

Energía y medio ambiente: Propuestas para un desarrollo sostenible

Francisco Mata Cabrera

Para que la actividad humana sea respetuosa con el medio ambiente, es necesario racionalizar el consumo de energía y potenciar las energías alternativas

Cualesquiera que sean las actividades que desarrolle el hombre requieren una cierta cantidad de energía. En un proceso productivo típico como es la fabricación de automóviles se consumen, además de materias primas, importantes cantidades de energía eléctrica que, traducido en energía primaria, supone un gasto elevado de carbón o gas natural, por ejemplo.

Los conceptos de energía y medio ambiente se encuentran íntimamente relacionados: por una parte, la utilización de energías de origen fósil genera una serie de impactos sobre el medio ambiente, desde la extracción de la materia prima, hasta su transformación y aprovechamiento, y por otra, se trata de recursos no renovables, circunstancia preocupante desde el punto de vista del desarrollo de la sociedad.

Ciertamente, existen, hoy por hoy, alternativas reales a las fuentes de ener-

gía convencionales que, además de garantizar nuestro bienestar, contaminan en menor medida el medio que nos rodea.

Por otra parte, la utilización de energías no renovables debe ser objeto de evaluación e investigación, con el fin de conseguir mejoras de eficiencia energética en los diferentes procesos productivos.

Las políticas de gestión y ahorro de la energía deben propiciar, desde la concienciación de todos, un consumo más racional de energías de origen fósil y la sustitución progresiva por energías renovables.

Aprovechamiento de recursos fósiles

El desarrollo espectacular de la tecnología, el crecimiento demográfico mundial y la constante sobreexplotación de los recursos naturales han levantado la voz de alarma sobre las reservas de materias primas y energía. Téngase en cuenta que,

por ejemplo, el consumo de combustibles de origen fósil se ha triplicado desde 1960.

La utilización de estas fuentes de energía, con unos costes relativamente bajos, ha permitido el desarrollo y el progreso de la industria.

El aprovechamiento de recursos energéticos de origen fósil comporta, fundamentalmente, dos problemáticas:

- son recursos agotables que, debido al fuerte consumo de las últimas décadas, han visto muy mermadas sus reservas,
- su explotación y utilización supone importantes impactos sobre el medio ambiente (gases invernadero, residuos líquidos y sólidos, etc., que tienen repercusiones directas sobre la vida, sobre el clima...).

El consumo desmesurado de recursos no renovables está evidenciando que la política energética, a nivel mundial, es marcadamente insostenible –y ponemos



el acento, precisamente, en el carácter insostenible desde las dos vertientes apuntadas.

En las *tablas 1 y 2* quedan recogidos los consumos de energías no renovables en diferentes regiones del planeta a lo largo de tres décadas en las que el espectacular desarrollo de la industria originó incrementos muy significativos en el consumo de energía. Especialmente destacables son los casos del petróleo, del gas natural y del uranio.

A título orientativo, en las *tablas 3 y 4* se ofrece una estimación de las reservas totales de los recursos energéticos no renovables.

En las *figuras 1 y 2* se presentan sendas estimaciones de las reservas mundiales de petróleo y carbón, por zonas.

La reducción de las reservas conocidas de energía fósil debe llevarnos, primeramente, a la exploración y beneficio de nuevos yacimientos, aún cuando ten-

Fuentes de energía	1960	1970	1980	1985	1990
Carbón	65	71	84	90	97
Petróleo	48	102	14	155	174
Gas natural	19	43	60	71	81
Hidráulica y geotérmica	7	12	16	18	20
Nuclear		<1	13	36	67
Total	139	229	313	370	439

Tabla 1. Consumo mundial de energía por fuentes. 1960-1990. Unidad: 10^{18} J.

Región	1960	1970	1980	1985	1990
Estados Unidos	47	71	91	109	129
Europa occidental	29	49	66	79	92
Japón	4	13	22	28	36
Rusia, Europa oriental y China	41	61	86	99	115
Resto del mundo	19	35	48	55	64
Total	139	229	313	370	436

Tabla 2. Consumo de energía por región, 1960-1990. Unidad: 10^{18} J.

RESUMEN

En este artículo se analizan algunas de las políticas recomendables para promover el ahorro energético y favorecer así el desarrollo sostenible, integrando el progreso de las sociedades desde un claro espíritu de conservación de la Naturaleza. En este sentido, se apuesta por la educación ambiental, desde las primeras etapas de escolaridad, que debe ser continuada, para que los jóvenes asuman un compromiso firme con los valores ambientales. La utilización de la energía se convierte así, desde esta perspectiva, en un tema interdisciplinar.

