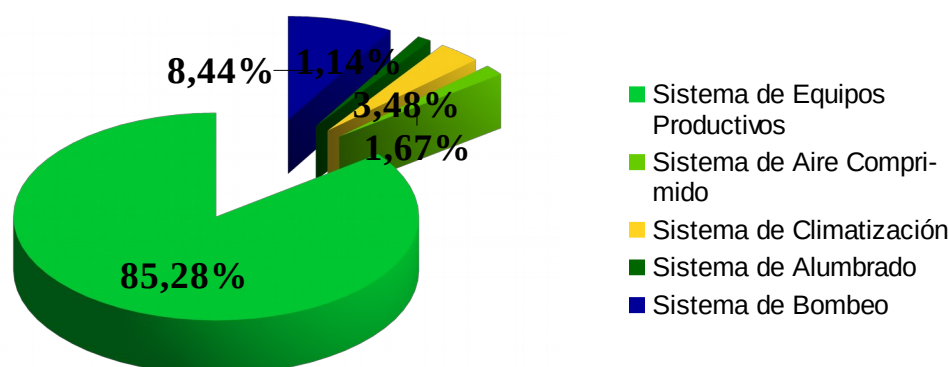


Gráfico 10: Consumo energético eléctrico anual separado por sistemas.

En el *Gráfico 10* se puede observar de forma resumida, los porcentajes del consumo energético eléctrico anual de cada uno de los sistemas que forman parte de nuestra Empresa Atomizadora.

Como se puede observar en la gráfica los equipos productivos son el mayor consumo eléctrico de la planta, seguido de los sistemas de bombeo, y tras esto la climatización, el aire comprimido y el alumbrado.

Los datos de consumo y coste nos dan una idea bastante clara de los puntos en los que debemos centrar los esfuerzos de la auditoría. Aun así para obtener más claridad y valores con los que se pueda medir el rendimiento energético de la empresa, es clave fijar un IDE.

12.5 Indicador de Desempeño Energético.

En el caso de nuestra Empresa Atomizadora fijaremos el siguiente IDE, *KWh/t* basado en el consumo energético en *KWh* y su producción en toneladas.

Un IDE, debe permitir un seguimiento y una medición adecuada, del comportamiento energético de la planta. Esto no simplemente nos ayuda a la hora de realizar una auditoría energética, sino que también pone la base para la posible futura implantación de un SGE, ya que permite la comparación del mismo con la llamada línea base de un SGE.

Para la obtención de nuestro IDE, se han recopilado los datos de producción correspondientes al mismo mes de consumo, marzo, y se ha obtenido el siguiente resultado.

Equipos	Toneladas Producidas	Energía Kwh mensuales.	IDE Kwh/t.
ATOM 7000/1	4789,70	37557,9	7,84
ATOM 7000/2	2655,87	22025,4	8,29
ATOM 7000/3	4598,74	24229,1	5,27
ATOM 4000/1	939,48	10899,3	11,60
ATOM 20000/1	24783,71	230968,5	9,32
ATOM 20000/2	35494,40	249239,8	7,02
ATOM 750	9,68	192,0	19,84
TOTAL			69,19

Tabla 28: IDE atomizadores del mes de marzo.

Como podemos observar, unicamente con esto, podemos hacernos una idea del consumo de energía eléctrica que requiere cada atomizador para generar una tonelada de material.

Se puede comprobar con facilidad el funcionamiento de cada uno de los atomizadores, y para un futuro proyecto de implantación de un SGE, se podría comprobar al momento donde existen pérdidas en el desempeño de la energía.

Para tener una idea clara de la energía en *KWh* que consume la planta, para generar una tonelada de material, usaremos el consumo eléctrico total de la planta, y el total de toneladas generadas durante el mes.

Toneladas Totales Producidas	Energía eléctrica Kwh mensuales.	IDE Kwh/t.
73271,58	3002600,2	40,98

Tabla 29: IDE planta del mes de marzo.

Este IDE corresponde al total del mes. Como se ha dicho anteriormente, en el caso de una futura implantación de un SGE, las lecturas podrían realizarse de forma horaria, o quinceminutal, y de forma individual para cada atomizador o molino.

Esto agilizaría la localización de posibles problemas energéticos, y garantizaría un uso mas eficiente de la energía eléctrica consumida.

Al disponer unicamente de datos de tres meses, es complicado obtener un IDE anual de la planta, aun así se ha hecho una pequeña estimación, ya que si se sabe por datos que ha facilitado la Empresa Atomizadora, que el total de toneladas anuales es de 500000 y previamente se ha estimado un consumo anual de 30,99 GWh.

Toneladas Totales Producidas	Energía eléctrica Kwh anuales.	IDE Kwh/t.
500000,00	30991579,1	61,98

Tabla 30: IDE planta anual.

Los IDE son parte fundamental de un SGE, y deben ser definidos correctamente para obtener el máximo partido de ellos.

En nuestro caso, como hemos visto, simplemente se han obtenido como datos, y se han planteado para una posible futura implantación de un SGE en nuestra Empresa Atomizadora. De igual forma, deberían obtenerse los IDE para el consumo de gas y uno de consumo general, para obtener una visión global del consumo total de la planta.

13 Propuestas de Ahorro Energético.

13.1 Introducción.

Tras evaluar el estado actual de las instalaciones en nuestra Empresa Atomizadora, se ha obtenido un análisis de las necesidades energéticas eléctricas de la empresa. Se han localizado los principales consumidores energéticos de la planta, y se han evaluado los puntos en los que centrar las medidas de ahorro energético.

Además de las propuestas de ahorro energético, se realizarán ciertas recomendaciones para mejorar la eficiencia energética, el funcionamiento de la planta y concienciar a los trabajadores de la misma.

De esta forma las propuestas de ahorro energético se dividirán en dos grupos. En el primer grupo se analizarán las diferentes MAEs propuestas y se valorará su posible implantación en la planta.

En el segundo grupo se analizará la factura eléctrica de la planta y se propondrán una serie de acciones sobre la misma, para ahorrar en la contratación de la energía eléctrica.

13.2 Medidas de Ahorro Energético.

13.2.1 Regulación en el tiempo de funcionamiento de los agitadores de las balsas.

Los agitadores de las balsas pueden llegar a estar trabajando durante varios días seguidos, aproximándose a una media de más de 18 horas al día en funcionamiento, esto supone, de forma resumida, como se puede observar en la siguiente tabla, *Tabla 31*, los siguientes consumos y costes asociados.

Equipos	Horas de uso.	Energía Kwh/Año.	€ / año
Balsas	3372	2373550,1	226820,7

Tabla 31: Consumo eléctrico y coste anual de los agitadores de las balsas.

- **Propuesta de Ahorro:**

Se propone realizar ciclos de encendido y apagado de los agitadores de las balsas de barbotina, en repeticiones de 15 minutos de encendido, seguidos por 5 minutos apagado.

Hablando con los técnicos de la planta se planteó esta propuesta, ya que aunque es necesario que la barbotina se mantenga en movimiento, no es fundamental que permanezca continuamente agitada, puede alternarse con pequeños lapsos de tiempo, en los que no se agite.

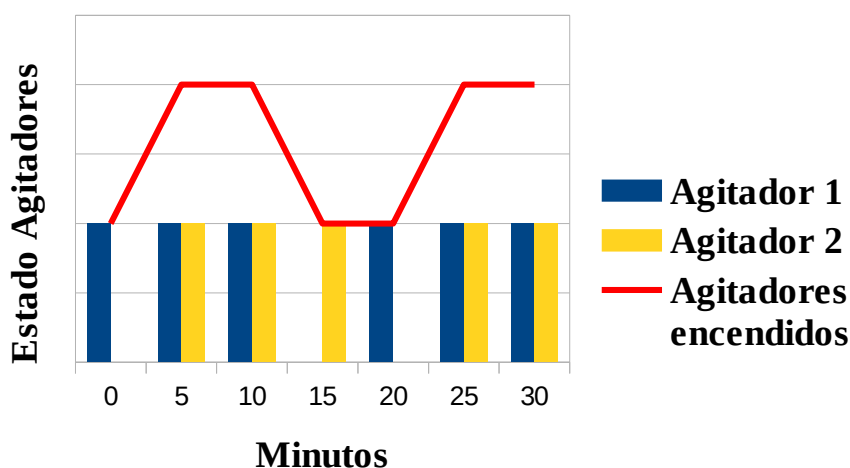


Gráfico 11: Ciclo propuesto de encendido y apagado de dos agitadores de una balsa.

Aprovechando además la circunstancia, de que cada balsa de barbotina, posee dos agitadores, estos podrían alternar su funcionamiento, para que al menos uno de los dos agitadores esté moviendo la barbotina, manteniendo así la seguridad de que la barbotina no se endurecerá.

Llevar a cabo esta propuesta de ahorro no supondría ninguna inversión, ya que no se requiere ningún equipamiento para realizar este ciclo en los agitadores, y con esta MAE se conseguiría tener los siguientes consumos de energía eléctrica y los siguientes costes asociados.

Equipos	Horas de uso.	Energía Kwh/año.	€ / año
Balsas	2540	1787822,1	170847,5

Tabla 32: Consumo eléctrico y coste anual de los agitadores de las balsas tras aplicar el ciclo.

Lo que nos llevaría a obtener un ahorro en comparación con la situación actual de los agitadores de 585728 KWh, un 25% de la energía actual consumida anualmente, implicando una reducción anual del coste de unos 55973,2 €.

13.2.2 Actualización de los motores de las cintas transportadoras.

Aunque las cintas de transporte de material no suponen un gran consumo, si que deben entrar en consideración a la hora de proponer mejoras para el eficiente funcionamiento de la planta. Actualmente las cintas tienen el consumo mostrado en la siguiente tabla, *Tabla 33*.

Equipos	Horas de uso.	Energía Kwh/Año.	€ / año
Cintas de transporte.	1176	1117670,4	106806,6
Motores para cintas móviles.	196	3606,4	344,6
TOTAL		1121276,80	107151,21

Tabla 33: Consumo eléctrico y coste anual asociado a las cintas transportadoras.

- **Propuesta de Ahorro:**

Se propone realizar una actualización en los motores de las cintas transportadoras, se ha observado como en su mayoría, superan los 12 años de funcionamiento, y que sobretodo, las cintas del inicio del proceso productivo están impulsadas por motores y no por mototambores como en las posteriores cintas.

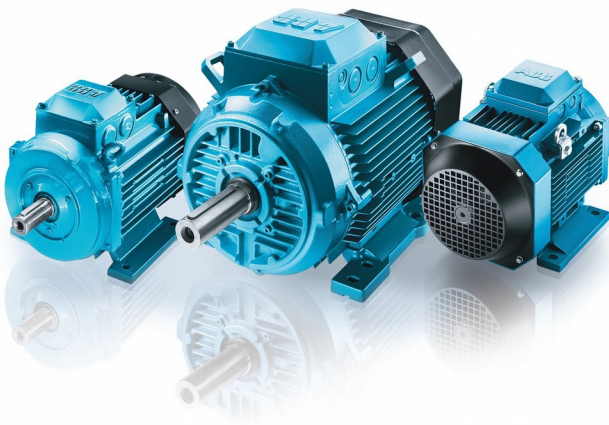


Imagen 31: Motores ABB usados en las cintas.



Imagen 32: Mototambores Joki usados en las cintas.

Esto no supone un problema en el funcionamiento de la cinta, pero los motores, que son usados como fuente para su movimiento, no son lo más eficiente y están quedando anticuados, afectando a la eficiencia energética eléctrica de la planta, dentro del transporte de material.

Este proceso de actualización, no sería inmediato y se desarrollaría a lo largo de varios años, remplazando poco a poco los motores antiguos, por los nuevos mototambores de alto rendimiento. Esto requiere una inversión para la compra de los mototambores de diferentes potencias, entre 1,5 kW y 7,5 kW, con un precio que oscila entre los 500 € y los 1600 € cada uno.

El consumo energético a lo largo de los años se reduciría quedando, como se muestra en la siguiente tabla, los siguientes consumo y coste anual final.

Equipos	Horas de uso.	Energía Kwh/Año.	€ / año
Cintas de transporte.	1176	711244,8	67967,8
Motores para cintas móviles.	196	3606,4	344,6
TOTAL		714851,20	68312,46

Tabla 34: Consumo eléctrico y coste anual de las cintas transportadoras tras actualización.

