Nº 56 - 2º Cuatrimestre - 2020
Boletín del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos y Grados en Minas y Energía de Madrid
Ávila - Cuenca - Guadalajara Salamanca - Segovia - Toledo Valladolid - Zamora

Actualidad Minera y Energética

"Recuperar el orgullo milenario de la Minería y de sus gentes"

Entrevista a Salvador Valencia Moya

Actos en honor a Santa Bárbara 2019

La energía fotovoltaica en la pequeña minería. Ejemplo práctico

¡Sin Lantánidos, no hay tecnología! Elementos considerados tierras raras y su uso imprescindible para la Industria

'Manual de control de vibraciones y onda aérea'
C. López Jimeno
J. W. Donaire Muñoz
S. Guglieri Viñuales

Coltán, clave en la industria digital

Sumario

1 Editorial

2 Entrevista a Salvador Valencia Moya

5 Actos en honor a Santa Bárbara 2019

8 Historia, fundamentos, análisis, asociaciones y nuevas tendencias de la sobrealimentación de motores térmicos de automóviles

23 El frío solar es la solución ecológica para la refrigeración de espacios interiores

24 La energía fotovoltaica en la pequeña minería. Ejemplo práctico

30 ¡Sin lantánidos, no hay tecnología! Elementos considerados tierras raras y su uso imprescindible para la industria.

33 Contribución de la industria minera a la protección del búho real en España

35 La apuesta de Bill Gates para reivindicar la energía solar térmica

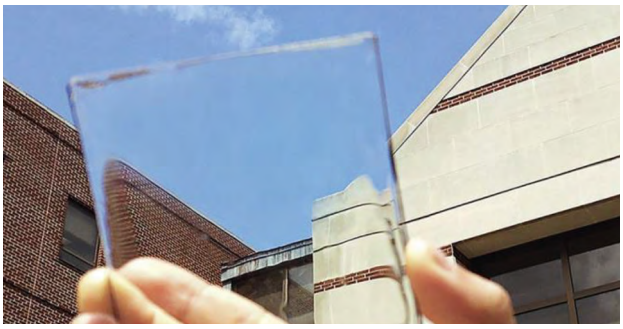
36 Cómo convertir las minas de carbón abandonadas en fuentes de energía limpia

39 Paneles solares 100% transparentes que producen energía

41 Manual de control de vibraciones y onda aérea. Minería y obra púbica

42 Nuestro colegio en la Escuela Politécnica Superior de Ávila

43 Formación



Las fotografías de la portada tratan de recordar la indispensable importancia de la minería en la industria digital.

El coltán es un mineral que escasea en España. Actualmente su explotación minera se encuentra en el entorno de la aldea de A Penouta, en el municipio de Viana do Bolo, provincia de Ourense (foto principal).
En las fotografías inferiores algunos detalles sobre el coltán (de izquierda a derecha): mineral; sensor táctil de grafeno para su utilización como piel electrónica en robots; mapa de la localización de las principales cuencas mineras en el mundo, y el grafeno como material flexible y más resistente que el acero.

Edita: Área de Prensa del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos y Grados en Minas y Energía de Madrid. Almagro 28, 5ª planta. 28010 - Madrid. Email: secretaria@coitm.org. **Redacción y coordinación:** Área de prensa. **Supervisión:** Patricio Gil Cosío. **Producción:** Servicios Gráficos Kenaf, s.l.
Actualidad Minera es una revista abierta a todas las opiniones, pero no se identifica necesariamente con las de sus colaboradores.
Depósito legal: M-49532-2007

Editorial

"Recuperar el orgullo milenario de la Minería y de sus gentes"

Una aseveración que se hace en nuestro país y, en el mundo entero, no sin razón pero siempre sin preguntarse si alguien está dispuesto a prescindir de la Minería, es:

"la Minería provoca un gran deterioro ambiental y por tanto hay que hacerla desaparecer".

Pero es que sobre todo, son los políticos los que menos reparos tienen en justificar todos, o casi todos los males a la Minería, que tantas soluciones ha prestado, presta y prestará en el futuro, a la humanidad.

Ya, desde la Edad de Piedra se investigaba y se explotaba, a menor escala, los recursos minerales de la tierra, pasando por las Edades de los Metales hasta llegar a la Edad de la Industrialización que la estamos continuando con las nuevas tecnologías, impulsadas, todas ellas, por la Minería.

Pero no todo es negativo, para la Minería, pues podemos disponer de unos instrumentos para que mediante la **Ecogestión** y las **Ecoauditorias**, la maldita mala prensa que nuestros políticos no son capaces de razonar, explicar, comprometerse y conseguir orientar, sino que todo lo contrario, machacan cada día en tirar por tierra la base fundamental de las nuevas tecnologías que tan amigables son de los discursos políticos.

Volviendo a los instrumentos que puede disponer la Minería para encarrilar los abusos medioambientales, reparar los que se han cometido y poder controlarlos en

> "Sepan que sin la acción de la Minería no existiría ni existirá la tecnología"

la medida más urgente posible, a nivel de la Unión Europea los siguientes:

El EMAS y la ISO 14001

- **las normas ISO 14000: una serie de normas que regulan los sistemas de gestión medioambiental** y que fueron publicadas en el año 1996. La ISO 14000 y el EMAS son del mismo periodo más o menos (principios de los años noventa), de forma que están estrechamente ligadas, porque cuando se creó la ISO 14001 ya existían unas pautas internacionales o, lo que es lo mismo, ya se había publicado el EMAS.
- **El EMAS, es una garantía de compromiso ambiental,** es un instrumento voluntario, que tiene como base un decreto de la UE. Fue creado con la finalidad de ser impulsado por el poder de los consumidores y, por ello, se considera un instrumento de mercado que solo aplica a las empresas del sector industrial.

Para obtener el EMAS es necesario **pasar una evaluación** que considera los aspectos ambientales más relevantes: servicios ofrecidos, procesos, productos, etc. Además de **cumplir con la legislación ambiental vigente**. También es importante la existencia de procedimientos o buenas prácticas ambientales previas.

- En función de los resultados de la evaluación inicial, **se establece un sistema de gestión medioambiental** efectivo que se define por la dirección de la misma organización; esto quiere decir que **se definen responsabilidades, objetivos, procesos operativos, necesidades de formación para el personal si es el caso, sistemas de comunicación**, etc. Todo esto se deberá integrar en el sistema de gestión ambiental de la organización.
- Se lleva a cabo una **auditoría ambiental** que asegura que la estrategia definida por la dirección se cumple realmente, se adapta y da respuesta a los requerimientos de la política ambiental, y también a los objetivos con los que la empresa se ha comprometido y que se estructuran de acuerdo a lo que indica el reglamento EMAS.
- Si la auditoría da un resultado positivo, se realiza una **declaración pública del comportamiento ambiental de la organización**. Esta declaración reflejará el cumplimiento de los objetivos ambientales y dirá cuáles son las acciones

futuras que la organización deberá llevar a cabo para permitir que se continúe adelante en el proceso de **mejora ambiental continua**. Por tanto, no se trata de una auditoría que refleja un momento puntual en la vida de la organización, sino que intenta marcar un punto de inicio de un camino enfocado a la mejora medioambiental en el tiempo, como parte de un **compromiso real y duradero**.

- Existe un **Club EMAS** formado por las empresas (de toda dimensión y provenientes de todos los sectores) que tienen la certificación EMAS de auditoría medioambiental. No ofrece consultorías pero sí ayuda a las empresas que están valorando implantar el EMAS en sus organizaciones, poniendo a disposición su experiencia.

Seguro que vamos a ser capaces de recuperar el orgullo de la Minería, ya no solo por el cumplimiento de la Ecogestión y las Ecoauditorias sino por las Restauraciones Medioambientales que se han hecho, se están haciendo y se seguirán haciendo por la Minería.

Extractado y Resumido por José Luis de Juan García – Colegiado 1.124

Entrevista profesional

Salvador Valencia Moya

¿Cuál es, actualmente, su trabajo profesional?
Me dedico al ejercicio de la profesión libre.

¿Puede hacer un breve resumen de su vida profesional?
Comencé trabajando en una pequeña empresa de la provincia de Ciudad Real, como director facultativo de la cantera que tenía en la provincia de Toledo, y como director de obra para la misma empresa. Este trabajo duraría aproximadamente 1 año. Eran finales de los 90, y el sector no estaba pasando por su mejor momento, por tanto no era fácil encontrar trabajo.

Es por lo que decidí darme de alta como autónomo e iniciarme en la profesión libre, posteriormente en 2005 fundé una empresa dedicada a la consultoría de proyectos, vinculados a la minería, medio ambiente, arqueología, residuos...

¿Qué le hizo escoger esta profesión y como han sido sus primeros pasos en la misma?
La elección fue un poco fortuita. Yo en principio quería hacer Ingeniería Técnica Industrial, pero al hablar con familiares y amigos decidí matricularme en Minas, de ahí que creo que es fundamental una orientación para animar a que estudien esta profesión.

¿Le fue difícil encontrar trabajo al concluir los estudios?
Como he dicho anteriormente, no fue fácil, en los 90 hubo una crisis considerable, una recesión importante, el paro rondaba aproximadamente la tasa del 25% y encontrar trabajo no era tarea fácil.

Comencé en una empresa pequeña, con un salario bajísimo, que apenas me permitía cubrir gatos, pero esto me permitió adquirir experiencia y entrar en el mundo profesional, y conocer el sector y a otras empresas.

¿Qué faceta profesional le gusta más de los trabajos que realiza y cuál es el trabajo más gratificante que ha desarrollado?
Principalmente conseguir por parte de la administración las autorizaciones correspondientes y llevarlas a ejecución en el terreno.

Respecto a la segunda parte de la pregunta pues, no sé, no podría decantarme por un trabajo en

concreto, siempre es muy motivador proyectar una explotación desde el inicio, te permite diseñar y planificar todo y por tanto a la hora de trabajar, es mucho más fácil y gratificante.

> **“ Los nuevos titulados tienen que tener confianza porque la tasa de ocupación es una de las más altas de la comunidad universitaria, tenemos una titulación que es muy versátil...**

¿Qué proyectos tiene en estos momentos y cuáles son los retos de futuro?

Actualmente tengo iniciados varios proyectos de nuevas explotaciones, también alguno vinculado al tema de Reciclaje de Residuos y de restauración de espacios degradados, aguas minerales...

Retos para el futuro..., pues seguir trabajando, formándome y crecer en conocimiento y volumen empresarial para adaptarme a los nuevos retos que presente la profesión en el futuro.

¿Cómo ve el presente y el futuro de la actividad minera?

El presente, aparentemente no se ve muy esperanzador, pasamos por una etapa en la que la minería, no tiene muy buena prensa y medioambientalmente siempre en el punto de mira. Pero la actividad minera tiene mucho que decir en el futuro, desde el punto de vista de evolución a emisiones cero y un mundo más sostenible, a través de la explotación de recursos naturales que aporten mayor capacidades energéticas con un menor impacto ambiental, incluso con impacto “0”.

Es una profesión que cara al exterior no tenemos un buen cartel, no sé muy bien quién es responsable de esto, si nosotros como profesionales, los empresarios, las administraciones, pero lo cierto es que no es un sector que despierte muchas simpatías. Creo que las administraciones tienen mucha culpa al respecto, no tenemos un poder dentro del organigrama de la administración, incluso muchos servicios de minas actualmente, están absorbidos por otros y no encontramos ni titulados competentes en nuestro sector, nos hemos dejado comer el terreno por otros profesionales, y así difícilmente tenemos apoyo y relevancia a la hora de sacar adelante nuevos proyectos, iniciativas... como tampoco hemos sabido vender la importancia del sector desde el punto de vista empresarial.

Pero creo, que la actividad minera será determinantes en el desarrollo futuro, desde el punto de vista de la investigación de los recursos minerales, nuevas tecnologías, la digitalización, automatización, sostenibilidad.... por tanto creo que tenemos bastante futuro.

¿Qué les pediría a los profesionales que ejercen la Ingeniería Técnica Minera?

Creo que es responsabilidad nuestra, ejercer la profesión de la mejor forma posible. Representar al sector dignamente, promocionarnos y darnos a conocer en nuestro entorno y poner el valor el trabajo que realizamos.

¿Qué relación tienes actualmente con el Colegio de ITM?

Actualmente soy el Delegado del Colegio en Toledo.

¿Cuáles son las prioridades que deberían plantearse en nuestro Colegio?

El Colegio actualmente pasa por momentos delicados, y creo que debería abanderar la promoción y poner en valor la profesión con una mayor difusión de nuestras bondades.

Y desde luego una defensa a ultranza de las competencias de nuestra profesión, para evitar el intrusismo desde otras titulaciones.

¿Qué actividades colegiales le gustaría destacar?

Sin duda, el apoyo y asesoramiento al Colegiado, cursos de formación para adaptarnos en las diferentes modificaciones de normativa o nueva reglamentación.

Y la promoción de nuestra profesión e impulso por atraer a nuevos estudiantes.

¿Cómo ve la situación de los jóvenes recientemente titulados?

Actualmente es un momento delicado laboralmente, ya que nos encontramos en momentos de poca estabilidad y con unas tasas de paro altas, tienen que tener confianza, porque afortunadamente, la tasa de ocupación es una de las más altas de la Comunidad Universitaria, tenemos una titulación que es muy versátil, y al final más pronto que tarde seguro que encuentran trabajo.

¿Está la mujer plenamente integrada en nuestro colectivo?

Creo que sí, la profesional ya titulada, si está integrada. Otra cosa es el porcentaje de mujeres que hay en la profesión, pero este dato es común en la mayoría de las ingenierías. Y en estos últimos años ha descendido incluso el número de mujeres que se matriculan en carreras técnicas. Algo no se ha hecho bien en los últimos años y que habrá que adoptar medidas para revertirlo.

> **“Tenemos mucho que decir en la próxima evolución industrial, cambiando el carbón o el petróleo por otros recursos minerales…**

¿Se puede hablar de igualdad de género en el ejercicio de la profesión minera?
Pues no, nada más lejos de la realidad, rara es la explotación en la que nos encontramos trabajando a alguna mujer, a no ser en puestos de administración o técnico (que tampoco son muy numerosas).

¿Qué consejos les daría a los jóvenes compañeros que quieran iniciarse en la profesión?
Pues animarle, es una profesión versátil, y que te puede llevar por distintos caminos. En la cual el aprendizaje es constante, estimulante y satisfactorio. Y sin duda una profesión con futuro.

¿Cree que desde el Colegio se debería de fomentar más la participación del colectivo de los jóvenes recientemente titulados?
Sí, sin duda los jóvenes ahora mismo entran con la motivación y ganas, y sería una necedad no aprovechar nuevas iniciativas y recursos que pueden aportar los nuevos titulados.

¿Qué tipo de ayudas cree que deberían existir para los profesionales que se incorporan al mercado laboral?
Dar mayor facilidad vía impositiva, o de bonificación, motivaciones para que las empresas contraten a nuevos titulados, También trasladable al autoempleo.

¿Recomendaría los estudios actualmente de “Grado en Minas y Energía”?
Sí, es una profesión que no está actualmente en su mejor momento, como le ocurre a otras profesiones. Pero que sin duda tendrá un renacer, no sé si como actualmente la conocemos pero que se adaptará a los cambios, tenemos que liderar el potencial que tenemos desde el punto de vista de conocimiento en los recursos naturales y que será clave para la sostenibilidad y desarrollo en las medidas para poder disminuir la evolución del cambio climático, y como he dicho debemos liderar este conocimiento e investigación en los recursos naturales, aquí nosotros tenemos mucho que decir.

> **“Nuestro colegio profesional es el órgano que mejor nos representa y defiende nuestros intereses, y en estos momentos cuantos más seamos más fuerzas tendremos**

Minerales que actualmente conocemos, que poseen propiedades que hasta ahora no han sido viables en su explotación, pero que con nuevos criterios pueden ser imprescindibles para un futuro. Materias primas para imanes y celdas de combustibles… Por no hablar del “Agua”, recurso cada vez más escaso y que nos llevará en un futuro a un debate, con nuevos proyectos de investigación y sostenibilidad para garantizar el desarrollo y consumo.

Tenemos mucho que decir en la próxima evolución industrial, cambiando el carbón o el petróleo por otros recursos minerales, y ahí no podemos faltar. Eso sí tenemos que luchar, para que no haya intrusismo desde otros sectores, y defender firmemente nuestras competencias.

Y sin duda son numerosos los campos y posibilidades de empleo que ofrece, quizás el desconocimiento de nuestra profesión es lo que la hace menos atractiva respecto a otras, cuando hablas de minería, la gente tiene la imagen del minero picando en una mina. Cuando la realidad es mucho más amplia: explotaciones mineras, explosivos, voladuras, pirotecnia y sus espectáculos, excavaciones y demoliciones, túneles, obras subterráneas, sondeos, cimentaciones, captaciones de aguas, áridos y derivados, rocas ornamentales y sus talleres de elaboración, geofísica, geotecnia, hidrología, medio ambiente, topografía, geotermia, combustibles líquidos y gaseosos, energías convencionales y renovables, investigación, prevención de riesgos laborales, residuos, y un largo etcétera.

¿Qué propuestas o recomendaciones daría para que los Ingenieros Técnicos y los Grados en Minas y Energía, vieran las ventajas de estar colegiado?
La única forma de defender nuestra profesión y tener más fuerza, es a través del Colegio profesional. Que es el órgano que mejor nos representa y defiende nuestros intereses y en estos momentos de incertidumbres y cambios, cuantos más seamos, más fuerza tendremos ante cualquier agravio y ataque que amenace nuestro futuro.

Por último, ¿qué mensaje les manda a todos los lectores de “ACTUALIDAD MINERA?
Pues un mensaje optimista, que dependerá en parte de nosotros como profesionales y de cómo nos adaptemos a los nuevos tiempos, los que determinaremos el futuro de nuestra profesión.

Actos en honor a Santa Bárbara 2019

El pasado 4 de diciembre tuvieron lugar los actos en honor a nuestra Patrona Santa Bárbara, en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía de Madrid, con la celebración de la Misa y la imposición de la medalla a los siguientes compañeros que cumplieron 25 años de colegiación ininterrumpida:

1.047 José María Sevilla Maíquez

1.058 José Manuel Falcón de Andrés

873 Anastasio Durán Rubio

Seguidamente se impuso la medalla junto con la entrega de una la lámpara minera a los siguientes compañeros que cumplieron 42 años de colegiación ininterrumpida:

A continuación se ofreció un coctel en el patio interior de la Escuela a todos los colegiados y familiares asistentes.

538 Pedro Layna Sanz

569 Román Delgado-Aguilera Gallego

576 Juan Manuel Buchele García

5579 Agustín Colmenarejo Coca

591 José Montesinos García

Historia, fundamentos, análisis, asociaciones y nuevas tendencias de la sobrealimentación de motores térmicos de automóviles

Autor: José García Cascallana - jgc0504@yahoo.es
Ingeniero Técnico Minas, Doctor Ingeniero Industrial

Resumen. Es bien sabido que hoy en día la sobrealimentación de motores en la industria del automóvil está totalmente integrada en los motores Diésel y en menor medida en los Otto en rivalidad con los de inyección directa atmosféricos. El objetivo económico de conseguir mediante la sobrealimentación un motor de menor cilindrada para la misma potencia requerida y un menor consumo específico de combustible es un hecho consolidado actualmente. La sobrealimentación eleva la presión media efectiva del ciclo y por tanto, la potencia, en base al aumento de la presión y densidad del aire de admisión a los cilindros. La asociación de compresores mecánicos o turbocompresores eléctricos y turbocompresores de accionamiento por turbinas de gases permite conseguir altas prestaciones de par y potencia a bajas y altas revoluciones del motor, solucionando el problema del retardo o turbolag de los motores turbo. Las nuevas tendencias en diseño de la sobrealimentación contemplan la mejora de la geometría variable, la miniaturización, los nuevos materiales, el control electrónico y el cumplimiento de las condiciones medio ambientales cada vez más restrictivas.
Palabras clave. Reducción de tamaño motor, válvula de descarga, tiempo de retraso del turbo, pos- enfriador, proceso isentrópico.

Abstract. It is well known that today engine supercharging in the automotive industry is fully integrated in Diesel engines and to a lesser extent in Otto engines in rivalry with atmospheric direct injection engines. The economic objective of achieving a smaller engine capacity for the same power requirement and lower specific fuel consumption through supercharging is now well established. Supercharging raises the average effective pressure of the cycle and therefore the power, based on the increase in pressure and density of the intake air to the cylinders. The combination of mechanical compressors or electric turbochargers and gas turbine driven turbochargers allows high torque and power performance at low and high engine speeds, solving the problem of turbo lag. New trends in supercharger design include improved variable geometry, miniaturisation, new materials, electronic control and compliance with increasingly restrictive environmental conditions.
Keywords. Downsizing, wastegate, turbolag, intercooler, isentropic process.

1. Historia compresión mecánica

En 1860, los hermanos P Roots (1813-1879) y FM Roots (1824-1889) patentaron el compresor volumétrico denominado Roots o lóbulos. En 1900, G Daimler (1834-1900) patentó la sobrealimentación en motores de combustión interna alternativos (MCIA) para automóviles introduciendo un compresor de aire de doble rotor similar al compresor Roots. En 1921, Mercedes-Benz presentó los modelos CV Kompressor 6/25/40 de 1.600 cm^3 y 10/40/65 de 2.600 cm^3, primeros coches de producción en contar con sobrealimentación por compresor volumétrico, tipo Roots. (Diario motor, 2020). El Bugatti 51 de 1931 suministraba 160 CV con un motor de 2,2 L. En 1939, el Alfa Romeo 158 conseguía 195 CV con un motor de 1,5 L. En las décadas siguientes, el turbocompresor (TC) se impuso totalmente al compresor volumétrico, pero Mercedes volvió a utilizarlo a finales de 1990, al conseguir elevar la potencia de forma importante y operar bien a bajas revoluciones. Los modelos C y CLK 230K (Kompressor) disponían de más de 190 CV, con buenas prestaciones y reducido consumo (Coches míticos, 2013).