Se impone, por tanto, la necesidad de ahondar en aspectos como la evaluación de los recursos energéticos, la mejora de la eficiencia de los procesos, la cogeneración, el aprovechamiento de energías renovables, etc. Esto, sin duda, exige una clara predisposición por parte de las instituciones políticas y de los agentes económicos para abordar con urgencia aspectos de tal importancia.

gan inferiores leyes y, en segundo lugar, a la mejora de la gestión y del aprovechamiento de la energía, introduciendo cambios en los procesos productivos que hagan aumentar su rendimiento energético, y reutilizando los excedentes siempre que sea posible.

Además de estas actuaciones inmediatas, urge también la evaluación de las posibilidades de utilización de otro tipo de energías de carácter renovable que, por otro lado, resultan ser más limpias.

En cuanto a los efectos negativos que sobre el medio ambiente tiene la utilización de recursos energéticos fósiles, distinguiremos los siguientes, en función del medio receptor:

- afecciones sobre el suelo y el paisaje (excavaciones, vertederos, lixiviados, residuos radioactivos, instalaciones...),
- afecciones sobre el agua (efluentes de lavado, mareas negras...),
- afecciones sobre la atmósfera (CO₂, SO₂, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos inquemados...).

Se ha demostrado que los impactos generados por la explotación de recursos fósiles pueden ser reducidos en gran medida si se utilizan las técnicas adecuadas. Como ejemplo tenemos la minería de carbón a cielo abierto que utiliza la descubierta como método de extracción del mineral, de manera que la zona explotada va siendo, progresivamente, recuperada, tanto en relieve como en vegetación (Ej: ENCASUR en Puertollano-Ciudad Real).

Energías renovables

Se entiende por fuentes de energía renovables aquellas cuyo aprovechamiento no se encuentra reducido a ciertas cantidades, sino que su disponibilidad es, en principio, ilimitada, si bien puede estar sujeta a variables climáticas, como ocurre con la energía solar.

Región	Combustibles fósiles	Uranio	Total
África	1.237	209	1.466
Asia	6.454	3	6.457
Europa	3.065	49	3.114
Rusia	4.619	12	4.631
América del Norte	15.680	446	16.126
América del Sur	471	13	484
Oceanía	513	105	636
Total	32.057	837	32.894

Tabla 3. Reservas mundiales conocidas de energía no renovable. Unidad: 10¹⁸ J.

Región	Comb. sólidos	Petróleo bruto	Gas natural	Esquistos y arenas bituminosas
África	382	556	213	86
Asia	2.750	3.330	456	918
Europa	2.720	60	162	123
Rusia	3.510	352	610	147
América del Norte	5.350	318	402	9.610
América del Sur	53	329	64	25
Oceanía	485	10	26	10
Total	15.250	3.955	1.933	10.919

Tabla 4. Reservas mundiales de combustibles fósiles. Unidad: 10¹⁸ J.

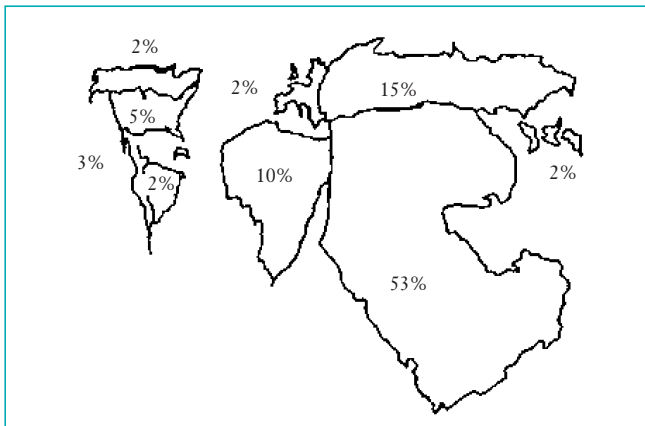


Figura 1. Reservas mundiales de petróleo.

