

ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA RENOVABLE DE UNA PLANTA DE RESIDUOS NO PELIGROSOS

FEASIBILITY ANALYSIS OF RENEWABLE ENERGY SUSTAINABILITY OF A NON-HAZARDOUS WASTE PLANT

Consuelo Gómez-Gómez

Arquitecto Técnico en SAV, Sociedad de Agricultores de la Vega de Valencia, S.A. Ph.D.
Student en Universitat Politècnica de València. Valencia, (España).
E-mail: magogo@doctor.upv.es ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2466-5977>

Javier Cárcel-Carrasco

ITM Instituto Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València. Valencia, (España).
E-mail: fracarc1@csa.upv.es ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2776-533X>

Aurora Martínez-Corral

ITM Instituto Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València. Valencia, (España).
E-mail: aumarcor@csa.upv.es ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8222-0864>

Jaime Langa Sanchís

Dept. Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. Valencia, (España).
E-mail: jailansa@csa.upv.es

Luis Palmero Iglesias

Dept. Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. Valencia, (España).
E-mail: lpalmero@csa.upv.es

Recepción: 18/02/2022 **Aceptación:** 07/03/2022 **Publicación:** 14/03/2022

Citación sugerida:

Gómez-Gómez, C., Cárcel-Carrasco, J., Martínez-Corral, A., Langa, J., y Palmero, L. (2022). Análisis de viabilidad de sostenibilidad energética renovable de una planta de residuos no peligrosos. *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 11(1), 31-47. <https://doi.org/10.17993/3ctecno/2022.v11n1e41.31-47>

RESUMEN

En este artículo se plantea un estudio de caso sobre la sostenibilidad energética mediante sistemas energéticos renovables de una planta de residuos no peligrosos. Los sistemas de gestión de la calidad y medioambiente permiten la mejora continua de los procesos en industrias y en empresas de construcción. Partiendo de la ISO 14001 de medioambiente y la búsqueda de objetivos de mejora, se estudia la viabilidad de una instalación fotovoltaica para abastecer una de las infraestructuras auxiliares de la planta de Residuos No Peligrosos (RNP). Se establecen los factores clave que permiten implantarla mejorando todos los aspectos sostenibles de la instalación.

PALABRAS CLAVE

ISO 14001, Infraestructura Auxiliar, Instalación Fotovoltaica, Sistema de Gestión, Sostenibilidad.

ABSTRACT

This article analyzes the different materials of the sector in order to achieve an improvement and awareness towards a more sustainable construction. As the focus of the article, the behavior of these materials and their responses to the phases of construction have been studied. After carrying out the analysis, it has been possible to demonstrate that the controlled evolution of certain materials such as the use of Clinker or cementite, significantly improves the context of sustainable construction. On the other hand, by replacing cement with other materials such as fly ash or slag, durability can be improved by 50%, which is a high figure related to the sustainable point of view, thus reducing the impact on the environment.

KEYWORDS

ISO14001, Auxiliary Infrastructure, Photovoltaic Installation, Management System, Sustainability.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen numerosos criterios y herramientas de evaluación de la sostenibilidad en infraestructuras y edificación que abarcan múltiples enfoques como son la evaluación del proyecto y diseño, de la construcción, del comportamiento social, de la demanda energética, de los productos y materiales para la construcción, etc. (Gómez, 2019; Cárcel *et al.*, 2021). Además, es importante ampliar este marco de trabajo desde el enfoque de la gestión durante la vida útil, detectando las mejoras posibles en el proceso de utilización de las infraestructuras y los edificios.

La cultura de mejora continua que los sistemas de gestión proporcionan a las empresas, así como la aparición de incentivos en España han impulsado la búsqueda de nuevos objetivos para elevar el desempeño ambiental de las empresas a través de las energías renovables.