Este consumo final, comparado con el inicial sin cambiar nada, supondría un ahorro anual de 406425,6 KWh anuales, una vez todos los motores estén cambiados por mototambores, lo que supone un ahorro de un 1,3% sobre el consumo actual, ahorrando unos 38838,75 € anuales.

13.2.3 Mejora en la iluminación.

La iluminación supone un pequeño porcentaje del consumo eléctrico de la planta, pero tiene un gran potencial de mejora para obtener una empresa energéticamente hablando, más eficiente. Actualmente la iluminación tiene el siguiente consumo mostrado en la siguiente tabla, *Tabla 35*.

Equipos	Horas de uso.	Energía Kwh/año.	€ / año
Philips Master HPI – T plus 400W/645	1960	131712,0	12586,6
PRILUX 85W 230V	1960	11662,0	1114,4
Vapor de Sodio Philips Master SON-T PIA Plus 400W E E40	1960	9408,0	899,0
Vapor de Sodio Philips Master SON-T PIA Plus 250W E E40	1960	20580,0	1966,7
F. BRIGHT 100W 220-240V.	1960	980,0	93,7
Lampara LED industrial 135W	1960	264,6	25,3
Philips Master TL-D Super 80 58W/865	1960	122319,7	11689,1
Philips Master TL-D Super 80 18W/865	1960	25648,6	2451,0
Philips Master TL-D Super 80 36W/865	1960	2540,2	242,7
FEX-1001150 BF Proyector LED 150W	1960	2940,0	281,0
Arlús PEPO LED 30/158/6000	1960	2538,2	242,6
Simon 726 LED Modular 60x60 1-10V WW	1960	2293,2	219,1
GE 42W 630 Lumen HALOGEN	1960	164,6	15,7
GE 23W 1400 Lumen Fluorescente	1960	1577,8	150,8
ECOLUX LIGHTING LED EC-1570	1960	1164,2	111,3
PHILIPS MASTER PL-L 4P 55W/830	1960	16170,0	1545,2
PHILIPS MASTER PL-C 2P 26W 840	1960	623,3	59,6
TOTAL		352586,4	33693,8

Tabla 35: Consumo eléctrico y coste anual de la Iluminación.

- **Propuesta de Ahorro:**

Se propone cambiar las luminarias por unas con una eficiencia energética mayor, mejor relación lúmenes por vatio y que mantengan las cualidades mínimas necesarias para una planta industrial como la de nuestra Empresa Atomizadora.

De nuevo, al igual que los motores de las cintas, el proceso de mejora de la iluminación, no sería un proceso inmediato, aunque este podría llevarse a cabo con una mayor celeridad que el de actualización de los motores de las cintas, y en poco menos de un año podría estar implantado.

Este proceso es sobretodo interesante realizarlo en las oficinas, ya que es donde interesa tener una buena iluminación, y porque las luminarias de dentro de la fábrica en muchos casos son de muy difícil acceso. Además, se ha intentado utilizar las luminarias ya disponibles en la fábrica, para minimizar costes de compra de luminarias, aun así se deberá hacer una pequeña inversión para comprar las luminarias utilizadas y reemplazarlas en el almacén.

La instalación de las nuevas luminarias, reduciría el consumo energético y su coste, quedando como se muestra en la siguiente tabla.

Equipos	Horas de uso.	Energía Kwh/año.	€ / año
Philips Master HPI – T plus 400W/645	1960	131712,0	12586,6
PRILUX 85W 230V	1960	11662,0	1114,4
Vapor de Sodio Philips Master SON-T PIA Plus 400W E E40	1960	9408,0	899,0
Vapor de Sodio Philips Master SON-T PIA Plus 250W E E40	1960	20580,0	1966,7
F. BRIGHT 100W 220-240V.	1960	1176,0	112,4
Philips Master TL-D Super 80 58W/865	1960	122319,7	11689,1
Philips Master TL-D Super 80 18W/865	1960	25648,6	2451,0
Philips Master TL-D Super 80 36W/865	1960	2540,2	242,7
FEX-1001150 BF Proyector LED 150W	1960	2940,0	281,0
Arlús PEPO LED 30/158/6000	1960	2538,2	242,6
Simon 726 LED Modular 60x60 1-10V WW	1960	9937,2	949,6
ECOLUX LIGHTING LED EC-1570	1960	2893,0	276,5
TOTAL		343354,8	32811,6

Tabla 36: Consumo eléctrico y coste anual de la Iluminación tras modificar las luminarias.

Este consumo final, comparado con el inicial, supondría un pequeño ahorro de energía eléctrica anual de 9231,6 KWh, un porcentaje 2,62% inferior al actual, que supone un ahorro en costes de 882 € anuales.

13.2.4 Cambio de los motores de los molinos.

Los motores de los molinos son tanto de corriente continua como de corriente alterna, y en ambos casos, forman parte de una de las zonas de mayor consumo de la planta, la zona de molienda. Algunos de los molinos están funcionando una media superior a 17 horas diarias para satisfacer la producción de tierra.

Actualmente los molinos tienen el siguiente consumo mostrado en la siguiente tabla, *Tabla 37*.

Equipos	Horas de uso.	Energía Kwh/Año.	€ / año
Molino 1	521	576226,6	55065,2
Molino 2	3526	3896679,1	372373,6
Molino 3	2637	2913656,9	278434,3
Molino 4	2134	2241120,7	214165,5
Molino 5	3411	3581760,7	342279,4
Molino 6	3728	3914400,7	374067,1
Molino 0	1354	994896,0	95074,0
TOTAL		18118740,6	1731459,2

Tabla 37: Consumo eléctrico y coste anual de los molinos.

- **Propuesta de Ahorro:**

Se propone un cambio en los motores de los molinos ya que durante la realización de medidas del consumo de los mismos, se ha detectado que funcionan a una potencia menor de la nominal, como se puede observar en la siguiente tabla, *Tabla 38*.

Equipo:	Potencia instalada (KW):	Potencia medida (KW):	Factor de Uso (%):
Molino 1 (Motor)	1030	705,0	68%
Molino 1 (Sistema Auxiliares)	75	52,5	70%
Molino 2 (Motor)	1030	705,0	68%
Molino 2 (Sistema Auxiliares)	75	52,5	70%
Molino 3 (Motor)	1030	705,0	68%
Molino 3 (Sistema Auxiliares)	75	52,5	70%
Molino 4 (Motor)	993	711,1	72%
Molino 4 (Sistema Auxiliares)	50	34,5	69%
Molino 5 (Motor)	993	711,1	72%
Molino 5 (Sistema Auxiliares)	50	34,5	69%
Molino 6 (Motor)	993	711,1	72%
Molino 6 (Sistema Auxiliares)	50	34,5	69%
Molino 0 (Motor)	700	523,2	75%
Molino 0 (Sistema Auxiliares)	35	23,7	68%

Tabla 38: Factor de uso de los motores de los molinos.

Esta MAE, se dejará como futuro proyecto para una próxima auditoría energética, ya que requiere de un estudio mayor de la situación, debido sobretodo al gran precio que supone un motor de estas características y también a que no supone una reducción de consumo energético directa, sino que lo que busca es encontrar un motor que funcione a su potencia nominal para aumentar la vida útil del mismo y evitar posibles averías.

13.3 Análisis de la factura eléctrica.

13.3.1 Cambio de potencia contratada.

Tras analizar la factura eléctrica disponible, se ha llegado a la conclusión de que un cambio en la potencia contratada ayudaría a ahorrar costes en la factura eléctrica, ya que evitaría recargos por exceso de potencia.

En el caso de nuestra empresa la tarifa contratada es del tipo 6.1. A, lo que implica la siguiente discriminación horaria.

6.X														
Horas / Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Primera quincena junio	Segunda quincena junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Fin de semana y festivos
H1 (00-01h)	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
H2 (01-02h)	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
H3 (02-03h)	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
H4 (03-04h)	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
H5 (04-05h)	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
H6 (05-06h)	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
H7 (06-07h)	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
H8 (07-08h)	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
H9 (08-09h)	P2	P2	P4	P5	P5	P4	P2	P2	P6	P4	P5	P4	P2	P6
H10 (09-10h)	P2	P2	P4	P5	P5	P3	P2	P2	P6	P3	P5	P4	P2	P6
H11 (10-11h)	P1	P1	P4	P5	P5	P3	P2	P2	P6	P3	P5	P4	P1	P6
H12 (11-12h)	P1	P1	P4	P5	P5	P3	P1	P1	P6	P3	P5	P4	P1	P6
H13 (12-13h)	P1	P1	P4	P5	P5	P3	P1	P1	P6	P3	P5	P4	P1	P6
H14 (13-14h)	P2	P2	P4	P5	P5	P3	P1	P1	P6	P3	P5	P4	P2	P6
H15 (14-15h)	P2	P2	P4	P5	P5	P3	P1	P1	P6	P3	P5	P4	P2	P6
H16 (15-16h)	P2	P2	P4	P5	P5	P4	P1	P1	P6	P4	P5	P4	P2	P6
H17 (16-17h)	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P1	P1	P6	P4	P5	P3	P2	P6
H18 (17-18h)	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P1	P1	P6	P4	P5	P3	P2	P6
H19 (18-19h)	P1	P1	P3	P5	P5	P4	P1	P1	P6	P4	P5	P3	P1	P6
H20 (19-20h)	P1	P1	P3	P5	P5	P4	P2	P2	P6	P4	P5	P3	P1	P6
H21 (20-21h)	P1	P1	P3	P5	P5	P4	P2	P2	P6	P4	P5	P3	P1	P6
H22 (21-22h)	P2	P2	P4	P5	P5	P4	P2	P2	P6	P4	P5	P3	P2	P6
H23 (22-23h)	P2	P2	P4	P5	P5	P4	P2	P2	P6	P4	P5	P4	P2	P6
H24 (23-24h)	P2	P2	P4	P5	P5	P4	P2	P2	P6	P4	P5	P4	P2	P6

Imagen 33: Periodos de contratación, tarifa 6.1. A.

En la actualidad, con esta tarifa, se están pagando en la factura eléctrica los siguientes valores.

		Potencia Contratada KW	€/KW	Coste €
Termino de Potencia	P1	4500	3,261619	14677,29
	P2	5000	1,632221	8161,11
	P3	5000	1,194515	5972,58
	P4	5000	1,194515	5972,58
	P5	5000	1,194515	5972,58
	P6	6500	0,545015	3542,60
TOTAL				44298,71

		Energía consumida KWh	€/KWh	Coste €
Energía consumida	P1	0	0,026674	0,00
	P2	0	0,019921	0,00
	P3	443451	0,010615	4707,23
	P4	806489	0,005283	4260,68
	P5	0	0,003411	0,00
	P6	1751402	0,002137	3742,75
TOTAL				12710,66

$\epsilon = Aei * Ki * 1,4064$		Sobrepasamiento Aei	Ki	Coste €
Exceso de Potencia	P1	0	1	0,00
	P2	0	0,5	0,00
	P3	4041	0,37	2102,81
	P4	6589	0,37	3428,70
	P5	0	0,37	0,00
	P6	263	0,17	62,88
TOTAL				5594,39

Impuesto sobre la electricidad	5,112696%	9390,56
TOTAL		480,11

IVA	21%	63083,88
TOTAL		13247,61

TOTAL Factura eléctrica marzo (comercializadora)	76331,49
---	-----------------

Tabla 39: Factura eléctrica de la comercializadora, mes de marzo.

		Energía consumida total KWh
€/KWh	0,057517	3001342
TOTAL		172628,19
Impuesto sobre la electricidad	5,112696%	25894,23
TOTAL		1323,89
IVA	21%	173952,08
TOTAL		36529,94
TOTAL Factura eléctrica marzo (distribuidora)		210482,02

Tabla 40: Factura eléctrica de la distribuidora, mes de marzo.

TOTAL Factura eléctrica marzo	286813,51
--------------------------------------	------------------

Tabla 41: Total Factura eléctrica, mes de marzo.

Como se puede observar, en la factura de la comercializadora, el impuesto sobre la electricidad del 5,11%, se aplica unicamente al 85% del coste de la suma del termino de potencia, más la energía consumida, más el exceso de potencia, debido a la aplicación del artículo 98 de la ley 38/1992 de impuestos especiales.