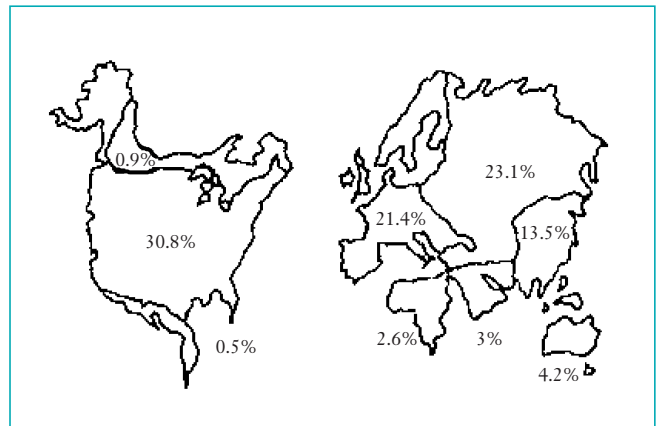


Figura 2. Reservas mundiales de carbón.

Actualmente, existen tecnologías desarrolladas para el aprovechamiento de la energía del sol, del viento, de las mareas y del calor terrestre, principalmente.

Junto a estas fuentes de energía citamos la energía hidráulica que, aunque podemos considerarla a caballo entre las convencionales y éstas, es también una energía renovable.

Además, debemos incluir dentro de este grupo aquellas energías alternativas ligadas a la reutilización de determinados recursos como la biomasa, los residuos orgánicos, etc.

Otro campo en auge es el de los cultivos energéticos, especialmente encaminado a la producción de biocombustibles, que vienen a constituir una alternativa real a los derivados del petróleo.

Se trata de fuentes de energía que permiten el aprovechamiento directo de energía primaria, en muchos casos (energía calorífica del sol aplicada a sistemas de calefacción y ACS en viviendas, a procesos de desalinización del agua del mar, etc.), y, por supuesto, la transformación en energía eléctrica, por diferentes procedimientos, para el aporte a la red.

Las energías aquí enmarcadas también generan impactos ambientales, en particular de carácter visual (aerogeneradores, presas hidráulicas, etc.), pero, sin

lugar a dudas, sus efectos negativos vienen a ser, comparativamente con las energías fósiles, irrelevantes. Se les puede asignar, por tanto, el calificativo de limpias.

Se presentan, finalmente, a título de ejemplo, dos tablas con algunos datos significativos. La primera de ellas (*tabla 5*) destaca el potencial de la energía hidráulica a nivel mundial y la tendencia en el grado de aprovechamiento. La segunda (*tabla 6*) ofrece algunas aplicaciones interesantes de la energía solar fotovoltaica.

Gestión de la energía

Como base para la gestión de la energía se debe partir del análisis energético ("contabilidad energética"), término que implica el conocimiento de los flujos de energía globales en cualquier proceso y de los consumos y costes de cada etapa concreta. Este análisis, si trasciende las consideraciones termodinámicas y económicas, y pone también en juego determinados parámetros ambientales, pasa a ser un balance o análisis eco-energético.

En la fabricación de cualquier producto se consume energía no solo en las diferentes fases de elaboración, sino también en la extracción y preparación de las materias primas, en la construcción de la maquinaria e instalaciones uti-

lizadas, etc. El conocimiento del consumo de energía a lo largo del proceso sentará las bases para la introducción de mejores tecnologías y de eficiencia energética que reduzcan las cifras iniciales.

En la realidad, se dan situaciones paradójicas que denotan claras deficiencias en la gestión energética. Sirva como ejemplo el siguiente dato: aprovechamos sólo una mínima parte de las potencialidades que nos ofrece la energía solar, capaz de suministrar hasta 10.000 veces la energía que necesita todo el planeta, y, al mismo tiempo, sufrimos las consecuencias de las fluctuaciones en el precio del barril de petróleo...

De acuerdo con el diagrama de transformaciones energéticas, en cualquier proceso sólo una parte de la energía es la que se aprovecha finalmente para el desarrollo de trabajo útil. Los rendimientos, en general, son bajos, de forma que el consumo de energía necesario es elevado. En consecuencia, resulta capital la investigación operativa encaminada a la optimización de los flujos de energía, reduciendo pérdidas y aumentando rendimientos (*figura 3*).

Pues bien, con objeto de conseguir mejoras en la gestión de la energía, proponemos a continuación una serie de medidas, cuyo estudio en profundidad se escapa del cometido de este trabajo:

- racionalización del consumo de energía, sólo posible si se produce un cambio cultural,
- introducción de mejoras de eficiencia energética en las diferentes transformaciones,
- reducción de pérdidas en el transporte,
- actualización de instalaciones y procesos industriales,
- implantación sistemática de proyectos de cogeneración,
- aprovechamiento de residuos para producción de gases combustibles,
- centralización de las instalaciones básicas de los edificios,
- utilización de biomasa en sistemas de calefacción.