Según Martí Casadesús (2009) “se puede definir la estandarización o normalización de forma genérica como la actividad encaminada a poner orden en aplicaciones repetitivas que se desarrollan en el ámbito de la industria, la tecnología, la ciencia y la economía”. Este artículo trata de mostrar como la aplicación de los sistemas de gestión puede mejorar el ASPECTO ECONÓMICO Y AMBIENTAL en el funcionamiento y mantenimiento de infraestructuras auxiliares en un caso concreto.

1.1. SISTEMAS DE GESTIÓN

Existen multitud de normas o estándares entre los que destacan los dirigidos a sistematizar la gestión en beneficio de las organizaciones. Las normas de sistemas de gestión, en inglés Management Systems Standards (MMS) son una herramienta realizada por comités técnicos internacionales especializados y en colaboración con agentes expertos en las áreas de actuación, cuyo objetivo es proporcionar un marco común para la mejora de la gestión de las organizaciones que las implantan.

Los documentos creados por ISO son estándares de uso para cualquier organización independientemente de su tamaño. Los sistemas de gestión están redactados con una aplicación y finalidad (ISO 9001 para calidad, ISO 14001 para medioambiente, etc.) y se pueden utilizar en diferentes sectores como la administración, las industrias y servicios, aunque existen los que se han redactado para sectores específicos (ISO 29001 para industrias petrolíferas, petroquímicas y de gas natural).

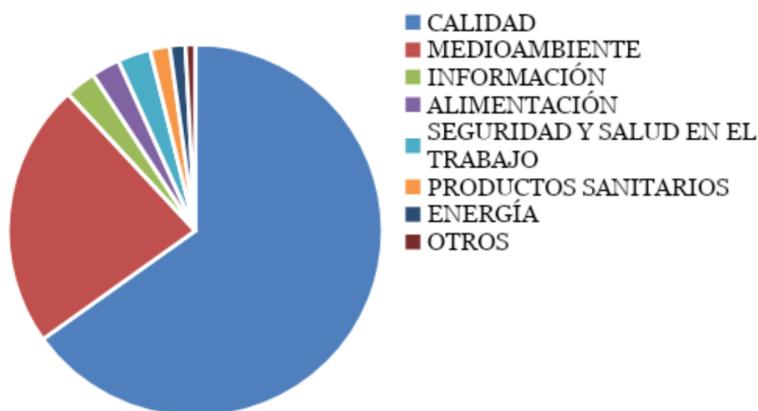


Figura 1. Áreas de los Sistemas de Gestión.

Fuente: elaboración propia a partir <https://www.iso.org/the-iso-survey.html>, (2021).

La norma ISO 14001 permite a las organizaciones tener un marco de referencia para proteger el medio ambiente. Utiliza el enfoque basado en el riesgo con un sistema de actuación Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA) para lograr la mejora del desempeño ambiental, el cumplimiento de los requisitos legales y el logro de los objetivos ambientales.

Los sistemas de gestión de calidad, medioambiente y prevención destacan por su amplia implantación en las organizaciones (Bernardo 2009) y han demostrado su utilidad en las organizaciones en las empresas y administraciones.

SAV dispone desde hace más de 10 años las certificaciones ISO 9001, 14001 y 45001 que suponen una mejora permanente y aseguran una gestión de la calidad total en sus productos y servicios. La

experiencia adquirida en la redacción y consecución de objetivos medioambientales, así como la necesidad de establecer nuevos objetivos año a año, plantea un reto cada vez más difícil de conseguir. Sin embargo, la irrupción de las energías renovables proporciona un nuevo marco de actuación como el caso que se presenta a continuación.

2. ESTUDIO ECONÓMICO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTROS DE OPERACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS AUXILIARES

S.A. Sociedad de Agricultores de la Vega (SAV) lleva a cabo la construcción y explotación de la planta de RNP situada en el término municipal de Dos Aguas, en la que se disponen de diferentes infraestructuras auxiliares.



Figura 2. Planta de eliminación de RNP y edificio de control.

Fuente: SAV, 2021.

