

**Tesis Doctoral:**

**UNA REVISIÓN CRÍTICA DE LOS FACTORES  
CONDICIONANTES DEL COMPORTAMIENTO  
ENERGÉTICO EMPRESARIAL, PREVIO Y POSTERIOR  
A LAS CRISIS DE 1.973 y 1.979-80**

**VOLUMEN II**

**Director:** Dr. D. Enric RIBAS i MIRÁNGELS  
**Tutor:** Dr. D. Francesc TARRAGÓ i SABATÉ  
**Realizada por:** Joaquín-Andrés MONZÓN GRAUPERA

**División de Ciencias Jurídicas Económicas y Sociales.**

**Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de  
Barcelona.**

**Departamento de Economía y Organización de Empresas.**

**Septiembre de 1.992.**

---

## **VOLUMEN II (PARTE TERCERA)**

---

---

**9. EL AHORRO ENERGÉTICO COMO UNO DE LOS  
FACTORES DE ADAPTACIÓN DE LA EMPRESA  
A LAS CRISIS ENERGÉTICAS**

---



---

## **9.1. ALGUNOS ASPECTOS BÁSICOS DEL COMPORTAMIENTO DE LAS EMPRESAS TRAS LAS CRISIS DE LOS SETENTA, EN EL CAMPO DEL AHORRO DE ENERGÍA**

---

Creemos que ahora ya pueden sentarse algunos aspectos que condicionan el comportamiento empresarial en materia energética:

1. En las empresas se toman las decisiones que son adecuadas a las necesidades, valores, cultura y objetivos del grupo que tiene el poder, condicionadas a las presiones del entorno general, del entorno comercial y de los grupos sociales excluidos de la composición del equilibrio de poder que intentan limitar o encauzar la actuación de la empresa hacia sus propios intereses respectivos, mediante una presión que conduce a la obtención de ciertos "pagos laterales", según expresión de CYERT y MARCH<sup>1</sup>.

2. Si el grupo dominante está constituido por el propietario y un pequeño entorno familiar, o es un limitado número de socios-propietarios, el objetivo es normalmente maximizar la rentabilidad a largo plazo.

3. Si el grupo dominante es el conjunto de directivos de alto nivel, normalmente el objetivo supremo para ellos será el crecimiento de las ventas o de los activos, ligado a un mínimo razonable de rentabilidad que permita pagar dividendos satisfactorios a los accionistas y garantizar el

equilibrio financiero de la empresa, amenazado periódicamente por la inestabilidad proporcionada por el ritmo de crecimiento.

4. Dado que la empresa moderna cada vez está más abierta al entorno y queda influida en mayor medida por él, los miembros del grupo dominante han de saber desarrollar una habilidad especial para construir estrategias de comunicación y de percepción que le faculten a continuar su camino trazado en busca de unos objetivos, tranquilizando simultáneamente al entorno mediante "pagos laterales" reales o psicológicos.

5. En el sistema actual, si la empresa atendiera a las presiones de todos los grupos sociales que solicitan u obtienen "pagos laterales", rápidamente iría a la quiebra. El grupo dominante sólo otorga los "pagos laterales" que tienen una rentabilidad marginal conjunta con los demás pagos laterales, abiertamente positiva. El resto de presiones, o se ignora, o se contemporiza con ellas.

6. El grupo dominante de una empresa, normalmente propietarios o directivos, no se impresiona en absoluto por los problemas de agotamiento de recursos naturales y energía o el deterioro del medio ambiente, al menos por lo que se refiere a su actuación práctica de lunes a sábado. No es un problema que esté a su alcance resolver y como personas prácticas que son, esperan que los responsables públicos envíen señales claras al respecto.

7. Entre tanto, los miembros del grupo dominante en cada empresa continúan su actividad, autoafirmándose que contribuyen con una aportación positiva que realizan a la Sociedad creando empleo en sus empresas, valor añadido y rentas para sí y para terceros y procurando superar el problema del daño ambiental y de destrucción de recursos que su actividad empresarial provoque, con una actitud que puede oscilar desde la actuación vergonzante y nocturna con o sin sentimientos de culpabilidad (vertidos ilegales en ríos, quemado de bosques para buscar una recalificación de terrenos como suelo urbano), hasta una búsqueda de la vuelta a la situación, obteniendo oportunidades de negocio que surgen en un mundo en perpetuo cambio turbulento; oportunidades de negocio que pueden estar vinculadas al campo del ahorro energético o de la explotación de las nuevas corrientes

ecológicas, sea con "posicionamientos del producto" que obedecen a la realidad, o meramente publicitarios.