Mención especial merece el aprovechamiento de la energía solar en el diseño de los edificios, contemplando variables como la orientación, la luminosidad, el aislamiento térmico en cerramientos, las captaciones de energía solar térmica mediante colectores solares, la utilización de la ventilación natural cruzada para la refrigeración... Estas y otras cuestiones suponen, sin duda, una minimización de los gastos de energía para calefacción, refrigeración e iluminación tanto

Región	Potencial (10 ⁶ kW)	% de recursos utilizados
América del Norte	313	28
América del Sur	577	2
Europa occidental	158	59
África	780	1
Oriente próximo	21	8
Sureste asiático	455	2
Extremo oriente	42	50
Oceanía	45	16
Rusia y China	466	9
Total	2.857	10

Tabla 5. Potencial mundial de energía hidráulica.

Aplicación	Sistema actual	Sistema fotovoltaico	
		kw	Requisitos
Generadores portátiles	Grupos gasolina	2-12	Convertidor Almacén batería
Iluminación viaria	Red	0.35	Convertidor Almacén batería
Bombeo agua	Grupos gasolina	1	Convertidor
Nevera	Red	0.28	Convertidor

Tabla 6. Ejemplos de aplicación de la energía solar fotovoltaica.

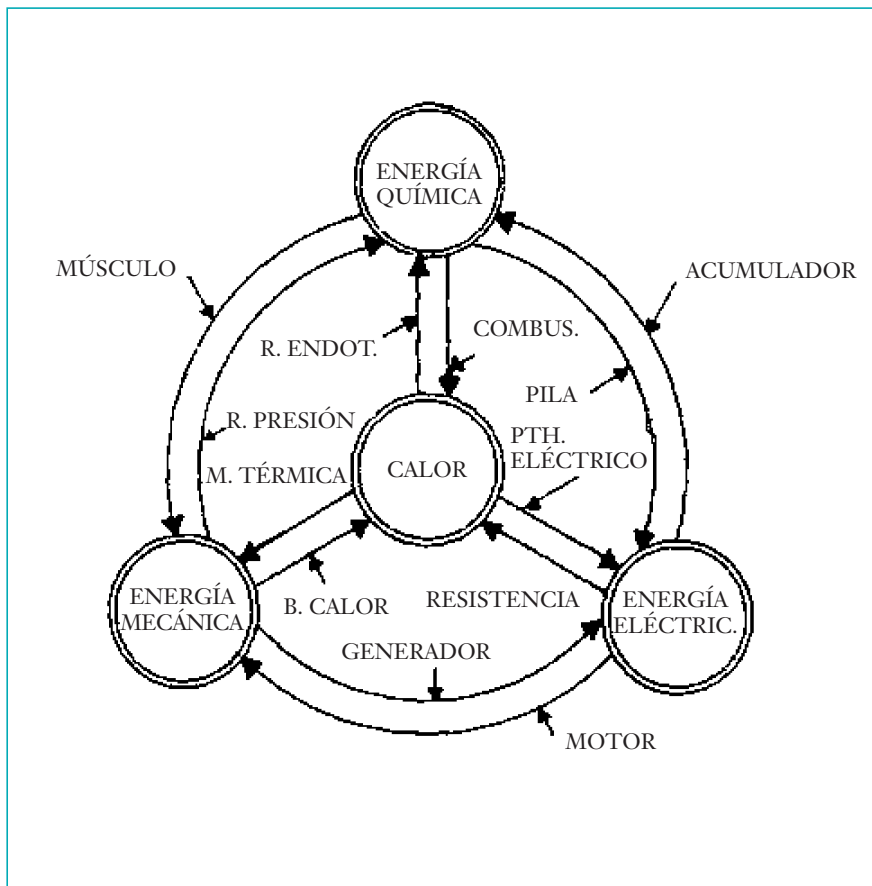


Figura 3. Diagrama de Thiring.

en viviendas como en locales industriales y comerciales. Próximamente se iniciará la construcción de 4.000 viviendas bioclimáticas en la ciudad de Pamplona. Se trata de un proyecto con iniciativa pública, en el que se ponen en práctica criterios de ahorro energético como los que acabamos de mencionar.

Por otra parte, en determinados casos, los procedimientos técnicos para hacer accesible una fuente potencial de energía plantean problemas de orden económico o incluso energético (se gasta más energía en la cadena energética que la energía aprovechable finalmente), como ocurre con ciertos métodos de producción de alcohol a partir de remolacha.