2. Historia turboalimentación

En 1905, el ingeniero suizo Alfred Büchi (1879-1959) patentó el primer TC y en 1925 fue el primero en lograr la turboalimentación por gases de escape, obteniendo un aumento de potencia superior al 40 % sobre el motor atmosférico. Este hito marcó el inicio de la introducción de la turboalimentación en todos los campos de aplicación (Borgwarner, 2020). El ingeniero francés Auguste Rateau (1863-1930) consiguió los éxitos más notables en la primera implantación del TC (Ecured. 2020). Renault, comenzó en los años setenta la aplicación del TC a motores de competición en pro-

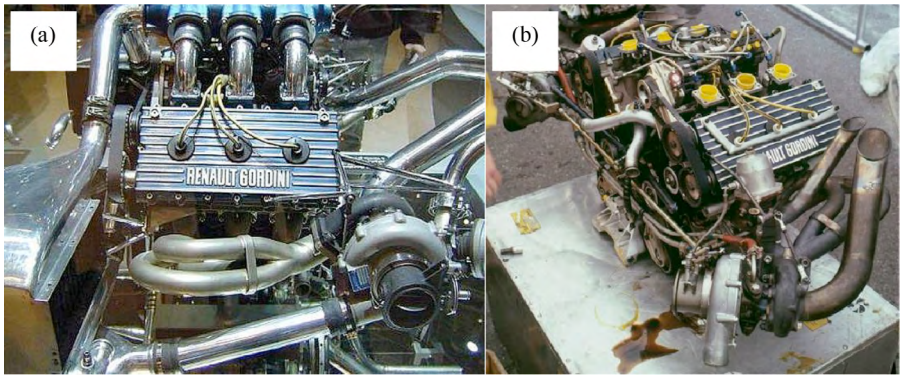


Figura 1. a) Turbo Garret simple motor Renault ES01 año 1977, 6 cilindros en V, 1.489 cm^3, 510 CV, 11.400 rpm, 4 válvulas por cilindro, relación compresión 7/1, peso motor 180 kg. (Galgo Diecast Argentina, 2020). b) (Motorsport, 2020).

totipos deportivos como el Renault Alpine A-442, que sirvió de base para los primeros motores de Fórmula 1 turboalimentados (Ecured. 2020). En 1977 se incorporó el primer monoplaza de Fórmula 1 equipado con turbo, el Renault RS01. JP Jabouille debutó con él en 1977 y consiguió el primer triunfo en 1979, alcanzando finalmente quince victorias entre 1977-1983, A Prost consiguió nueve, R Arnoux cuatro y JP Jabouille, dos. Los motores turbo fueron los grandes dominadores de la Fórmula 1 durante los años 1980, con potencias de hasta 1.200 CV, prohibiéndose en 1989 (Autobild, 2014). Las Figuras 1a y 1b muestra en primer término el turbo Garret del motor Renault RS01 de seis cilindros en V. Se observa en ambas el TC y la turbina de gas (TG), el tubo de escape de la TG y el de salida de la válvula de descarga o wastegate.

El primer automóvil fabricado en serie con motor turboalimentado fue el Chevrolet Corvair en 1965. El motor de 6 cilindros bóxer (cilindros dispuestos horizontalmente) refrigerado por aire incrementó su potencia de 140 a 180 CV, un 28,6%. En Europa, el primer automóvil turboalimentado fue el BMW 2002 Turbo de 170 CV en 1973. Estos primeros modelos tuvieron poco éxito debido a tener una respuesta al acelerador demasiado brusca y poca fiabilidad (Autocasión, 2020). El gran descubrimiento de la turboalimentación en turismos llegó en 1978 con el primer motor turbodiésel, el Mercedes-Benz 300 SD, seguido del Volkswagen Golf Turbodiésel en 1981 (Borgwarner, 2020). El Saab 99 Turbo de 1978 fue el primer automóvil en ganar una carrera del Mundial de Rallys con un motor turboalimentado, sentando las bases de la turboalimentación de este tipo de vehículos en esta competición (Autocasión, 2020). El Lancia S4, vehículo de rally de los años 1980, usó conjuntamente compresor volumétrico y turbo, con idea de disponer de buena potencia a bajas revoluciones mediante el compresor y a mayores revoluciones utilizar el turbo. Mercedes instaló en sus motores de cuatro cilindros compresores volumétricos Roots o lóbulos para competir con los motores de 6L de BMW, con potencias cercanas a 200 CV. El fabricante sueco Saab ha conseguido una gama amplia de motores con distintos grados de sobrealimentación adaptándolos a cada tipo de cliente. En Formula 1, con turbos muy grandes instalados en motores de más de 1.000 CV con 1.500 cm^3 hacían que el retraso provocado en la respuesta del turbo o turbolag, necesitaba de la demanda de la potencia en la entrada a la curva, para que el turbolag hiciera aparecer esta potencia adicional justo a la salida (Escuela del trabajo, 2020).

El carburador modelo Solex 32 DIS de los años 1980, se utilizaba para alimentar motores atmosféricos y también turboalimentados. Existían dos opciones de colocación: (1) soplado: el carburador estaba situado después de la salida del compresor, que comprimía solo aire y (2) aspirado, el carburador estaba antes del compresor, por lo que comprimía aire y combustible a la vez. El carburador Solex 32 DIS en modo soplado ha sido utilizado por los Renault 5 GT Turbo en los años 1987-89, Renault 5 GT Turbo años 1987-92, Renault 11 Turbo años 1985-86, etc. El mismo carburador en modo aspirado fue utilizado en el Renault 5 Copa Turbo (Meganeboy, 2014). La modificación de la presión de soplado del turbo Garret T2 del R5 GT turbo consistía simplemente en atornillar o desatornillar el vástago de la válvula de descarga o wastegate (Meganeboy, 2004). Como actualmente los motores son de in-

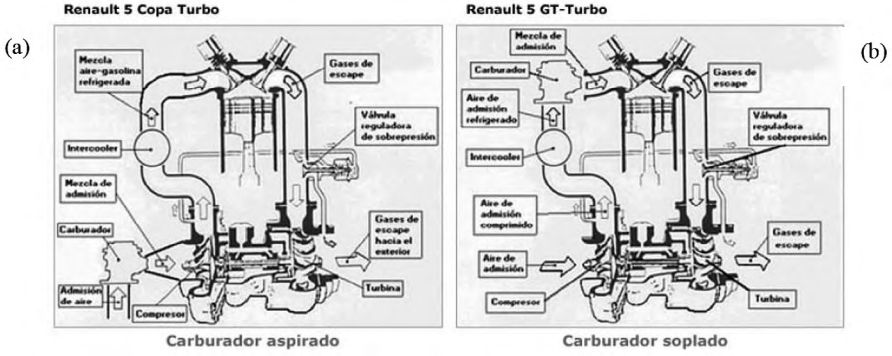


Figura 2. Esquema turbo Renault 5. a) Copa Turbo aspirado. b) GT Turbo soplado (Meganeboy, 2014).

yección directa, todos los motores sobrealimentados modernos son soplados, ya que el combustible no se añade hasta que el aire ya ha entrado en el cilindro (Autocasión, 2020). Las Figuras 2a y 2b presentan una comparación entre el turbo aspirado del Renault 5 Copa Turbo y soplado del Renault 5 GT Turbo.

En 1989, El Fiat Croma 1.9 de inyección directa fue el primer automóvil en montar turbos de geometría variable (TGV) (Escuela del trabajo, 2020).

3. Fundamentos de la sobrealimentación

En este artículo, cuando se trate de turboalimentación, se denomina turbo al motor térmico compuesto por las máquinas térmicas TC y TG. La Ecuación (1) (Lecuona et al., 2013) permite calcular la potencia mecánica (P_m, kW) desarrollada por un MCIA.

$$P_m = V \cdot 2n / T \cdot \rho_{ad} \cdot \eta_v \cdot F \cdot PCI \cdot \eta_e \quad (1)$$

donde V es el volumen total de los cilindros (m^3), n la velocidad de rotación del cigüeñal 1/s), T el número de tiempos por ciclo (uds), ρ_{ad} la densidad del aire de admisión a los cilindros (kg/m^3), η_v el rendimiento volumétrico (%), F el dosado (kg combustible/kg aire), PCI el poder calorífico inferior del combustible (kJ/kg) y η_e el rendimiento del motor (%).

Si en un MCIA se requiere más potencia, la forma más sencilla de conseguirlo es elevar la cilindrada, aumentando el diámetro de los pistones o incrementando el número de cilindros. Otra forma es aumentar la velocidad de giro del cigüeñal, pero la fragilidad mecánica y el aumento de peso no favorecen tal acción. Ante este problema, surgió una cuarta forma de elevar la potencia del motor, aumentando la densidad del aire de admisión en los cilindros. Al depender la potencia de la cantidad de combustible que se quema dentro de los cilindros, si se fuerza la entrada de más mezcla aire-combustible a los cilindros se puede conseguir más potencia. Se observa en la Ecuación (1) que P_m y ρ_{ad} son directamente proporcionales, si aumenta ρ_{ad} también lo hace P_m en la misma proporción, a igualdad de los demás parámetros. Actualmente, a igualdad de cilindrada, la mejor forma de incrementar la potencia es aumentar la densidad del aire de admisión comprimiéndolo y así aumentar la presión media efectiva del ciclo (PME, barg). La PME es la presión constante por encima de la atmosférica que si fuera aplicada al pistón durante la carrera de expansión, realizaría la misma potencia efectiva que el motor. La Ecuación (2) permite calcular PME donde se puede observar que si PME aumenta, P_m también lo hace.

$$PME = \rho_{ad} \cdot \eta_v \cdot PCI \cdot \eta_e \cdot 10^{-2} \quad (2)$$

El **downsizing** (disminución de tamaño) consiste en reducir la cilindrada o la velocidad de giro del motor y elevar el grado de turboalimentación consiguiendo disminuir el tamaño, consumo y las emisiones del motor. Para expansionar los gases, las TG pueden llegar a girar a más de 150.000 rpm con una velocidad máxima de 500 m/s (Lecuona, 2013) en punta de álabe por motivos de resistencia mecánica de los materiales a la fuerza centrífuga. Mediante la compresión adiabática del aire en el compresor o TC, el aire alcanza temperaturas de hasta 200 ºC (Lecuona et al., 2013) en función de la relación de compresión y del rendimiento isentrópico, aumentando de esta forma su densidad. Si después de la compresión, se enfría el aire a presión constante en un intercambiador de calor, denominado **intercooler** o pos-enfriador, su densidad nuevamente aumenta de forma importante.

La TG tiene que oponerse al flujo de gases, logrando la contrapresión necesaria para obtener energía, denominándose **permeabilidad** y viene dada por su área de paso efectiva. La permeabilidad de la TG resulta grande cuando el motor gira muy lento por ser el flujo de gases bajo, no engendrándose contrapresión. Sin embargo, resulta pequeña cuando el motor gira muy rápido, engendrándose ahora mucha contrapresión. Para que el motor sea operativo a bajas y altas revoluciones, la permeabilidad debe poder ser modificada. Las técnicas actuales usadas para modificar la permeabilidad son: (a) válvula de descarga o wastegate, que aumenta la permeabilidad a altas revoluciones, pero desperdicia energía, (b) TGV, variación de la permeabilidad de forma continua, (c) acoplamiento de dos turbos, uno pequeño para bajas revoluciones y uno grande para altas y (d) acoplamiento de un compresor mecánico y un TC: el compresor mecánico para bajas revoluciones y el TC para altas revoluciones. Un TC de un único escalón dispone de una relación de compresión máxima de 2,5 para evitar sobrevelocidades, aunque recientemente se han desarrollado TC centrífugos de Ti con relaciones de compresión hasta 4 (Lecuona et al., 2013). Una buena alternativa para aumentar la potencia más, es la doble compresión con dos refrigeraciones intermedias, dos TC en serie que incrementan más la presión de soplado y densidad del aire de admisión, aunque aumentan complejidad y coste.

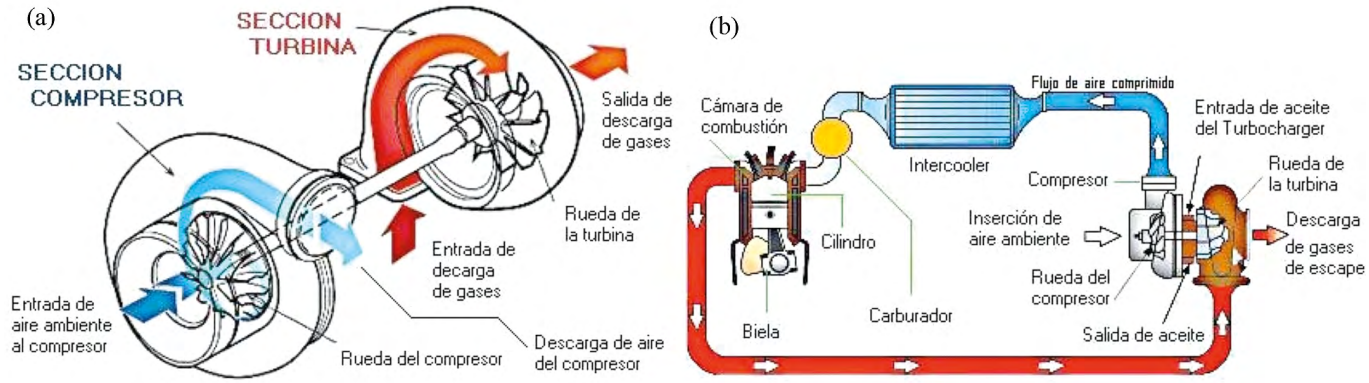


Figura 3. a) Esquema motor térmico turbo, máquinas térmicas TC y TG (Autofácil, 2014). b) Operación turbo con intercooler (Takeoffbriefing, 2020).

El **hermanamiento** de un turbo se denomina al conjunto de fenómenos que aparecen debidos a que TC y TG están acoplados al mismo eje de giro. Las Ecuaciones (3) y (4) indican las condiciones del hermanamiento entre TC y TG.

a) Balance de masa: flujo masa TC, M_{ai} y TG, $M_{ai} \cdot (1 + F)$.
b) Balance de energía: Ecuación (3), $P_{TG} = P_{TC} / \eta_{mec}$.
c) Velocidad de giro: Ecuación (4), $n_{TC} = n_{TG}$.

donde M_{ai} es el flujo másico de aire (kg/h), F el dosado (kg combustible/kg aire), P_{TC} y P_{TG} las potencias del TC y TG (kW), η_{mec} el rendimiento mecánico (%), n_{TC} y n_{TG} la velocidad de giro de TC y TG (rad/s).

La sobrealimentación y la turboalimentación permiten compensar la pérdida de potencia por disminución de la densidad del aire con la altura o por altas temperaturas. El intercooler se diseña con efectividades en torno a 0,8 con 15 mm de cda (columna de agua) de caída de presión en el flujo de aire refrigerante y efectividades de 0,9 con 45 mm cda de caída. Con agua como fluido refrigerante, las eficiencias del intercooler son de 0,9-0,95 (Lecuona, 2013). La Figura 3a presenta un esquema del TC y TG y la Figura 3b el funcionamiento del motor con turbo e intercooler.

La entrada del aire al TC es axial y su salida radial, al contrario que en la TG para los gases. En los TC, el diámetro del rodete se incrementa en el sentido del flujo y en la TG al contrario. En los TC Garrett serie GTX, el rodete del compresor es de aluminio de palanquilla forjado y totalmente mecanizado. Los cartuchos duales de los rodamientos de cerámica prolongan la vida útil y mejoran el equilibrio del eje del turbo. El rodete de la TG está construido de Inconel (superaleación austenítica de Ni-Cr), que resiste muy bien la exposición prolongada a las altas temperaturas de los gases (Garret by Honeywell, 2020). En motores de alto rendimiento, se tiende a usar materiales cerámicos para proteger las superficies de contacto de los álabes de la TG con los gases a elevadas temperaturas (Escuela del trabajo, 2020). La Figura 4a muestra el rodete del TC y TG además del eje de giro, con la entrada de aire fresco al TC y de gases de escape a la TG y la Figura 4b el sistema de accionamiento por poleas del compresor volumétrico tipo G.

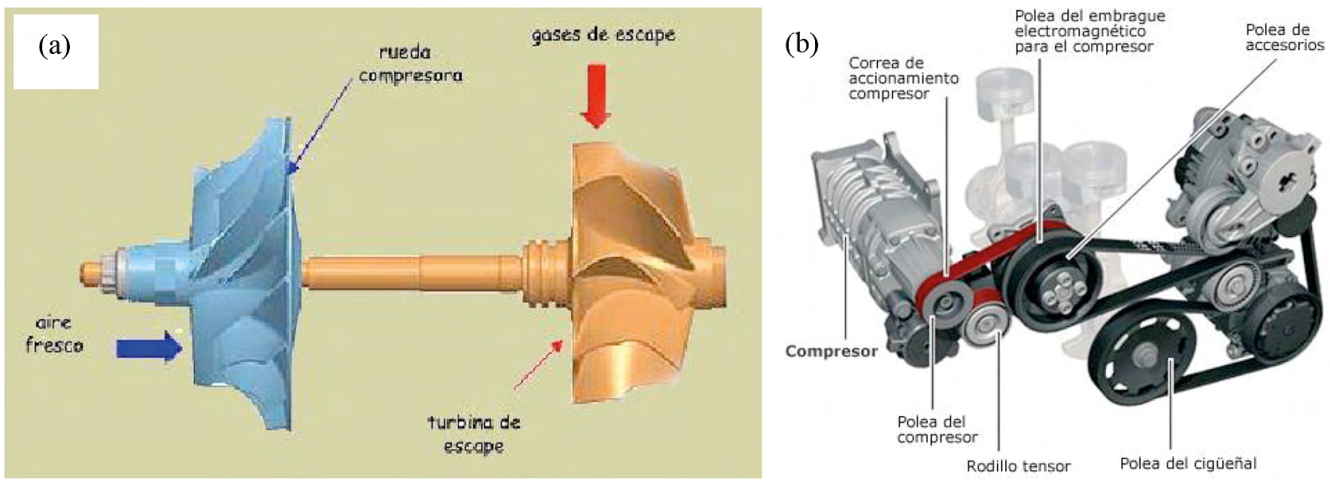


Figura 4. a) Rodetes TC y TG (Club Mitsul, 2010). b) Accionamiento compresor volumétrico tipo G (Aficionados a la mecánica, 2016).

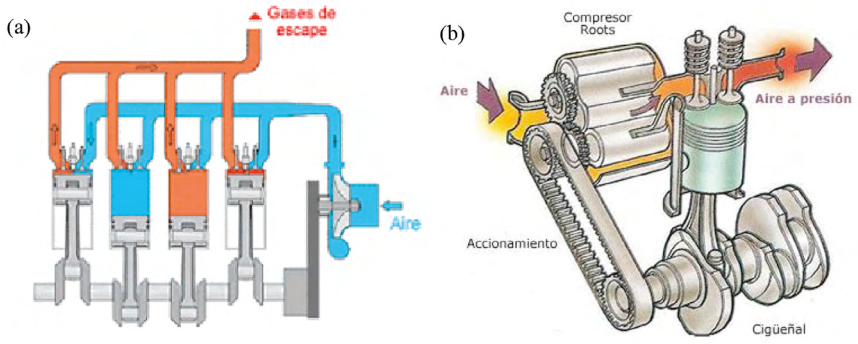


Figura 5. a) Esquema sobrealimentación compresión mecánica. b) Accionamiento compresor Roots (Aficionados a la mecánica, 2016).

4. Tipos de sobrealimentación

Existen tres tipos de sobrealimentación de motores: compresión mecánica, turbocompresión y sistema Comprex.

4.1. Compresión mecánica

Acoplando un compresor mecánico al eje del motor mediante poleas, se puede conseguir elevar la presión y densidad del aire de admisión, denominándose **sobrealimentación mecánica**. El consumo de potencia del compresor rebaja la potencia del motor hasta un 15%, pero consigue una ganancia del 100-200%. La relación de compresión puede variar de 1-3 (Lecuona et al., 2013). Estos compresores son volumétricos, giran a velocidades de 10.000-15.000 rpm y pueden elevar la potencia sobre uno atmosférico hasta en un 50%. Ofrecen mayor par motor a bajas revoluciones que los turbo y tienen una respuesta más rápida sin el retardo o turbolag del turbo. La principal desventaja es que resta más potencia al motor a medida que aumenta el grado de carga, por lo que tienen un mal rendimiento. Existen dos tipos de compresores mecánicos: (a) de desplazamiento positivo y (b) dinámicos (Meganeboy, 2004). La Figura 5a presenta el esquema de la compresión mecánica con accionamiento mediante polea acoplada al propio cigüeñal del motor y la figura 5b el sistema de accionamiento de un compresor Roots.

a) **Desplazamiento positivo**: movilizan la misma cantidad de aire en cada revolución independientemente de la velocidad. Al aumentar la velocidad de giro, se comprime más aire.

a1) **Roots o lóbulos:** suele ser el más utilizado y está formado por un par de lóbulos que giran a la misma velocidad pero en sentido contrario logrando comprimir el aire. No tienen buen rendimiento y empeora al aumentar la velocidad de giro. Tienden a pulsar a bajas velocidades. También los hay de tres lóbulos. No tienen problemas de lubricación por altas temperaturas como los turbo. Son muy fiables, pero la suciedad es su gran problema (Meganeboy, 2004). Eaton, unos de los principales fabricantes de compresores, desarrolló el Eaton TVS (Twin Vortices Series) con rotores de cuatro lóbulos helicoidales. Este compresor posee una eficiencia y diseño mejorados y opera en el Audi S4, Corvette ZR1 o Jaguar XKR (Diario motor, 2020). La Figura 6a representa un compresor tipo Roots y la Figura 6b uno tipo Eaton TVS.

a2) **Compresor Lysholm o Twin-Screw**: dispone de dos rotores diferentes con lóbulos helicoidales que encajen unos con otros y con sección ligeramente cónica. Estos rotores giran engranados unos con otros, de forma que la holgura entre lóbulos es mínima. Debido a la conicidad de los rotores, la cámara de aire entre lóbulos va disminuyendo de volumen a medida que avanza, por lo que se comprime el aire. Al girar los rotores engranados, el juego u holgura entre ellos es muy

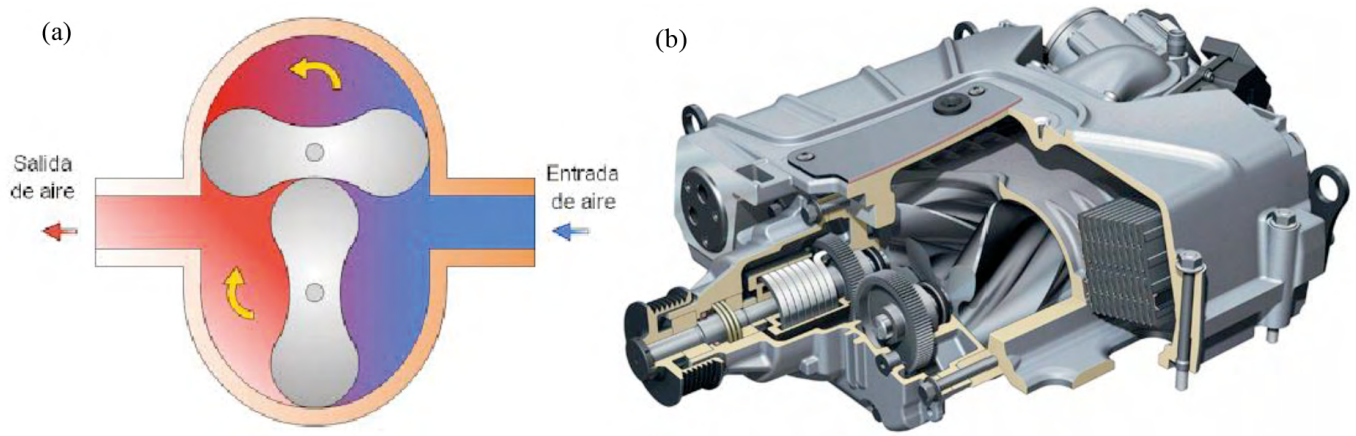


Figura 6.Compresores Roots. a) De dos lóbulos (Educando para el mundo, 2020).b) De cuatro lóbulos helicoidales Eaton TVS (Eaton TVS(R), 2009).