8. El grupo dominante que toma o modera las decisiones, por lo que se refiere al ahorro energético, evalúa primero la situación relativa de su empresa con respecto a la energía que necesita.

9. Su empresa puede ser productora de energía (electricidad, gas, etc.), con lo que el objeto central de su negocio es la energía que coincide con la tecnología central necesaria. No será de extrañar que la toma de decisiones de eficacia energética tenga más calidad que la media, por dedicación, obsesión, rozamiento diario o involucración de buena parte de la economía de su empresa. Hay que pensar que la cuestión energética en dicho tipo de empresas se vive a tres bandas: La energía como factor de la producción, la energía como producto final y la energía como flujo que se procesa por instalaciones o bienes de capital que usan tecnologías energéticas, sean térmicas, químicas, nucleares, cinéticas, etc.

10. La Sociedad debe percibir que empresas de este tipo pueden derivar en factores no recomendables cuando el cambio pase por su desaparición o transformación profunda. Siempre será cierto que, una empresa que vincula su existencia a una actividad concreta y única, peligra gravemente si dicha actividad se tambalea; de ahí sus intentos de defensa que pueden ser contrarios al interés social; en esta defensa se usa todo el poder y la capacidad de convicción disponibles en manos de tal empresa o *lobby*, en caso de ser varias las empresas concurrentes que se alían ante la amenaza.

11. Es posible que la empresa que consideremos sea no energética. En tal supuesto, la energía es para ella un factor de la producción. Y se valorará la importancia del factor energético por el peso que sus costes específicos representen con respecto al escandallo total de costes, por el cambio de precios que, como en cualquier otro factor de la producción pueda sufrir, provocando a su vez cambios en la estructura de costes y necesidad de recálculo de precios; podrá tener como norte y guía incluso, la calidad y adecuación de la fuente energética al aspecto y calidad del producto

fabricado, más que el precio de coste, sobre todo en casos en que el input energético tiene un coste directo comparativamente pequeño dentro del esquema de explotación de la empresa.

12. Por tanto, las empresas no energéticas se dividen en dos tipos: energético-intensivas, cuya característica es que los costes energéticos que soportan son muy altos con respecto al coste total (sus intereses centrales les acercan a la problemática de las empresas energéticas, de las que, sin embargo son duros marcadores para lograr ventajas para sí). Y energético-extensivas, que pueden llegar al extremo de considerar a la energía como un factor secundario, incluyéndolo en la típica categoría "otros costes", por no ser necesario ni siquiera controlar su coste más desagregadamente de forma específica.

13. Sea importante o secundario el papel que la energía desempeña en una empresa, medida esta importancia en función de su participación en el coste, una cuestión que resulta evidente es que la empresa normalmente subvalora la importancia del suministro de energía en función de los perjuicios que le ocasionaría una interrupción del suministro energético, total o parcial, por un plazo de tiempo suficiente.

14. Si la importancia monetaria de la energía es mucho menor que la física o estratégica que reviste para la empresa, esto es una clara e inequívoca señal de que el valor de la energía es muy superior al precio de coste que pagan las empresas. Por una coyuntura histórica que puede ser efímera, los empresarios de todo el mundo están pagando por un input, un precio muy inferior al coste social de la extracción y consumo de combustibles fósiles. En el caso de que el empresario tuviese que pagar de súbito la energía, gravada con una carga de capital real procedente de una hipotética amortización e intereses de la inversión en capital natural que se dilapida ahora, se colapsaría el sistema económico. Así pues, los grupos dominantes de la empresa -y todos los que se benefician de su actividad económica: empleados, obreros, consumidores, bancos, proveedores, etc.- han de comprender que si no se paga peaje duro por el uso de este tipo de energía, es porque no existe guardián en la caseta de entrada, guardián que

en todo caso -podemos afirmar metafóricamente- deberían colocar anticipadamente en el presente, los hijos del futuro.

15. Ante una crisis como la de 1.973 o la de 1.979-80, el grupo dominante de una empresa tiene que preguntarse en qué términos afectará a la actividad de ésta. El problema, si se centra en la energía, sólo puede ser de tres tipos: De precio, de cantidad o de mezcla de las fuentes de energía manejadas.