Al no disponer de información sobre la facturación en otros meses, nos centraremos en el ahorro que supondría un cambio en el término de potencia en el mes del que si se dispone factura eléctrica, siendo el resultado el siguiente.

		Potencia Contratada KW	€/KW	Coste €
Termino de Potencia	P1	4500	3,261619	14677,29
	P2	5000	1,632221	8161,11
	P3	6600	1,194515	7883,80
	P4	6700	1,194515	8003,25
	P5	5000	1,194515	5972,58
	P6	6700	0,545015	3651,60
TOTAL				48349,62

		Energía consumida KWh	€/KWh	Coste €
Energía consumida	P1	0	0,026674	0,00
	P2	0	0,019921	0,00
	P3	443451	0,010615	4707,23
	P4	806489	0,005283	4260,68
	P5	0	0,003411	0,00
	P6	1751402	0,002137	3742,75
TOTAL				12710,66

$\text{€} = \text{Aei} * \text{Ki} * 1,4064$		Sobrepasamiento Aei	Ki	Coste €
Exceso de Potencia	P1	0	1	0,00
	P2	0	0,5	0,00
	P3	0	0,37	0,00
	P4	0	0,37	0,00
	P5	0	0,37	0,00
	P6	0	0,17	0,00
TOTAL				0,00

Impuesto sobre la electricidad	5,112696%	9159,04
TOTAL		468,27

IVA	21%	61528,55
TOTAL		12921,00

TOTAL Factura eléctrica marzo (comercializadora)	74449,545
---	------------------

Tabla 42: Factura eléctrica de la comercializadora, mes de marzo cambiando la potencia contratada.

La factura eléctrica de la distribuidora se mantiene igual, ya que existe el mismo consumo de energía, por lo que el total de la factura eléctrica de marzo se reduce en 1881,95 €, lo que supone una reducción de la factura eléctrica mensual ligeramente inferior al 1%.

Al no disponer de facturas de otros meses es complicado realizar un ajuste apropiado de las potencias contratadas para todo un año, así que esta idea se dejará para futuros proyectos.

13.3.2 Reducir consumo en horas punta.

Se ha planteado la posibilidad de reducir el consumo de la planta en las horas punta del día. Para ellos estudiaremos, las curvas de comportamiento diario de la Empresa Atomizadora.

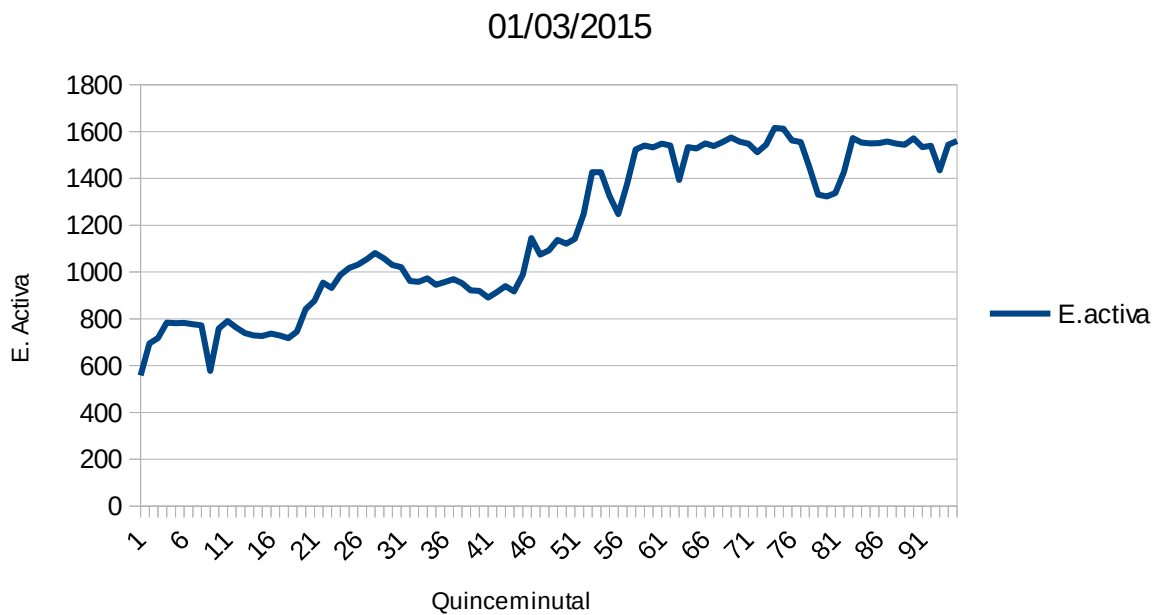


Gráfico 12: Curva quinceminutal día 1 de marzo.

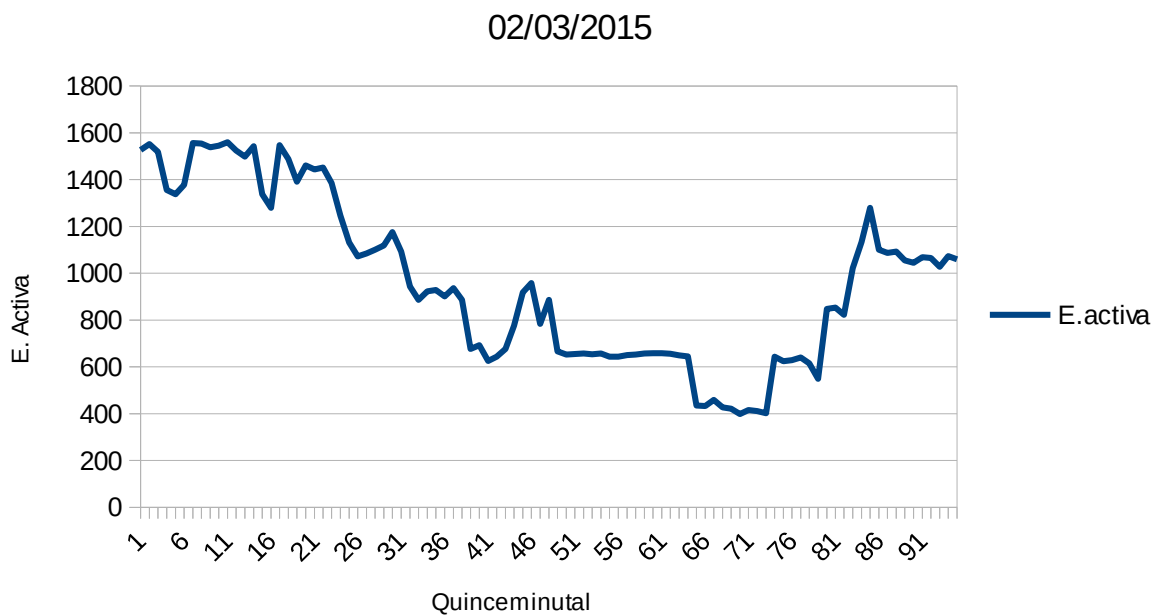


Gráfico 13: Curva quinceminutal día 2 de marzo.

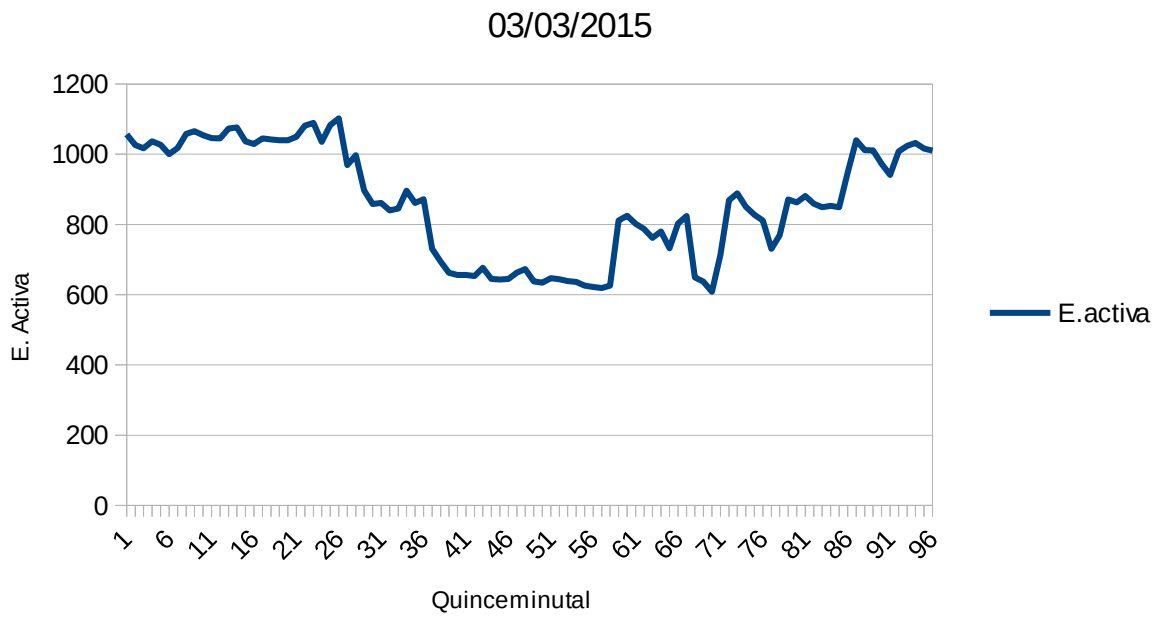


Gráfico 14: Curva quinceminutal día 3 de marzo.

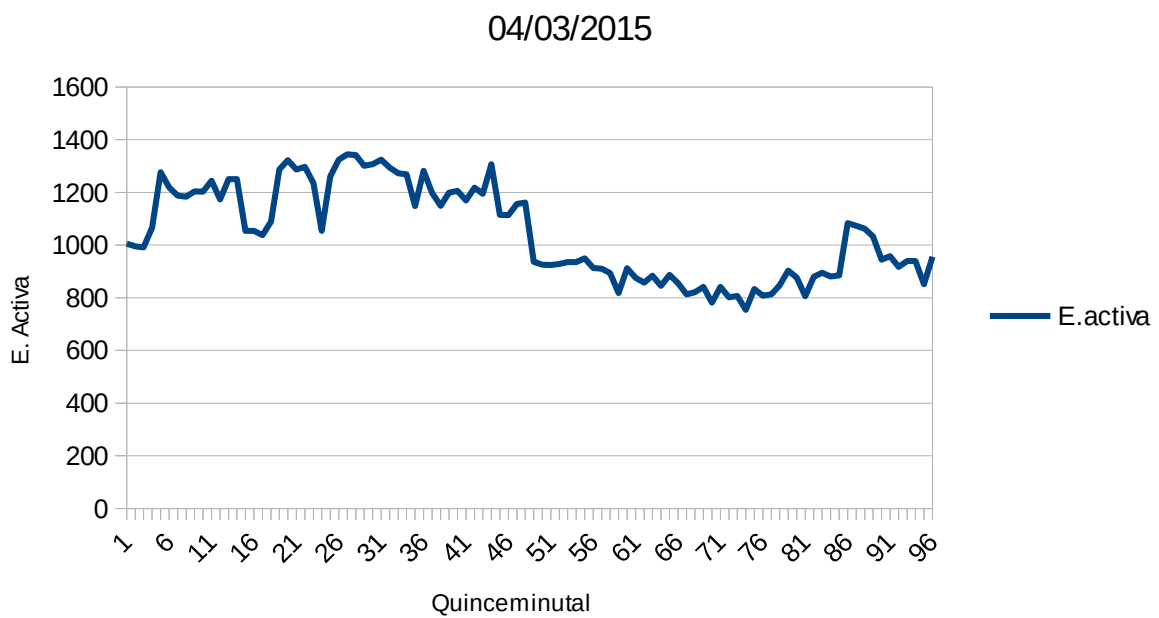


Gráfico 15: Curva quinceminutal día 4 de marzo.