El edificio del personal de control requiere diversos suministros de operación las 24 horas del día como son: red de internet, teléfono, agua potable, electricidad. Debido a la falta de puntos de conexión a la red eléctrica en las inmediaciones el suministro eléctrico en la explotación de necesita el alquiler de grupos electrógenos. Tanto la construcción, como la explotación y el mantenimiento de la planta está condicionado por su ubicación, sin los suministros de operación “normales” y situada a más de 50 km. de la mayoría de las sedes de las empresas subcontratistas.

Inicialmente, para obtener el suministro eléctrico del edificio de control, se estudiaron varias posibilidades:

- Alquiler de grupos electrógenos a largo plazo
- Alquiler de grupos electrógenos con opción a compra
- Compra de grupos electrógenos y precios cerrados de mantenimiento a largo plazo

Sin embargo, con la aparición de la Resolución de 10 de mayo de 2021, de la Presidencia del Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE), por la que se convocan ayudas destinadas al fomento de instalaciones de autoconsumo de energía eléctrica, con cargo al presupuesto del ejercicio de 2021. (DOGV nº 9084 de 14/05/2021), se plantea la puesta en marcha de una instalación fotovoltaica en el edificio de control. Se realiza un estudio económico de la instalación fotovoltaica previo a la redacción del proyecto y solicitud de ayudas, que se estiman en un 25%, en comparación con los grupos electrógenos cuyos resultados se resumen a continuación.

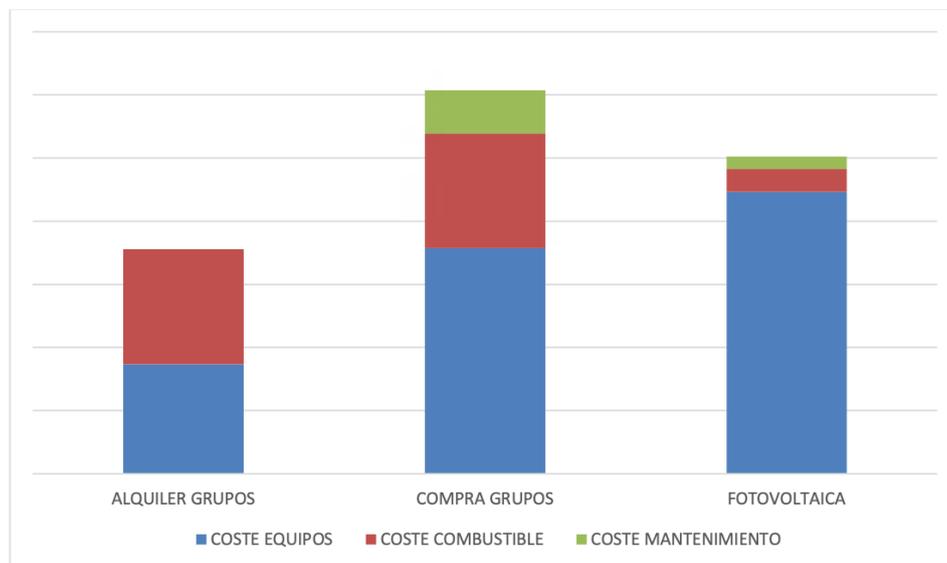


Gráfico 1. Estudio económico suministro eléctrico a un año.

Fuente: SAV, 2021.

Como se observa en el gráfico 1, el alquiler de grupos frente a la compra de estos tiene un coste menor y que sin embargo el coste de combustible es menor en la compra de grupos, debido principalmente a que los alquilados son usados y los comprados son nuevos y su rendimiento es mayor. Sin embargo, el coste en mantenimiento, en los equipos propios no es 0. Por otro lado, se observa que el coste de la instalación fotovoltaica es más del doble que el alquiler de grupos y algo más elevado que la compra de estos, y destaca el bajo coste de combustible (asociado a un grupo de emergencia que debe llevar la instalación) y el bajo coste de mantenimiento.