16. Si el problema es de cantidad, significa que el suministro se ha paralizado, ralentizado y existen problemas de racionamiento. A corto plazo, esta eventualidad significa que la prioridad principal es lograr el restablecimiento del suministro, y/o buscar fuentes alternativas de emergencia. Para los casos de posibles cortes en el suministro de inputs energéticos, *ceteris paribus* los demás asuntos, la empresa podrá considerar de mucha más utilidad el suministro de un recurso energético stock, del que pueden guardarse y racionarse internamente unas reservas, (carbón, fuelóleo, G.L.P. etc.) que otro de tipo flujo (gas, electricidad) cuyo suministro cae instantáneamente. Otra prioridad ante posibles cortes de suministro es la flexibilidad de la fuente ordinaria, es decir, si es posible sustituir sobre la marcha la energía usual por otra de emergencia o no. La versatilidad está ligada a la tecnología de conversión energética de que se dispone, pero también es una cuestión que se puede planificar con cuidado para que la decisión de renovación de instalaciones energéticas contemple la versatilidad de uso de distintas fuentes de energía.

17. Consideraciones que van a pesar sin duda, además del precio presente del equipo y de la estimación de precios del suministro futuro de energía, son: La necesidad de tener stocks o no (tener una fuente energética que permita mantener internamente un stock, es interesante de cara a los problemas de interrumpibilidad de suministros, pero muy farragoso por la suciedad, el espacio adicional y/o los equipos de almacenamiento que exigen, con su correspondiente necesidad de financiación; la peligrosidad de almacenamiento y/o uso, y la cuestión ya mencionada antes del grado de involucramiento del tipo de energía usado en la calidad del producto final (por

ejemplo, los objetos de cerámica fabricados con gas natural, son de mejor calidad que en el caso de haber utilizado fuelóleo en los hornos de cocción).

18. Si el problema es de cantidad, pero viene por el lado del racionamiento que puede imponer el Gobierno para adaptarse a menores suministros exteriores, GOUDIER nos explicará más abajo que los tomadores de decisiones empresariales aceleran el consumo de energía durante el período previo o inmediatamente posterior a conocerse el evento, con el fin de forzar la obtención de un mayor cupo para lo sucesivo; es decir, algunos empresarios pasan a comportarse súbitamente como algunos funcionarios públicos que han aprendido a gastar en exceso para poder asegurarse la disponibilidad de un presupuesto de gastos superior al año próximo. Obviamente, existen remedios para impedirlo por parte de las instituciones públicas: El más sencillo es facilitar la elevación en grado suficiente de los precios.

19. Si la crisis degenera para la empresa en un problema de mezcla de tipos de energía que consume, derivando a un perfil diferente del acostumbrado en función de las circunstancias, se vuelve a poner aquí de relieve el problema de la sustitución de fuentes en una emergencia. Es un valor estratégico que limita el riesgo aunque no optimice los costes, el trabajar con un proceso productivo que puede funcionar alternativamente con dos o más fuentes energéticas. Si la empresa sólo utiliza una fuente energética, ésta ha de ser casi por fuerza la electricidad, puesto que es la única fuente capacitada claramente para cualquier uso energético, debido a su polivalencia.

20. El problema puede ser de mezcla de fuentes energéticas, pero indirectamente, provocado de hecho por un cambio sustancial en los precios relativos de las fuentes que están al alcance de la empresa. Con este ya entramos en el análisis del tercer problema: los precios.

21. Ante una modificación significativa del precio de una fuente energética en el mercado internacional, la empresa tiene aún varias barreras protectoras; Qué grado de repercusión tendrá la subida de precios en origen, sobre toda la cadena de valores añadidos, hasta que llegue a la empresa