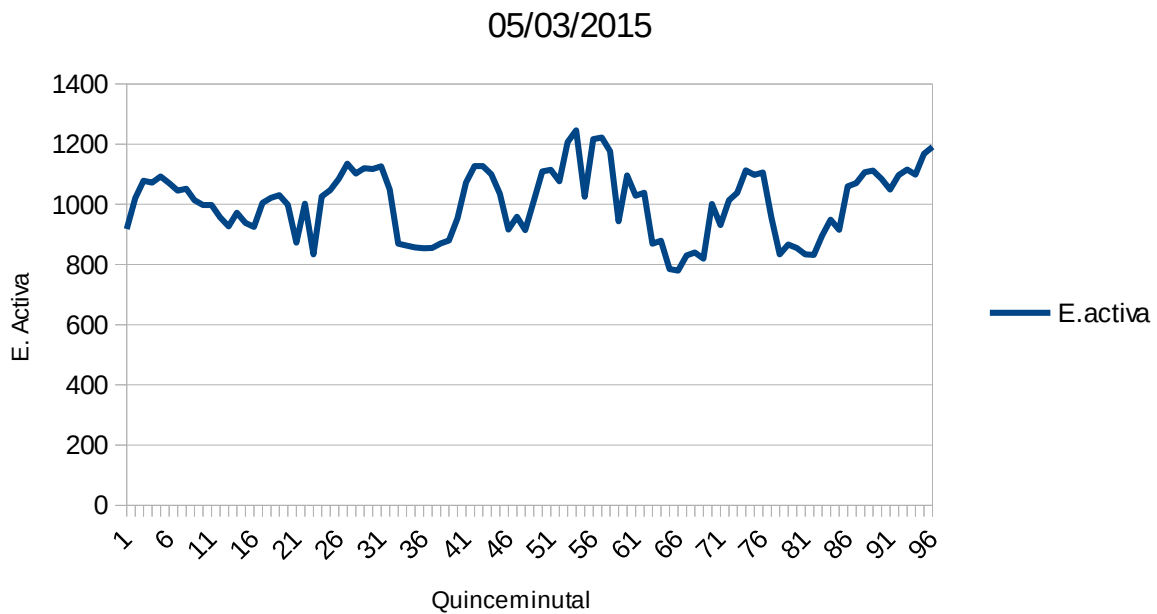


Gráfico 16: Curva quinceminutal día 5 de marzo.

Como se puede observar claramente en los 5 primeros días del mes, las curvas no siguen un comportamiento similar como en otras industrias. Esto es debido a que en la industria del atomizado, la producción es continua, existen periodos en los que se produce más y otros en los que menos, pero por desgracia no es posible encontrar una curva diaria, que permita trasladar la producción a periodos valle unicamente o en su gran mayoría.

13.3.3 Cambio compañía comercializadora.

Aunque es complicado, ya que en nuestro caso se ha llegado a un acuerdo con la compañía comercializadora, siempre hay que intentar buscar comercializadoras que ofrezcan el mejor precio por KWh consumido.

En nuestro caso, la compañía comercializadora Iberdrola, ofrece a la Empresa Atomizadora un precio de 0,057517 €/KWh, pero siempre existe la posibilidad de encontrar un precio mejor.

Existen decenas de empresas comercializadoras como, Endesa Energía, EDP Energía, Electra Energía, Eléctrica de Vinalsa, etc. Y es interesante mantener contacto con algunas para ver que ofertas pueden tener.

Al no poder encontrar información sobre las ofertas que ofrecen estas comercializadoras a las empresas grandes, no se puede desarrollar una comparativa entre comercializadoras, pero se incluirá como una recomendación.

CÁLCULOS

Índice

1.Cálculos de las propuestas de ahorro energético.....	4
1.1.Regulación en el tiempo de funcionamiento de los agitadores de las balsas.....	4
1.2.Actualización de los motores de las cintas transportadoras.....	7
1.3.Mejora en la iluminación.....	9

1. Cálculos de las propuestas de ahorro energético.

1.1. Regulación en el tiempo de funcionamiento de los agitadores de las balsas.

Actualmente existen 32 balsas de barbotina, compuestas cada una de ellas por dos agitadores de 11 kW, que funcionan a una media entre 16 y 19 horas al día a pleno rendimiento. Esto nos deja los siguientes cálculos, para el consumo energético de los agitadores.

Consumo anual de un agitador:

Consumo Agitador (kWh)=Potencia de trabajo (kW) · Numero horas trabajo anual (h)

Consumo total anual de los agitadores:

Consumo total Agitadores (kWh)=Numero de Agitadores · Consumo Agitador (kWh)

Sabiendo esto y teniendo en cuenta que, los agitadores suelen estar encendidos el mismo numero de horas al año, y que de media al día un agitador permanece encendido 17,5 horas, se han obtenido los siguientes datos del consumo de los agitadores.

Equipos	N.º equipos	Pot kW/Ud.	Horas de uso.	Energía Kwh/Año.
Balsas	64	11	3372	2373550,1

De esta forma, se ha obtenido un consumo anual actual de 2373550,1 kWh. Para obtener el coste anual de este consumo, se ha utilizado el siguiente calculo.

Coste anual agitadores:

Coste anual agitadores (€/año)=Consumo total Agitadores (kWh) · Coste energía (€/kWh)

Para obtener el coste de la energía, se ha acudido a dos fuentes. La primera la propia Empresa Atomizadora, facilitó un coste de la energía en €/kWh de 0,1 €/kWh.

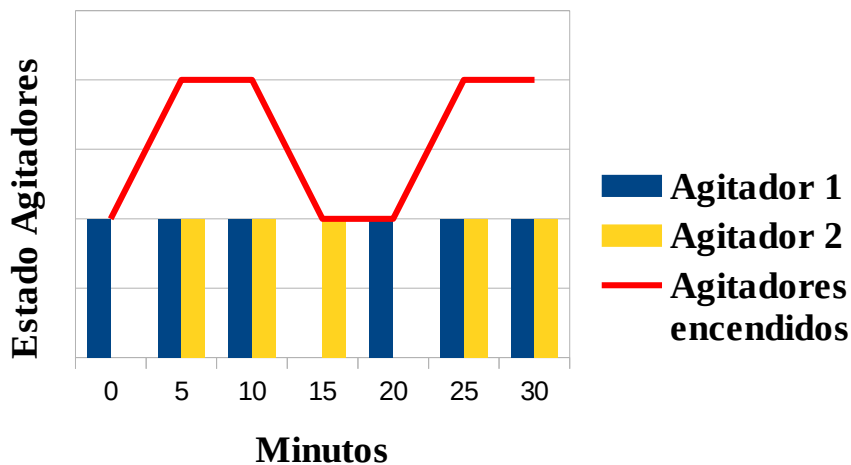
La segunda fuente fueron las facturas eléctricas de la empresa, de ellas se extrajo la información y se obtuvo un coste energético en €/kWh de 0,095561 €/kWh.

De esta forma, y ya que coincidía con el dato facilitado por la Empresa Atomizadora, se decidió utilizar este último como valor del coste del kWh, dando lugar al siguiente coste en €/año, de los agitadores.

Energía Kwh/Año.	€ / año
2373550,1	226820,7

Actualmente por tanto se tiene un coste anual destinado únicamente a los agitadores de 226820,7 €.

Para reducir este coste se ha planteado un ciclo de encendido y apagado en el que, un agitador de la balsa se encenderá y se mantendrá 15 minutos encendido, a los 5 minutos se encenderá el segundo agitador. Pasados los primeros 15 minutos, el primer agitador se apagará durante 5 minutos, para después volver a encenderse, a su vez, una vez pasados 15 minutos del encendido del segundo agitador, este se apagará 5 minutos. Esto nos deja un ciclo de funcionamiento como el siguiente.



Para obtener los datos de consumo tras aplicar la medida de ahorro energético, deberemos obtener primero, las horas que nos ahorramos en cada agitador diariamente. Sabiendo que por cada hora de funcionamiento el agitador permanecerá apagado durante 15 minutos.

Realizamos el siguiente calculo.

Horas ahorradas:

$$\text{Horas ahorradas (h)} = \text{Horas funcionamiento actual (h)} \cdot (15 \text{ (min)} / 60 \text{ (min)})$$

De esta forma obtenemos que nos ahorramos unas 4,33 horas de las 17,56 horas actuales, pasaríamos a una media diaria de 13,23 horas.

Para obtener la energía de este consumo energético de los agitadores tras aplicar el ciclo, volveremos a las formulas anteriores y obtendremos los siguientes datos de consumo y coste, para los agitadores aplicando el ciclo de encendido y apagado.

Equipos	N.º equipos	Pot. Inst. kW/Ud.	Horas de uso.	Energía Kwh/año.	€ / año
Balsas	64	11	2540	1787822,1	170847,5

Se obtiene por tanto un consumo de energía anual de 1787822,1 kWh, que supone unos 170847,5 € de coste anual.

Sabiendo los datos del consumo y coste anuales, actuales y tras aplicar el ciclo, podemos compararlos y obtener los datos de porcentaje de ahorro energético y económico.

1.2. Actualización de los motores de las cintas transportadoras.

Actualmente existen un total de 144 cintas con sus correspondientes motores y mototambores, para el desplazamiento de material. De estas, 69 de ellas, usan motores con eficiencias muy bajas, debido a que en muchos casos trabajan por debajo de sus potencias nominales y sobretodo por su antigüedad. Para obtener los consumos energéticos del sistema de cintas transportadoras se han usado los siguientes cálculos.

Potencia de trabajo:

Potencia de trabajo (kW)=Potencia Absorbida (kW) · Eficiencia (%)

Consumo anual de una cinta:

Consumo Cinta (kWh)=Potencia de trabajo (kW) · Numero horas trabajo anual (h)

Consumo total anual de las cintas:

Consumo total Cintas (kWh)= \sum Consumo Cinta (kWh)

Sabiendo los cálculos empleados, se ha obtenido la siguiente tabla con los datos de consumo total anual del sistema de cintas transportadoras.

Equipos	Horas de uso.	Energía Kwh/Año.	€ / año
Cintas de transporte.	1176	1117670,4	106806,6
Motores para cintas móviles.	196	3606,4	344,6
TOTAL		1121276,80	107151,21

Como en el apartado anterior, el coste en €/año se ha obtenido suponiendo un coste de 0,095561 €/kWh.

Para reducir estos números, se planteo, la sustitución de los motores viejos por mototambores nuevos como en el resto de la planta.

De esta manera se observo el tipo de mototambores utilizados en el resto de la planta y se decidió utilizar el mismo tipo de mototambores pero nuevos.

Se escogieron los mototambores de RULMECA tipo 320 M o H, ya que son los recomendados para cargas medias o pesadas, y porque disponían de una amplia gama de potencias para poder seleccionar la más adecuada para cada cinta desde 1,5 kW hasta 7,5 kW.

Mototambores cintas transportadoras			
Concepto	Unidades	€/unidad	Coste total €
Mototambor cinta transportadora Rulmeca 320M 1,5 kW	11	500	5500
Mototambor cinta transportadora Rulmeca 320M 2,2 kW	9	750	6750
Mototambor cinta transportadora Rulmeca 320M 3 kW	3	1000	3000
Mototambor cinta transportadora Rulmeca 320M 4 kW	23	1200	27600
Mototambor cinta transportadora Rulmeca 320M 6 kW	3	1400	4200
Mototambor cinta transportadora Rulmeca 320M 7,5 kW	20	1600	32000
Total			79050

Además estos mototambores tienen la garantía de cumplimiento de la IEC 34, con un nivel de rendimiento energético que deberá ser superior a IE2, obligando a que sea IE3 a partir del 1 de enero de este mismo año 2017. Por lo tanto con niveles de eficiencia de entre el 85 al 90%.

Realizando de nuevo los cálculos anteriores, pero utilizando estos nuevos motores, obtendremos la siguiente tabla de datos.

Equipos	Horas de uso.	Energía Kwh/Año.	€ / año
Cintas de transporte.	1176	711244,8	67967,8
Motores para cintas móviles.	196	3606,4	344,6
TOTAL		714851,20	68312,46

Como se puede observar, no variamos las horas de consumo, pero modificando el tipo de motor que se emplea para el trabajo obtenemos un consumo energético de 714851,2 kWh anuales y de coste de 68312,46 €/anuales, inferior al coste anual actual.

Sabiendo los datos del consumo y coste anuales, actuales, podemos compararlos y obtener los datos de porcentaje de ahorro energético y económico.

1.3. Mejora en la iluminación.

Para la iluminación se realizó en primer lugar un listado de todas las luminarias de la planta con todos los datos técnicos de cada luminaria. En principio este listado se realizó como parte del trabajo en la planta, y fue empleado para la realización de la auditoría.