Una consecuencia importante de todo lo dicho hasta ahora es que el futuro de la gestión energética está en el aprovechamiento de los recursos más cercanos, en la adaptación al medio que nos rodea y en la implementación de soluciones “a medida” a los problemas planteados.

Política energética y desarrollo sostenible

De todos es conocida la fragilidad de los equilibrios en el campo de la energía, que tiene, finalmente, una influencia

sobre los demás sectores económicos. Está extendida también la idea de que las leyes económicas actúan como elementos reguladores, pero, en realidad, si no existe una política energética perfectamente definida que parta de un análisis realista de las necesidades y del coste global de los recursos, el día a día nos irá evidenciando el derroche de recursos escasos y los efectos que ello comporta.

Como se ha destacado anteriormente, dos recomendaciones fundamentales para mejorar la economía energética, en respuesta a la situación actual, son:

- la utilización de energías nuevas o alternativas,
- la adopción de políticas de ahorro energético.

Los ahorros energéticos hacen referencia tanto a los consumos directos como a los indirectos. Dentro de los directos se engloban los consumos de electricidad, gasolina o gas, y dentro de los indirectos, las cantidades de energía necesarias para, por ejemplo, fabricar automóviles, construir edificios, etc. Una adecuada política de ahorro energético debe estar basada, por tanto, en una gestión prudente de los recursos disponibles, e implica, necesariamente,

reformas profundas de los sistemas de producción y consumo. La fabricación de productos más duraderos, el aprovechamiento de la energía residual, la minimización de pérdidas en el transporte de la energía, la mejora en los procesos de transformación, etc., son algunas ideas prácticas.

La empresa debe asumir, de manera voluntaria, unos compromisos y responsabilidades que le permitan avanzar hacia el desarrollo sostenible. La implantación de un sistema de gestión medioambiental y la incorporación del M.A. a los objetivos generales de la empresa le permitirán minimizar los costes ambientales de la energía, al tiempo que obtener ventajas competitivas (imagen, calidad, etc.).

Una de las referencias legislativas más importantes es el V Programa comunitario de política y actuación en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible, en el que se entiende la problemática ambiental –y en particular la energética– como una cuestión multisectorial y absolutamente interdisciplinar. La definición de cualquier política comunitaria debe integrar las exigencias de protección del medio ambiente. En concreto, identifica tres pilares sobre los que debe asentarse el binomio industria-medio ambiente:

- eficiente gestión de los recursos y racionalización de su consumo,
- formación del consumidor,
- aplicación de las Normas Comunitarias a los diferentes procesos industriales y a los productos generados.

Por supuesto, la política energética hay que analizarla en un contexto más amplio en relación con el medio ambiente, en el que también son focos de atención la reducción de la contaminación en origen y la reutilización o reciclaje de los productos generados en cualquier proceso productivo.

Obviamente, debe ejercerse un control efectivo que evalúe el grado de cumplimiento de la normativa, materializado en lo que podríamos denominar “auditorías energéticas”.

Una de las actuaciones de mayor calado que cabe acometer con urgencia es la potenciación de la educación ambiental en todos los niveles de enseñanza reglada. Pensamos que llevar a cabo actuaciones sin el compromiso ni la complicidad de todos los ciudadanos resulta poco fructífero. En el terreno de la energía –lo mismo que en cualquier otro que afecte al medio ambiente– es imprescindible la formación, la concienciación

hacia una cultura de ahorro energético que, desde luego, debe implicar a las grandes empresas, pero también a todos los ciudadanos, en tanto que consumidores individuales. Es cierto que existen programas con este enfoque; ahora bien, se trata de un aspecto que se debería cuidar aún más, en cuanto que es la base de una transformación social en la que cobre plena realidad el desarrollo sostenible.

En consecuencia, se propone la transversalidad del tema de la energía, especialmente en las primeras etapas de formación de las jóvenes generaciones, pues es donde se gestan y arraigan los valores que marcarán su comportamiento. Además, es también prioritario prever actuaciones para el resto de la población, de manera que el ejemplo de todos sea el germen de una mayor sintonía con la conservación de la Naturaleza.

Es, pues, necesaria una predisposición de todos para integrar el medio ambiente en la gestión energética. Como aspectos esenciales de la integración medioambiental destacamos:

- la integración en los costes,
- la integración en la gestión,
- la integración en los procesos (explotación, transporte, transformación).