como consumidora, en forma de un nuevo precio. Otra barrera, que puede ser por el contrario un potenciador, es el cambio de divisas de la moneda correspondiente con el dólar. Recuérdese lo escrito en la página 663 de esta tesis: En 1.981 el petróleo costaba en España 250 \$ por Tm, que, a un cambio medio de 92,5 pta. por dólar eran 23.000 pta. En 1.985, en pleno inicio del descenso de precios costaba 197 \$ por Tm., pero al cambio medio de 92,5 pta. por dólar el coste era 33.600, un 46% más. Por poner un ejemplo no muy afortunado si se pretende demostrar que los precios interiores siguen caminos erráticos con respecto a los precios C.I.F. en pesetas del crudo, cabe señalar que el precio medio de una Tm de fuelóleo bajo en azufre, era de 21.380 ptas en 1.981 y 32.600 en 1.985, con un incremento del 52,5%<sup>2</sup>. De todas formas, se observa que entre el precio del crudo y el precio de compra del producto refinado correspondiente -igual sucede con el gas natural, el carbón, etc.-, se interfiere un cúmulo de desviaciones y distorsiones que modifica las señales del mercado internacional: El cambio de divisas, los beneficios de la refinadora, el régimen fiscal; -en Italia durante 1.989, la tonelada compuesta media de productos petrolíferos tenía un precio de venta formado por 2/3 de impuestos y 1/3 de precio antes de impuestos. En España, con una Hacienda más moderada, la proporción era 56% y 44%, respectivamente<sup>3</sup> Como otra barrera cabe citar intervención pública de los precios, cuestión sujeta lentamente a desregulación preparando el Mercado Único.

22. El Gobierno de cada nación puede en principio operar como un potenciador de las oscilaciones de precio o como un moderador, siguiendo una política contracíclica. Si es previsible el comportamiento futuro, según uno u otro modelo, solamente quedan las incertidumbres sobre la cuestión no controlable, que es la que se sitúa en el exterior del país; pero, en caso de que el gobierno opere como potenciador o incluso arbitrariamente, según las reglas de juego político de cada momento, la empresa deberá descontar no sólo la incertidumbre del exterior, sino la de nuevo cuño introducida desde los organismos públicos.

23. Ante un fuerte aumento de precios de la energía que usa la empresa, es posible adoptar varias estrategias: A) Esperar a ver si se

consolida una tendencia de salida de la situación; B) No esperar y operar coyunturalmente de forma enérgica sobre las variables modificables a corto plazo por la empresa. La primera variable modificable es el comportamiento energético de los empleados de la empresa. C) Otras variables de acción más lenta, se centran en el reajuste de los demás factores productivos y en la realización de inversiones para obtener ahorros de energía que compensen a largo plazo, siempre que se confíe en que se mantenga estable en el futuro el aumento de precios.

24. Por lo que se refiere a A), la modificación del comportamiento energético puede pasar por dos vías: La modificación de las actitudes de los empleados incentivándoles a un comportamiento energético más eficiente, por ejemplo, a base de que detecten o reparen directamente fugas energéticas, apagar los aparatos usuarios de energía, etc.; la segunda vía es proporcionar a los empleados una formación técnica más acendrada. La primera vía está ligada a la motivación. La segunda, también.

25. La motivación, en general, puede ser de muchos tipos: GALBRAITH cita cuatro, y advierte que deben ser de efecto reforzador mutuo, por lo que no se admiten elementos motivadores incompatibles técnicamente con otros elementos: a) Punitiva o de castigo; b) compensadora, o compensación monetaria; c) Identificación (que, separándonos de GALBRAITH preferimos pensar que está relacionada con el carisma del líder); y d) adaptación, que consiste en el intento del empleado por aportar colaboración, pero esperando algo a cambio, por ejemplo, imponer parte de sus objetivos a través de su comportamiento en la empresa.<sup>4</sup> Otros elementos motivadores que no cita GALBRAITH serían: e) "dar ejemplo", relacionado necesariamente con el ascendiente e influencia del líder; f) La demostración clara y palpable de que el director o propietario está realmente interesado en el asunto, y con una persistencia de clara proyección a largo plazo. Para muchos empleados, la señal más significativa que reciben para orientarse hacia las prioridades de un trabajo, es el mensaje implícito de un jefe en el sentido indicado, más que la importancia o la urgencia real de los asuntos a analizar. g) La motivación psicológica pura, por vías evidentes y banales como el elogio continuado, o por vías menos transitadas; como

ejemplo podría pensarse en la creación de un círculo de calidad dedicado al ahorro energético, con interés sincero por parte de la Dirección en que se puedan implantar todas las medidas rentables. Pero el círculo de calidad no solamente es un sistema de participación sino de formación permanente, por lo que ya nos encontramos encarados de nuevo con la formación.