Es por tanto a primera vista más rentable el alquiler de grupos, ¿pero ¿cuál es su coste medioambiental? ¿y si se prolonga el uso de la edificación en el tiempo? En el caso de estudio, el edificio de control se va a utilizar hasta la colmatación de la planta e incluso, aun colmatándose, se todos los equipos se pueden reutilizar en una nueva ubicación, sean los grupos o sea la instalación fotovoltaica. Se realiza un

cálculo aproximado de los costes teniendo en cuenta una vida útil mínima de tres años, que posiblemente aumente en el futuro.

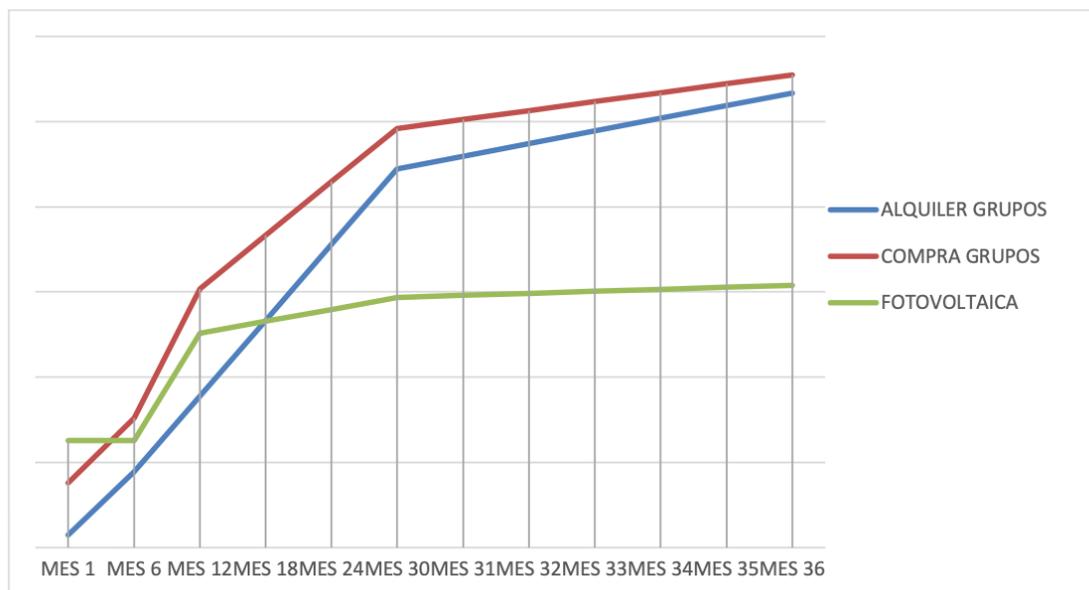


Gráfico 2. Estudio económico a 3 años.

Fuente: SAV, 2021.

Teniendo en cuenta la estimación de vida útil de la edificación por un mínimo de tres años, el estudio económico resultante demuestra que el coste a 3 años de la instalación fotovoltaica es menor que el resto, quedando el alquiler y la compra de grupos casi igualados en costes muy por encima de la fotovoltaica. En el gráfico 2 se observa además como en el mes 18, la instalación fotovoltaica empieza a ser rentable frente al alquiler.

3. ESTUDIO AMBIENTAL DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTROS DE OPERACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS AUXILIARES

Una de las principales amenazas según el análisis DAFO de la planta, es el excesivo consumo de combustible. El sistema de gestión medioambiental requiere la redacción de unos objetivos de mejora para las amenazas por lo que además de los beneficios económicos de la instalación fotovoltaica, se pretende estudiar sus beneficios ambientales, consiguiendo así cumplir otro de los aspectos de la sostenibilidad.

Para ello, utilizamos la metodología que se encuentra en las directrices de ISO 14001, que consiste en establecer los objetivos enfocados a los procesos de mayor riesgo. Los tres pasos principales se aprecian en la siguiente Figura 3.



Figura 3. Procedimiento para el estudio de mejora ambiental.

Fuente: ISO 14001, 2021.