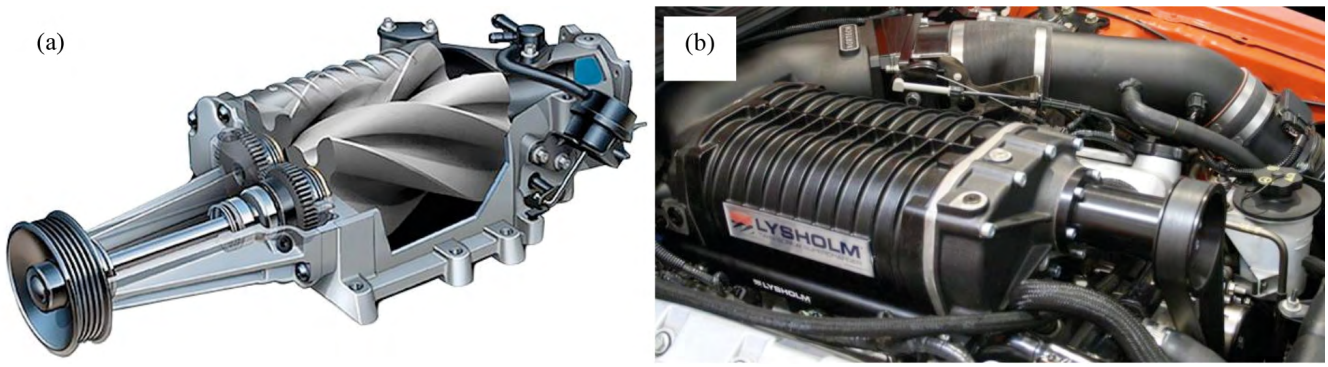


Figura 7. Compresor Lysholm o Twin-Screw. a) Vista rotores. b) Compresor instalado (Gas Comunity, 2018).

pequeño, por lo que hay menor pérdida de aire de admisión entre lóbulos (Diario motor, 2020). La Figura 7a muestra un compresor Lysholm o Twin-Screw y la Figura 7b visualiza este compresor instalado en un motor.

a3) **Compresor tipo G o Scroll:** este compresor centrífugo de Volkswagen tiene forma de espiral. Está formado por dos carcasas y por dos acanaladuras por donde circula el aire. Una de ellas está fija (estator), mientras que la otra se mueve de forma oscilante dentro de ella (rotor). Este movimiento da lugar a una serie de cámaras de aire, que entran por la parte externa y salen por el centro. A medida que estas cámaras avanzan por su recorrido, al ser el movimiento del rotor oscilante, van disminuyendo su volumen comprimiendo el aire. Este tipo de compresores se dejó de utilizar en los años 1990 por problemas de estanqueidad y lubricación. Estos compresores se encontraban montados en los Volkswagen Polo, Golf y Corrado G40 y G60 (Diario motor, 2020). Su ventaja es que proporciona un buen par desde el ralentí, mientras que la suciedad y el alto precio fueron sus principales problemas (Autocasión, 2014). La Figura 8a visualiza el esquema de funcionamiento de un compresor tipo G o Scroll y la Figura 8b un compresor de este tipo real.

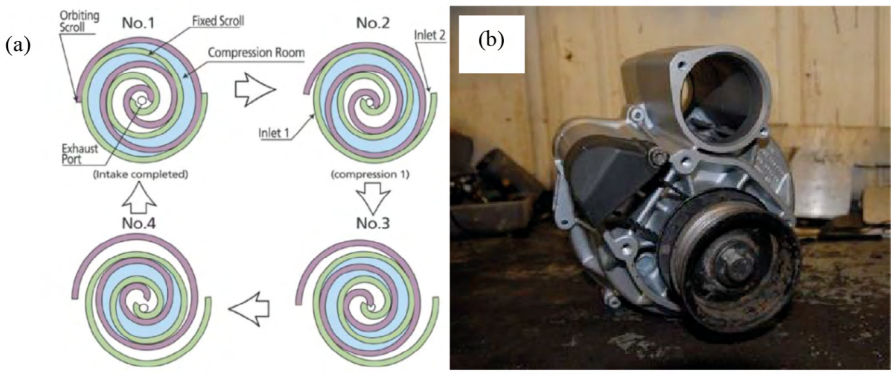


Figura 8. Compresor tipo G o Scroll. a) Esquema de funcionamiento (Airvac Technology, 2020). b) Vista de un compresor real (Motorpasión, 2013)

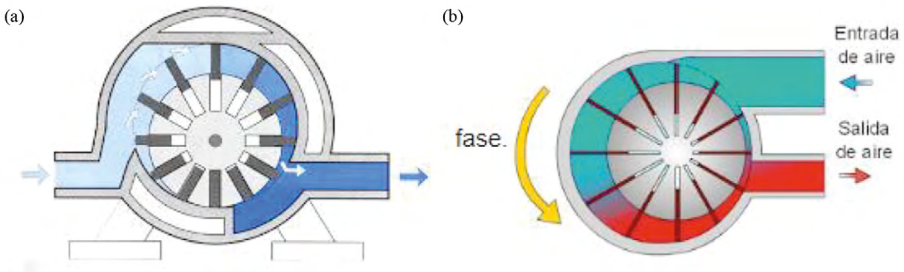


Figura 9. Compresor de aspas o paletas. a) Conductos aire entrada y salida opuestos (Etitudela, 2020). b) Conductos aire contiguos (Ferrovicmar, 2020).

a4) **Compresor de aspas o paletas:** comprime aire en su carcasa antes de obligarlo a salir. Se usa en motores pequeños con presión de soplado elevadas (Meganeboy, 2004). Las Figuras 9a y 9b permite observar un compresor tipo aspas o paletas.

b) **Dinámicos**: similar a un TC, su presión de soplado aumenta proporcionalmente al cuadrado de la velocidad del aire. Este compresor funciona mejor a altas revoluciones que al ralentí. Los tipos existentes son: centrífugo, axial (muy caro) y ondas de presión en motores de dos tiempos (Meganeboy, 2004).

4.2. Turbos

Cuando los gases de escape calientes del motor (400-1.000 ºC) se expanden en una TG se genera potencia mecánica que sirve para mover un TC que comprime el aire de admisión, denominándose **turboalimentación**. De esta forma, aumenta tanto la presión de admisión como la de escape (contrapresión), esta última es necesaria para que la TG opere correctamente, siendo mayor que la atmosférica (Lecuona et al., 2013). El turbo puede operar a más de 100.000 rpm, se debe tener muy en cuenta el sistema de engrase de los cojinetes y las

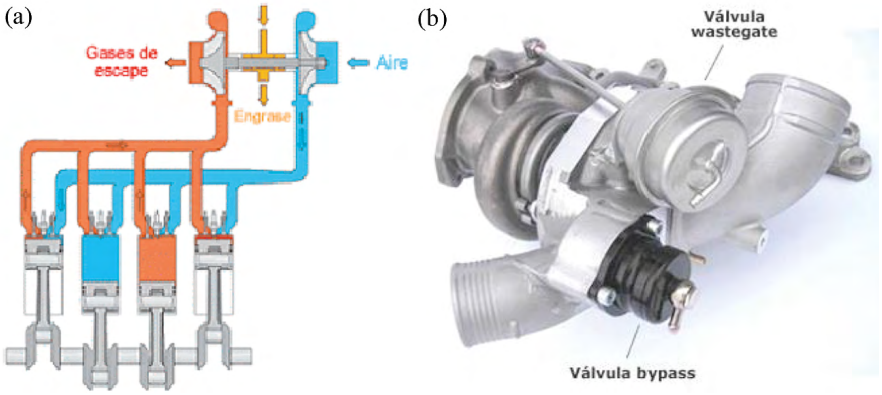


Figura 10. a) Esquema turboalimentación (Aficionados a la mecánica, 2016). b) Válvula de descarga y de bypass instaladas en un turbo (Diario motor, 2020).

temperaturas de los gases del orden de 750 ºC. La **válvula de descarga o wastegate** sirve para enviar a la atmósfera o recircular parte de los gases de escape antes de pasar por la TG cuando la potencia demandada por el motor no necesite de una mayor aportación de aire soplado. Estos gases de escape emiten un ruido parecido a un silbido muy característico. La **válvula de bypass** sirve para enviar la sobrepresión sobrante de aire de soplado en el colector de admisión a la atmósfera o recircularlo otra vez por el colector de admisión después del caudalímetro (Diario motor, 2020). La Figura 10a muestra un esquema del funcionamiento de la turboalimentación y la Figura 10b un TC real con válvula de alivio y de bypass instaladas.

Ciclos funcionamiento del turbo: (a) Ralentí: los gases tienen muy poca energía para hacer girar la TG, por lo que el aire de admisión en los cilindros prácticamente tiene la presión atmosférica, **(b) Carga media**: los gases tienen ahora más energía y pueden hacer girar la TG comprimiendo en el TC el aire de admisión a una presión mayor a la atmosférica, elevando su densidad y **(c) Plena carga**: continúa incrementándose la energía de los gases logrando una presión del aire que en algunos casos deberá ser limitada por la válvula de descarga o wastegate. La relación de compresión suele ser de 0,9 para turbos normales y 1,9 para TGV.

Los elementos principales constituyentes del turbo son: TC, TG, eje de giro, cojinetes de apoyo, circuito de engrase, intercooler y válvula de descarga o wastegate. Existe una gran diferencia de temperatura de operación entre la TG (650 ºC) y el TC (80 ºC). Este gradiente de temperaturas al actuar sobre un mismo eje común, provoca dilataciones diferentes que han de considerarse en el diseño. El turbo se refrigera con el aire de admisión y el aceite de engrase. La temperatura de los gases de un motor Otto son 200-300 ºC más elevadas que los Diésel, por eso suelen llevar carcasas centrales refrigeradas por agua cubriendo el motor. En el intercooler se consigue enfriar el aire aproximadamente un 40%, desde 100-105 ºC hasta 60-65 ºC. Se recomienda después de utilizar el motor a plena carga durante mucho tiempo, dejar el motor al ralentí durante unos 30 s para garantizar la refrigeración y lubricación del turbo, pues si se desconecta antes el motor, el turbo sigue girando hasta pararse y puede llegar a carbonizar el aceite. Hoy en día los cárteres de los cojinetes de los turbos utilizados para sobrealimentar motores Otto se refrigeran exclusivamente con agua y se aplican materiales con mucha resistencia al calor. Los fondos de los pistones de los motores turbo se suelen refrigerar por inyección de aceite. No se deben sobrepasar los 1.000 ºC de temperatura en los gases durante un tiempo elevado pues el turbo puede sufrir daños (Diario motor, 2020). El **Turbo Timer** es un sistema que mantiene circulando el aceite en el turbo durante el lapso de tiempo después del apagado del motor. Algunos modelos funcionan con sensores que detectan la intensidad en el uso del turbo para permitir la lubricación forzada del mismo por un tiempo prudencial después del apagado del motor (Ecured, 2020). La Figura 11a representa las diferentes temperaturas existentes en un turbo en funcionamiento y la Figura 11b una sección de un turbo.

Lo motores turbo tienen el inconveniente de que a pequeñas

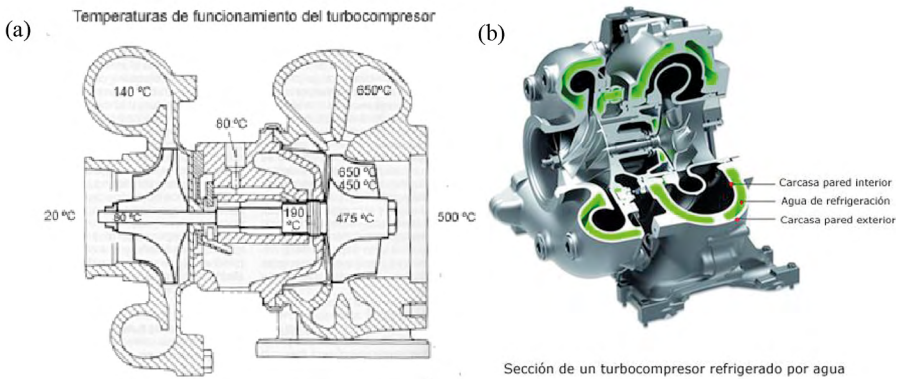


Figura 11. a) Distribución temperaturas turbo. b) Sección turbo (Diario motor, 2020).

revoluciones, los gases de escape apenas tienen energía para mover la TG y por tanto el TC, por lo que el motor se comporta como uno atmosférico. El TGV tiene en la entrada a la TG unos álabes móviles que pueden ser orientadas mediante un mecanismo y que permiten variar la permeabilidad o área de paso de los gases. Al operar a bajas revoluciones, los álabes se cierran, elevando la velocidad de los gases y por tanto su energía cinética, incidiendo con mayor energía en el rodete de la TG. Al elevar las revoluciones, los álabes se abren para hacer disminuir la velocidad de los gases. Los álabes van insertados sobre una corona circular. Hasta ahora, los TGV sólo se usan en motores Diésel, pues los gases de escape de la gasolina son 200-300 ºC más altos y pueden provocar problemas de fiabilidad en los elementos móviles que varían la permeabilidad (Diario motor, 2020). Los TGV se inventaron para intentar aprovechar las ventajas de un turbo pequeño y uno grande. Su funcionamiento es muy bueno, pero son caros y menos estables que los de geometría fija, de modo que poco a poco los fabricantes se decantan por el uso de dos turbos colocados en serie, uno pequeño y uno grande. Según sea el mecanismo que varía la sección de la caracola de entrada de gases a la TG en los TGV se tiene: **a) TGV neumáticos**: un pulmón accionado por vacío tira de una varilla que orienta los álabes y **(b) TGV eléctricos**: un motor eléctrico acciona el mecanismo que orienta las aletas.

Una forma de reducir el retardo o turbolag es hacer más pequeños los turbos. Esto se puede hacer si se reduce la cantidad de aire que tienen que comprimir. Por ejemplo, si se tiene un motor de seis cilindros, se pueden instalar dos turbos pequeños y que cada uno de ellos trabaje con sólo tres de los seis cilindros. Esta operación se conoce como **motor biturbo o twin turbo en paralelo** (dos o más turbos idénticos se reparten el trabajo para parte de los cilindros del motor). Otra opción es montar un turbo pequeño que sea capaz de generar la presión necesaria a pocas revoluciones y después otro turbo más grande para proporcionar mayor presión y caudal en la zona de altas revoluciones. En este turbo no importa el retraso de respuesta o turbolag porque ya se tiene al turbo pequeño cubriendo parte de la presión. Este tipo de disposición se conoce como **turbo en serie o en cascada** y es que más auge está teniendo actualmente (Autocasión, 2014). El TGV tiene una respuesta más ágil y rápida, genera mejores valores de par y mayores valores de potencia, al mantener el flujo de gases alto también en altas revoluciones sin necesidad de descargar a través de válvulas de descarga o wastegate y presenta las siguientes aportaciones: (a) genera una sobrepresión en el escape a bajas cargas mejorando el funcionamiento del sistema EGR (exhaust gas recirculation), (b) reduce las emisiones sobre todo a bajas revoluciones, (c) disminuye el consumo en toda la zona de revoluciones del motor y (d) adapta la geometría de la TG a cada régimen de uso.

Los gases de la TG en motores Diésel se encuentran entre 800-900 ºC a plena carga, por lo que pueden estar sometidos a estas elevadas temperaturas el extremo del rodete y la voluta. En los motores Otto, estos valores pueden llegar a subir entre 100-200 ºC más. En la parte central del rodete, las temperaturas se reducen, pero superan los 500 ºC trabajando a plena carga. La zona del compresor recibe aire a temperatura exterior, pero debido al efecto de compresión y en menor medida por la radiación del conjunto de la TG, que se encuentra muy cercana, eleva su temperatura por encima de 80ºC, pudiendo superar los 140ºC. El eje de giro común que recibe el engrase debe mantener la temperatura por debajo de 200ºC, valor a partir del cual el aceite empieza

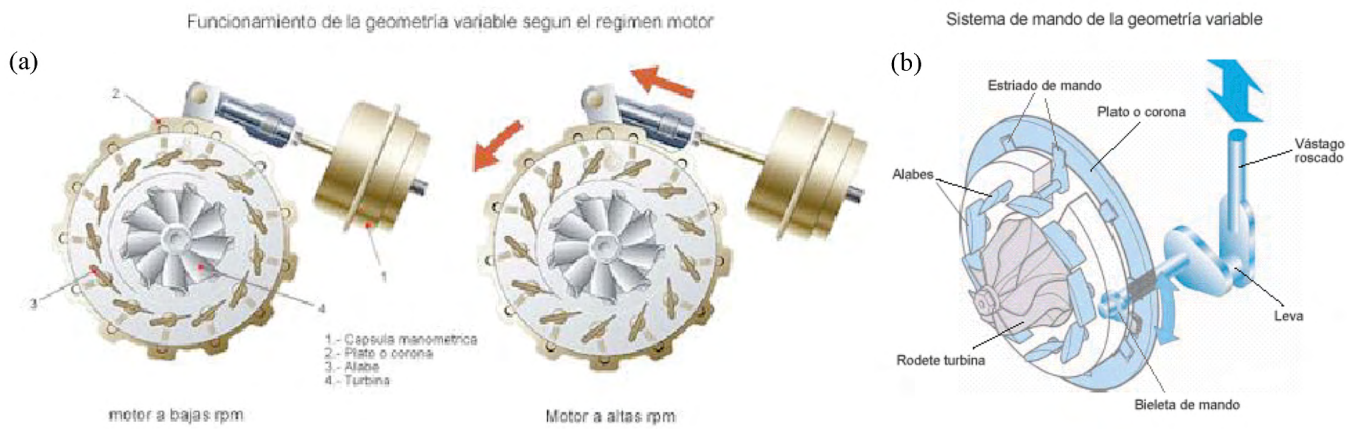


Figura 12. Turbo geometría variable (TGV). a) Funcionamiento según régimen motor. b) Sistema mando geometría variable (Aficionados a la mecánica, 2016).

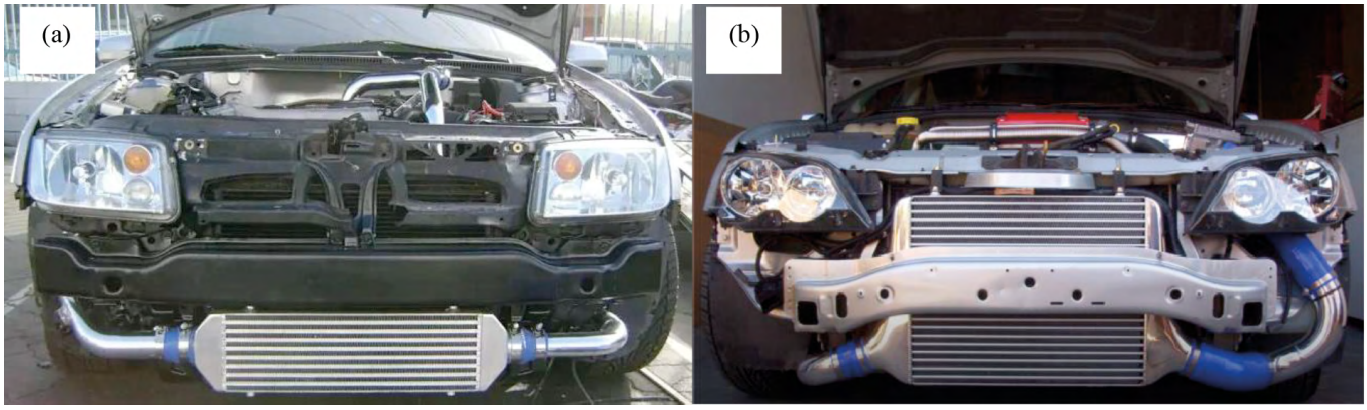


Figura 13. Intercooler instalado parte delantera automóvil. a) (Mundo del motor, 2020). b) (Noticias coches, 2010).

a carbonizarse. La falta de engrase motivado por la parada del motor, con alta temperatura en la TG, genera una uniformidad de las temperaturas en todo el conjunto debido a su pequeño tamaño, por lo que se pueden dar casos de deterioro de los cojinetes por agarrotamiento (Aficionados a la mecánica, 2016). La Figura 12a muestra un TGV con el motor operando a bajas rpm y altas rpm mientras la Figura 12b indica el sistema de mando de geometría variable.

El **overboost o sobre-presión** es un sistema que permite una lograr una cierta sobrepresión de alimentación de aire que supera los valores de las máximas prestaciones durante un corto espacio de tiempo, generando un mayor par disponible. Sirve para efectuar adelantamientos donde se demanda la máxima potencia. Se consigue manteniendo la presión del turbo elevada, actuando en su válvula de tarado, elevando la presión de tarado entre 0,2 y 0,4 bares, durante un periodo no superior a 30 s. El **overtorque o sobre-par motor** opera mediante una superior presión de alimentación acompañada de un enriquecimiento similar de combustible, manteniendo la misma relación entre ambos. Ahora se actúa sobre el caudal de inyección de combustible apurando los límites de emisión con objeto de conseguir zonas de par máximo, perdiéndose este efecto al elevar el régimen hasta la zona de potencia máxima (Escuela del trabajo, 2020).

Los tipos de intercoolers son (Ecured, 2020): (a) **aire/aire**, el aire comprimido intercambia calor con aire externo, (b) **aire/agua**, el aire comprimido intercambia calor con un líquido que puede ser refrigerado por un radiador y (c) **criogénicos**, se enfría la mezcla mediante la evaporación de un gas sobre un intercambiador aire/aire. Las Figuras 13a y 13b permiten divisar un intercooler colocado en la parte frontal del vehículo para su mejor refrigeración.

El turbo tardó en implantarse debido a la mayor complejidad para controlar la presión. No sería hasta que Saab inventase el sistema APC (Automatic Control Performance) que adapta la presión del turbo instantáneamente a parámetros como presión atmosférica, temperatura, etc (Autocasión. 2014).