26. La opción de actuación B) era: "no esperar y operar coyunturalmente de forma enérgica sobre las variables modificables a corto plazo por la empresa." Los ajustes a corto plazo normalmente no deben requerir inversiones, sino que reportan ingresos y costes, por lo que son evaluables a través del criterio a corto plazo "Coste-beneficio". Los ajustes referidos pueden ser de muchos tipos: I) Organizativo: Por ejemplo: a) creando el puesto de coordinador energético para lograr una atención mayor de todos en la empresa hacia este problema; b) encargando una auditoría energética; c) creando un turno nocturno para operar con tarifas eléctricas bajas (aquí el factor trabajo y el factor energía son claramente complementarios en cantidad pero sustituibles en precio: Por la noche hay que pagar pluses a los obreros. II) Productivo: d) Pasar a ejecución de obra por terceras empresas las partes del proceso productivo que requieran más intensivamente el factor-limitación, la energía. III) De obtención de información sobre los cambios en el entorno, etc.

27. La alternativa general C), entraba en el campo de los proyectos de inversión. Las inversiones posiblemente no se abordarán, si el producto fabricado está en la fase de crecimiento en el ciclo de vida del producto y tiene márgenes suficientes como para aguantar impertérrito una subida de precios, que *ceteris paribus*, va a afectar menos al total precio de coste del producto, cuanto menos porcentaje de costes energéticos haya en el total de costes. Por ejemplo, PUGLIESE<sup>s</sup> refiere que en Italia, la incidencia del coste energético sobre el total de costes de los productos del sector alimentario era, en 1.972, antes de la crisis, 1.98%; después de la crisis, en 1.975, había ascendido a 3,11%. El promedio ponderado de toda la industria, era 3,82% y 6,28%, respectivamente. El sector con mayor diferencia absoluta de porcentajes, el de los minerales no metálicos, tuvo un coste energético que subió de 10,03% a 14,66%; solo 4,5 puntos de porcentaje

hacia arriba, no llegaba al 50%. Posiblemente el caso italiano no es de afortunada presentación aquí, pues tal país no hizo un buen ajuste de precios para combatir la crisis. Como España, tuvo que ponerse en esta cuestión más tarde y de forma más difícil.

28. Lo que sí es obvio, es que la cuadruplicación del precio del barril, de 3,5 \$ a 14 \$ en 1.973-74, no trajo una cuadruplicación de los precios de compra de energías finales por parte de las empresas y particulares de los diversos países, y afinando más, posiblemente los que recibieron un trato más benigno en cuanto a las subidas de precios fueron los empresarios, dada la inmediata situación de crisis económica que se planteó, situación que forzaba a los respectivos gobiernos a ser comprensivos para no perjudicar la competitividad interior y exterior de su industria autóctona, que ya empezaba a estar azotada por una crisis de demanda y de idoneidad de la oferta, dado el cambio de la estructura de precios relativos que se produjo en pocos años.

29. Aparte de la razón ligada a la renuencia a cargar las tintas de los incrementos de precios, una razón práctica de este comportamiento de crecimientos no proporcionales era la siguiente: Aunque haya una fuerte subida de precios sobre tan pequeña parte del valor añadido total del producto, no es necesario que el Estado persiga escrupulosamente subir el precio de la energía final para guardar la proporción; simplemente mejorando menos que proporcionalmente -por parte de las multinacionales y del fisco- su participación absoluta en el precio por tonelada de producto final, es suficiente para ingresar mucho más dinero, a pesar de que puedan perderse unos puntos de porcentaje en el reparto de la tarta del valor añadido de la integración vertical.

30. Podría aducirse que el caso expuesto de las empresas italianas demuestra una muy vigorosa presión de los precios sobre la actuación de los empresarios tendente a recortar drásticamente las necesidades de energía por unidad de producto; pero sería faltar a la razón, debido a las bajas tasas de elasticidad de la demanda de la energía con relación al precio y los tibios incentivos que recibían los agentes económicos

italianos, desde el mercado de los bienes energéticos, que no incitaban precisamente a que se tomaran decisiones rápidas de cambio.

31. Si la empresa tiene productos, en fase no de crecimiento sino de madurez, posiblemente sea mucho más receptiva a la idea de buscar una solución ahorradora de energía (que necesariamente deberá comportar inversiones en cambios de procesos), al recorte de márgenes que comporta una subida del precio de un factor -factor que, además, mediante la inflación que induce, indirectamente provoca los crecimientos en los precios de los demás factores-. En la fase del ciclo de vida denominada de madurez, el alargamiento de la explotación del producto está directamente relacionada con la capacidad que tenga la empresa en bajar sus costes totales más rápidamente que lo que hay que conceder en reducciones de precios en el mercado para no verse expulsados de él. Si el margen es bajo y la competencia alta, posiblemente aquéllos 1,5 puntos de porcentaje que aportaba PUGLIESE, eran la diferencia entre tener beneficios o pérdidas.