3.1. DEFINICIÓN DEL OBJETIVO

El objetivo se debe redactar de forma que defina de manera inequívoca cuál es su objetivo ambiental y que de su interpretación se puedan establecer las metas para conseguirlo. En la figura 4 se muestra un ejemplo de la web creada para la gestión y desarrollo de los sistemas.

The screenshot displays the SAV application interface for goal management. The interface is divided into several sections:

- Header:** SAV logo and 'Consuelo Gómez' name.
- Navigation:** 'VOLVER', 'EDITAR OBJETIVO', and 'ELIMINAR' buttons.
- Left Sidebar (SECCIONES):**
 - ANÁLISIS DE RIESGOS
 - ASPECTOS AMBIENTALES
 - AUDITORIAS
 - COMUNICACIÓN
 - EMAS
 - EQUIPOS
 - GESTIÓN DOCUMENTAL
 - INNOVACIÓN
 - MEJORA CONTINUA
 - NO CONFORMIDADES
 - PARTE INTERESADAS
 - PROCESOS
 - PROVEEDORES
 - RECLAMACIONES Y SUGERENCIAS
- Main Content Area (OBJETIVO):**
 - OBJETIVO:** EE_Mejora de consumo en iluminación plataforma báscula y plataforma casetas UTE.
 - Fecha inicio:** 11/05/2018
 - Fecha fin:** 31/07/2018
 - Indicador inicial:** 4050 W
 - Indicador esperado:** 2550 W
 - Personas responsables:** Amparo Segura, Consuelo Gómez
 - Ámbito:** Energía ISO 50001
 - Comentarios:** Tras el cambio de acceso realizado en la instalación 2 (ahora se accederá por báscula) ya no se utilizará la bome de luz 2 que se queda como bome de luz de emergencia. Se aprovecharán 3 focos LED de la bome de emergencia para sustituir los focos halógenos de más potencia (1 en plataforma de báscula y otro en plataforma casetas UTE).
 - Documentos:** OB171-1-Resumen indicadores.pdf
- Right Panel (OBJETIVO STATUS):**
 - Buttons: 'COMPLETADO' (green), 'CONFIRMAR' (red).
 - Text: 'Haz click aquí para cambiar el estado del objetivo', 'En caso de objetivo NO COMPLETADO, por favor, escribe un comentario de por qué no se ha conseguido y pulsa guardar. Esto finalizará el envío de notificaciones sobre este objetivo. Gracias.', 'Comentario sobre la realización del objetivo'.
 - Text: 'Se sustituyen los focos halógenos aprovechando los LED que se han desmontado de la bome 2'.
 - META S:**
 - Button: 'AÑADIR O EDITAR METAS'
 - Table:

ID	Definición de la meta	Fecha final	Responsables	Recursos	Estado
TA171-1	Cambio de focos halógenos de 1500W por LED 250W	31/07/2018	Consuelo Gómez	Electricista	COMPLETADO

Figura 4. Vista de la aplicación destinada al seguimiento del Sistema Integrado de Gestión (SIG).

Fuente: SAV, 2021.

En el caso de estudio, el título de objetivo y la descripción son:

Acción planteada (OB280): Reducción de un 3% de consumo gasoil en edificio de control y pesaje (báscula) –Planta de eliminación de RNP Instalación 2. En la Instalación 2 se utilizan dos grupos electrógenos de alquiler (uno de emergencia) para el suministro de electricidad en el edificio de control y pesaje, que comprende la báscula, el sistema de control, la iluminación exterior y los equipos de las estancias de operadores y de dirección. Estos grupos se colocan inicialmente según la potencia indicada por el instalador. El objetivo es ajustar la potencia de los grupos y cambiarlos por unos nuevos de menor consumo para reducir un 3% el consumo de gasoil.

3.2. ESTABLECER INDICADORES

Los indicadores se definen con la colaboración del personal de la planta y los técnicos que conocen los procesos y controlan los datos de donde se extraerán los indicadores. Serán fácilmente medibles y se debe establecer el indicador base o inicial (datos reales) para planificar el indicador esperado (dato teórico según el objetivo redactado).