Por todo ello, se estima fundamental

la implicación directa de los diferentes sectores (instituciones políticas, universidades, empresas...) en proyectos de I+D en el campo de la captación y transformación de las energías renovables. Se requieren, por tanto, estrategias que aporten luz a medio y largo plazo, no soluciones coyunturales. En todo caso, las alternativas viables técnica y económicamente no deben retrasarse por intereses particulares.

Conclusiones

El desarrollo social y tecnológico es posible realizando importantes esfuerzos en investigación tendentes a racionalizar el consumo mundial de energía e integrando los costes ambientales en los sistemas de gestión empresarial. Como última idea, se insiste en la necesidad de participación de los diferentes colectivos sociales, políticos y económicos, quienes, asumiendo su responsabilidad, apuesten decididamente por un cambio educacional que tenga como fin último el respeto y la conservación del medio ambiente. Así pues, lo más importante en esta parcela, como casi en todas, viene a ser la cultura: la "cultura del ahorro", los "hábitos energéticos"..., empezando por uno mismo.

Bibliografía

- Jarabo Friedrich, F. y otros. *El libro de las energías renovables*. Ed. Era Solar.
- Mata, F. *Contaminación y degradación de suelos: evaluación y control*. I.I.E.
- Novo, M. *La educación ambiental: bases éticas, conceptuales y metodológicas*. UNESCO Universitat.
- Palzt, W. *La biomasse: perspectives d'avenir dans la communauté européenne*. Ed. Moniteur.
- Sevilla, A. *La energía del sol y del viento. Recursos inagotables al alcance de todos*. Ed. Alción.
- Les énergies primaires, l'électricité et l'environnement*. Société Française d'énergie nucléaire.
- Consumo sostenible en España*. Ministerio de Medio Ambiente.

AUTOR

Francisco Mata Cabrera

e-mail: fr_mata@terra.es

Ingeniero técnico industrial (mecánica) y de minas (laboreo y explosivos) por la Universidad de Castilla-La Mancha. Diplomado en Ingeniería de materiales por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, máster en Evaluación de Impacto Ambiental por el Instituto de Investigaciones Ecológicas de Málaga. Experto universitario en Educación por la UNED.

Actualmente es profesor asociado en el área de Ingeniería mecánica en la Escuela Universitaria Politécnica de Almadén y asesor técnico de la editorial Edebé. Ha sido profesor titular de Formación Profesional en la rama de Automoción en CPREFA. Moratalaz.

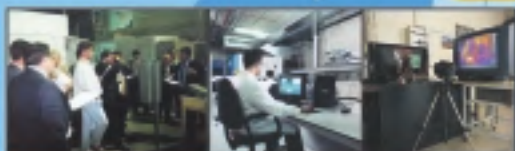


FUNDACIÓN PARA EL FOMENTO DE LA INNOVACIÓN INDUSTRIAL

LCOE

LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA

CENTRO DE ENSAYOS, CALIBRACIONES Y ASESORÍAS



El LCOE está acreditado por el MCYT, ENAC con acreditaciones números: 3/ILE130, 3/ILE190, 3/ILE192, 3/ILE261, 1/ILC038-1, 1/ILC038-2, CENELEC / CCA, IEC / CB y es depositario de la referencia nacional para calibraciones de alta tensión.

F²I² - LCOE

Sede Central

C/ José Gutiérrez Abascal, 2 • 28006 Madrid

F²I²: Tlf. 91 561 86 17 - Fax: 91 563 15 04

LCOE: Tlf. 91 562 51 16 - Fax: 91 561 88 18

Sede Getafe

Pol. Ind. "El Lomo" • C/ Diesel, s/n

28906 Getafe (Madrid)

Tlf. 91 601 12 40

Fax: 91 695 78 76

www.ffii.es

ENSAYOS

- Ensayos de material eléctrico (alta y baja tensión)
- Ensayos de productos electrónicos y eléctricos
- Ensayos de seguridad y de compatibilidad electromagnética
- Medidas de temperatura
- Seguridad y componentes de automóvil
- Fotometría en Luminarias

CALIBRACIONES

- Calibraciones de instrumentos para verificaciones eléctricas
- Calibraciones de patrones eléctricos
- Calibraciones en alta y en baja tensión
- Gestión de Planes de Calibración

ASESORÍA Y FORMACIÓN

- Cumplimiento de Directivas y Reglamentos
- Formación específica