32. En fase de madurez, el problema que se presenta a la empresa es que la tecnología de producto está ya resentida por trillada y se adivina su sustitución tras algunos desesperados *restylings*. Si la tecnología de proceso va a morir con la de producto, entonces se dará la paradoja de tener que reflexionar sobre una encrucijada: Es necesario abordar el proyecto de ahorro energético para reducir costes, pero el tiempo que resta para amortizar esta inversión ya se está acabando. Este dilema podría provocar el abandono del producto y del proceso, si la empresa tiene en cartera otros productos más prometedores. O como a veces ha pasado, no solamente coincidían producto y proceso, sino que además coincidían con la vida de la empresa que se terminaba con ellos.

33. Para finalizar este subcapítulo daremos unas impresiones finales: Una, se refiere a la complejidad de las decisiones en la gran empresa, que puede provocar hechos insólitos como por ejemplo, que se presenten a la aprobación del Consejo de Administración proyectos de inversión que se reclaman "de ahorro energético" cuando en realidad alientan otros fines reales, lo que significa que se aprovecha una moda para que alguien logre sus objetivos; Por otra parte, es una cuestión que requeriría un estudio

profundo la sistemática discriminación que sufren los proyectos de inversión en ahorro, cuyos requisitos exigidos de recuperación y rentabilidad no se exigen en cambio a otros proyectos. Posiblemente las causas son: El alta incertidumbre que guarda el precio futuro de la energía, las elevadas necesidades de capital involucradas en operaciones de ahorro energético, la situación de madurez del producto o del proceso, que reclama más racionalización de costes cuando precisamente hay menos esperanzas de recuperación de la inversión antes de terminar su vida útil. Otra causa de la posible resistencia a abordar un proceso de inversiones en ahorro de energía puede residir en la consecuencia del siguiente ciclo: Las crisis energéticas fueron inesperadas y sorprendentes; por ello, muchos equipos productivos quedaron a medio amortizar tras la crisis, y sobre todo en España, país que renovó el parque productivo muy tarde. Esto significó que quedaban abultados valores contables en los libros, que nunca podrían ser recuperados más que en una pequeña parte, a través de la venta del equipo obsoleto en el mercado. Antes al contrario, el cambio en los precios relativos provocado por el alza del precio de la energía, al dejar obsoleto al equipo y sin vida económica por delante, arruinaba definitivamente su valor de mercado y la pérdida contable extraordinaria que quedaría en evidencia en caso de enajenar el equipo productivo, aún sería mayor. A los directivos no les gusta tener que dar explicaciones sobre pérdidas extraordinarias, y más si éstas tienen la contrapartida inestable de unos ahorros energéticos que pueden desvanecerse si vuelve a cambiar la orientación de los precios, esta vez hacia la baja.

34. Una perniciosa costumbre existente en algunas empresas, consiste en preparar grandes proyectos de inversión, lograr su aprobación, puesta en marcha y funcionamiento, para seguidamente diluir discretamente sus resultados en el conjunto empresarial y desentenderse de su evolución salvo que resulte un éxito: todo ello, combinado con la nula preocupación de los responsables de la decisión de inversión ya tomada, por realizar auditorías del gasto inversor, que deberían abordarse para conocer periódicamente si la inversión rinde tal como estaba previsto; y en caso contrario, conocer el análisis y el reparto de las desviaciones justificadas. Si se hubiesen hecho en el trienio 1.990-1.992, adecuadas auditorías sobre las inversiones que se

abordaron en 1.980, posiblemente, a los precios actuales, tales proyectos identificados con una cuenta de resultados separada, arrojarían cuantiosas pérdidas. Conocimiento que para muchos decisores es un freno considerable a la hora de continuar buscando inversiones de ahorro energético.

35. Evidentemente, en un sistema de mercado libre, el empresario puede hacer lo que le plazca con su dinero. Aunque en todos los sectores económicos acostumbra haber barreras de salida más o menos altas, la alternativa a irse del mercado o vender la empresa puede consistir en contemporizar con la situación, no invirtiendo en cambios tecnológicos. Esto es negativo para la eficiencia del propio país, por lo que es importante entender que, si no se motiva suficientemente al empresario mediante facilidades de financiación, impuestos, incentivos, aumentos de precios e información mentalizadora y persistente, la actuación de éste normalmente no se apartará de los cánones de decisión del hombre racional, en los que no entra la posibilidad de convertir vicios públicos en virtudes privadas. Si existe un motivo de orden superior para ahorrar energía, el Estado deberá interferirse en los caminos de decisión de las empresas ofreciéndoles un marco atractivo para las inversiones que desee que éstas emprendan.