En el caso de estudio, los indicadores son:

Indicador inicial: 1,93 l/h consumo de combustible en litros/hora en el año 2020

Indicador esperado: 1,87 l/h consumo de combustible en litros/hora en el año 2021 (3% menos que el indicador inicial)

El indicador inicial es un dato real. Para el cálculo de este caso concreto se han extraído los litros de combustible de los documentos de descarga de combustible en el depósito de 500 litros del edificio de control durante el año 2020. Las horas totales registradas en los grupos electrógenos se obtienen de los partes diarios del personal y de los partes de revisión de las empresas de alquiler. Se establece un factor de emisión para cada litro de combustible (gasoil) que consumen los grupos electrógenos, según Ecología. Net (2018) se ha establecido una media de 2,61 kg CO₂ por cada litro de combustible.

3.3. ESTABLECER METAS Y CONTROL

Se establecen una o varias metas que permitan conseguir el objetivo global, de forma que se controlen todos los pasos a seguir para la consecución favorable del objetivo de reducción de 3% de consumo de combustible en el edificio de control. Las metas deberán definirse como acciones concretas dentro del objetivo y se establecerán los plazos y recursos necesarios para su realización y control.

En el caso de estudio, las metas y su resultado son:

Meta 1: Monitorización de la potencia eléctrica consumida en el edificio de control

RECURSOS: Electricista.

PLAZO: fecha límite 31/10/2020.

RESULTADO: CONSEGUIDO. Se coloca un aparato de medida de potencias consumidas en el cuadro general de distribución y se obtienen los datos en excel.

Meta 2: Análisis de datos obtenidos

RECURSOS: Empresas de alquiler y venta de grupos electrógenos.

PLAZO: fecha límite 30/11/2020.

RESULTADO: CONSEGUIDO. Se envían los datos a empresas de alquiler y venta de grupos electrógenos y se solicita un estudio de mejora de consumos.

Meta 3: Cambio de grupos electrógenos por otros de menor consumo

RECURSOS: Cambio de grupos por parte de la empresa de alquiler o venta.

PLAZO: fecha límite 31/12/2020.

RESULTADO: CONSEGUIDO. Se colocan grupos de menor potencia (pasan a ser en lugar de 45 kvas, grupos de 35 kvas) y con menor consumo teórico a la hora. Se colocan de alquiler para poder realizar el cambio en la fecha prevista.

Meta 4: Control semestral del indicador esperado

RECURSOS: Albaranes, documentos de descarga, partes de revisión y partes diarios.

PLAZO: fecha límite 07/07/2021.

RESULTADO: CONSEGUIDO. El resultado conseguido es mejor incluso que el esperado como se observa en la tabla siguiente.

Tabla 1. Indicadores del objetivo medioambiental.

INDICADORES L/H	Indicador inicial (año 2020)	Indicador esperado 1er semestre 2021	Indicador obtenido 1er semestre 2021
Reducción de consumo gasoil L/H	2,31	2,24	1,93

Fuente: SAV, 2021.

Meta 5: Control final del indicador esperado

RECURSOS: Albaranes, documentos de descarga, partes de revisión y partes diarios.

PLAZO: fecha límite 15/01/2022.

RESULTADO: NO CONSEGUIDO. Durante el segundo semestre, esta meta ya no será válida, debido a que, durante el proceso de estudio económico de la mejor opción para suministro eléctrico, se decide apostar por las energías renovables y se ha instalado planta fotovoltaica para autoconsumo que se pone en marcha a partir del 01/07/2021.