4.3. Comprex

El principio de funcionamiento de estos tipos de compresores se basa en transmitir por contacto directo al aire del colector de admisión la energía de presión contenida en los gases de escape por medio de las finas paredes radiales de un tambor que recibe movimiento del cigüeñal del motor. En este caso, la absorción de potencia del motor es mínima ya que el accionamiento tiene como único objetivo mantener al rotor en movimiento giratorio mientras la función de compresión la realizan de forma exclusiva los gases de escape (Blog técnico automotriz, 2012). Este compresor nació para eliminar los defectos del turbo en su lentitud de respuesta (turbolag) y casi nulo incremento de par a bajas revoluciones. Su régimen de funcionamiento está entre 15.000-20.000 rpm, a partir del cual pierde rendimiento muy rápidamente. Debido a que deben multiplicar el régimen de giro frente al del motor, encuentran una limitación en su aplicación a motores Otto, no debiéndose usar por encima de 5.000 rpm del motor. Son muy útiles en motores de gasoil debido a su margen estrecho de revoluciones donde el Comprex mantiene el par alto en todo el rango, pero su mayor precio condiciona su difusión. La mejora alcanzada en TGV, han hecho alejar más todavía la posibilidad de introducirlo por su mejor respuesta a bajas revoluciones. El tamaño del rodete es determinante para evitar uno de los principales defectos del turbo, su retraso turbolag. El retraso del turbo es motivado por la cantidad de masa

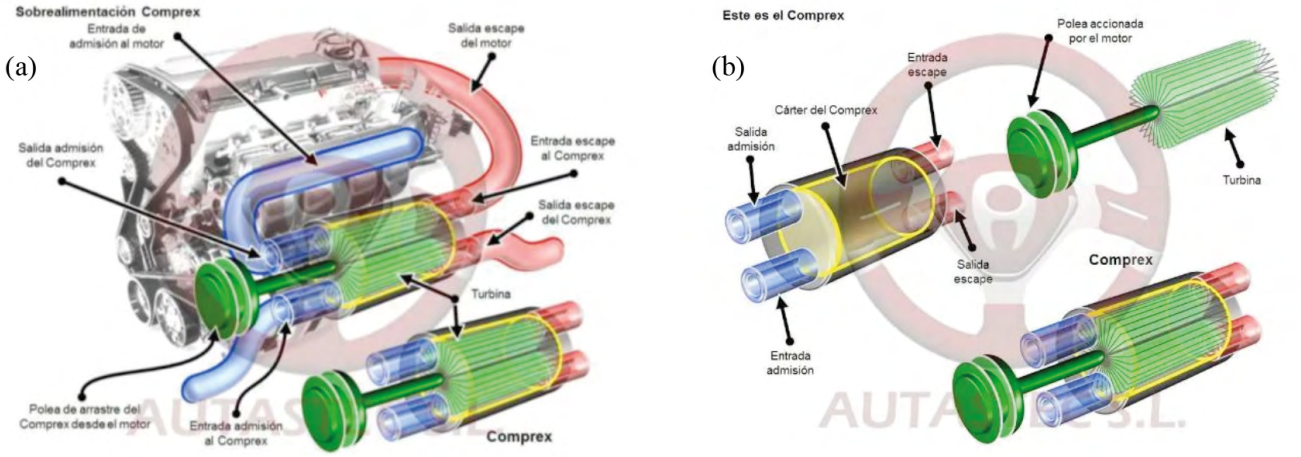


Figura 14. Compresión Comprex. a) Compresor en motor. b) Detalles funcionamiento (Tecnología del automóvil, 2017).

que gira y el momento de inercia, a menor tamaño del rodete y menor peso, mayor capacidad para cambiar el régimen de giro y menor será el retraso (Escuela del trabajo, 2020). La Figura 14a representa el montaje del sistema comprex en el interior del motor y la Figura 14b los detalles de funcionamiento.

5. Sobrealimentación motores Otto y Diésel

El dosado en los motores Diésel es siempre pobre (exceso de aire), con objeto de evitar la formación de humos negros, lograr una alta eficiencia y bajas emisiones. Sin embargo, el dosado en los motores Otto de automoción es actualmente estequiométrico si dispone de catalizador de escape de tres vías y pobre en motores de inyección directa a los cilindros (Lecuona et al., 2013). En los motores Otto sobrealimentados se debe reducir la relación de compresión para evitar el autoencendido al comprimir la mezcla. Esto produce una disminución del rendimiento, con lo que el consumo es más alto que en un motor atmosférico, incluso para potencias bajas. Para resolver este problema, la marca Saab ha ideado un sistema de compresión variable, mediante el cual se consiguen 225 CV en un motor de únicamente 1,6 L (Ecured, 2020). En motores Otto, sobrepasar una cierta relación de compresión puede ocasionar problemas de picado de biela por autoencendido o detonación, debido al incremento de temperatura de la mezcla dentro de los cilindros. La solución es rebajar la relación de compresión de 10/1. Otro problema es el aumento de cargas térmicas y mecánicas debido a las mayores presiones del ciclo, mejorando la refrigeración y reforzando las partes mecánicas más críticas. También acontece la variación del diagrama de distribución de un motor sobrealimentado, cuanto mayor sea el avance de la apertura de la válvula de escape mejor funcionará la TG.

Otros factores de sobrealimentación con motores Otto a considerar son: (a) bomba de gasolina de mayor caudal y presión, (b) buen filtro en la admisión del aire, (c) la riqueza de la mezcla influye directamente sobre la temperatura de los gases, por lo que se reduce la mezcla a regímenes bajos y se eleva la temperatura de los gases para favorecer la TG y se eleva la mezcla a regímenes altos, con lo cual disminuye la temperatura de los gases y se protege la TG, (d) la canalización del escape se agranda para evitar la contrapresión sobre la TG, al producirse en ella la descompresión de los gases, razón por la cual, los motores turbo son muy silenciosos y (e) la contaminación de los motores con compresor mecánico y turboalimentados es similar a los atmosféricos excepto en los NO_X que son más altos al ser la temperatura de los gases más elevada (Meganeboy, 2004). En motores de gasolina, además del ciclo Otto están los ciclos Atkinson y Miller. El ciclo Atkinson es similar al Otto. La única está en la fase de compresión. En el Atkinson, la válvula de admisión permanece abierta durante más tiempo en el recorrido del pistón hasta el punto muerto superior. El ciclo Miller es igual al Ciclo Atkinson pero con sobrealimentación, siendo su ventaja principal una mayor eficiencia y un menor consumo. Sin embargo, al reducir la compresión en el cilindro, se reduce el par motor y la potencia, utilizándose en vehículos híbridos con motor eléctrico (Top 10 motor, 2019).

Los motores Diésel han tenido una gran revolución desde los años 1990 con la aparición de la sobrealimentación, dejando de ser motores ruidosos y humeantes como los anteriores atmosféricos. Ahora tienen buenas prestaciones, escaso ruido, consumo espe-

cífico de combustible menor que los motores Otto y menor precio del gasóleo frente a la gasolina. En estas tres décadas, la venta de automóviles Diésel ha sido superior a los Otto, pero en la actualidad está cambiando la tendencia hacia los Otto y en un futuro los eléctricos. Los Diésel son más caros y difíciles de mantener. Los motores sobrealimentados Otto tienen una propulsión más elástica con una gama de revoluciones más aprovechable que un Diésel. Los Otto no tienen la misma respuesta a revoluciones medias que uno Diésel, que casi siempre disponen de un par motor mayor, cediendo en las recuperaciones pero logrando más velocidad en marchas largas. Los motores Otto dan buena respuesta por encima de 5.000 rpm, pero los Diésel no pueden superar las 4.000 rpm (RACE, 2019). Los Diésel disponen de menor potencia por unidad de cilindrada que los Otto y mayor peso. La relación de compresión del motor Diésel es de 14-23 y el Otto 8-10 (Educativa Catedu, 2020). La sobrealimentación de motores Diésel es beneficiosa íntegramente para el motor. Al realizar el tiempo de compresión únicamente con aire y no introducir combustible hasta el final de esta carrera, desaparece la posibilidad del picado de biela. Al introducir un exceso de aire en el cilindro, aumenta la compresión facilitando el encendido y quemado del combustible, incrementando la potencia. La mayor presión de entrada de aire favorece la expulsión de los gases de escape y el llenado de los cilindros con aire fresco, por lo que el rendimiento volumétrico aumenta (Meganeboy, 2004).

En España en el año 2014, la matriculación de turismos y todoterrenos era de un 32,2% Otto y 66,1% Diésel, mientras en 2018, un 56% Otto y 35,8% Diésel, siendo el resto híbridos, eléctricos y gases licuados del petróleo (GLP) (ANFAC, 2019). Estos datos demuestran la tendencia inversa que se está produciendo en la matriculación de vehículos de ciclo Otto y Diésel entre los años 2014 y 2018.

6. Tipos de sobrealimentación

a) **Turbos geometría fija (TGF):** el problema que presentan es el excesivo retardo o turbolag y la falta de par motor a bajas revoluciones. El turbolag es un término referente al tiempo de respuesta del turbo frente a la revoluciones del motor. Tienen buen precio y fiabilidad, pues su coste de producción es menor y cuenta con pocas piezas internas que se puedan romper.

b) **Turbos geometría variable (TGV):** son considerados los turbos más eficientes. En su interior, cuentan con varias piezas móviles (aletas) en la TG, que le permiten amoldarse al rango de revoluciones que se esté empleando. De esta manera, se aprovecha mejor la energía de los gases del escape, lo que permite generar un rendimiento óptimo en un rango más amplio de la curva de potencia. Generalmente, tienen sistemas de rodamientos en las aletas, que, al contrario que los turbos con geometría fija, sufren un mayor desgaste y son menos fiables.

c) **Twin Scroll**: formados por un compresor Scroll accionado por los gases de escape en una TG. Son TC de doble entrada y se diferencian de un turbo normal en que no reciben los gases de escape de todos los cilindros por un único conducto, sino que se separan los gases diferenciando los cilindros en dos grupos, con el objeto de aprovechar mejor su inercia para impulsar la TG. Así se consiguen eliminar las posibles pérdidas de presión de los gases

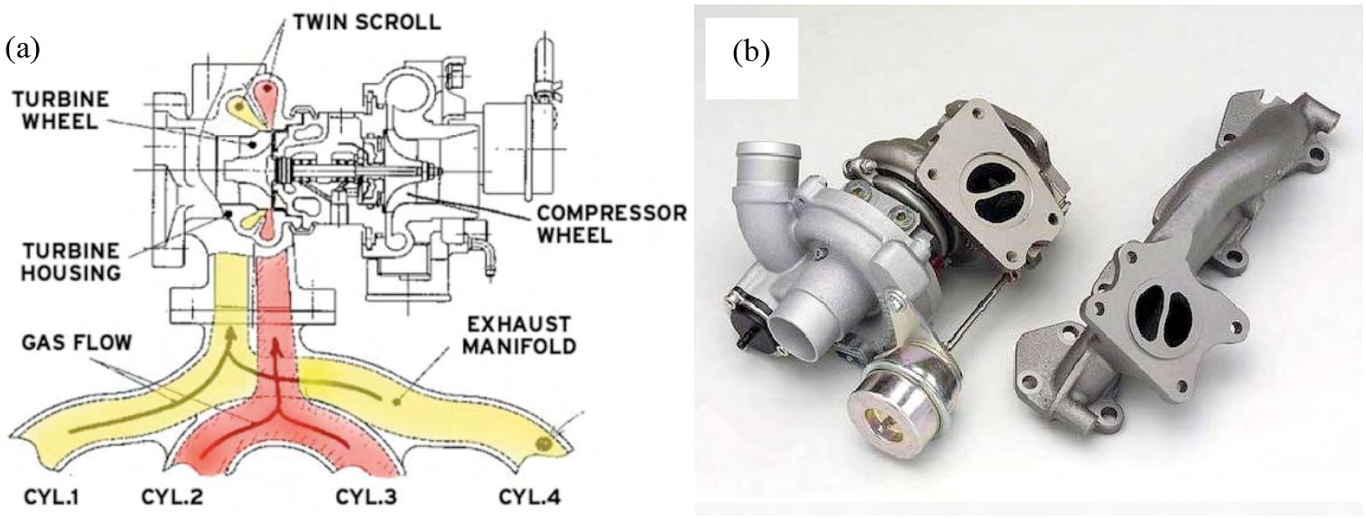


Figura 15. Twin Scroll. a) Sección con sus partes principales (Autoemotion motorsport, 2015). b) Vista real de un Twin Scroll (Autoemotion Racing Team, 2015).

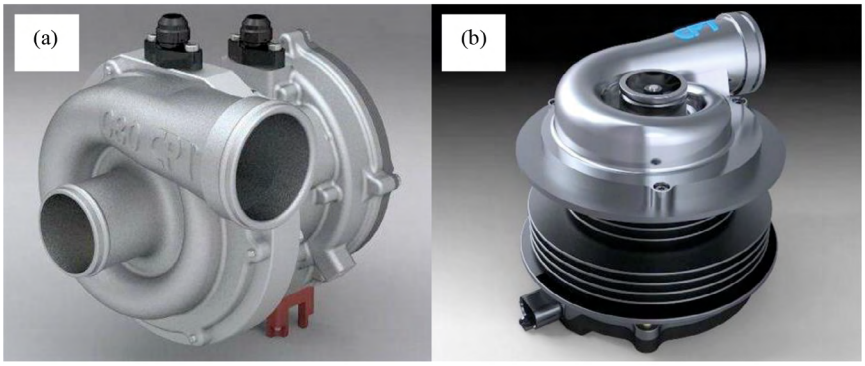


Figura 16. TC eléctrico a y b (Diario motor. Tecmovia, 2012).

debido a la pequeña reaspiración de estos que siempre se produce en los cilindros en fase de admisión, durante los instantes en los que la válvula de escape todavía no se ha cerrado del todo. La Figura 15a muestra una sección de un compresor Twin Scroll y la Figura 15b uno real.

d) **Turbocompresor eléctrico:** este sistema ofrece el principio básico del turbo estándar, con la diferencia que no tiene TG sino un TC accionado eléctricamente. Se basa en disminuir el lag combinando las ventajas de un TC normal accionado por TG mediante los gases de escape para altas revoluciones y un TC accionado por un motor eléctrico para bajas revoluciones. De esta manera, se convierte en una alternativa con mucho futuro dentro del mercado (Todoautos, 2013). Las Figuras 16a y la Figura 16b permiten visualizar un TC eléctrico.

7. Asociaciones de compresores mecánicos y turbocompresores

Dentro de las asociaciones más representativas se tiene:

a) **Biturbo secuencial o serie:** consiste en la asociación de dos turbos, el primero entra en un determinado rango de revoluciones (por ejemplo 2.000-4.000 rpm), y a partir de las 4.000 rpm entra el segundo turbo ofreciendo la potencia a plena carga. La ventaja de este sistema es que el turbolag se reduce considerablemente, y el rango de potencias suministradas es más lineal. El consumo disminuye dependiendo del rango de revoluciones que se aplique, evitando que entre el segundo turbo. Sin embargo, son sistemas más limitados en cuanto a la potencia total, ya que al separar el funcionamiento de los turbos, hace que se desperdicie la potencia extra que ofrecería el segundo turbo si entrase antes. Utiliza un TC grande y otro pequeño en el sentido del flujo, conectados en serie. Estos TC son de distinto tamaño para que funcionen uno u otro o bien los dos a la vez, dependiendo del número de revoluciones del motor. La Figura 17a muestra el funcionamiento de un biturbo secuencial y la Figura 17b uno de ellos montado en el motor.

b) **Biturbo paralelo o Twin-Turbo:** Este sistema está compuesto por dos turbos separados que entran al mismo tiempo logrando una potencia total mayor. Esta tecnología consiste en que cada TC suministra aire comprimido a la mitad de los cilindros. Se utilizan dos TC de igual tamaño e iguales características constructivas. Estos dos turbos son accionados cada uno de ellos por los gases de escape de la mitad de los cilindros del motor. Con esta configuración se consigue utilizar turbos más pequeños, adaptándose mejor al funcionamiento del motor en todo el rango de revoluciones, sobre todo a bajas, minimizando el turbolag a la hora de conseguir fuertes aceleraciones cuando el motor empieza a subir de revoluciones. Este tipo de biturbo es usual emplear en motores de 6 y 8 cilindros en V. Cada turbo alimenta a una de las bancadas de

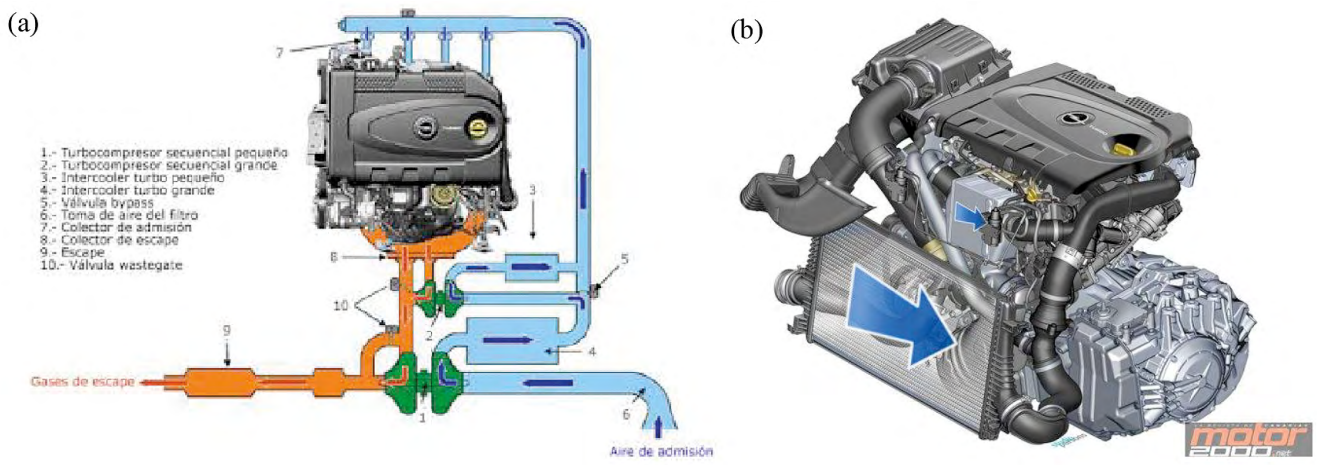


Figura 17. Biturbo secuencial o serie. a) Esquema funcionamiento (Aficionados a la mecánica, 2016). b) Motor con biturbo secuencial (Motor 2000, 2020)

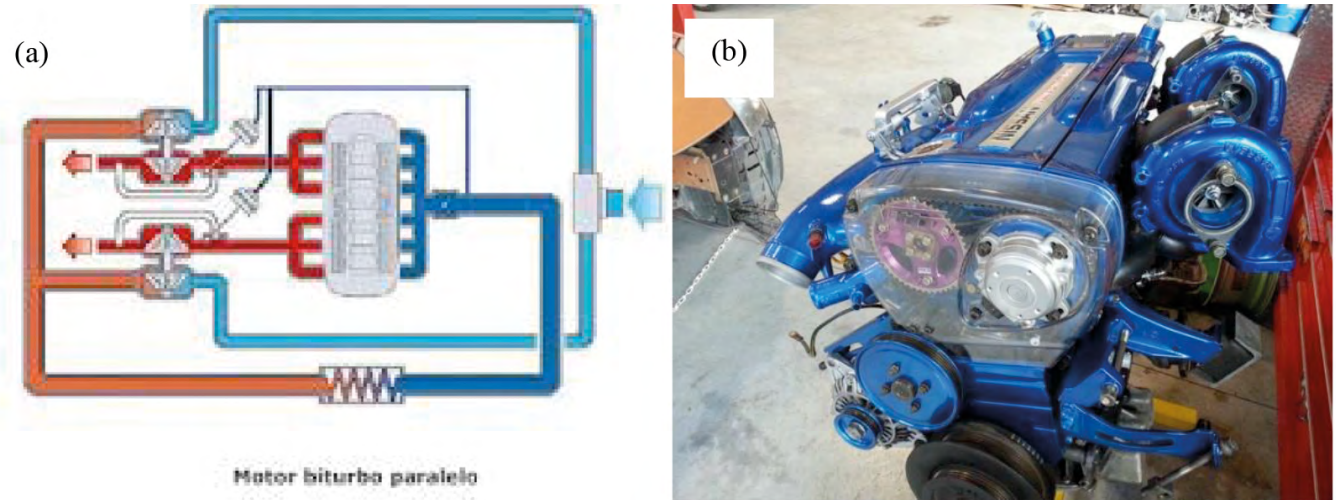


Figura 18. Biturbo paralelo. a) Esquema funcionamiento (Aficionados a la mecánica, 2016) y b) Vista montaje en motor (Noticias coches, 2016)

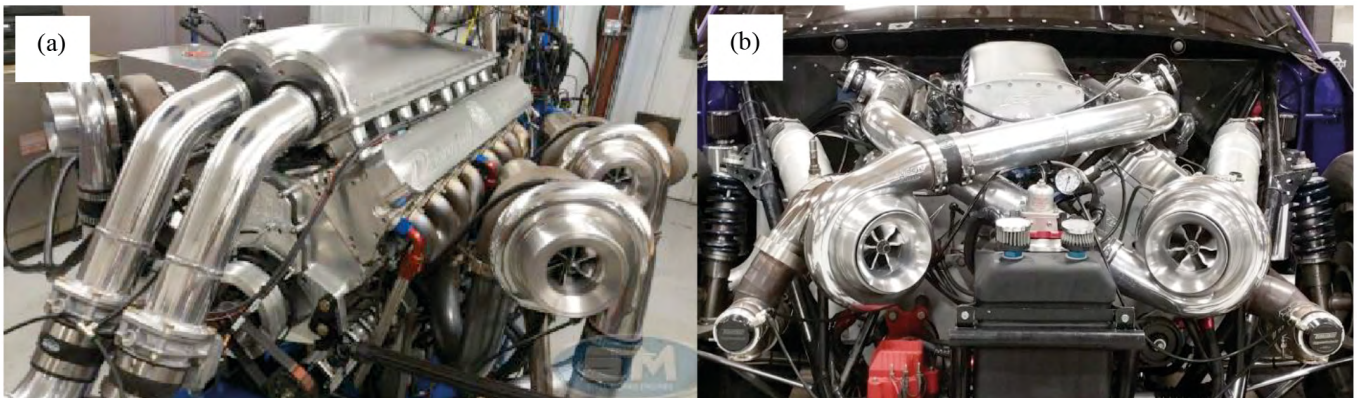


Figura 19. Cuatriturbo. a) Motor Devel Sixteen (Auto Bild, 2017).b) MotorBugatti Veyron (Todoauto, 2013).

cilindros del motor. La Figura 18a muestra el funcionamiento de un biturbo en paralelo y en la Figura 18b se puede ver los dos turbos montados en el motor.

c) **Triturbo y cuatriturbo:** estos sistemas no son muy comunes, con la excepción de la asociación biturbo más uno eléctrico. No son sistemas eficientes, no obstante, por temas de turbolag, se ha considerado la posibilidad de incluir tres o cuatro turbos pequeños para evitarlo (Todoautos, 2013). La Figura 19a representa el motor con cuatro turbos Devel Sixteen y la Figura 19b el Bugatti Veyron.

Solución problemas de turbolag

1) **Biturbo en serie:** es un sistema con dos turbos de distinto tamaño. A bajas revoluciones funciona solamente el pequeño, debido a su respuesta más rápida, y el grande funciona únicamente a altas revoluciones y ejerce mayor presión.

2) **Biturbo en paralelo o twin turbo**: es un sistema con dos turbos pequeños de idéntico tamaño. Al ser más pequeños que si fuera un turbo único, tienen una menor inercia, por lo que empiezan a generar presión a revoluciones más bajas y disminuye el turbolag.

3) **Turbocompresor asimétrico**: consiste poner un solo turbo pequeño en una bancada (la delantera en el motor V6 colocado transversalmente) dejando la otra libre. La idea no es conseguir una gran potencia, sino que la respuesta sea rápida. Este sistema fue inventado por el fabricante sueco Saab y utilizado en el Saab 9-5 V6.

4) **Biturbo secuencial**: se compone de dos turbos idénticos. Cuando hay poco volumen de gases se envían todos a un turbo, y cuando este volumen aumenta, se reparte entre los dos turbos para lograr una mayor potencia y un menor tiempo de respuesta. Este sistema es utilizado en el motor Wankel del Mazda RX-7.