---

## **9.2. OBJETIVOS EMPRESARIALES Y MECANISMOS PÚBLICOS DE INTERFERENCIA**

---

---

### **9. 2. 1. COSTES SOCIALES Y COSTES PRIVADOS DEL FACTOR ENERGETICO**

---

El coste social de la energía, podría considerarse como la suma de su coste asumido privadamente mediante el pago de un precio, más varios suplementos, que podrían considerarse como equivalentes de una serie de costes externos, de los que vamos a identificar cinco conceptos de suplemento:

1. Un suplemento incorporado a causa de la estimación, por cada unidad de energía usada, de los costes ambientales presentes y futuros que esta energía irrogará, teniendo en cuenta el efecto sinérgico de tal unidad energética con otros miles de millones más de unidades liberadas a la atmósfera después de su aplicación al fin económico perseguido.

2. Otro suplemento por "cuota de depleción" o aplicación a un "fondo de reversión social", en función de la valoración que se hiciera de la destrucción del recurso natural no renovable correspondiente. Valoración que debería realizarse de acuerdo con el stock de reservas de energía que resulte de rentable explotación económica en el presente. Considerar que el stock se incrementa con el precio, es la forma más concluyente para no considerar la aplicación de una amortización por este concepto ya que el paso del tiempo, en lugar de quitar valor al stock lo añadiría, porque también se iban a añadir cantidades de extracción potencial rentables a precios ampliados

Otros costes sociales, ya no propios de una consideración mundial sino nacional, consistirían en suplementos por aumento del riesgo marginal, si la unidad de energía considerada se hubiese importado desde el exterior del país.

También podría reflejarse un suplemento más en concepto del perjuicio que resulta de mantener una balanza comercial deficitaria, por causa de la importación de una unidad energética marginal.

Y por último, un quinto suplemento podría consistir en una cantidad ajustable y reguladora, en función de la incertidumbre sobre la evolución futura de los precios. El empresario, normalmente hace frente a la incertidumbre en el movimiento de los precios, mediante la inhibición en la toma de decisiones; Un suplemento variable aplicado por cada Estado nacional sobre sus empresas, sobre el precio de la energía que usan en función inversa de las oscilaciones del precio de coste según la situación del mercado, colaboraría a desalojar contundentemente las incertidumbres del empresario obligándole a actuar en un marco de carestía planificada y estable de los recursos energéticos, lo que se lograría cobrándole -dentro de cada Estado nacional- el coste social de la energía.

Lógicamente, medidas de este tipo deberían aplicarse simultáneamente a escala mundial, ya que no sería lógica una competencia desleal proveniente de países sin ninguna preocupación por la ecología y los recursos no renovables.

Hasta aquí una descripción de la construcción ideal de un coste social de la energía. En la práctica, la actuación fiscal de los Estados, por la evidencia disponible, no consiste en seguir una pauta como la descrita, sino en la persecución de impuestos sobre los elementos energéticos clara y exclusivamente destinada a recaudar una parte significativa de las necesidades asociadas a los Presupuestos Generales del Estado, basándose en la débil elasticidad de la demanda energética y en la diferencia tan acusada que se detecta entre el valor que la energía tiene para los usuarios, con relación al coste privado que sufragan éstos. Por ejemplo, se recordará que en el estudio de las tarifas energéticas españolas de RODRIGUEZ DE PABLO, ya citado en el capítulo anterior, se detectó que la fiscalidad que soportaba la gasolina en España era comparativamente de las más elevadas a finales de la década de los setenta, en base a la menor elasticidad de la demanda con relación al precio que presentaba la gasolina con respecto a otros derivados del petróleo que presentaban sustitutivos, y por tanto, una demanda más sensible al precio.<sup>6</sup>

El ejemplo citado no significa que otros estados nacionales se comportaran de forma sensiblemente diferente que el español. Actuaciones como la citada por RODRIGUEZ DE PABLO, suponían en su opinión relegar a la política de precios energéticos fuera de su papel de instrumento adecuado para la modificación de la estructura de la demanda energética nacional, en favor de una más coyuntural política de obtención de ingresos fiscales como un fin de orden superior.