	Tipo Lámpara.	Localización.	Altura a Suelo. (m)	Especificaciones	Lúmenes. (Por Lámpara)	Potencia. (W)
Nave 1:	Halogenuro.	Entre 2-R y 3-R	9	Lámpara Tubular Halogenuros PHILIPS MASTER HPI – T plus 400W/645	32000	400
	Fluo. Comp. tipo Arco.	Entre 3-R y 4-R	8	F. BRIGHT Bajo consumo 100W 220-240V. Ref. 2600760	5100	100
	Fluo. Comp. tipo Arco.	Entre 4-R y 5-R	8	F. BRIGHT Bajo consumo 100W 220-240V. Ref. 2600760	5100	100
	Fluo. Comp. tipo Arco.	Entre 5-R y 6-R	8	F. BRIGHT Bajo consumo 100W 220-240V. Ref. 2600760	5100	100
	Fluo. Comp. tipo Arco.	Entre 6-R y 7-R	8	F. BRIGHT Bajo consumo 100W 220-240V. Ref. 2600760	5100	100
	Fluo. Comp. tipo Espiral.	3-O	9	PRILUX Ahorro Energía. Alta Luminosidad 85W 230V	5200	85
	Halogenuro.	4-O	9	Lámpara Tubular Halogenuros PHILIPS MASTER HPI – T plus 400W/645	32000	400
	Fluo. Comp. tipo Espiral.	5-O	7,2	PRILUX Ahorro Energía. Alta Luminosidad 85W 230V	5200	85
	Halogenuro.	6-O	9	Lámpara Tubular Halogenuros PHILIPS MASTER HPI – T plus 400W/645	32000	400
	Fluo. Comp. tipo Espiral.	7-O	9	PRILUX Ahorro Energía. Alta Luminosidad 85W 230V	5200	85
	Halogenuro.	8-O	9,5	Lámpara Tubular Halogenuros PHILIPS MASTER HPI – T plus 400W/645	32000	400
	Halogenuro.	9-O	9,5	Lámpara Tubular Halogenuros PHILIPS MASTER HPI – T plus 400W/645	32000	400
	Halogenuro.	10-O	9,5	Lámpara Tubular Halogenuros PHILIPS MASTER HPI – T plus 400W/645	32000	400
	Halogenuro.	11-O	9,5	Lámpara Tubular Halogenuros PHILIPS MASTER HPI – T plus 400W/645	32000	400
	Halogenuro.	12-O	9,5	Lámpara Tubular Halogenuros PHILIPS MASTER HPI – T plus 400W/645	32000	400
	Halogenuro.	13-O	9,5	Lámpara Tubular Halogenuros PHILIPS MASTER HPI – T plus 400W/645	32000	400
		LED's	Entre 2-P y 2-Q	9	Lámpara LED industrial, estándar (IP 66, CA 110-285 V), 135 W, color de iluminación 50, fijación D120	14822

Tabla 1: Fragmento del listado de luminarias.

Para obtener los consumos energéticos del sistema de iluminación se han usado los siguientes cálculos.

Consumo anual de una tipo de luminarias:

Consumo de un tipo de Luminarias (kWh) = Número de luminarias · Potencia de trabajo (kW) · Número horas trabajo anual (h)

Consumo total anual del sistema de luminarias:

Consumo total iluminación (kWh) = \sum Consumo de cada tipo de Luminarias (kWh)

Sabiendo los cálculos empleados, se ha obtenido la siguiente tabla, con el consumo específico de cada tipo de luminaria y su coste asociado, así como el consumo y coste anual total, en la actualidad.

Equipos	N.º equipos	Pot Inst. kW/Ud.	Horas de uso.	Energía Kwh/año.	€ / año
Philips Master HPI – T plus 400W/645	168	0,4	1960	131712,0	12586,6
PRILUX 85W 230V	70	0,085	1960	11662,0	1114,4
Vapor de Sodio Philips Master SON-T PIA Plus 400W E E40	12	0,4	1960	9408,0	899,0
Vapor de Sodio Philips Master SON-T PIA Plus 250W E E40	42	0,25	1960	20580,0	1966,7
F. BRIGHT 100W 220-240V.	5	0,1	1960	980,0	93,7
Lampara LED industrial 135W	1	0,135	1960	264,6	25,3
Philips Master TL-D Super 80 58W/865	1076	0,058	1960	122319,7	11689,1
Philips Master TL-D Super 80 18W/865	727	0,018	1960	25648,6	2451,0
Philips Master TL-D Super 80 36W/865	36	0,036	1960	2540,2	242,7
FEX-1001150 BF Proyector LED 150W	10	0,15	1960	2940,0	281,0
Arlús PEPO LED 30/158/6000	37	0,035	1960	2538,2	242,6
Simon 726 LED Modular 60x60 1-10V WW	30	0,039	1960	2293,2	219,1
GE 42W 630 Lumen HALOGEN	2	0,042	1960	164,6	15,7
GE 23W 1400 Lumen Fluorescente	35	0,023	1960	1577,8	150,8
ECOLUX LIGHTING LED EC-1570	33	0,018	1960	1164,2	111,3
PHILIPS MASTER PL-L 4P 55W/830	150	0,055	1960	16170,0	1545,2
PHILIPS MASTER PL-C 2P 26W 840	12	0,0265	1960	623,3	59,6
TOTAL				352586,4	33693,8

Tras estudiar estos datos, se decidió actuar intentando homogeneizar el tipo de luminarias a emplear según las zonas. Se decidió emplear luminarias disponibles ya en la planta, ya que se conoce el producto y se sabe que tiene un buen funcionamiento, además ya se tiene contacto con los proveedores de luminarias lo que facilita la compra.

De esta forma, se decidió eliminar la lampara LED industrial de 135 W situada sobre la zona de los mecánicos por una F. Bright de 100W que están situadas en el resto de la zona de mecánicos. Todas las lamparas situadas en pasillos y zonas de paso se homogeneizarán y pasarán a usarse Ecolux Lighting LED EC-1570, y de igual manera, las luminarias de las oficinas y despachos pasaran todas a ser Simon 726 LED modular.

Estos cambios suponen modificar la tabla anterior, que quedará con los siguientes consumos y costes.

Equipos	N.º equipos	Pot Inst. kW/Ud.	Horas de uso.	Energía Kwh/año.	€ / año
Philips Master HPI – T plus 400W/645	168	0,4	1960	131712,0	12586,6
PRILUX 85W 230V	70	0,085	1960	11662,0	1114,4
Vapor de Sodio Philips Master SON-T PIA Plus 400W E E40	12	0,4	1960	9408,0	899,0
Vapor de Sodio Philips Master SON-T PIA Plus 250W E E40	42	0,25	1960	20580,0	1966,7
F. BRIGHT 100W 220-240V.	6	0,1	1960	1176,0	112,4
Philips Master TL-D Super 80 58W/865	1076	0,058	1960	122319,7	11689,1
Philips Master TL-D Super 80 18W/865	727	0,018	1960	25648,6	2451,0
Philips Master TL-D Super 80 36W/865	36	0,036	1960	2540,2	242,7
FEX-1001150 BF Proyector LED 150W	10	0,15	1960	2940,0	281,0
Arlús PEPO LED 30/158/6000	37	0,035	1960	2538,2	242,6
Simon 726 LED Modular 60x60 1-10V WW	130	0,039	1960	9937,2	949,6
ECOLUX LIGHTING LED EC-1570	82	0,018	1960	2893,0	276,5
TOTAL				343354,8	32811,6

Como se puede observar, simplemente utilizando un tipo de luminaria más eficiente y de la que ya se disponen existencias en la planta, obtenemos un consumo de 343354,8 kWh anuales y un coste de 32811,6 €/anuales, inferior al coste anual actual.

Sabiendo los datos del consumo y coste anuales, actuales, podemos compararlos y obtener los datos de porcentaje de ahorro energético y económico.

PLANOS

Trabajo Final de Grado.
Alejandro Soliva Beser.

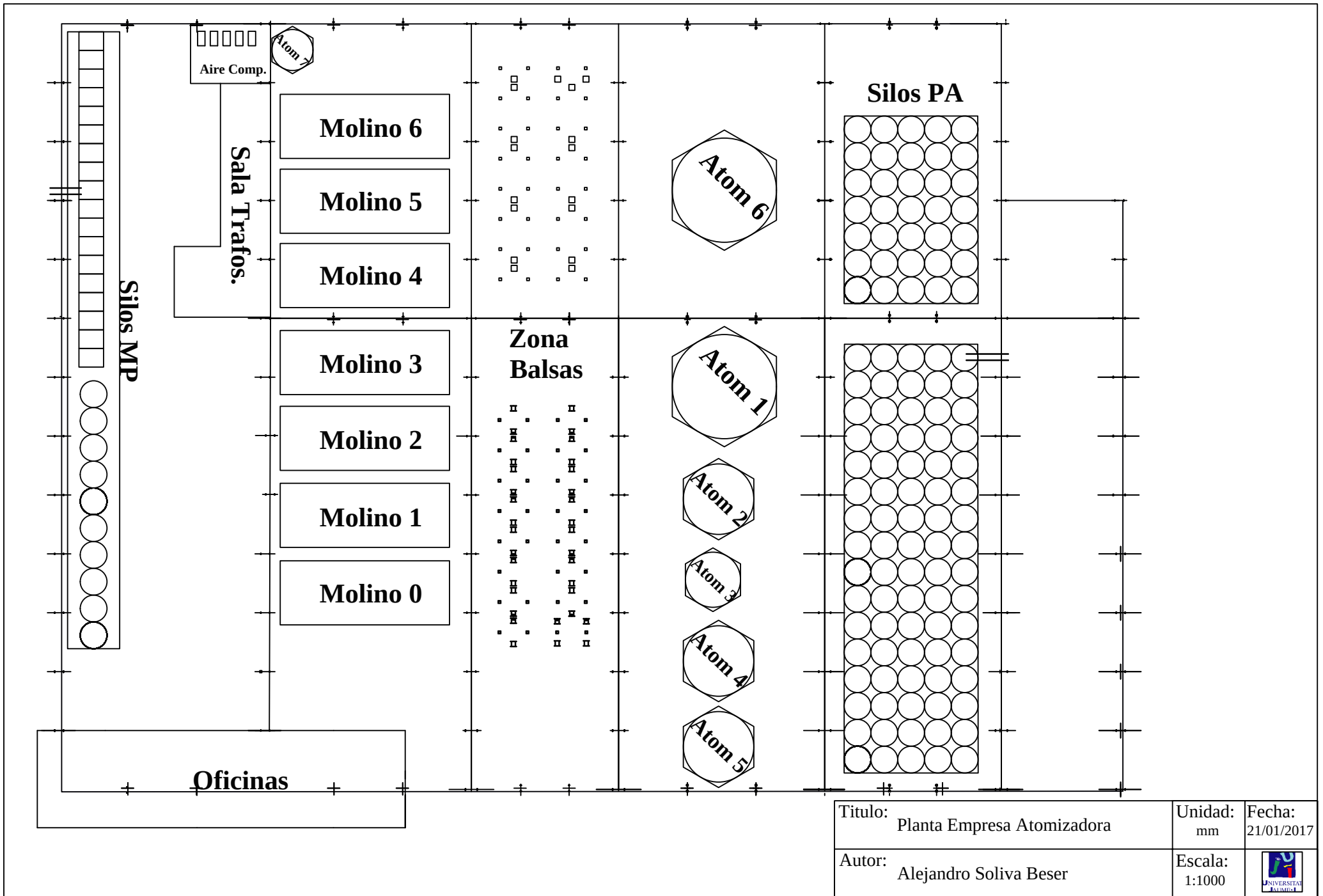
Planos.