5) **Turbo eléctrico**: el sistema eléctrico del automóvil no puede dar suficiente caudal para altas revoluciones, pero si a bajas, por lo que, se complementan. Con baja carga y revoluciones, el accionamiento eléctrico permite un rápido aumento de presión y después la TG puede suministrar toda la potencia para comprimir el aire. Este sistema ahorra mucha más energía que combinándolo con un compresor mecánico movido por el motor.

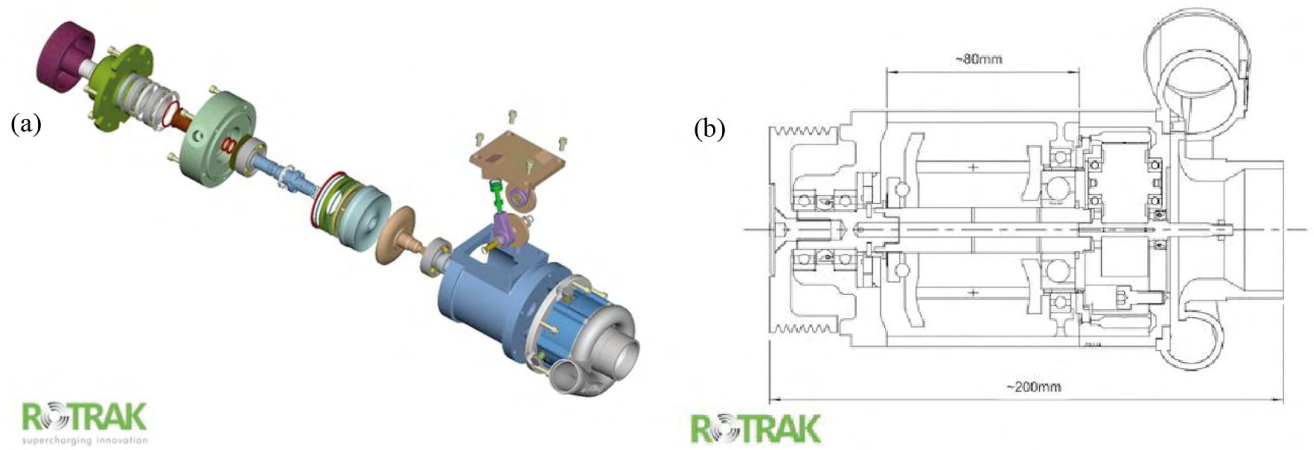


Figura 20. Turbocompresor Rotrak. a) Vista partes que lo forman. b) Sección del TC (Diario motor. Tecmovia, 2018).

6) **Turbo Rotrak**: intercala una transmisión de variación continua entre la polea que recibe el movimiento y la hélice que aspira y comprime el aire de admisión. Acoplando un pequeño motor eléctrico al eje que da movimiento a la caracola de admisión, el turbo necesitaría de energía eléctrica para girar más o menos, pudiendo variar su caudal y presión a voluntad. El empleo de este tipo de TC independientes beneficiaría mucho a las mecánicas de pequeña cilindrada por sus problemas de turbolag. Con este sistema de desmultiplicación continua del ratio de giro otorgado por el cigüeñal, podemos conseguir los valores de sobrepresión y caudal que necesitamos en cada ciclo de trabajo. Las ventajas serían importantes ya que las cartografías podrían adaptar los valores del turbo según las necesidades sin tener que depender de los gases de escape (Diario motor. Tecmovia, 2018). La Figura 20a muestra las partes de un compresor Rotrak y la Figura 20b una sección del TC.

8. Ventajas e inconvenientes de los compresores mecánicos, turbo y Comprex (Escuela del trabajo, 2020)

a) **Compresor volumétrico: ventajas,** (a) respuesta inmediata a la demanda de potencia, b) bueno para a bajas revoluciones y (c) sobrealimentación proporcional al régimen de giro e **inconvenientes,** (a) Consumo de energía del motor para su accionamiento, (b) gran volumen del equipo, (c) difícil localización, al accionarlo el eje del motor, (d) elevación de las pérdidas de rendimiento por rozamiento a altas revoluciones y e) problemas de estanqueidad y suciedad.

b) **Turbo: ventajas,** (a) no consume energía del motor en su accionamiento, (b) fácil localización, sin accionamiento directo del eje del motor, (c) reducido volumen con relación al caudal proporcionado y (d) gran capacidad de comprimir aire a altos regímenes y caudales e **inconvenientes,** (a) mala capacidad de respuesta de para a bajas revoluciones por el poco volumen de gases, (b) retraso en su actuación o turbolag, por la inercia de las masas móviles y aceleración mediante gases, (c) alta temperatura de funcionamiento al accionarse con gases de escape y (d) mayores cuidados de uso y mantenimiento.

c) Comprex: ventajas, (a) no consume prácticamente energía del motor en su accionamiento, (b) respuesta inmediata a la demanda de potencia, c) buen para a bajas revoluciones y (d) margen de revoluciones amplio incrementándose mucho el par desde bajas vueltas e **inconvenientes,** (a) gran tamaño del equipo, (b) alto precio frente a un turbo de similares características, (c) mala localización por la necesidad de accionamiento mediante el motor, (d) mala aplicación a motores Otto por un límite de giro muy pequeño y (e) sin posibilidad de alejar los gases de escape y el aire de la admisión, con excesiva proximidad entre los mismos.

9. Nuevas tendencias

La investigación y el desarrollo en el campo de la sobrealimentación se orienta hacia los siguientes campos: (a) geometría variable, (b) miniaturización, (c) materiales avanzados, (d) electrónica y e) cumplimiento de restricciones de tipo medio ambiental. Para que los turbos modernos puedan actuar con eficacia con los motores actuales, tendrán que soportar gases con temperaturas entre 1.100-1.200 ºC. En definitiva, el diseño del turbo se orienta hacia la miniaturización, el rotor de la turbina construido en cerámica es la posibilidad del futuro. En los motores actuales de alto rendimiento se busca usar materiales cerámicos para proteger las superficies de contacto con los gases de escape a elevadas temperaturas con los álabes de la TG (Taller actual, 2020).

10. Conclusiones

La sobrealimentación de motores con respecto a los atmosféricos consigue un mejor rendimiento, menor consumo específico de combustible, menor ruido al disponer de turbina de gases, la altitud del lugar y altas temperaturas afecta poco al rendimiento y contaminan menos. La sobrealimentación mecánica y turboalimentación tienen sus ventajas e inconvenientes, pero mediante la asociación de estas dos tecnologías, se pueden conseguir sistemas comunes que aprovechen únicamente las ventajas de cada una de las dos tecnologías operando una u otra en función del número de revoluciones del motor. Asimismo, está empezando a aplicarse el turbocompresor eléctrico y la turboalimentación con un futuro cercano muy prometedor. Sin duda, el factor económico de un motor sobrealimentado es el más importante, pues consigue mayor potencia específica por unidad de cilindrada que uno atmosférico, por lo que los costes de fabricación son bastante inferiores para la misma potencia además de conseguir una emisiones más bajas.

5. Agradecimientos

El autor desea expresar su agradecimiento al Colegio de Ingenieros Técnicos de Minas de Madrid por la posibilidad que le ha brindado de poder publicar este artículo.

6. Referencias

Aficionados a la mecánica. (2016). Motores sobrealimentados, introducción. http://www.aficionadosalamecanica .net/turbo- compresores.htm, acceso abril 2020.

Airvac Technology. (2020). Compresores Scroll airvac technology sistema libre de aceite. https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.airvactechnology.com%2Fcompresores-scroll-fini%2F &psig=AOvVaw0xk9HhxN_5ruwP40tyw8lT&ust, acceso abril 2020.

ANFAC. (2019). Informe anual 2018. https://anfac.com/wp-content/uploads/2019/07/ANFAC-Informe-Anual-2018.pdf, acceso abril 2020.

Autofácil. (2014). Funcionamiento, averías y mantenimiento del turbo. https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A% 2F%2Fwww.autofacil.es%2Ftecnica%2F2014%2F10%2F04%2Ffuncionamiento-averias, acceso abril 2020.

Autobild. (2014). La historia del motor turbo en la Fórmula 1. https://www.autobild.es/historia/la-historia-del-motor-turbo-en-la- formula-1-2431, acceso abril 2020.

Auto Bild. (2017). Devel Sixteen, el hiperdeportivo de 5.000 CV debuta la próxima semana https://www.autobild.es/noticias/devel-sixteen-superdeportivo-5000-cv-dubai-2013-209670, acceso abril 2020.

Autoemotion Racing Team. (2015). Twin Scroll Turbo. ¿Cómo funciona? https://autoemotioncs.wordpress.com /2015/08/25/twin-scroll-turbo-como-funciona/, acceso abril 2020.

Autocasión. (2014). Cómo funciona el turbo y los sistemas de sobrealimentación. https://www.autocasion.com /actualidad/reportajes/que-es-y-como-funciona-el-turbo-y-los-sistemas-de-sobrealimentacion, acceso abril 2020.

Autoemotion motorsport. (2015). Twin scroll turbo, ¿cómo funciona? https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fautoemotioncs.wordpress.com%2F2015%2F08%2F25%2Ftwin-scroll-turbo, acceso abril 2020.

Blog técnico automotriz. (2012). Turbo Compresor Comprex. https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/83-turbo- compresor-comprex/, acceso abril 2020.

Borgwarner. (2020). Historia de la turboalimentación. http://www.turbos.bwauto.com/es/products/ turbochargerHistory.aspx, acceso abril 2020.

Club Mitsul. (2010). Algunas nociones del funcionamiento del turbo. https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.clubmitsul200.com%2Ft515-algunas-nociones, acceso abril 2020.

Coches míticos. (2013). Los motores sobrealimentados, historia. https://cochesmiticos.com/los-motores-sobrealimentados- historia/, acceso abril 2020.

Diario motor. (2016). Tipos de Turbo: 5 tecnologías que podrás encontrar muy pronto en tu motor. https://www.diariomotor.com/2016/05/05/tecnologias-turbo/, acceso abril 2020.

Diario motor. (2020) ¿Qué es el compresor volumétrico, la alternativa al turbocompresor? https://www.diariomotor.com/que- es/mecanica/compresor-volumetrico-alternativa-turbo/, acceso abril 2020.

Diario motor. Tecmovia. (2012). El turbocompresor eléctrico ya está listo para pasar a producción. https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.diariomotor.com%2Ftecmovia%2F2012%2F09%2F13 %2Fel-turbocompresor-electrico-ya-esta-listo-para-pasar-a-produccion-en-masa, acceso abril 2020.

Eaton TVS(R). (2009). Eaton TVS(R) Supercharger As Seen in Audi S4 Wins 2009 Automotive News PACE Award. https://fourtitude.com/news/Audi_News_1/eaton-tvs-r-supercharger-as-seen-in-audi-s4-wins-2009, acceso abril 2020.

Ecured. (2020). Turbocompresor. https://www.ecured.cu/index.php?title=Turbocompresor&oldid=2411239, acceso abril 2020.

Educando para el mundo. (2020). Tipos de compresores. Neumática. http://dopedia.blogspot.com/2014/09/compresor-de- lobulos-roots-neumatica.html, acceso abril 2020.

Educativa Catedu. (2020). Comparación entre el motor Diésel y motor de Gasolina. e- ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//4750/4935/html/23_comparacin_entre_el_motor_diesel_y_motor_de_gasolina.html, acceso abril 2020.

Escuela del trabajo. (2020) ¿Qué es un turbocompresor? http://www.escueladeltrabajo.net/Pregturbo.pdf, acceso abril 2020.

Etitudela. (2020). Producción y almacenamiento del aire comprimido. https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.etitudela.com%2Fprofesores%2Fats%2Fdownloads%, acceso abril 2020.

Ferrer M. (2013). Historia del turbocompresor. https://www.autofacil.es/tecnologia/2013/02/12/historia- turbocompresor/12877.html, acceso abril 2020.

Ferrovicmar. (2020). Guías y consejos. Compresores de aire. https://www.ferrovicmar.com/blog/compresores-aire, acceso abril 2020.

Galgo Diecast Argentina. (2020). Motores turbo de 1977 a 1981 Fórmula 1. https://www.google.com/imgres? imgurl=https%3A%2F%2Ffotos.miarroba.com%2Ffo%2F7227%2F305517C86D23551331081E55132E72.jpg&imgref url=https%3A%2F%2Fgalgodiecast.mforos.mobi%2F2061934%2F11484167, acceso abril 2020.

Garret by Honeywell. (2020). Turbochargers guide, volume 4. www.TurboByGarrett.com, acceso abril 2020.

Gas Comunity. (2018). Como funciona un compresor volumétrico? https://www.google.com/imgres? imgurl=https%3A%2F%2Fantilag.files.wordpress.com%2F2016%2F09%2Flysholm_2300_supercharger_for_2010_ca maro_img_1507-cutout.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww, acceso abril 2020.

Lecuona A, Neumann P, Rodríguez-Aumente P, Nogueira-Goriba J, Vereda-Ortiz C. (2013). Turboalimentación de motores térmicos. Departamento de Ingeniería Térmica y de Fluidos Universidad Carlos III de Madrid. http://ocw.uc3m.es/ingenieria-termica-y-de-fluidos/turboalimentacion-motores-termicos-2013, acceso abril 2020.

Meganeboy, D. (2004). Motores sobrealimentados. http://www.mundomanuales.com/manuales/1867.pdf www.jespana.es/mecanicavirtual, acceso abril 2020.

Meganeboy D. (2014). El carburador en motores turbo www.aficionadosalamecanica.net/carburador10.htm, acceso abril 2020.

Motor 2000. (2020). Tecnología de doble turbo secuencial para el Opel Insignia. https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.motor2000.net%2Fnoticia.php%, acceso abril 2020.

Motorpasión (2013). Sobrealimentación de motores: Compresores mecánicos volumétricos y centrífugos. https://www.motorpasion.com/tecnologia/sobrealimentacion-de-motores-compresores-mecanicos-volumetricos-y-centrifugos, acceso abril 2020.

Motorsport. (2020). Moteurs Renault V6 Turbo-Grand Prix de France- Photos Formule 1. https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ffr.motorsport.com%2Ff1%2Fphotos%, acceso abril 2020.

Mundo del motor. (2020). Intercooler: Qué es, Cómo Funciona, Mejoras, Fallas Comunes y Más. https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.mundodelmotor.net%2Fintercooler, acceso abril 2020.

Noticias coches. (2016). Tipos de turbo y los principales sistemas que puedes encontrar. https://noticias.coches.com/consejos/tipo-de-turbo/149079, acceso abril 2020.

Noticias coches. (2020). El intercooler, qué es y cómo funciona. https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fnoticias.coches.com%2Fconsejos%, acceso abril 2020.

RACE. (2019). Diésel o gasolina, ¿cuál es la tendencia actual? https://www.race.es/comprar-diesel-o-gasolina, acceso abril 2020.

Takeoffbriefing. (2020). Cómo funciona un turbocompresor. https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww. takeoffbriefing.com%2Fcomo-funciona-un-turbocompresor-motor-sobrealimentado, acceso abril 2020.

Taller actual. (2020). Algo sobre turbos. https://talleractual.com/tecnica/turbocompresores/1897-algo-sobre-turbos, acceso abril 2020.

Tecnología del automóvil. (2017). Sobrealimentación comprex. https://www.tecnologia-automovil.com /actualidad/comprex/, acceso abril 2020.

El frío solar es la solución ecológica para la refrigeración de espacios interiores

Fuente: www.certificadosenergeticos.com/frio-solar-solucion-ecologica-refrigeracion-espacios-interiores#more-69333_11-10-2019

La radiación solar también se puede aprovechar para generar refrigeración. Aunque contradictorio, se puede generar frío a partir del calor. Es una excelente opción ya que se utiliza cuando coincide la máxima oferta de radiación solar con la máxima demanda de refrigeración.

El frío solar se puede generar de dos maneras. En ambas se aprovecha la radiación solar, fuente de energía renovable:

La primera opción consiste en combinar una instalación de **paneles fotovoltaicos con un equipo que consuma electricidad** y que sea generador de frío. Bajo rendimiento en comparación con la siguiente opción.

En cambio la segunda opción se basa en la **combinación de una instalación de paneles solares térmicos y una máquina de absorción**. Excelente rendimiento.

Frío solar con sistema de captación solar térmica

Es una solución eficiente en climas calurosos con gran radiación solar. A continuación vemos el funcionamiento del frío solar.

Funcionamiento

El funcionamiento es básico. **Consiste en un circuito con un ciclo térmico-químico que se repite y en el que a través de cambios de estados se cede o absorbe calor**. El sistema se compone básicamente de:

- Un absorbedor y un generador.
- Un evaporador y un condensador.
- Una válvula de expansión.
- Un refrigerante (agua) y un fluido absorbedor (amoniaco, bromuro de litio).

Funcionamiento del ciclo

El evaporador es el suelo o techo radiante, que al pasar el refrigerante en forma de líquido a baja presión por el circuito, absorbe el calor del espacio a refrigerar. Es decir, al **bajar previamente la presión del refrigerante en la válvula de expansión**, baja su temperatura de ebullición. El refrigerante, que es agua fría a 7ºC, absorbe el calor del ambiente a climatizar y se evapora.

A continuación el refrigerante en forma de vapor pasa al absorbedor donde se combina con un fluido absorbente. Dicha combinación o disolución se bombea hasta el generador. En el generador se utiliza el calor contenido en el agua caliente que proviene de los paneles solares térmicos para separar de nuevo el refrigerante del fluido absorbente. Este vuelve al absorbedor para seguir captando refrigerante en forma de vapor. El refrigerante en cambio se libera por destilación y a mayor presión hacia el condensador. En el condensador se disipa el calor contenido en el refrigerante, que había absorbido en el generador, el cual condensa. El refrigerante condensado pasa a la válvula de expansión en estado líquido y a partir de aquí empieza de nuevo el ciclo.

El conjunto absorbedor-generador es la alternativa al compresor mecánico en la bomba de calor. Ambos se diferencian en el que conjunto absorbedor-generador utiliza energía térmica para producir el efecto refrigerante y no electricidad.

Ventajas del frío solar

Con un equipo de frío solar compuesto por paneles solares térmicos se puede dar servicio de refrigeración. En cambio **si el generador de frío también genera calor, entonces tendríamos cubierto dos servicios más: calefacción y agua caliente sanitaria.** De esta manera tenemos cubiertas las necesidades de acondicionamiento interior todo el año, además con energía renovable, limpia y no contaminante.

Por otro lado el frío solar permite acondicionar con un refrigerante que no contamina. Los refrigerantes convencionales tienen un potencial de calentamiento global y de destrucción de la capa de ozono. En el frío solar el agua actúa como refrigerante natural.

La energía fotovoltaica en la pequeña minería. Ejemplo práctico

Autor: Luis Polo Gila
Ingeniero Técnico de Minas

Tras varios años de cierta confusión acerca de la viabilidad real de utilizar la energía fotovoltaica para suministro eléctrico a establecimientos de beneficio minero, parece que a partir del año 2018 con nueva legislación al respecto, se han aclarado las incertidumbres que ofrecían el anterior marco normativo.

En efecto, el R. Decreto Ley 15/21018 sobre medidas urgentes para la transición energética y el R.D. 244/2019 por el que se regulen las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica; han servido para dotar al sector de estabilidad en su regulación, que era imprescindible para acometer las inversiones necesarias.

Esto, unido a la bajada de precios de los componentes técnicos de las instalaciones sobre todo los paneles–, a una mejora en la tecnología, a un tratamiento fiscal más favorable y perspectivas de subvenciones, hace que los empresarios de nuestro sector se estén planteando dotar a sus plantas de tratamiento de la alternativa fotovoltaica para abastecimiento eléctrico.

Esta reseña plantea un caso práctico que a fecha de hoy se está empezando a instalar en una planta de lavado y clasificación de arenas en una explotación minera propiedad de la empresa LA PALOMA SEGOVIANA S.A., ubicada a 20 Km al Oeste de la ciudad de Segovia, en una formación geológica sedimentaria asociada a las terrazas terciarias del Río Moros. La producción media anual se ha estabilizado en unas 200.000 Tns de arena lavada y clasificada que se comercializa, sobre todo, en plantas de hormigón de la provincia de Segovia y de la zona Norte de la provincia de Madrid.

Se describen a continuación los datos técnicos y económicos concretos del proyecto de la instalación solar fotovoltaica, que vendrá a complementar el actual suministro eléctrico que se realiza con una línea de media tensión y centro de transformación propios.

Descripción del proyecto

La instalación fotovoltaica se proyecta con paneles no orientables, estando diseñada para vertido a la red de los excedentes. Hay que tener en cuenta que los fines de semana las instalaciones mineras permanecen inactivas.

Datos de la instalación inicial

Potencia contratada o potencia generador inicial (kW):

- P1: 100,00 W.
- P2: 100,00 W.
- P3: 144,00 W

Características principales	
Potencia nominal generador fotovoltaico (kWp)	118,08 kWp
Potencia nominal inversor (kW)	100 kW
Nº, marca y modelo de módulos fotovoltaicos	288, Marca CANADIAN SOLAR, Modelo CS3W 410P, 410 Wp
Superficie de campo de paneles (m²)	636,24 m²
Nº, marca y modelo de inversor	1, Marca INGETEAM, Modelo INGECON SUN 100TL, 100 KW
Seguimiento solar (Si/No)	NO
Energía total producida por la instalación (kWh)	171.230 kWh/año
Energía eléctrica vertida	57.978 KWh/año

Mejoras ambientales			
		Potencia	
Materiales	Número	Parcial	Total
Módulo fotovoltaico	288	410 Wp	118.080 Wp
Inversor nº 1/2/3	1	100.000	100.000 W

Solución adoptada

La instalación solar fotovoltaica se situará en el término municipal de Juarros de Riomoros (Segovia), en el establecimiento de beneficio, inscrito en el Registro Industrial. La planta de lavado y clasificación de arenas y gravas está asociada a una Autorización de Aprovechamiento de Recursos de la Sección A regulada por la Ley de Minas y el Reglamento General para el Régimen de la Minería.

En función de las características de la instalación nos encontraremos ante la **modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes**; es aquella en las que las instalaciones de generación puedan, además de suministrar energía para autoconsumo, inyectar energía excedentaria en las redes de transporte y distribución. En estos casos existirán dos tipos de sujetos, el sujeto consumidor y el productor. Dentro de la modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes, pertenecerá a la **Modalidad con excedentes acogida a compensación**, debido a que la potencia total de la instalación de producción asociada no es superior a 100 kW.

Marco legal de aplicación

- **Ley 24/2013** del Sector Eléctrico.
- **Real Decreto-ley 15/2018**, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- **Real Decreto 244/2019**, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- **Real Decreto 1955/2000**, por el que se regulan las actividades de trasporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- **Real Decreto 413/2014**, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- **Real Decreto 1699/2011**, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- **Real Decreto 842/2002**, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- **Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera** e Instrucciones Técnicas Complementarias que lo desarrollan en el ámbito eléctrico
- **Decreto 127/2003**, por el que se regulan los procedimientos de autorizaciones administrativas de instalaciones de energía eléctrica en Castilla y León.
- **Decreto Legislativo 1/2015**, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León. (Regula los regímenes de autorización ambiental, licencia ambiental, comunicación ambiental y el procedimiento de evaluación de impacto ambiental en Castilla y León).