3.4. DEFINICIÓN DE UN NUEVO OBJETIVO

En el caso de estudio, el título del nuevo objetivo y la descripción son:

Acción planteada (OB281) Reducción del 70 % del consumo gasoil en edificio de control y pesaje (báscula) – Planta de eliminación de RNP Instalación 2. En la Instalación 2 se utilizan dos grupos electrógenos de alquiler (uno de emergencia) para el suministro de electricidad en el edificio de control y pesaje, que comprende la báscula, el sistema de control, la iluminación exterior y los equipos de las estancias de operadores y de dirección. Estos grupos se sustituirán por una instalación fotovoltaica que constará de 40 placas solares, 3 baterías y un grupo de emergencia para carga de baterías durante la noche.

4. CONCLUSIONES

Las empresas que tienen una cultura arraigada en sistemas de gestión valoran positivamente la irrupción en el mercado de las energías renovables y, aunque la inversión es alta en comparación con los equipos tradicionales, hay que analizar cada caso de forma individual ya que se pueden establecer objetivos de mejora muy ambiciosos.

En este caso el factor clave y determinante para la instalación de la planta fotovoltaica es la VIDA ÚTIL restante de la planta de Residuos No Peligrosos (suficiente para poder amortizar la inversión) así como su UBICACIÓN que determina la imposibilidad de conexión a la red eléctrica. Otros factores positivos en este caso es la FACILIDAD DE MONTAJE Y DESMONTAJE de la instalación con la posibilidad de ser trasladada a otra ubicación, así como la mejora sustancial en la emisión de CO₂ y ruidos al entorno natural.

El Sistema de Gestión Medioambiental ISO 14001 impulsa la SOSTENIBILIDAD gracias a la consecución de unos objetivos medibles y una planificación ordenada de los mismos, contribuyendo de forma sustancial a la implantación de energías renovables en gran variedad de usos e infraestructuras. Las energías renovables suponen para la empresa un AHORRO ECONÓMICO Y AMBIENTAL, pero, además, una mejora para la SOCIEDAD.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha llevado a cabo en el marco del proyecto Condereff project (Ref. PGI05560-Condereff) Construction & demolition waste management policies for improved resource efficiency. Así mismo, este trabajo se ha llevado a cabo en el marco del grupo de investigación PREDILAB, dentro de la investigación realizada en la Universidad de Castilla La Mancha y titulada "Metodología y sistemas para la mejora del mantenimiento y la eficiencia energética en la rehabilitación y reutilización del patrimonio industrial. Fase 1 y 2.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amendola, L.** (2003). *Modelos mixtos en la gestión del mantenimiento*. Departamento de Proyectos de Ingeniería e Innovación, Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Bernardo, M., Casadesus, M., Karapetrovic, S., & Heras, I.** (2009). How integrated are environmental, quality and other standardized management systems? An empirical study. *Journal of cleaner production*, 17(8), 742-750.
- Cárcel-Carrasco, J., Peñalvo-López, E., Pascual-Guillamón, M., & Salas-Vicente, F.** (2021). An Overview about the Current Situation on C&D Waste Management in Italy: Achievements and Challenges. *Buildings*, 11(7), 284.
- ECOLOGÍA.NET.** (2018). <https://www.econologia.net/Las-emisiones-de-co2-litros-de-combustible-de-gasolina-o-diesel-GPL/>
- Fa, M. C., Saizarbitoria, I. H., & Karapetrovic, S.** (2009). Sistemas de gestión estandarizados: ¿existen sinergias?. *Revista europea de dirección y economía de la empresa*, 18(2), 161-174.
- Gómez, C. G., & Cárcel-Carrasco, F. J.** (2019). Análisis de normas para la gestión sostenible en edificación. *3c Empresa: Investigación y Pensamiento Crítico*, 8(4), 13-49.
- IVACE.** (2021). <https://www.ivace.es/index.php/es/ayudas/energia/fomento-de-las-instalaciones-de-autoconsumo-de-energia-electrica/54849-ayudas-destinadas-al-fomento-de-instalaciones-de-autoconsumo-electrico-para-empresas-y-entidades-2021>
- UNE-EN ISO 9001 (ISO 9001:2015).** *Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.*
- UNE-EN ISO 14001 (ISO 14001:2015).** *Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso.*