Índice

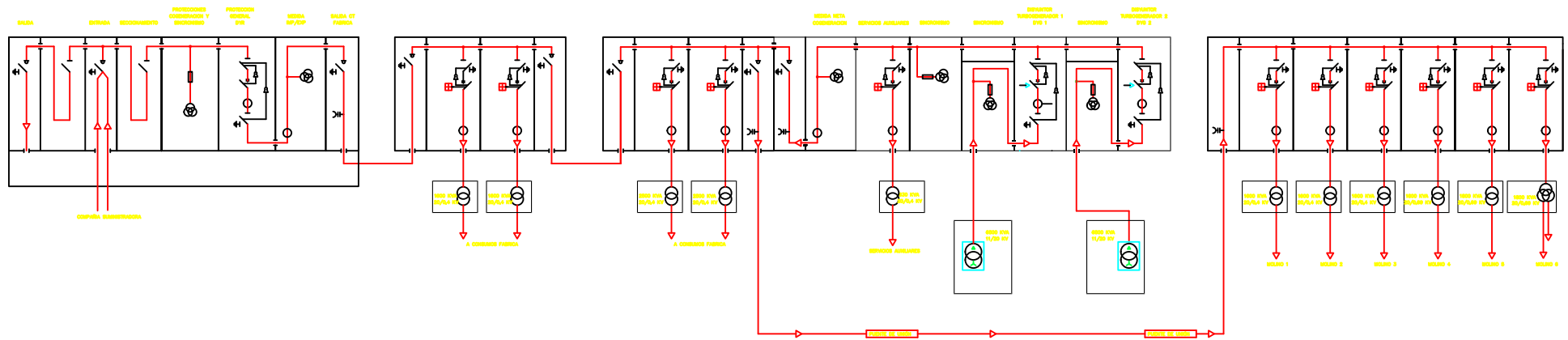
- Plano Planta General.
- Esquema Unifilar.


Trabajo Final de Grado.
Alejandro Soliva Beser.

Planos.



Título: Planta Empresa Atomizadora	Unidad: mm	Fecha: 21/01/2017
Autor: Alejandro Soliva Beser	Escala: 1:1000	



Título: Esquema Unifilar Empresa Atomizadora	Unidad:	Fecha: 21/01/2017
Autor: Alejandro Soliva Beser	Escala:	

PLIEGO DE CONDICIONES

Trabajo Final de Grado.
Alejandro Soliva Beser.

Pliego de Condiciones.

Índice

1.Pliego de condiciones.....	4
1.1.Contenido de una auditoría energética.....	4
1.1.1.Datos generales.....	4
1.1.2.Datos de producción.....	4
1.1.3.Procesos de producción.....	4
1.1.4.Análisis del suministro energético.....	4
1.1.5.Análisis energético actualmente.....	4
1.1.6.Propuestas de ahorro energético.....	5
1.1.7.Anexos.....	5
1.2.Materiales y equipos empleados.....	6
1.2.1.Power Harmonics Analyzer Model 41B.....	6

1. Pliego de condiciones.

1.1. Contenido de una auditoría energética.

1.1.1. Datos generales.

- Datos generales de la empresa auditada.
- Datos generales de la consultora y auditor.

1.1.2. Datos de producción.

- Régimen de establecimiento, horarios de funcionamiento, número de empleados, régimen de funcionamiento, y cualquier dato relevante en el consumo energético de la planta.
- Grado de utilización de la capacidad productiva.
- Costes de energía, combustible, etc.

1.1.3. Procesos de producción.

- Descripción de la instalación, líneas de producción, operaciones y equipos principales.
- Principales tecnologías horizontales, equipos auxiliares, indicando marca, modelo, potencia nominal, horas de funcionamiento y estado.
- Principales equipos del proceso consumidores de energía, indicando marca, modelo, potencia nominal, horas de funcionamiento y estado.
- Proceso productivo, explicación y diagrama de flujo, identificando las principales operaciones básicas, principales sistemas y equipos consumidores de energía.

1.1.4. Análisis del suministro energético.

- Condiciones actuales de contratación, analizar los diferentes conceptos de la factura, potencias y/o caudales de gas contratados, para cada suministro energético.

1.1.5. Análisis energético actualmente

- Consumo anual de los principales equipos, localización en el proceso de producción y sus características técnicas.

- Consumo anual de las principales tecnologías horizontales, localización en el proceso de producción y sus características técnicas.
- Balance energético de la planta, donde se refleje de forma gráfica la distribución de consumos de la planta.

1.1.6. Propuestas de ahorro energético.

- Descripción de la medida, detallando el tipo de actuación y los equipos o materiales a emplear.
- Ahorro eléctrico anual expresado en términos de energía primaria (kWh/año).
- Inversiones asociadas y tiempo de retorno.
- Plazo de ejecución de la medida propuesta.

1.1.7. Anexos.

- Copia de la factura eléctrica.
- Medidas de campo y datos obtenidos.
- Documentación gráfica de ubicación de los principales equipos consumidores.

1.2. Materiales y equipos empleados.

1.2.1. Power Harmonics Analyzer Model 41B

SPECIFICATIONS

MINIMUM INPUT LEVELS

5V rms (using V_{eff} reference)
or 1A rms (using A_{eff} reference)

VOLTS MEASUREMENTS (TRUE RMS)

Input Range: 0.0V to 600V rms (ac + dc)
0.0V to +/-933V peak

Basic Accuracy (Fundamental 5 - 65 Hz, dc)
rms: +/- (0.5% + 2 digits)
peak, dc: +/- (2% + 3 digits)

Input Impedance: 1 M Ω , balanced

Crest Factor: > 3.0 below 300V, 1.56 @ 600V

AMPS MEASUREMENTS (TRUE RMS)

(1 mV/A) Isolated Input

Input Range: 1.00 mV (A) to 1000 mV rms (A) (ac + dc)
1.0 mV (A) to +/- 2000 mV (A) peak

Basic Accuracy (Fundamental 5 Hz - 65 Hz, dc)
rms: +/- (0.5% + 3 digits) + probe specs.
peak, dc: +/- (2% + 4 digits) + probe specs.

Input Impedance: 1 M Ω || 47 pF

Crest Factor: > 3.0 below 600 mV, 2.0 @ 1000 mV

WATTS MEASUREMENTS (VOLT-AMPS)

(1 mV/A) Isolated Input

Range: 0 W (VA) to 600 kW (kVA) average
0 W (VA) to 2000 kW (kVA) peak

Accuracy (Fundamental 5 Hz - 65 Hz, dc)
Active (average) W (VA): +/- (1% + 4 digits) + probe specs

SPECIFICATIONS

**HARMONICS MEASUREMENT ACCURACY (CURSOR DATA)
(Using Smooth $\wedge \sim 20$)**

Volts:

Fundamental to 13th Harmonic

Volts: +/- (2% + 2 digits)

Phase: +/- 2 degrees (harmonic > 5%)

13th to 31st Harmonic

Volts: 13th (+/- (2% + 2 digits)) ----- 31st (+/- (8% + 2 digits))

Phase: +/- 10 degrees (harmonic > 5%)

Amps and Watts

Fundamental to 13th Harmonic

Amps or Watts: +/- (3% + 3 digits) + probe specs

Phase: +/- 2 degrees + probe specs (harmonic > 5%)

13th to 31st Harmonic

Amps or Watts: 13th (+/- (3% + 3 digits) + probe specs) ----

--- 31st (+/- (8% + 3 digits) + probe specs)

Phase: +/- 10 degrees + probe specs (harmonic > 5%)

FREQUENCY MEASUREMENT ACCURACY (Fundamental, 5.0 Hz - 99.9 Hz)

5.0 Hz - 99.9 Hz: +/- 0.3 Hz

OTHER MEASUREMENT SPECIFICATIONS

Input Bandwidth: (-0.5 dB)	DC, 5 Hz to 2.1 kHz
Crest Factor (CF) Range:	1.00 to 5.00
Power Factor (PF):	0.00 to 1.00
Displacement Power Factor (DPF):	0.00 to 1.00
Phase Measurement Range:	-179 to 180 degrees
K-Factor (KF) Range (Model 41):	1.00 to 30.00

SPECIFICATIONS

DISPLAY

Type:	Super Twisted Liquid Crystal
Size:	3.0 inch diagonal (76 mm)
Resolution:	160 W x 128 H pixels
Contrast:	User adjustable
Backlight:	Yellow-green LED

SAFETY

Designed for 600V measurements on industrial power distribution circuits.



Overload Protection:

Voltage or Current Probe Input: 600V, maximum

Surge Protection: 6 kV per IEC 1010-1

Maximum Voltage Isolation to Earth: 600V from any terminal

Protection Levels:

IEC 1010-1, Pollution Degree 2, Installation

Category III, Material Group II, 600V

Protection Class:

Protection Class II as described in IEC 1010-1,
Annex H (Double or Reinforced Insulation).

WAVEFORM MEMORY (Model 41 only)

Eight non-volatile memories store 2048 sampled points of waveform data for both Voltage and Current inputs for later recall or sending to a computer.

EIA-232-E (RS-232) INTERFACE (Model 41 only)

Optically-Isolated, 1.2, 9.6, or 19.2 kbaud rate. Display "Picture" Printer output in either Epson FX-80 or HP Thinkjet format. Waveform, Data, Picture formats may be remotely accessed. Remote Trigger function.

Trabajo Final de Grado.
Alejandro Soliva Beser.

Pliego de Condiciones.

Trabajo Final de Grado.
Alejandro Soliva Beser.

Pliego de Condiciones.

PRESUPUESTO

Trabajo Final de Grado.
Alejandro Soliva Beser.

Presupuesto.

Índice

1.Presupuesto.....	4
1.1.Presupuestos parciales.....	4
1.1.1.Realización de la auditoría energética.....	4
1.1.2.Implantación de las propuestas de mejora.....	5
1.2.Presupuesto de ejecución material.....	6
1.3.Presupuesto de ejecución por contrata.....	6
2.Estudio económico.....	7
2.1.Introducción.....	7
2.2.Gastos.....	7
2.3.Ingresos.....	7
2.4.Viabilidad.....	8

1. Presupuesto.

1.1. Presupuestos parciales.

1.1.1. Realización de la auditoría energética.

En este apartado se muestra el presupuesto destinado a la elaboración de la auditoría energética.

Realización Auditoría	
Concepto	Coste total €
Toma de datos	3675
Tratamiento y análisis de los datos	4610
TOTAL	8285

Tabla 1: Tabla presupuesto realización auditoría.

A continuación se desglosara este presupuesto en dos partes, los costes asociados a la fase de toma de datos y los costes asociados a la fase de tratamiento y análisis de los datos.

Presupuesto parcial: Toma de datos			
Costes de mano de obra			
Concepto	Horas	€/hora	Coste total €
Ingeniero técnico	105	35	3675
Subtotal por mano de obra			3675
Costes de materiales			
Concepto	Horas	€/unidad	Coste total €
Analizador de red 41B Power Harmonics Analyzer	1	0	0
Subtotal por materiales de campo			0
Total			3675

Tabla 2: Presupuesto parcial asociado a la toma de datos.

Presupuesto parcial: Tratamiento y análisis de datos			
Costes de mano de obra			
Concepto	Horas	€/hora	Coste total €
Ingeniero técnico	126	35	4410
Subtotal por mano de obra			4410
Costes de materiales			
Concepto			Coste total €
Material de oficina			200
Subtotal por materiales de oficina			200
Total			4610

Tabla 3: Presupuesto parcial asociado al tratamiento de datos.

1.1.2. Implantación de las propuestas de mejora.

En este punto se exponen los costes asociados a la implantación de las propuestas de mejora, nombrándose únicamente las propuestas que requieran una inversión previa.

Mototambores cintas transportadoras			
Concepto	Unidades	€/unidad	Coste total €
Mototambor cinta transportadora Rulmeca 320M 1,5 kW	11	500	5500
Mototambor cinta transportadora Rulmeca 320M 2,2 kW	9	750	6750
Mototambor cinta transportadora Rulmeca 320M 3 kW	3	1000	3000
Mototambor cinta transportadora Rulmeca 320M 4 kW	23	1200	27600
Mototambor cinta transportadora Rulmeca 320M 6 kW	3	1400	4200
Mototambor cinta transportadora Rulmeca 320M 7,5 kW	20	1600	32000
Total			79050

Tabla 4: Presupuesto compra mototambores de las cintas transportadoras.

Luminarias			
Concepto	Unidades	€/unidad	Coste total €
F. BRIGHT 100W 220-240V.	1	30	30
Simon 726 LED Modular 60x60 1-10V WW	100	105	10500
ECOLUX LIGHTING LED EC-1570	49	20	980
Total			11510

Tabla 5: Presupuesto compra luminarias.

1.2. Presupuesto de ejecución material.

PEM	
Coste total de implantación de las propuestas	
Concepto	Coste total €
Realización de la auditoria	8285
Mototambores cintas transportadoras	79050
Compra de Luminarias	11510
Total	98845

Tabla 6: Presupuesto de ejecución material.

1.3. Presupuesto de ejecución por contrata.

PEC	
Coste total Presupuesto de Ejecución por Contrata	
Concepto	Coste total €
Presupuesto de Ejecución Material	98845
Gastos generales (15%)	14827
Beneficio industrial (6%)	5931
PEC parcial	119602
IVA (21%)	25117
PEC Total	144718,96

Tabla 7: Presupuesto de ejecución por contrata.