Descripción de la instalación

La instalación objeto del proyecto convierte la energía que proporciona el sol en energía eléctrica a 400 Vca. Esta energía será utilizada por el titular de la instalación para el suministro eléctrico a la planta de áridos, de su propiedad.

Al no trabajar de forma continuada (los sábados por la tarde, domingos y festivos no se trabaja), se producirá un excedente de energía generada por la instalación solar fotovoltaica, la cual se verterá a la red de la compañía distribuidora, en este caso Unión Fenosa Distribución, S.A.

Su funcionamiento es el siguiente: En un primer paso, se convierte directamente radiación solar que proporciona el sol en energía eléctrica en corriente continua. Esto se realiza mediante módulos solares (Generador fotovoltaico). En total se instalarán doscientos ochenta y ocho módulos solares, sobre estructuras metálicas fijas, a nivel de suelo de la planta de extracción de áridos. Debido a las características del suelo será necesario realizar una cimentación y losas de hormigón para sustentar a las estructuras metálicas.

El modelo de módulo solar elegido es de la marca Canadian Solar, modelo CS3W 410P, de 410 Wp de potencia.

Posteriormente, la corriente eléctrica continua, se convierte en alterna mediante un equipo denominado inversor.

Los módulos se irán agrupando en series de dieciocho paneles cada una de ellas y se conducen hasta el inversor. En total existirán dieciséis series las cuales se irán uniendo en paralelo con cable de (2x6) mm² cobre, llegando al inversor. El conductor utilizado será RV-K 0,6/1 KV.

Estas series generan electricidad en corriente continua la cual es transferida al equipo denominado inversor, el cual convertirá la tensión y corriente continua en tensión trifásica y corriente alterna.

Se instalará un único inversor de 100 KW a la intemperie, junto al campo de módulos solares.

La corriente alterna en baja tensión se inyecta directamente en la red interior del suministro eléctrico de la planta, llevándose a cabo el vertido del excedente a la red de la compañía distribuidora.

Durante los períodos de no radiación solar, (días muy nublados, horas nocturnas), los módulos no son capaces de generar energía eléctrica.

Desde el inversor de 100 KW, saldrá una línea, con conductor RZ1 (AS) 0,6/1 KV, de sección 4x(1x240) mm² Aluminio, hacia el cuadro de protección de la instalación solar fotovoltaica instalado junto al C.G.B.T. de la planta de áridos. La línea eléctrica transcurrirá de forma subterránea siendo la longitud de la misma de noventa y cinco metros.

Los tubos irán alojados en general en zanjas de 131,7 cm de profundidad y una anchura de 60 cm cuando contengan hasta dos líneas, de forma que en todo momento la profundidad mínima de la línea más próxima a la superficie del suelo sea de 100 cm. Se instalarán dos tubos de barra rojo de diámetro de 160 mm, uno de ellos se dejará de reserva.

Los tubos se situarán sobre un lecho de arena de 5 cm de espesor y bajo tubo. A continuación se realizará el compactado mecánico, empleándose el tipo de tierra y las tongadas adecuadas para conseguir un próctor del 95%, teniendo en cuenta que los tubos de comunicaciones irán situados por encima de los de energía. A unos 15 cm del pavimento, como mínimo y a 30 cm como máximo, quedando como mínimo a 10 cm por encima de los cables, se situará la cinta de señalización.

El cuadro de protección de la instalación fotovoltaica, situado en el edificio del centro de transformación, junto al C.G.B.T., contará con una protección general formada por un interruptor automático de IV polos 200 A 35 kA, con protección diferencial 300 mA, motorizado.

Del cuadro general de protección de la instalación fotovoltaica saldrá una línea con conductor RZ1-K (AS) 0,6/1 KV, de sección 4x(1x150) mm² Cobre hacia el cuadro general de protección de la planta de áridos “CGBT”. La longitud de esta línea será de 2 metros.

En el cuadro general de protección CGBT, cuenta con una salida libre que se utilizará por la instalación solar fotovoltaica, colocándose dos fusibles de 315 A. De este modo se lleva la conexión de la instalación existente con la instalación solar fotovoltaica.

En el cuadro de protección de la instalación solar fotovoltaica se instalará un vatímetro y tres trafos de intensidad 600/5 A, CL 0,5. Este equipo se conectará con el inversor y será el encargado de controlar la energía producida por la instalación solar fotovoltaica.

En la celda de seccionamiento existente en el centro de transformación, se instalarán tres nuevos trafos de tensión e intensidad triple secundario, los cuales se conectarán mediante cable apantallado 0,6/1 KV de sección 6x(1x6) mm² con el relé de control 59N, de tensión homopolar, situado en el cuadro de protección de la instalación solar fotovoltaica, conectado a su vez con el interruptor automático de este cuadro.

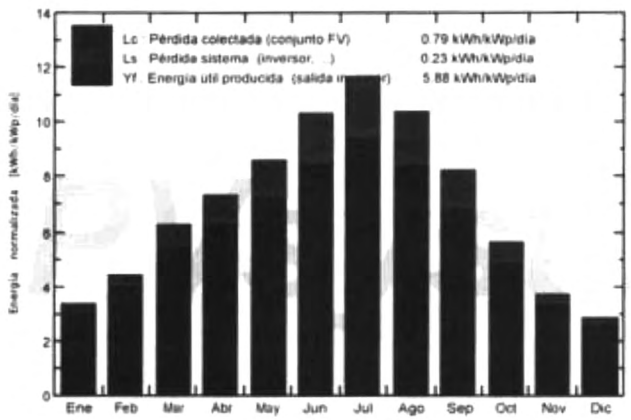
El contador del suministro debe ser bidireccional, capaz de medir tanto la energía consumida por la planta como la vertida a la red de la compañía distribuidora.

La potencia nominal del generador, se obtiene de sumar las potencias de los doscientos ochenta y ocho módulos de 410 Wp cada uno, lo que suma un total de 118,08 KWp.

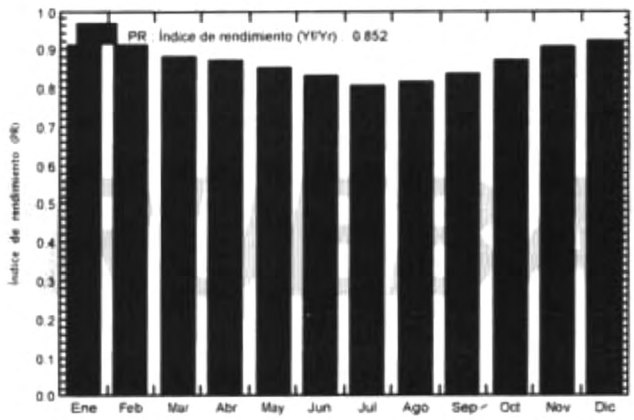
La potencia nominal del inversor, especificada por el fabricante y en condiciones nominales de funcionamiento, es de 100 KW.

Estudio económico. Rentabilidad y amortización

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 109 kWp



Índice de rendimiento (PR)



Nueva variante de simulación

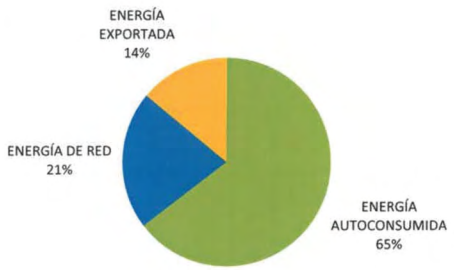
Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Enero	56.4	22.91	2.53	103.7	101.4	10.70	10.27	0.910
Febrero	75.5	32.34	4.14	124.1	121.7	12.80	12.30	0.911
Marzo	122.9	47.96	7.46	192.9	189.9	19.21	18.47	0.880
Abril	153.4	65.54	9.18	218.7	215.1	21.50	20.68	0.869
Mayo	191.7	80.09	13.82	266.6	262.0	25.71	24.75	0.853
Junio	222.7	70.28	19.06	309.2	304.6	28.99	27.92	0.830
Julio	251.8	49.26	20.93	361.6	357.8	32.99	31.74	0.807
Agosto	212.8	44.38	20.37	321.6	318.3	29.63	28.51	0.815
Septiembre	154.9	44.92	16.30	248.1	245.0	23.45	22.56	0.836
Octubre	102.4	36.92	11.85	174.5	171.6	17.17	16.51	0.869
Noviembre	64.6	29.59	5.79	112.3	109.8	11.54	11.09	0.908
Diciembre	48.3	22.92	2.97	88.7	86.5	9.25	8.87	0.920
Año	1657.3	547.12	11.24	2522.1	2483.7	242.93	233.67	0.852

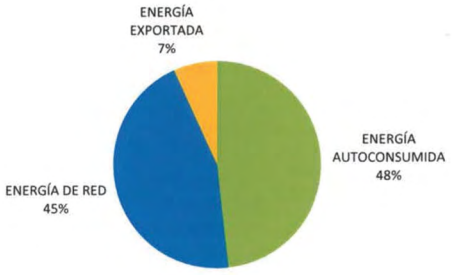
Leyendas:
- GlobHor — Irradiación global horizontal
- DiffHor — Irradiación difusa horizontal
- T_Amb — Temperatura Ambiente
- GlobInc — Global incidente plano receptor
- GlobEff — Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
- EArray — Energía efectiva en la salida del conjunto
- E_Grid — Energía inyectada en la red
- PR — Índice de rendimiento

Gráficos de autoconsumo vs RED vs EXPORTACIÓN

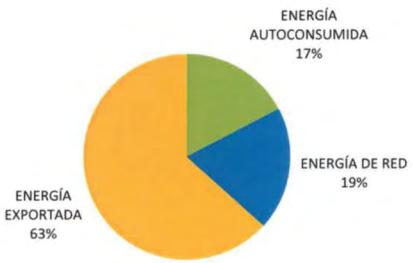
P1



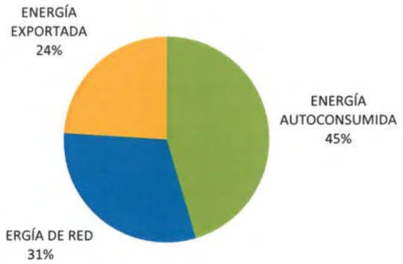
P2



P3



TOTAL



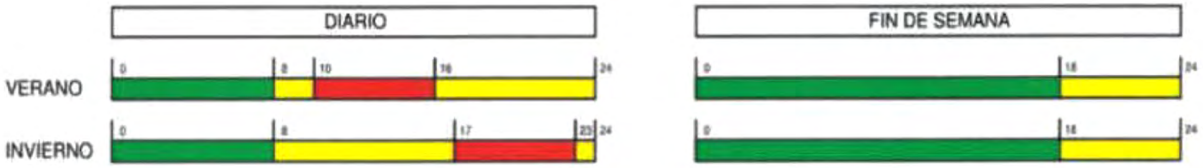
PERIODOS DE DISCRIMINACION HORARIA T.ACCESO (ZONA1)

SEGUN BOE 29-09-2007 y 31-12-2008 (ITC/2794/2007 e ITC/3801/2008)

TARIFA ACCESO 3.1A - TRES PERIODOS de DISCRIMINACIÓN HORARIA

		verano	invierno			verano	invierno
Punta diario	6 horas / día	10 a 16	17 a 23	Punta fin sem.	0 horas / día	-	-
Llano diario	10 horas / día	8 a 10 y 16 a 24	8 a 17 y 23 a 24	Llano fin sem.	6 horas / día	18 a 24	18 a 24
Valle diario	8 horas / día	0 a 8	0 a 8	Valle fin sem.	18 horas / día	0 a 18	0 a 18

Fines de semana y festivos de ámbito nacional



Estudio económico

AÑO 2018

		€/periodo	TOTAL
ENERGÍA P1	67.988 kWh	0,119679 €	8.136,74 €
ENERGÍA P2	95.875 kWh	0,111270 €	10.668,01 €
ENERGÍA P3	23.846 kWh	0,088645 €	2.113,83 €
IMPUESTO ELÉCTRICO	5,113%		1.069,50 €
BASE IMPONIBLE			21.988,08 €
IVA	21%		4.617,50 €
TOTAL			26.605,58 €

AÑO 2019 CON FOTOVOLTAICA

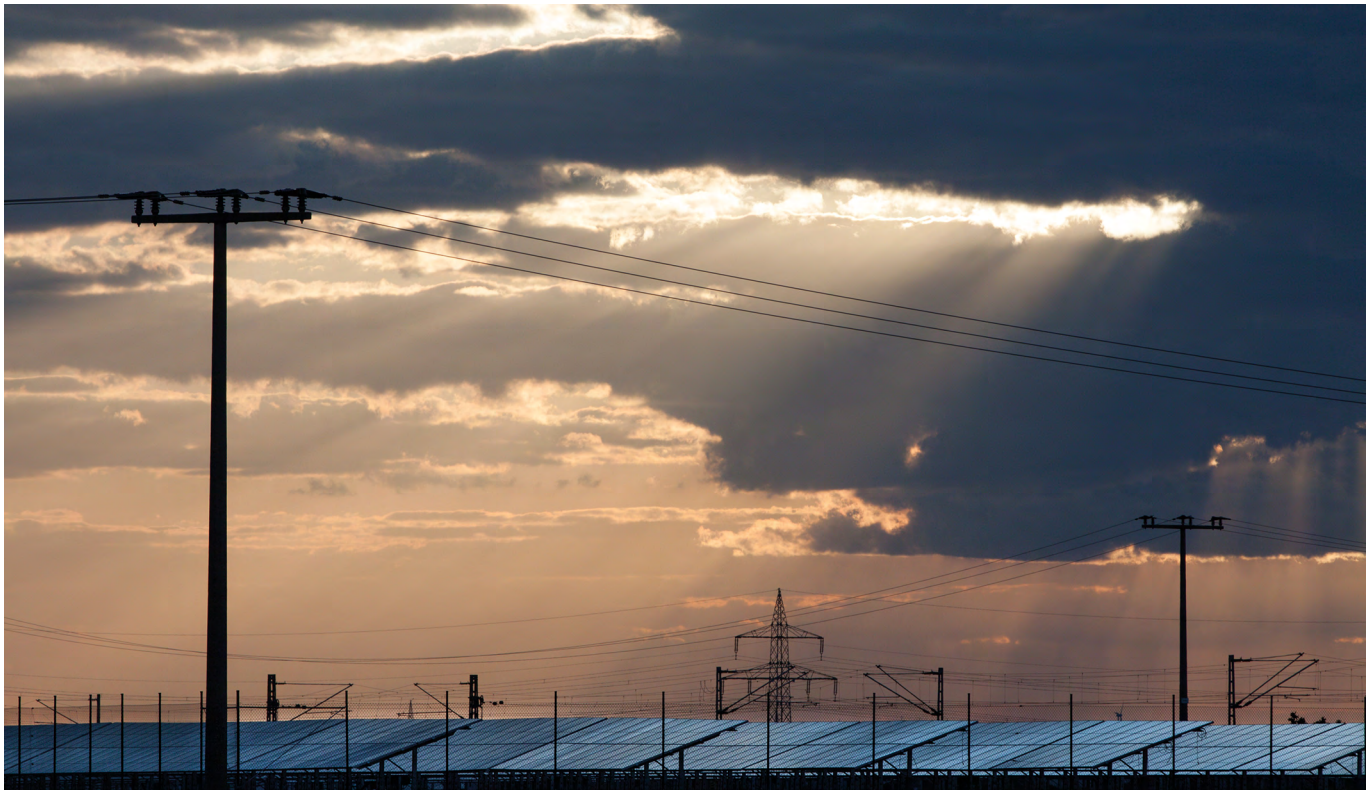
		€/periodo	TOTAL
ENERGÍA P1	16.904 kWh	0,119679 €	2.023,10 €
ENERGÍA P2	46.252 kWh	0,111270 €	5.146,43 €
ENERGÍA P3	12.575 kWh	0,088645 €	1.114,70 €
ENERGÍA AUTOC. P1	51.084 kWh		
ENERGÍA AUTOC. P2	49.623 kWh		
ENERGÍA AUTOC. P3	11.271 kWh		
ENERGÍA COMPENSADA	56.605 kWh	0,050000 €	-2.830,26 €
IMPUESTO ELÉCTRICO	5,113%		278,85 €
BASE IMPONIBLE			5.732,83 €
IVA	21%		1.203,89 €
TOTAL			6.936,72 €

De esta forma podemos ver que en un año tenemos un ahorro de 16.255,25 € antes de impuestos, lo que nos supone un ahorro del 74%

Estudio de amortización de la inversión

INVERSIÓN TOTAL	91.130 €
PERIODO DE RETORNO	5 años y 4 meses
IPC ENERGÍA	2,50%
RENTABILIDAD MEDIA ANUAL	18,58%

AÑO	FACT. SIN AUTOC.	FACT. CON AUTOC.	AHORRO TERM. POT	COSTE INSTALAC.	AHORRO ANUAL	AHORRO ACUMULAD
2019	21.988 €	5.733 €	542 €	91.130 €	-74.333 €	-74.333 €
2020	22.538 €	6.214 €	555 €		16.879 €	-57.454 €
2021	23.101 €	6.478 €	569 €		17.192 €	-40.262 €
2022	23.679 €	6.756 €	583 €		17.506 €	-22.756 €
2023	24.271 €	7.044 €	598 €		17.825 €	-4.931 €
2024	24.877 €	7.342 €	613 €		18.148 €	13.217 €
2025	25.499 €	7.656 €	628 €		18.471 €	31.688 €
2026	26.137 €	7.990 €	644 €		18.791 €	50.479 €
2027	26.790 €	8.335 €	660 €		19.115 €	69.594 €
2028	27.460 €	8.693 €	676 €		19.444 €	89.038 €
2029	28.147 €	9.063 €	693 €		19.777 €	108.814 €
2030	28.850 €	9.447 €	711 €		20.114 €	128.929 €
2031	29.572 €	9.844 €	728 €		20.456 €	149.385 €
2032	30.311 €	10.254 €	747 €		20.803 €	170.188 €
2033	31.069 €	10.680 €	765 €		21.154 €	191.342 €
2034	31.845 €	11.120 €	784 €		21.510 €	212.852 €
2035	32.641 €	11.575 €	804 €		21.870 €	234.722 €
2036	33.457 €	12.047 €	824 €		22.235 €	256.957 €
2037	34.294 €	12.534 €	845 €		22.604 €	279.562 €
2038	35.151 €	13.039 €	866 €		22.979 €	302.540 €
2039	36.030 €	13.560 €	887 €		23.357 €	325.897 €
2040	36.931 €	14.100 €	910 €		23.740 €	349.638 €
2041	37.854 €	14.658 €	932 €		24.128 €	373.766 €
2042	38.800 €	15.236 €	956 €		24.520 €	398.286 €
2043	39.770 €	15.833 €	980 €		24.917 €	423.203 €



¡Sin Lantánidos, no hay tecnología!

Elementos considerados tierras raras y su uso imprescindible para la Industria

Hay 17 elementos que se consideran elementos de tierras raras: 15 elementos en la serie de lantánidos y dos elementos adicionales que comparten propiedades químicas similares. En el siguiente listado te mostramos los usos de las tierras raras. Se enumeran a continuación por orden de número atómico (Z).

Escandio o Sc (21)

Scandium, un metal blanco plateado, es una tierra rara no lantánida. Se utiliza en muchos productos de consumo populares, como televisores y lámparas fluorescentes o de bajo consumo. En la industria, el uso principal de scandium es fortalecer los compuestos metálicos. Las únicas fuentes concentradas de escandio actualmente conocidas se encuentran en minerales raros tales como tortveitita, euxenita y gadolinita de Escandinavia y Madagascar.

Itrio o Y (39)

El itrio es un elemento de tierras raras no lantánido que se utiliza en muchas aplicaciones vitales, como los superconductores, los poderosos láseres pulsados, los medicamentos para el tratamiento del cáncer, los medicamentos para la artritis reumatoide y los suministros quirúrgicos. Un metal plateado, también se usa en muchos productos de consumo popular, como televisores en color y lentes de cámara.

Lantano o La (57)

Este metal blanco plateado es uno de los elementos de tierras raras más reactivos. Se utiliza para fabricar gafas ópticas especiales, que incluyen lentes que absorben el cristal, la cámara y el telescopio, y también se pueden usar para hacer que el acero sea más maleable. Otras aplicaciones para el lantano incluyen el tratamiento de aguas residuales y la refinación de petróleo.

Cerio o Ce (58)

Llamado así por la diosa romana de la agricultura, Ceres, el cerio es un metal blanco plateado que se oxida fácilmente en el aire. Es el más abundante de los elementos de tierras raras y tiene muchos usos. Por ejemplo, el óxido de cerio se utiliza como catalizador en convertidores catalíticos en sistemas de escape de automóviles para reducir las emisiones, y es muy deseable para el pulido de vidrio de precisión. El cerio también se puede usar en aleaciones de hierro, magnesio y aluminio, imanes, ciertos tipos de electrodos e iluminación de arco de carbono.

Praseodimio o Pr (59)

Este metal suave y plateado se usó por primera vez para crear una mancha amarillo-naranja para la cerámica. Aunque todavía se usa para colorear ciertos tipos de vidrios y gemas, el praseodimio se usa principalmente en imanes de tierras raras. También se puede encontrar en aplicaciones tan diversas como la creación de metales de alta resistencia que se encuentran en motores de aviones y en pedernal para iniciar incendios.

Neodimio o Nd (60)

Otro neodimio suave de metal plateado se usa con praseodimio

para crear algunos de los imanes permanentes más fuertes disponibles. Dichos imanes se encuentran en la mayoría de los vehículos y aeronaves modernos, así como en productos electrónicos de consumos populares como auriculares, micrófonos y discos de computadora. El neodimio también se usa para fabricar láseres infrarrojos de alta potencia para aplicaciones industriales y de defensa.

Prometio o Pm (61)

Aunque la búsqueda del elemento con el número atómico 61 comenzó en 1902, no fue sino hasta 1947 que los científicos produjeron y caracterizaron definitivamente el promethium, que lleva el nombre de un personaje de la mitología griega. Es el único elemento de tierras raras naturalmente radiactivo, y prácticamente todo el promethium en la corteza terrestre se descompuso hace tiempo en otros elementos. Hoy en día, está creado en gran parte artificialmente, y se usa en relojes, marcapasos y en investigación científica.

Samario o Sm (62)

Este metal plateado se puede usar de varias maneras vitales. En primer lugar, es parte de imanes muy potentes que se utilizan en muchas tecnologías de transporte, defensa y comerciales. En segundo lugar, junto con otros compuestos para la radioterapia intravenosa, puede destruir las células cancerosas y se usa para tratar el cáncer de los pulmones, la próstata, los senos y algunas formas de cáncer de los huesos. Debido a que es un absorbente de neutrones estable, el samario se usa para controlar varillas de reactores nucleares, lo que contribuye a su uso seguro.

Europio o Eu (63)

Nombrado para el continente de Europa, el europio es un metal duro utilizado para crear luz visible en bombillas fluorescentes compactas y en pantallas a color. Los fósforos de Europium ayudan a traer pantallas de color rojo brillante a color y ayudaron a impulsar la popularidad de las primeras generaciones de televisores en color. Oportunamente, se utiliza para hacer las marcas especiales de fósforos en billetes de euros que impiden la falsificación.