2. Estudio económico.

2.1. Introducción.

En este estudio económico se analizará la rentabilidad de las propuestas de ahorro energético, justificando así la inversión a realizar por la empresa auditada.

2.2. Gastos

A continuación se detallan los gastos asociados a la inversión inicial, el coste de implantación de las propuestas de ahorro y el coste anual de mantenimiento de las mismas, estimado en un 10% del presupuesto de ejecución material.

Inversión Inicial	
Concepto	Coste €
Presupuesto de ejecución por contrata	144718,96
TOTAL	144718,96

Tabla 8: Inversión inicial.

Coste de explotación	
Concepto	Coste €/año
Coste de mantenimiento	9884,50
TOTAL	9884,50

Tabla 9: Costes de explotación.

2.3. Ingresos.

Los ingresos usados provienen únicamente de la reducción de gasto anual obtenido a través de las propuestas de ahorro energético.

Ingresos	
Concepto	Ingresos €/año
Cambio en ciclo de los agitadores de las balsas	55973
Cambio motores cintas transportadoras	38838
Cambio de las luminarias	882
TOTAL	95693

Tabla 10: Ingresos obtenidos de las MAEs.

2.4. Viabilidad.

Por ultimo se realizara un estudio de viabilidad económica sobre las propuestas de ahorro. Para ello tendremos en cuenta los siguientes indicadores económicos, que muestran la viabilidad de un proyecto:

- Flujo de caja (FC):

$$FC = \text{Beneficio neto} + \text{Amortizaciones}$$

- Valor actualizado neto (VAN):

$$VAN = -I_0 + \sum_{i=1}^n \left(\frac{FC}{(1+ir)^n} \right)$$

- Tasa interna de retorno (TIR):

$$0 = -I_0 + \sum_{i=1}^n \left(\frac{FC}{(1+ir)^n} \right)$$

- Periodo de retorno (PR):

$$PR = \frac{\text{Inversión total}}{\text{Media de Beneficio anual}}$$

Además, se ha partido de la siguiente base:

- El IPC tiene un valor de 2,43% y el In = 3,5%.
- El impuesto de sociedades es del 25%.

De esta forma se obtiene:

Año	0	1	2	3	4	5
Inversiones						
Inversión Inicial	144.718,96 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Gastos						
Costes de mantenimiento	9.884,50 €	10.124,69 €	10.370,72 €	10.622,73 €	10.880,86 €	11.145,27 €
Amortizaciones	24.119,83 €	14.823,56 €	15.183,78 €	15.552,74 €	15.930,67 €	16.317,79 €
Total costes con amortización	34.004,33 €	24.948,26 €	25.554,50 €	26.175,47 €	26.811,54 €	27.463,06 €
Ingresos						
Cambio ciclo agitadores balsas	55.973,00 €	57.333,14 €	58.726,34 €	60.153,39 €	61.615,12 €	63.112,36 €
Cambio motores cintas	38.838,00 €	39.781,76 €	40.748,46 €	41.738,65 €	42.752,90 €	43.791,79 €
Cambio luminarias	882,00 €	903,43 €	925,39 €	947,87 €	970,91 €	994,50 €
Total ingresos	95.693,00 €	98.018,34 €	100.400,19 €	102.839,91 €	105.338,92 €	107.898,66 €
Beneficio						
Beneficio Bruto	61.688,67 €	73.070,08 €	74.845,69 €	76.664,44 €	78.527,38 €	80.435,60 €
Impuesto de sociedades (25%)	15.422,17 €	18.267,52 €	18.711,42 €	19.166,11 €	19.631,85 €	20.108,90 €
Beneficio Neto	46.266,50 €	54.802,56 €	56.134,26 €	57.498,33 €	58.895,54 €	60.326,70 €
FC	70.386,33 €	69.626,13 €	71.318,04 €	73.051,07 €	74.826,21 €	76.644,49 €
VAN	-74.332,63 €	-5.695,11 €	63.612,05 €	133.595,38 €	204.261,48 €	275.617,02 €
TIR						43,72%
PR						2,60

Tabla 11: Estudio de viabilidad económica.

Como se puede observar el periodo de retorno es inferior a 3 años, obteniéndose un TIR a los 5 años del 43%, indicando que este proyecto genera una gran rentabilidad, con una amortización muy rápida.

Es interesante observar de la misma forma, como el flujo de caja, empieza a ser positivo en el tercer año, lo que indica que la liquidez de la empresa aumentara rápidamente en un valor elevado.

ANEXO: DATOS RECOPIRADOS

Trabajo Final de Grado.
Alejandro Soliva Beser.

Anexo: Datos recopilados.

• Motores planta:

Localización y Numero	Tipo Motor	Potencia (KW)	Voltaje (V)
Desmenizador K3	ABB Motors	37	380 AC
Cinta K4	ABB Motors	2,3	380 AC
Cinta K5	ABB Motors	11,2	380 AC
Cinta K6	ABB Motors	11,2	380 AC
Cinta K7	ABB Motors	11,2	380 AC
Cinta K8	ABB Motors	4,1	380 AC
Cinta K124	ABB Motors	4,1	380 AC
Cinta K9	ABB Motors	55	380 AC
Cinta K10	ABB Motors	18,5	380 AC
Cinta K11	ABB Motors	29,9	380 AC
Cinta K12	ABB Motors	5,6	380 AC
Cinta K13	ABB Motors	7,5	380 AC
Motor Cinta Móvil K13	ABB Motors	2,3	380 AC
Cinta K15	SIEMENS	7,5	380 AC
Cinta K16	ABB Motors	11,2	380 AC
Cinta K17	ABB Motors	11,2	380 AC
Cinta K18	ABB Motors	7,5	380 AC
Cinta K19	ABB Motors	29,9	380 AC
Cinta K20	ABB Motors	3	380 AC
Cinta K21	ABB Motors	15	380 AC
Cinta K22	ABB Motors	7,5	380 AC
Motor Cinta Móvil K22	ABB Motors	2,3	380 AC
18 Vibradores (1 por silo de arcilla)	URBAR	35,1	380 AC
18 Desmenzadores (1 por silo de arcilla)		35,1	380 AC
10 Vibradores (1 por silo de micronizado)	URBAR	19,5	380 AC
10 Desmenzadores (1 por silo de micronizado)		19,5	380 AC
Cinta K24	SIEMENS	4,1	380 AC
Cinta K26	SIEMENS	4,1	380 AC
Cinta K28	SIEMENS	4,1	380 AC
Cinta K30	SIEMENS	4,1	380 AC
Cinta K32	SIEMENS	4,1	380 AC
Cinta K34	SIEMENS	4,1	380 AC
Cinta K36	SIEMENS	4,1	380 AC
Cinta K38	SIEMENS	4,1	380 AC
Cinta K40	SIEMENS	4,1	380 AC
Cinta K42	SIEMENS	4,1	380 AC
Cinta K44	SIEMENS	4,1	380 AC
Cinta K46	SIEMENS	4,1	380 AC
Cinta K48	SIEMENS	4,1	380 AC
Cinta K50	SIEMENS	4,1	380 AC
Cinta K52	SIEMENS	4,1	380 AC
Cinta K54	SIEMENS	4,1	380 AC
Cinta K56	SIEMENS	4,1	380 AC
Cinta K58	SIEMENS	4,1	380 AC
Cinta K60	ABB Motors	1,5	380 AC
Cinta K62	ABB Motors	1,5	380 AC
Cinta K64	ABB Motors	1,5	380 AC
Cinta K66	ABB Motors	1,5	380 AC
Cinta K68	ABB Motors	1,5	380 AC
Cinta K70	ABB Motors	1,5	380 AC
Cinta K72	ABB Motors	1,5	380 AC
Cinta K74	ABB Motors	1,5	380 AC
Cinta K76	ABB Motors	1,5	380 AC
Cinta K78	ABB Motors	1,5	380 AC
Cinta K80	ABB Motors	1,5	380 AC
Cinta K82	ABB Motors	22,4	380 AC
Cinta K83	ABB Motors	15	380 AC
Cinta K84	ABB Motors	11,2	380 AC
Imán Cinta 96	ABB Motors	3	380 AC
Cinta K85	ABB Motors	2,3	380 AC
Cinta K86	ABB Motors	22,4	380 AC
5 Compresores		275	

Zona Carga y Descarga Silos MP

	Localización y Numero	Tipo Motor	Potencia (KW)	Voltaje (V)
Carga y Descarga de Molinos Balsas Discontinuos	Cinta K87	ABB Motors	3	380 AC
	Cinta K88	ABB Motors	5,6	380 AC
	Cinta K89	ABB Motors	7,5	380 AC
	Motor Cinta Móvil K89	ABB Motors	2,3	380 AC
	Cinta K91	ABB Motors	4,1	380 AC
	Cinta K92	ABB Motors	3	380 AC
	Cinta K93	ABB Motors	2,3	380 AC
	Cinta 8KM3	ABB Motors	2,3	380 AC
	Cinta 8KM4	ABB Motors	2,3	380 AC
	Cinta 9KM	ABB Motors	4,1	380 AC
	Cinta K110	ABB Motors	5,6	380 AC
	Cinta K111	ABB Motors	4	380 AC
	Cinta K112	SIEMENS	2,3	380 AC
	Cinta K120	ABB Motors	4,1	380 AC
	Cinta K122	SIEMENS	7,5	380 AC
	Motor Cinta Móvil K122	ABB Motors	3	380 AC
	12 Balsas de Discontinuos	SIEMENS	132	380 AC
	6 Depósitos Elevados	Rossi Motoriduttori	66	380 AC
	2 Depósitos Hexagonales	IFIMOTO IBERICA	220	380 AC
	3 Bombas (Depósitos Elevados a Zona Color)	ElectroAGDA	27,6	380 AC
	2 Motores molinos Discontinuos	ABB Motors	224	380 AC
	7 Motores Entrada Molinos	ABB Motors	52,5	380 AC
	2 Motores Molino 0	ABB Motors	500	380 AC
	4 Vibradores Tamices Molino 0	-	4,4	380 AC
	7 Bombas (Molino 0 a Balsas)	Censer	64,4	380 AC
	Motor Molino 1	ASI Rabion	515	440 CC
	2 Vibradores Molino 1	ABB Motors	30	380 AC
	Motor Molino 2	Ansaldo	515	440 CC
	2 Vibradores Molino 2	ABB Motors	30	380 AC
	Motor Molino 3	Ansaldo	515	440 CC
	2 Vibradores Molino 3	ABB Motors	30	380 AC
	Motor Molino 4	ABB Motors	919	690 AC
	2 Vibradores Molino 4	ABB Motors	30	380 AC
Motor Molino 5	ABB Motors	919	690 AC	
2 Vibradores Molino 5	ABB Motors	30	380 AC	
Motor Molino 6	ABB Motors	919	690 AC	
2 Vibradores Molino 6	ABB Motors	30	380 AC	
Ventilación ATM 750	Marillimotor	15	380 AC	
Bomba ATM 750 (A lanzas ATM)	ABB Motors	11	380 AC	
Molino ATM 750	ABB Motors	11	380 AC	
5 Balsas Móviles	IFIMOTO IBERICA	27,5	380 AC	

	Localización y Numero	Tipo Motor	Potencia (KW)	Voltaje (V)
Balsas y Zona de Color	18 Depósitos Zona de Color	SIEMENS	198	380 AC
	4 Depósitos Hexagonales Zona de Color	SIEMENS	44	380 AC
	2 Bombas Zona de Color	ABB Motors	18,4	380 AC
	4 Bombas (Zona de Color a tamices ATOM)	ABB Motors	36,8	380 AC
	4 Bombas (Tamices a Balsas)	ABB Motors	60	380 AC
	2 Vibradores Tamices	-	2,2	380 AC
	5 Bombas (Tamices a Balsas)	ABB Motors	75	380 AC
	10 Vibradores Tamices	-	11	380 AC
	4 Bombas (Tamices a Balsas)	ABB Motors	60	380 AC
	32 Motores agitadores Balsas	Marellimotori	352	380 AC
	17 Bombas Balsas	PEMO	317,9	380 AC
	4 Bombas (Tamices a Balsas)	ABB Motors	60	380 AC
	14 Vibradores Tamices	-	15,4	380 AC
	4 Bombas (Tamices a Balsas)	ABB Motors	60	380 AC
	6 Vibradores Tamices	-	6,6	380 AC
	4 Bombas (Tamices a Balsas)	ABB Motors	60	380 AC
	32 Motores agitadores Balsas	Motorseg	352	380 AC
	18 Bombas Balsas	PEMO	336,6	380 AC