Gadolinio o Di-s (64)

El gadolinio tiene propiedades particulares que lo hacen especialmente adecuado para funciones importantes, como el blindaje en reactores nucleares y la radiografía de neutrones. Puede dirigirse a los tumores en la terapia neuronal y puede mejorar las imágenes por resonancia magnética (MRI), ayudando tanto en el tratamiento como en el diagnóstico del cáncer. Los rayos X y las pruebas de densidad ósea también pueden usar gadolinio, lo que hace que este elemento de tierras raras sea un importante contribuyente a las soluciones modernas de atención médica.

Terbio o Tb (65)

Este metal plateado de tierras raras es tan suave que se puede cortar con un cuchillo. El terbio se usa a menudo en iluminación fluorescente compacta, pantallas a color y como un aditivo a los imanes permanentes de tierras raras para permitirles funcionar mejor a temperaturas más altas. Se puede encontrar en celdas de combustible diseñadas para operar a temperaturas elevadas, en algunos dispositivos electrónicos y en sistemas de sonar navales. Descubierto en 1843, el terbio en su forma de aleación tiene la magnetoestricción más alta de cualquier sustancia, lo que significa que cambia su forma debido a la magnetización más que cualquier otra aleación. Esta propiedad hace que el terbio sea un componente

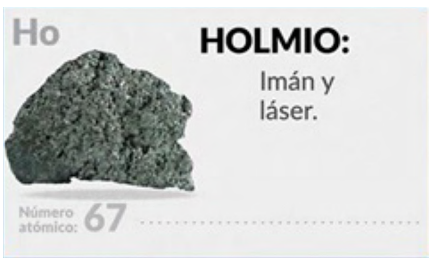
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

vital de Terfenol-D, que tiene muchos usos importantes en defensa y tecnologías comerciales.

Disprosio o Dy (66)

Otro disprosio suave de metal plateado tiene una de las más altas fuerzas magnéticas de los elementos, combinada solo con holmio. El dysprosium a menudo se agrega a imanes permanentes de tierras raras para ayudarlos a operar más eficientemente a temperaturas más altas. Los láseres y la iluminación comercial pueden usar disprosio, que también se puede usar para crear discos duros de computadoras y otros componentes electrónicos que requieren ciertas propiedades magnéticas. El disprosio también se puede usar en reactores nucleares y vehículos modernos con consumo eficiente de energía.

Holmio u Ho (67)



El holmio fue descubierto en 1878 y recibió el nombre de la ciudad de Estocolmo. Junto con el disprosio, el holmio tiene propiedades magnéticas increíbles. De hecho, algunos de los campos magnéticos más fuertes creados artificialmente son el resultado de concentradores de flujo magnético hechos con aleaciones de holmio. Además de proporcionar coloración a zirconia cúbica y vidrio, el holmio se puede utilizar en barras de control nuclear y equipos de microondas.

Erbio o Er (68)

Otra tierra rara con aplicaciones nucleares, el erbio se puede encontrar en barras de control que absorben neutrones. Es un componente clave de los sistemas de comunicaciones de fibra óptica de alto rendimiento, y también se puede utilizar para dar al vidrio y otros materiales un color rosado, que tiene fines tanto estéticos como industriales. Erbium también puede ayudar a crear láseres, incluidos algunos utilizados con fines médicos.

Tulio o Tm (69)

Un metal gris plateado, el tulio es una de las tierras raras menos abundantes. Sus isótopos se usan ampliamente como el dispositivo de radiación en rayos X portátiles, lo que hace que el tulio sea un material altamente útil. El tulio también es un componente de los láseres altamente eficientes con diversos usos en defensa, medicina y meteorología.

Iterbio o Yb (70)

Este elemento, llamado así por un pueblo en Suecia asociado con su descubrimiento, tiene varios usos importantes en la atención médica, incluso en ciertos tratamientos contra el cáncer. El iterbio también puede mejorar el acero inoxidable y usarse para monitorear los efectos de los terremotos y las explosiones en el suelo.

Lutecio o Lu (71)

El último de los elementos de tierras raras (en orden de su número atómico) tiene varios usos interesantes. Por ejemplo, los isótopos del lutecio pueden ayudar a revelar la edad de los objetos antiguos, como los meteoritos. También tiene aplicaciones relacionadas con la refinación de petróleo y la tomografía por emisión de positrones. Experimentalmente, los isótopos de lutecio se han utilizado para dirigirse a ciertos tipos de tumores.

Contribución de la industria minera a la protección del búho real en España

Autor: Manuel Pello de la Riva
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos. Responsable explotaciones mineras de Sepiol, S.A. (Grupo Minersa)

La empresa Sepiol, S.A. (Grupo Minersa) colabora desde hace años con varios organismos estatales, entre ellos, los Agentes Forestales de la Comunidad de Madrid, en la conservación de la biodiversidad, más concretamente, en la protección del Búho Real que suele anidar aprovechando huecos existentes en los frentes de explotación de las canteras que Sepiolsa tiene en la zona de Barajas. La colaboración consiste, por parte de Sepiolsa, en integrar los periodos de incubación y desarrollo de los pollos de búho en la planificación de las labores mineras, ejerciendo así, una minería sostenible que se preocupa por la protección medioambiental.

El Búho Real (Bubo bubo), es la más grande de las rapaces nocturnas europeas y se encuentra presente en casi toda la Península Ibérica, tal como indica la Sociedad Española de Ornitología (SEO - BirdLife).

- Estas rapaces, utilizan acantilados o paredes rocosas para anidar aprovechando, en ocasiones, los frentes de explotación de las canteras para hacer sus nidos.
- Sepiolsa lleva tiempo trabajando en colaboración con diferentes organismos estatales, entre los que se incluyen los Agentes Forestales de la Comunidad de Madrid en la zona de Barajas, un área que presenta elevada presión antrópica sobre el hábitat de estas aves debido al desarrollo urbanístico, al aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas y otras infraestructuras.

Imagen 1. Uno de los pollos de Búho Real recuperado

La Sociedad Española de Ornitología (SEO - BirdLife), fundada en 1954 y desde entonces dedicada a la conservación y protección de las aves, entre ellas el búho real, considera a esta especie como "un formidable depredador capaz de alimentarse de una enorme variedad de presas" desde escarabajos y otros invertebrados hasta conejos, que son la base principal de su alimentación. Siendo la disminución de este, los accidentes con tendidos eléctricos, los atropellos y la caza furtiva, los principales problemas en lo referente a su conservación. Esta ave, puede instalarse en diversos hábitats, aunque prefiere aquellas zonas salvajes con abundantes roquedales, tajos y cortados. (1)

Un buen ejemplo de ello, es la continua anidación que vienen realizando en los frentes de explotación de las canteras que la empresa Sepiol, S.A. (Grupo Minersa) explota en la zona de Barajas. Gracias a la colaboración entre varios organismos estatales, entre ellos, los Agentes Forestales de la Comunidad de Madrid y la empresa SEPIOLSA, se han recuperado cuatro pollos de Búho Real en dos puestas diferentes en 2019, siendo la última, en junio de 2019. Previamente, en marzo de 2017 ya se habían conseguido recuperar cuatro pollos de la misma especie en la misma zona.

Sepiolsa, empresa minera fundada en 1986, es uno de los líderes mundiales en la producción, extracción y comercialización de arcillas especiales (sepiolita, bentonita, hormita, estevensita-kerolita, atapulgita) utilizadas en distintas aplicaciones de la industria (aditivos reológicos, tierras decolorantes, aditivos de alimentación animal, especialidades industriales) y del gran consumo (lechos higiénicos para animales).

En total ya son ocho los pollos de esta especie que se consiguen recuperar con éxito.

Los Agentes Forestales tienen entre otras competencias la de policía, custodia y vigilancia de las especies de flora y fauna silvestre, en particular de aquellas declaradas protegidas en la Comunidad de Madrid como es el caso del búho real que está protegido en el Catálogo Regional como una especie vulnerable. (2)

Desde SEPIOLSA, queremos potenciar en nuestra cultura empresarial, la minería sostenible, a través del cual, la sociedad realiza un aprovechamiento de un recurso respetando siempre el Medio Ambiente y colaborando en todo momento en aquellas propuestas o iniciativas que sirvan para minimizar el impacto que la minería pueda ocasionar.

De esta forma, para respetar el periodo de incubación de éstas rapaces, se ha modificado el plan de actuación en la Concesión de Explotación minera tanto en configuración de las plataformas de relleno con estériles como en las fechas de trabajo, intentando en todo momento evitar molestias a los nidos de Búho y modificando el programa de trabajo para que los pollos pudiesen ser criados hasta que llegase el momento idóneo de su recogida por los Agentes.

Imagen 2. Agentes Forestales descolgándose para acceder al nido.

Bibliografía

1. Sociedad Española de Ornitología. Búho Real. [Internet]. 2008. [Consultado en agosto de 2019]. Disponible en https://www.seo.org/ave/buho-real/
2. Asociación Profesional de Agentes Forestales de la Comunidad de Madrid. *Los Agentes Forestales rescatan a un búho real herido cerca de un colegio*. [Internet]. 2014. [Consultado en agosto 2019]. Disponible en: http://www.agentesforestales.org/noticias/comunidad-de-madrid/1025-agentes-forestales-rescatan-buho-real-herido-colegio.html

VÍDEO PROFESIONAL

En la página web del Colegio y en la del Consejo General, se encuentra el siguiente link de acceso al Vídeo Profesional realizado por el Consejo General:

http://www.consejominas.org/video.asp?video=videoindex

Está alojado en canal Youtube para que pueda verse sin dificultad en cualquier ordenador.

La apuesta de Bill Gates para reinventar la energía solar térmica

Consigue pulverizar el récord histórico de los 575º

Fuente: www.xataka.com/energia/apuesta-bill-gates-para-reinventar-energia-solar-termica-consigue-pulverizar-record-historico-575-grados

La producción de acero, las cementeras o la industria petroquímica son huesos duros de roer. Los requisitos energéticos de la industria pesada y las temperaturas extremadamente altas que suelen usar ciertos de sus procesos requieren millones y millones de toneladas de carbón cada año. Sencillamente, son demasiado para las energías renovables. O lo eran.

Una lupa enorme controlada con un ordenador.

Ahora Heliogen, una startup californiana que cuenta con el apoyo, la financiación y la asesoría de Bill Gates, **ha llevado la energía solar térmica al siguiente nivel**: han conseguido alcanzar más de 1.000 grados solo con la luz del sol.

Se dice pronto, pero según los datos que han hecho públicos **el enfoque de Heliogen está muy cerca de duplicar la máxima cantidad de calor** que, hasta ahora, habíamos sido capaces de producir de esta manera. Y lo han hecho de una forma relativamente sencilla: como dice su fundador, Bill Gross, con "una lupa enorme controlada por computadora".

La cuestión es que en los sistemas tradicionales de energía solar térmica los espejos que se usaban para concentrar la luz del sol en un punto tenían una precisión alta, pero muy mejorable. Heliogen utilizan cámaras de alta resolución para **ajustar la orientación de los espejos al milímetro** y asegurarse de que la luz reflejada se ajusta al milímetro.

Eso es lo que ha permitido pulverizar el anterior récord de esta tecnología que estaba en 575 grados hasta el momento. **Batir la línea de los 950 grados es muy interesante** porque permite empezar a pensar en introducir esta tecnología en el mundo de los procesos industriales pesados.

No es que no se pueda calentar mucho algo tirando de energía eléctrica proveniente de la red eléctrica. Es que como señala Gross, "es extremadamente ineficiente convertir la luz solar en electricidad y luego volverla a usar para calentar". Eso es verdad a cantidades pequeñas, pero a **cantidades grandes es claro cristalino**.

Es decir, la industria pesada es tan voraz que necesita una ayuda extra para funcionar bien. Por eso estas gigantes factorías suelen quemar carbón y otros combustibles fósiles con los que conseguir esas temperaturas. Lo que **supone un problema ambiental enorme**.

A escala global, la producción de cemento es responsable de **un 8% de las emisiones totales de CO_2** y eso es solo uno de las cosas que hace la industria pesada. La compañía cree que, con este sistema, puede ayudar a reducir hasta un 33% de esas emisiones. Parece optimista, pero sea como sea es un paso en la buena dirección.

Cómo convertir las minas de carbón abandonadas en fuentes de energía limpia

Fuente: nuevatribuna.es (08/06/19). Amin Al-Habaibeh, Professor of Intelligent Engineering Systems, Nottingham Trent University

La energía procedente del carbón se ha relacionado con el calentamiento global y la contaminación a nivel mundial. De hecho, se estima que el carbón contribuye al 25 % de los gases de efecto invernadero.

El uso de carbón tiene efectos ambientales negativos graves, desde las etapas de extracción y procesamiento hasta su transporte y combustión, lo que ha ocasionado altos niveles de contaminación. En octubre de 2017, un informe sobre el clima elaborado por un organismo de las Naciones Unidas especializado en meteorología indicó que los niveles de dióxido de carbono aumentaron a una "velocidad sin precedentes" con respecto a 2016.

Históricamente, y a nivel mundial, la minería del carbón contribuyó a la revolución industrial y fue determinante en el desarrollo de la sociedad moderna. Pero desde entonces se han cerrado muchas minas en el Reino Unido y en Europa.

En el Reino Unido, el cierre trajo consigo una época de dificultades económicas y desempleo en muchas comunidades, como se vio en las huelgas de mineros de los años 70 y 80, cuyas consecuencias quedaron reflejadas en la película Tocando al viento (Brassed Off, Mark Herman, 1996).

Pero ¿qué sucede en el interior de las minas de carbón cuando se cierran? Se produce un fenómeno sorprendente: la mayoría de las minas de carbón abandonadas empiezan a producir metano —denominado metano de las minas de carbón, que puede ser una fuente de energía limpia. Se puede usar para generar electricidad a través de motores de gas o, sometido a un tratamiento técnico, alimentar la red de distribución de gas. Sin embargo, con el tiempo, las minas empiezan a llenarse de agua y el metano desaparece casi por completo.

Agua por todas partes

No obstante, esa situación crea otra oportunidad. Las minas de carbón históricas del Reino Unido tienen un espacio vacío residual de aproximadamente 1 000 millones de metros cúbicos. Cuando se inundan, se obtiene una cantidad de agua a temperatura estable que serviría para llenar 400 000 piscinas olímpicas, un volumen descomunal que puede emplearse para generar infraestructuras de calefacción y refrigeración eficientes y reducir las emisiones de carbono.

Pero ¿cómo hacerlo posible? Un análisis publicado recientemente por el equipo de la Nottingham Trent University lo explica. El agua en las minas de carbón se mantiene, por lo general, a una temperatura estable —normalmente entre los 12°C y los 20°C, según la ubicación—, lo que la hace idónea para calentar o refrigerar, tanto edificios como procesos industriales.

Hemos pasado varios años elaborando y ensayando una nueva tecnología. Para ello hemos utilizado dos sistemas, uno en Markham Vale y otro en el Museo Nacional de las Minas de Carbón de Inglaterra. Hemos descubierto que esta tecnología permite utilizar el

agua de las minas para proporcionar energía verde y sostenible a los hogares y las empresas en el Reino Unido.

Oportunidades de aplicación

La tecnología, que se basa en el uso de bombas de calor alimentadas por agua, es sencilla y directa y funciona de manera similar a un frigorífico o un sistema de aire acondicionado. No produce ruido ni contaminación atmosférica y, además, es de tres a cuatro veces más eficiente que un calefactor eléctrico o una caldera de gas corriente.

Para entender cómo funcionan en general las bombas de calor, piense, por ejemplo, en el frigorífico de la cocina. Extrae el calor de los alimentos y las bebidas que hay en el interior y los desvía hacia el entorno circundante por medio de un condensador (que no es más que un radiador) colocado en la parte exterior. Nuestra tecnología emplea un sistema parecido, solo que, en este caso, extraemos el calor del agua que hay en la mina de carbón y lo usamos para calentar edificios.

En el Reino Unido, los programas que emplean la tecnología de extracción del carbón ya bombean cerca de 112 millones de megalitros de agua para fines ambientales. Por ejemplo, para evitar la contaminación del agua potable, las fuentes y los ríos. Esta nueva tecnología podría aprovechar el caudal, que se va a bombear de todos modos, y generar 63 megavatios de calor al año.

Pero existen obstáculos para su implantación. En concreto, la falta de inversión y la ausencia de organizaciones líderes que impulsen el proceso. Esto se debe, en parte, a que sigue siendo una tecnología poco conocida o poco comprendida por muchos inversores.

Sistema de bombeo y conducción de agua de la mina en Mieres. (Amin Al-Habaibeh).

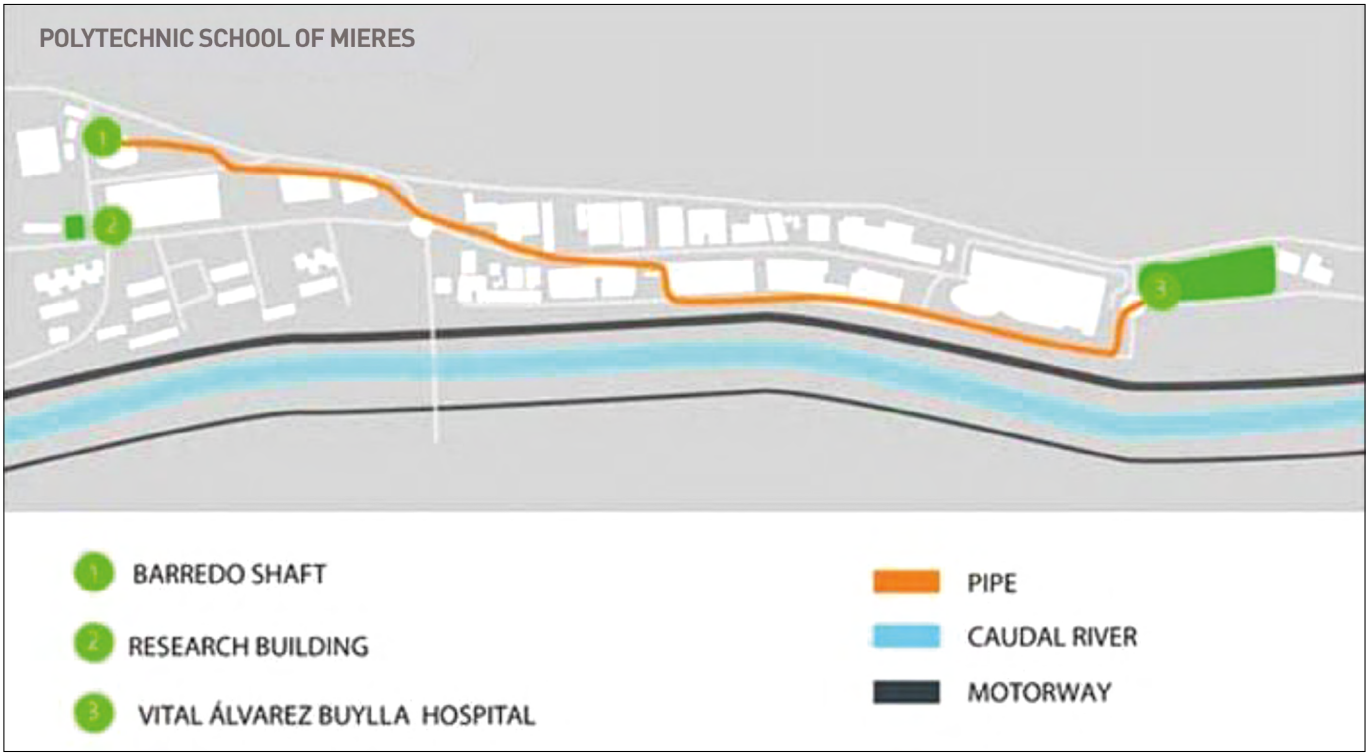
Bombas e intercambiadores de calor en el pozo Barredo. (Amin Al-Habaibeh).

He tenido la oportunidad de visitar las instalaciones durante la ejecución de un proyecto Europeo conjunto llevado a cabo con asociados del mundo académico y de la industria. El centro hospitalario de Mieres, en Asturias, es una de las infraestructuras más grandes de energía geotérmica de España y uno de los ejemplos que mejor ilustran la implantación de esta tecnología en Europa.

Además, falta un modelo claro a seguir en el Reino Unido a la hora de implantar nuevas tecnologías como la que aborda este artículo, no solo desde el punto de vista comercial, sino también contractual y jurídico. Por ejemplo, la mayoría de los constructores de viviendas del Reino Unido y Europa prefieren utilizar tecnologías ya conocidas, como las calderas de gas o los calefactores eléctricos, incluso en zonas donde hay minas de carbón. Para que estas nuevas tecnologías ecológicas tengan éxito, es necesario poner en práctica estrategias amplias que logren convencer a los constructores y a la sociedad.

Dificultades para su desarrollo

Esta tecnología puede integrarse con otros métodos de calefacción y, en muchos casos, la infraestructura existente en los edificios se



Plano de la conducción desde el Pozo Barredo hasta el Hospital Álvarez-Buylla de Mieres (Asturias). Cátedra Hunosa de la Universidad de Oviedo L.M. Lara, I. G. Colinas, M.T Mallada, A.E. Hernández-Battez, J.L. Viesca.

El agua del pozo Barredo se bombea a través de intercambiadores de calor en un sistema de circuito abierto. El calor se transfiere, a través de un sistema de circuito cerrado de unos 2km de longitud, a las instalaciones del hospital, donde la tecnología de bombeo de calor se utiliza en los sistemas de calefacción y refrigeración.

Nuestra investigación muestra que esta tecnología podría dar a las minas de carbón abandonadas del mundo un nuevo impulso ecológico. Sería un legado extraordinario para el sector.

puede usar para implantarla. Asimismo, puede contribuir a reducir las emisiones de carbono y el consumo de energía y, de ese modo, reforzar el cumplimiento de la Directiva de eficiencia energética de la Unión Europea y el Reglamento del plan de oportunidades de ahorro energético (ESOS) del Reino Unido.

Asturias, un buen ejemplo

En España, las principales regiones mineras del norte son Asturias, Aragón y Castilla y León. Según Reuters, en 2016 se planificó el cierre de 26 minas de carbón no competitivas. Con apoyo financiero de Bruselas, el objetivo era que la operación concluyera como muy tarde a finales de 2018, de conformidad con la reglamentación de la Unión Europea relativa al cierre de minas no rentables.

Con el fin de que las minas de carbón cerradas se conviertan en un activo y no una carga, y de apoyar el desarrollo ambiental y económico, investigadores españoles han trabajado activamente para estudiar el modo de aprovechar las minas cerradas.

De acuerdo con estos expertos, las galerías inundadas de la explotación minera de Barredo-Figaredo se pueden usar como embalses que, tras un tratamiento adecuado, podrían abastecer de agua a más de 39 000 personas. Pero, sobre todo, el agua se puede utilizar en sistemas de calefacción y refrigeración.

Los investigadores también estiman que la transferencia de esta tecnología al resto de las minas del área central de Asturias podría representar una capacidad de suministro de unos 260 gigavatios/hora al año, lo que conllevaría una importante reducción de las emisiones de carbono.