	Localización y Numero	Tipo Motor	Potencia (KW)	Voltaje (V)
	4 Vibradores Tamices previos al ATM 7000-3	-	4,4	380 AC
	2 Bombas (Desde Tamices a Depósitos)	ABB Motors	30	380 AC
	2 Agitadores Depósitos ATM 7000-3	SIEMENS	22	380 AC
	2 Bombas (Desde Depósitos a ATM 7000-3)	ABB Motors	44	380 AC
	2 Ventiladores sobre Bombas	ABB Motors	3	380 AC
	Agitador Balsa 7000-3	SIEMENS	11	380 AC
	Motor Ventilador 7000-3	ABB Motors	90	380 AC
	4 Vibradores Tamices previos al ATM 7000-2	-	4,4	380 AC
	2 Bombas (Desde Tamices a Depósitos)	ABB Motors	30	380 AC
	2 Agitadores Depósitos ATM 7000-2	SIEMENS	22	380 AC
	2 Bombas (Desde Depósitos a ATM 7000-2)	ABB Motors	44	380 AC
	2 Ventiladores sobre Bombas	ABB Motors	3	380 AC
	Agitador Balsa 7000-2	SIEMENS	11	380 AC
	Motor Ventilador 7000-2	ABB Motors	90	380 AC
	2 Vibradores Tamices previos al ATM 4000	-	2,2	380 AC
	2 Agitadores Depósitos ATM 4000	SIEMENS	17	380 AC
	Bomba ATM 4000 (Desde depósitos hasta el ATM)	ABB Motors	22	380 AC
	Ventilador sobre Bomba	ABB Motors	1,5	380 AC
	Agitador Balsa 4000	SIEMENS	11	380 AC
	Motor Ventilador 4000	ABB Motors	90	380 AC
Zona	4 Vibradores Tamices previos al ATM 7000-1	-	4,4	380 AC
Atomizadores	2 Bombas (Desde Tamices a Depósitos)	ABB Motors	30	380 AC
y	2 Agitadores Depósitos ATM 7000-1	SIEMENS	22	380 AC
Cogeneración	2 Bombas (Desde Depósitos a ATM 7000-1)	ABB Motors	44	380 AC
	2 Ventiladores sobre Bombas	ABB Motors	3	380 AC
	Agitador Balsa 7000-1	SIEMENS	11	380 AC
	Motor Ventilador 7000-1	ABB Motors	90	380 AC
	10 Vibradores Tamices previos al ATM 20000-1	-	11	380 AC
	2 Bombas (Desde Tamices a Depósitos)	ABB Motors	30	380 AC
	2 Agitadores Depósitos ATM 20000-1	SIEMENS	22	380 AC
	5 Bombas (Desde Depósitos a ATM 20000-1)	ABB Motors	110	380 AC
	5 Ventiladores sobre Bombas	ABB Motors	7,5	380 AC
	4 Agitadores Balsas 20000-1	SIEMENS	36,8	380 AC
	Motor Ventilador 20000-1	ABB Motors	500	380 AC
	10 Vibradores Tamices previos al ATM 20000-2	-	11	380 AC
	2 Bombas (Desde Tamices a Depósitos)	ABB Motors	30	380 AC
	2 Agitadores Depósitos ATM 20000-2	SIEMENS	22	380 AC
	5 Bombas (Desde Depósitos a ATM 20000-2)	ABB Motors	110	380 AC
	Bomba Abel	Abel	45	380 AC
	5 Ventiladores sobre Bombas	ABB Motors	7,5	380 AC
	2 Agitadores Balsas 20000-2	SIEMENS	30	380 AC
	Motor Ventilador 20000-2	ABB Motors	400	380 AC
	3 Elevadores	SIEMENS	55,5	380 AC
	Ventilador	ABB Motors	63	380 AC

- Potencias Molinos, Balsas y Atomizadores.

Maquinaria:	Potencia instalada (KW):	Rendimiento mec-elec (%):	Potencia medida (KW):	Factor de Uso (%):
Molino 1 (Motores)	1030	93,19	705,00	63,78
Molino 1 (Sistema Auxiliares)	75	88,24	52,50	61,76
Molino 2 (Motores)	1030	93,19	705,00	63,78
Molino 2 (Sistema Auxiliares)	75	88,24	52,50	61,76
Molino 3 (Motores)	1030	93,19	705,00	63,78
Molino 3 (Sistema Auxiliares)	75	88,24	52,50	61,76
Molino 4 (Motor)	993	97,01	711,09	69,47
Molino 4 (Sistema Auxiliares)	50	87,00	34,50	60,03
Molino 5 (Motor)	993	97,01	711,09	69,47
Molino 5 (Sistema Auxiliares)	50	87,00	34,50	60,03
Molino 6 (Motor)	993	97,01	711,09	69,47
Molino 6 (Sistema Auxiliares)	50	87,00	34,50	60,03
Molinos Discontinuos 1 y 2 (Motores)	220	84,95	170,00	65,64
Molino 0 (Motores)	700	88,85	523,16	66,41
Molino 0 (Sistema Auxiliares)	35	90,21	23,70	61,08
Motores Agitadores Balsas Viejas (32)	352	87,12	227,20	56,23
Motores Agitadores Balsas Nuevas (32)	352	88,01	227,20	56,81
ATOM 7000/1 (Motor Ventilador)	160	94,08	49,06	28,84
ATOM 7000/1 (Sistema auxiliar 1(Previos))	10	137,93	3,12	43,03
ATOM 7000/1 (Sistema Auxiliar 2(En el proceso))	10			
ATOM 7000/2 (Motor Ventilador)	90	92,97	51,18	52,86
ATOM 7000/2 (Sistema auxiliar 1)	103	1420,69	3,12	43,03
ATOM 7000/2 (Sistema Auxiliar 2)	11			
ATOM 4000/1 (Motor Ventilador)	110	82,18	28,27	21,12
ATOM 4000/1 (Sistema auxiliar 1)	43			
ATOM 4000/1 (Sistema Auxiliar 2)	11			
ATOM 7000/3 (Motor Ventilador)	90	92,97	51,18	52,86
ATOM 7000/3 (Sistema auxiliar 1)	103	1420,69	3,12	43,03
ATOM 7000/3 (Sistema Auxiliar 2)	11			
ATOM 20000/1 (Motor Ventilador)	500	97,07	148,15	28,76
ATOM 20000/1 (Sistema auxiliar 1)	180	215,49	61,00	73,03
ATOM 20000/1 (Sistema Auxiliar 2)	36,8			
ATOM 20000/2 (Motor Ventilador)	400	97,03	153,96	37,35
ATOM 20000/2 (Sistema auxiliar 1)	225	269,36	61,00	73,03
ATOM 20000/2 (Sistema Auxiliar 2)	30			
ATOM 750 (Motor Ventilador)	15	91,43	8,83	53,80
ATOM 750 (Sistema auxiliar 1)	11			
ATOM 750 (Sistema Auxiliar 2)	5			
Compresores de aire	275	92,86	213,60	72,13

- Horas de uso Molinos, Atomizadores y Balsas.

MC-0	MC-1	MC-2	MC-3	MC-4	MC-5	MC-6
41169	69630	60214	51106	37464	36292	24583
41592	69793	61316	51930	38131	37358	25748

Tabla 1: Horas de uso Molinos entre enero y marzo.

ATM 20.000/1					
B1	B2	B3	B4	B5	
48825	22355	41027	21356	41983	
48962	22387	41190	21407	42141	
48965	22535	41301	21568	42303	
49096	22535	41307	21693	42435	
49183	22593	41455	21778	42520	
49244	22643	41473	21856	42597	

Tabla 2: Horas de uso Bombas Atomizadores marzo.

ATM 4000	ATM 7.000/1		ATM 7.000/2		ATM 7.000/3	
B1	B1	B2	B1	B2	B1	B2
7948	33506	30140	26577	25884	15965	20206
7979	33585	30153	26642	25892	15967	20226
8039	33646	30155	26671	25916	15969	20285
8098	33666	30189	26699	25918	15971	20323
8112	33693	30228	26743	25919	15983	20375
8135	33708	30260	26771	25920	15987	20421

Tabla 3: Horas de uso Bombas Atomizadores marzo.

ATM 20.000/2						ATM 750
B1	B2	B3	B4	B5		B1
28013	29155	27632	27878	25288	8865	
28016	29309	27789	27883	25288	8865	
28078	29429	27790	28066	25288	8877	
28087	29430	27923	28208	25288	8884	
28088	29458	28017	28325	25288	8884	
28089	29494	28045	28376	25288	8889	

Tabla 4: Horas de uso Bombas Atomizadores marzo.

Código de la balsa	Periodo 1		Periodo 2		Periodo 3	
	Horas agitador 1	Horas agitador 2	Horas agitador 1	Horas agitador 2	Horas agitador 1	Horas agitador 2
B1	19623	19487	20240	20104	20807	20671
B2	21608	21558	22212	22162	22797	22746
B3	20912	20928	21486	21502	22185	22201
B4	21782	21816	22405	22439	23013	23047
B5	20810	20694	21401	21285	21915	21799
B6	20663	20667	21284	21289	21920	21925
B7	20869	20838	21520	21488	21999	21968
B8	21102	21147	21720	21763	22361	22404
B9	20238	20247	20818	20827	21502	21349
B10	26435	26821	27103	27489	27848	28233
B11	22828	23089	23443	23713	24064	24364
B12	20724	20581	21220	21223	21918	21678
B13	24710	24868	25347	25506	26085	26243
B14	21706	21714	22333	22340	22986	22994
B15	26073	0	26741	0	27484	0
B16	26858	0	27525	0	28271	0
B21	37119	38533	37744	39158	38459	39873
B22	40901	40938	41522	41560	42245	42282
B23	35673	36373	36293	36992	36873	37572
B24	37931	37920	38458	38448	39045	39034
B25	42833	43096	43467	43729	44149	44412
B26	42901	42920	43491	43574	43983	44066
B27	39239	41141	39880	41781	40482	42383
B28	44479	44201	45102	44823	45812	45526
B29	44874	44775	45517	22575	46216	46117
B30	43549	43334	44156	43941	44785	44569
B31	42672	42652	43325	43305	43937	43916
B32	40586	40449	41223	41086	41940	41803
B33	39596	40195	40197	12473	40894	41452
B34	41670	41765	42286	42381	43003	43097
B35	21237	0	48982	0	49441	0
B36	55056	0	55725	0	56469	0
B103	17000	0	17700	0	18400	0
B104	14400	0	15100	0	15800	0
B105	15800	0	16500	0	17200	0
B106	18300	0	19000	0	19700	0
B107	19100	0	19800	0	20500	0
B108	22600	0	23300	0	24000	0
B109	22800	0	23500	0	24200	0
B110	21800	0	22500	0	23200	0
B111	23300	0	24000	0	24700	0
B112	12800	0	13500	0	14200	0

Tabla 5: Horas de uso Agitadores Balsas entre enero y marzo.

- Producción Atomizadores.

	Equipo	Producción (Kg)
ATM 1	20000/1	74351130
ATM 2	7000/1	14369110
ATM 3	750	29040
ATM 4	7000/2	7967600
ATM 5	7000/3	13796220
ATM 6	20000/2	106483200
ATM 7	4000/1	2818440

- Datos anuales generales facilitados por la Empresa Atomizadora.

	Cantidad	Medida
Producción	500000	Toneladas
Potencia instalada	15000	kW
Consumo electricidad	33	Gwh/año
Precio medio solo energía	65	€/MWh
Precio añadiendo peajes e impuestos	100	€/MWh
Consumo gas natural		
Cogeneración	250	Gwh/año
Atomización (secado directo)	35	Gwh/año
Precio medio solo energía	25	€/MWh
Precio añadiendo peajes e impuestos	30	€/MWh

Trabajo Final de Grado.
Alejandro Soliva Beser.

Anexo: Datos recopilados.

Trabajo Final de Grado.
Alejandro Soliva Beser.

Anexo: Datos recopilados.