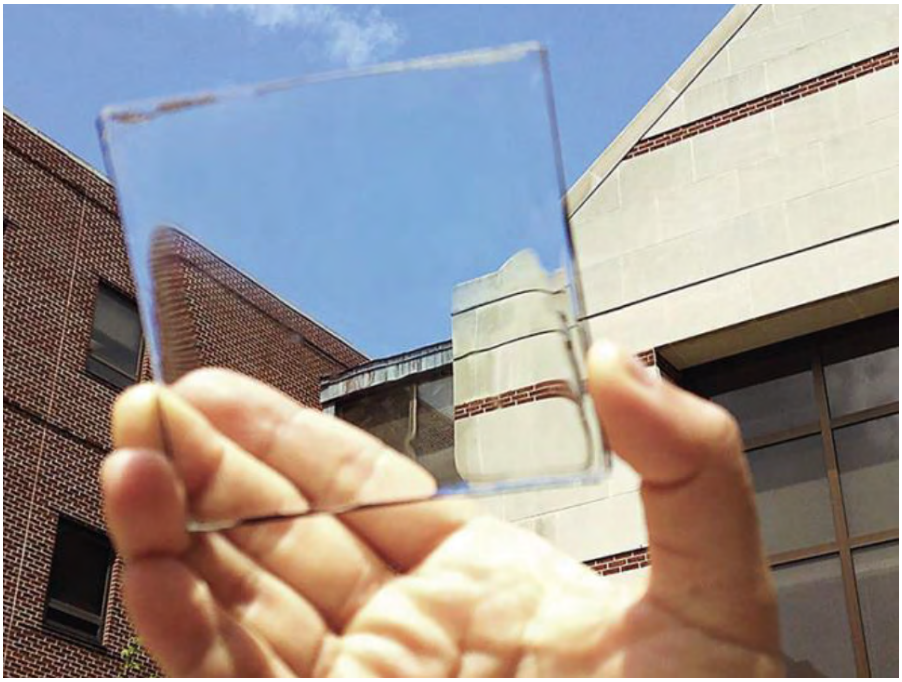
Actualmente, el Hospital Vital Álvarez Buylla de Mieres (también en Asturias) está implantando sistemas de calefacción y refrigeración que utilizan el agua procedente del sistema de las minas de Barredo-Santa Bárbara a través del pozo Barredo.

También se aprovecha la misma fuente de agua para la calefacción de uno de los edificios de la Universidad de Oviedo, en el campus universitario de Mieres, con unos 3,5 megavatios de calor. El sistema se ha diseñado para un funcionamiento continuado, y equivale a la combustión de más de 12 000 toneladas de carbón al año, un ahorro que permite evitar más de 10 000 toneladas de emisiones de dióxido de carbono.

Paneles solares 100% transparentes que producen energía

Fuente: NSF Public Affairs - Resumen y traducción José Luis de Juan García, Colegiado 1.124

El abastecer las grandes construcciones con energía renovables supone siempre un reto, las soluciones típicas se centraban en **placas solares** en las azoteas, utilizar instalaciones geotérmicas o que la energía viniera de una fuente externa principalmente promovido por dos hándicaps importantes, no hay espacio para colocar paneles solares sin reducir la visión de los ocupantes o mermando la estética del edificio.



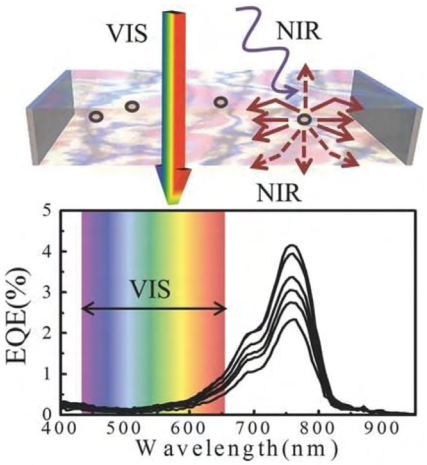
¿Qué pasaría si las ventanas de los edificios producen energía solar?... Desde luego parecía una hazaña muy lejana dado que hasta ahora este tipo de diseño **era solamente un 70% transparente o limitaban completamente la visibilidad.**

Como solución a la respuesta, los investigadores de la Universidad de Michigan han creado **paneles solares transparentes**, 100% Transparentes. Células fotovoltaicas de energía solar 100% transparentes que van a revolucionar probablemente el abastecimiento de **energía renovable** de esos grandes rascacielos con ventanales inmensos

> "Las células solares altamente transparentes representan la tendencia de futuro en la que debemos incidir en las nuevas aplicaciones solares", dijo Richard Lunt, profesor adjunto de Ingeniería Química y Ciencia de Materiales en la Universidad de Michigan

Los investigadores llaman a este panel **"transparent luminescent solar concentrator"** más o menos como el concentrador solar transparente luminiscente, que hace uso de moléculas orgánicas. Con su vidrio 100% claro, tiene la capacidad de absorber la luz ultravioleta y luces infrarrojas. Las células solares fotovoltaicas reúnen la luz y la convierten en electricidad.

- Su raíz son pequeñas moléculas orgánicas capaces de absorber determinadas longitudes de onda de la **luz solar** que son invisibles para el ojo humano



Espectrografía VIS-NIR. EQE(%) Eficiencia Energética – Wavelength longitud de onda (nm). Región espectral del infrarrojo cercano (NIR) del inglés (Near Infra Red)

Desde luego la nueva tecnología es prometedora, pero se debe hacerse mucho más eficiente. En base en los resultados del estudio, **la versión actual tiene una eficiencia del 1%. Idealmente, esto se podría aumentar a un 5%. Por otra parte, las células solares de color pueden tener hasta 7%.**

- La **tecnología del vidrio fotovoltaico** utiliza un **revestimiento fotosensible** para el cristal, que puede ofrecer diversos grados de transparencia, y que sirve para transformar en electricidad la energía solar que recibe. Una de las empresas más avanzadas del sector sería la estadounidense **New**

Energy Technologies, que ha desarrollado un líquido fotovoltaico aplicable a cualquier superficie transparente de forma prácticamente invisible. Esta proeza se logra filtrando la radiación ultravioleta e infrarroja imperceptible para el ojo humano a través de un concentrador solar transparente luminiscente (TLSC).

Según el Laboratorio Nacional de Energía Renovable, las tecnologías solares pueden tener eficiencias que van desde el ocho por ciento a casi cuarenta por ciento, dependiendo de las propiedades particulares. Un panel convencional tipo tiene una eficiencia de alrededor del 15%. Las nuevas células son menos eficientes que los fotovoltaicos tradicionales que absorben una mayor gama de longitud de onda, pero que podrían permitir la recolección de energía en superficies que de otro modo, nunca se pueden utilizar para generar energía.

Si hace poco hablábamos de un **spray que cambiará el concepto de placa solar** ahora nos vuelven a sorprender con una novedad que tiene multitud de aplicaciones y mucho porvenir.

Junto con la **pintura fotovoltaica** a partir del material de moda –el grafeno– el vidrio fotovoltaico promete, pues, cambiar radicalmente el panorama energético. Las lunas de los vehículos del futuro podrían utilizar **vidrios fotovoltaicos** o incluso, por qué no, las mismísimas gafas con las que quizá estés leyendo este artículo.

La próxima generación de invernaderos puede funcionar con energía solar

Muchos invernaderos podrían volverse neutrales en energía mediante el uso de paneles solares transparentes para recolectar energía, principalmente de las longitudes de onda de luz que las plantas no usan para la fotosíntesis. Esos son los hallazgos de la investigación financiada por la Fundación Nacional de Ciencias realizada por investigadores de ingeniería, biología vegetal y física en la Universidad Estatal de Carolina del Norte.

“Las plantas solo usan algunas longitudes de onda de luz para la fotosíntesis, y la idea es crear invernaderos que generen energía a partir de esa luz no utilizada mientras permiten que pase la mayor parte de la banda de luz fotosintética”, dice Brendan O’Connor, autor correspondiente del estudio.

“Podemos hacer esto mediante el uso de células solares orgánicas, ya que nos permiten ajustar el espectro de luz que absorbe la célula solar, para que podamos centrarnos en las longitudes de onda de luz que las plantas no usan. Sin embargo, hasta ahora no estaba claro cuánta energía podría capturar un invernadero si estuviera usando estas células solares orgánicas semitransparentes, selectivas de longitud de onda”.

Para abordar esa pregunta, los investigadores utilizaron un modelo computacional para estimar cuánta energía podría producir un invernadero si tuviera células solares orgánicas semitransparentes en su techo, y si eso sería suficiente energía para compensar la cantidad de energía que el invernadero requiere para operar efectivamente. El modelo fue desarrollado para estimar el uso de energía para invernaderos que cultivan tomates en ubicaciones en Arizona, Carolina del Norte y Wisconsin.

“Gran parte del uso de energía en los invernaderos proviene de la calefacción y la refrigeración, por lo que nuestro modelo se centró en calcular la carga de energía necesaria para mantener el rango de temperatura óptimo para el crecimiento del tomate”, dice O’Connor. “El modelo también calculó la cantidad de energía que produciría un invernadero en cada ubicación cuando las células solares se colocaran en su techo”.

“Este proyecto es un excelente ejemplo de cómo los investigadores de diferentes disciplinas pueden unirse para beneficiar sistemas de alimentos, energía y agua altamente conectados en los Estados Unidos mediante la creación de tecnologías nuevas, de menor costo y más eficientes”, dice Brandi Schottel, directora del programa. Para las innovaciones de NSF en el programa Nexus of Food, Energy and Water Systems.

Los resultados se publican en la revista *Joule*.

‘Manual de control de vibraciones y onda aérea’
Minería y obra pública

Formato: 17 x 24 cm
320 páginas
Tapa dura

La industria de los explosivos aunque parezca muy antigua tan solo tiene, dejando la pólvora aparte, unos 150 años de historia.

Si en algo se ha caracterizado este sector ha sido por la búsqueda y el hallazgo de nuevos explosivos cada día más seguros, tanto en su fabricación como en su manipulación, lo cual ha conllevado a la necesidad de desarrollar sistemas de iniciación innovadores. Estos últimos han permitido no sólo generar procesos de detonación más enérgicos con los que se aprovecha mejor la energía de tensión, coadyuvando por medio de la secuenciación a conseguir una mejor fragmentación y también un mayor control de las principales alteraciones ambientales.

Aparece así la variable tiempo, pero no solo para establecer un orden de salida o detonación de las cargas de explosivo, sino incluso una reducción sustancial de la cantidad de explosivo que detona instantáneamente. Se logra así configurar un tren de ondas como una cadena sucesiva de eventos sísmicos de menor magnitud y que en pura teoría podrían llegar a anularse unos con otros al disponerse ya de detonadores electrónicos con una elevada precisión. Llegará un día en el que esto será rutinario y, aparentemente, desaparecerán las quejas y reclamaciones debidas a esas ondas elásticas que se propagan a través del terreno y del aire.

Se plantea aquí la necesidad de seguir investigando sobre cómo serán las voladuras del futuro, que nos atrevemos a afirmar que serán aquellas con las que se conseguirá una buena fragmentación, sin apenas vibraciones, ni onda aérea, ni proyecciones, ni polvo, etc., es decir voladuras ecoeficientes.

Tal y como se ha demostrado en diversos estudios y proyectos de investigación, el consumo de energía que tiene lugar en una voladura convencional en las citadas alteraciones ambientales es muy elevado. Siendo, curiosamente, algunas de estas las que llaman la atención del público profano en estas materias.

No es infrecuente que en aquellos lugares en los que se consume habitualmente explosivos, como es el caso de las canteras para áridos, o de manera más esporádica como sucede con las obras de carreteras, surjan reclamaciones y quejas, que en ocasiones se ven más agravadas, cuando, sin conocimiento de estas materias de la tecnología de explosivos, se exige reducir el consumo específico de explosivo, se limita de manera arbitraria la cantidad máxima de explosivo por voladura, etc. Estas decisiones lejos de solucionar la problemática de las vibraciones terrestres, la acrecienta, al ignorar como suceden los procesos de fragmentación de las rocas

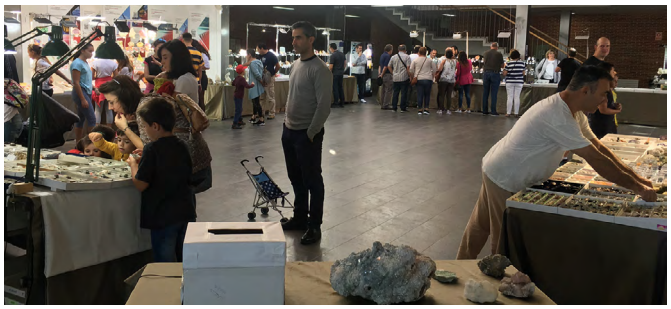
Por todo ello, confiamos en que este Manual sirva para sentar las bases de ese proceso innovador que nos conducirá hacia las voladuras, tal vez menos espectaculares, pero si más eficientes en términos energéticos, técnicos, sociales y, por encima de todo, de seguridad, etc.

Finalmente, manifestar nuestro agradecimiento a todos aquellos que han contribuido con sus conocimientos y generosidad a plasmar en estas páginas una pequeña Minería y Obra Pública

Nuestro colegio en la Escuela Politécnica Superior de Ávila

Celebración de la tradicional feria de bienvenida

Feria de minerales (octubre 2019)



GUÍA DE PROYECTOS DE DEMOLICIÓN

En las páginas Web del Consejo General y del Colegio, se ha puesto a disposición de los colegiados la **Guía de Proyectos de Demolición**.

Se trata de una extensa Guía que contiene todo lo que debe tenerse en cuenta al hacer un proyecto de demolición para presentar ante las Administraciones públicas competentes.

No se puede imprimir, pues se pretende que esté permanentemente actualizada con cualquier novedad en normativa o lo que sea en tiempo real por ello es un documento de consulta.

El link para CONSULTA directa y gratuita por ser colegiado, es el siguiente:

https://view.joomag.com/aeded-guia-sobre-el-proyecto-de-demolicion/M0516267001578043248

Wolters Kluwer

Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Técnicos de Minas y Grados en Minas y Energía

Curso Oficial de Piloto Avanzado de RPAS (Drones)

Especialización en Vuelo Fotogramétrico e Introducción al Sistema LiDAR embarcados en RPAS

Programa desarrollado en colaboración con:

AEROMEDIA ESPECIALISTAS EN DRONES

La reciente publicación de la **nueva Ley de Drones (RD 1036/2017)** implica una serie de modificaciones que puedes convertir en oportunidades. Consigue el Certificado Ofcial de PILOTO AVANZADO RPAS y obtén tu gran ventaja competitiva.

Por qué realizar este curso

1. Único programa con **1 instructor por cada 2-3 alumnos y especialización en fotogrametría con drones.**
2. Con un módulo de Introducción a **sistemas LiDAR** embarcados en drones donde se explicarán múltiples aplicaciones prácticas de esta tecnología revolucionaria en RPAS.
3. **Aprendizaje individualizado** y personalizado gracias a las ventajas de la formación e-learning.
4. Prácticas de captación de datos en vuelo sobre **escenarios reales** propuestos por los colectivos interesados.
5. Planificación de rutas para vuelos fotogramétricos: **aplicación práctica a la minería**.
6. Instrucción en los sistemas de programación de vuelos más utilizados en el entorno profesional.
7. Uso práctico de distintos sensores instalados en RPAS de cualquier segmento de peso por debajo de 25Kg MTOW.
8. **Inmersión en el uso profesional de los RPAS** como herramienta de alta capacidad y sus posibilidades en tareas de inspección, producción y actividad minera.

Formación Oficial

- Formación **Teórica Básica** RPAS (50h)
  Curso e-learning con examen presencial.
- Formación **Teórica Avanzada** RPAS (10h)
  Curso e-learning con examen presencial.
- **Práctica Oficial Completa.**
  Prácticas de vuelo de 4 horas, clase teórica sobre aspectos prácticos de la aeronave y prueba final de pericia.

Formación de Especialización

- **Especialización en fotogrametría con drones**
  Curso e-learning (10h) con prácticas de captación de datos en vuelo.
- **Introducción al Sistema LiDAR**
  Curso e-learning (10h) y 2h de clase presencial.

Modalidad: e-learning

Fecha inicio: 17/06/2020
(Fecha fin admisión: 10/06/2020)
Fecha fin: 14/10/2020

Con el apoyo docente de reconocidos **expertos en la materia**

Acceso a la biblioteca inteligente profesional ***Smarteca***

Prácticas de vuelo en Madrid, con la posibilidad de realizarlas en todo el territorio español para grupos reducidos de alumnos (solicitar información al respecto).

Potencia tu **Networking**

Certificado Oficial de **PILOTO AVANZADO RPAS**

Precio Total	Precio Ingenieros Colegiados (30% descuento)
~~1.845€~~	**1.291,5€**

Precio especial **30% de descuento** para ingenieros colegiados, precolegiados y universitarios de último año de carrera.

Más información

Para más información así como para formalizar la matricula, pueden ponerse en contacto con **Luís Antonio Durán**, en el teléfono **699 49 77 51**, o por e-mail **aduran@wke.es**

Wolters Kluwer

Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Técnicos de Minas y Grados en Minas y Energía

Incluye un acceso durante un año a **CISSLAB (Prevención de Riesgos Laborales)**, Base de Datos que incluye especialización en PRL valorada en 779€.

Formación

Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales

La Prevención de Riesgos Laborales continúa siendo una materia imprescindible en todas las empresas. Por este motivo la demanda de profesionales orientados y formados en PRL es cada vez mayor en el mercado.
Consigue el título máster y obtén tu gran ventaja competitiva.

Metodología

Una metodología didáctica **online** cuyo objetivo es que dispongas de tu propio ritmo de estudio, decidiendo cuándo y cómo estudiar y, por tanto, totalmente compatible con tu actividad profesional. Podrás acceder desde cualquier lugar al **aula virtual** donde encontrarás el temario del máster y la documentación de soporte. Contarás con un seguimiento y atención personalizados proporcionados por los tutores en la misma plataforma y también por correo electrónico y vía telefónica. Tendrás un **aprendizaje activo y colectivo**, a través del intercambio de conocimiento y experiencias en los foros. Contarás además, con el apoyo de **sesiones síncronas**.

La evaluación será **continua y formativa** y se adaptará al carácter de las asignaturas y de las competencias a evaluar. La nota final será la media, según la **ponderación** establecida de la calificación de las distintas actividades de cada asignatura: test de evaluación, casos prácticos, cuestionarios de preguntas cortas, test de seguimiento y participación en las diferentes actividades del aula virtual.

Programa

Permite cursar el **Título de Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales**, adaptado al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), nivel 3 del MECES y nivel 7 del EQF.

Incluye las 3 especialidades:
- Seguridad
- Higiene
- Ergonomía

Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales

por la Universidad Francisco de Victoria con **3 especialidades**: **Seguridad**, **Higiene** y **Ergonomía**.

Precio del Máster Completo
2.950€

Descuento por inscripción anticipada del 10% sobre honorarios de matrícula
2.704€
Antes del 15 de septiembre
(si quedan plazas disponibles)

- Créditos: 60 ECTS
- Modalidad: e-learning
- Fecha inicio: **22/10/2020**
  (Fecha admisión: 28/09/2020)
  Fecha fin: **Mayo/2021**
- Con el apoyo docente de reconocidos **expertos en la materia**
- Precio total del Máster: 2.950€
  (Posibilidad de pago fraccionado)
  Antes del 15 de septiembre precio por inscripción anticipada: 2.704€
- Programa **bonificable** en los seguros sociales (Fundación Estatal para la Formación en el Empleo- FUNDAE).
- Acceso a la base de datos **CISS Prevención Riesgos Laborales**
- Potencia tu Networking
- Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales por la **Universidad Francisco de Vitoria**. Verificado por la ANECA.
- Descuentos a reconocidas obras en PRL de Wolters Kluwer:
  50% descuento Base de datos CISS Prevención, 35% descuento Revista Gestión Práctica Riesgos Laborales, 15% descuento en Anuarios TODO PRL y Prontuario PRL.

Infórmate ahora

Para más información así como para formalizar la matricula, pueden ponerse en contacto con **Luís Antonio Durán**, en el teléfono **699 49 77 51**, o por e-mail **aduran@wke.es**

Wolters Kluwer

Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Técnicos de Minas y Grados en Minas y Energía

Formación

Programa de especialización

Excel y proyecciones financieras para empresas y despachos

Adquiere las competencias y capacidades propias para elaborar y utilizar unas proyecciones financieras claras,completas y detalladas como herramientas de análisis.

Plan de estudios

Curso 1: Excel
Formulación, análisis de sensibilidad y modelizacion financiera.

Curso 2: Modelos financieros
Construcción de un modelo financiero y cálculo de los flujos de caja.

Curso 3: Business Plan Iniciación
Gestión de negocios y toma de decisiones estratégicas adecuadas.

Curso 4: M&A iniciación
Construcción de los estados financieros, el DCF, LBO y análisis del modelo de M&A.

Píldoras coplementarias de aprendizaje

- Operating (29 píldoras)
- Financing (20 píldoras)
- Excel (18 píldoras)
- VBA (2 píldoras)

Duración: 75 horas

Modalidad: e-learning

Fecha inicio: 29/09/2020
Fecha fin: 25/11/2020

Con el apoyo docente de reconocidos **expertos en la materia**.

Programa **bonificable** en los seguros sociales (Fundación Estatal para la Formación en el Empleo- FUNDAE)

Acceso a la biblioteca inteligente profesional ***Smarteca***

Potencia tu **Networking**

Acceso al examen para **Certificación modex®**

Metodología

El programa se imparte en modalidad e-learning que permite estudiar dónde y cuándo quieras. Se desarrolla totalmente a través de Internet en nuestro Campus Virtual. Para el seguimiento contarás con un Coordinador Académico que te apoyará y orientará en el desarrollo del curso.

El contenido se estructura en unidades en formato de , con una parte teórica para afianzar los conceptos generales , que se complementa con la resolución de casos prácticos en Excel.

Además tendrán lugar Encuentros digitales, en tiempo real, donde el docente desarrollará un tema en concreto. La grabación estará disponible posteriormente en el Campus Virtual para su consulta.

El curso está pensado para profesionales que podrán compatibilizar su seguimiento con su actividad profesional, siendo de obligado cumplimiento las fechas de finalización y entrega de actividades fijadas al comienzo del programa.

Con un profesor especializado a tu disposición para impartir la materia y resolver cualquier duda que te surja y acceso a herramientas Wolters Kluwer relacionadas con la materia.

modelandum

Los alumnos pueden obtar a la **certificación modex®** , examen acreditado por EFFAS (European Federation of Financial Analysts Societies) en modelización financiera.

Precio Curso	Precio Ingenieros y Arquitectos Técnicos Colegiados (15 % de descuento)
~~720€~~	612€

Examen de Certificación en modelización financiera: **115€**

Para más información así como para formalizar la matricula, pueden ponerse en contacto con **Luís Antonio Durán**, en el teléfono **699 49 77 51**, o por e-mail **aduran@wke.es**

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS Y GRADOS EN MINAS Y ENERGÍA

MADRID, ÁVILA, CUENCA, GUADALAJARA, SALAMANCA, SEGOVIA, TOLEDO VALLADOLID Y ZAMORA

Calle Almagro, 28 - 28010 Madrid
Tel.: 913 08 28 42
secretaría@coitm.org - webcolegio@coitm.org