Un principio fundamental y una hipótesis de trabajo sólida consiste en suponer que las empresas únicamente consideran los costes monetarios presentes y previstos con ocasión de la toma de decisiones sobre cambios de fuentes de aprovisionamiento energético, de fuentes de energía o en las decisiones para lograr ahorro energético.

Con la aplicación de un suplemento al coste privado de la energía, englobador de una estimación de los cinco costes sociales: Dos de ellos, de tipo mundial: Deterioro del medio ambiente y destrucción de recursos, impuesto cuya instrumentación podría seguir una mecánica similar a

la planteada en nuestra propuesta realizada en el punto 6.10. de esta tesis); y tres más de tipo nacional: Riesgo de importación, desequilibrio de la balanza comercial y rotura de la incertidumbre sobre nueva baja de precios, posiblemente se lograría que el coste de la energía fuese superior al valor que aportara. Esta sería la única forma -no hay otra- de lograr una fuerte disminución en el consumo energético, en base a un nuevo replanteo de los usos imprescindibles y los usos banales de cada fuente energética. Sólo así empezarían a coincidir los óptimos de tipo económico y de tipo termodinámico, después de un periodo de ajuste de los equipos usuarios.

Las propuesta de la aplicación de un suplemento de coste sobre la energía no es nueva: Ya se ha recordado en el capítulo 5, una propuesta suiza<sup>7</sup> al respecto como sustitutivo parcial del impuesto sobre el valor añadido y también los antecedentes históricos de la discusión del impuesto sobre la energía que aportaba ZISCHKA.

Aquí traeremos a colación además, la propuesta de STOBAUGH y YERGIN, a la que cabe objetar su potencial ámbito de aplicación típicamente norteamericano, pero que cabe reputar como uno de los pocos intentos de cuantificar costes sociales no meramente ligados al deterioro del medio ambiente, sino consecuencia de otros aspectos negativos para el logro de una política energética nacional que contemplara todas las limitaciones y los distintos equilibrios, y no meramente el de mercado.

Al contemplar las perspectivas de los precios futuros, estos autores consideraban varias hipótesis sobre crecimiento de costes. Eran partidarios de incluir en éstos los costes externos, que añadidos a los de mercado darían el coste social de la energía tal como se apuntaba antes. Dichos costes externos, según los profesores de Harvard, deberían incorporar los siguientes aspectos:

"El incremento de las importaciones de Estados Unidos hará que crezcan los costes mundiales. No sólo habrá costes marginales crecientes para Estados Unidos y el resto de Occidente., sino que crecerán los costes medios. Este crecimiento, prorrateado sobre los incrementos da lugar a un coste marginal imputable de 54 \$/b."<sup>8</sup>

Estos cálculos estaban realizados ya después la crisis de 1.979, que elevó los precios a 25 \$/b a final de dicho año, aunque éste no pudo calificarse como el máximo, que se alcanzó en 1.980. También contemplaban otros costes externos en conceptos tales como: Aumento de la inflación, depresión, riesgos políticos y sociales.

Los costes unitarios potenciales de los cinco millones de barriles adicionales diarios que estimaban STOBAUGH y YERGIN que Estados Unidos debería importar en 1.990 (pasando de 8 millones de barriles diarios a 13 mbd) estarían entre 50 y 100 \$, sin contar algunos costes políticos y sociales que pueden ser muy serios", advertían.

STOBAUGH y YERGIN, continuaban de este modo: "los beneficios fiscales son más bien reducidos. Una política que estimulara más la inversión en ahorro de energía podría ser muy eficaz. Si en Estados Unidos la Administración lanzara programas de incentivos realistas, eliminara barreras institucionales y difundiera una información útil, podrían ahorrarse en 1.990 unos 5 millones de barriles diarios de petróleo. Se cree que estas reducciones no afectarían al crecimiento."

Y continuaban: "Existen cada vez más datos: el ahorro de energía es por sí mismo una forma de inversión productiva que produce unos cambios reales en la balanza energética más importantes y rápidos que cualquier otra inversión en producción de energía. Puede estimular el empleo, la innovación y un crecimiento económico sólido. Si dispusiésemos de mucho tiempo, el mercado por sí sólo funcionando por incrementos de precios graduales, sería suficiente. Pero no disponemos de muchos años. Para que el ahorro realice el tipo de contribución que debiera, en un plazo de tiempo razonable, debemos encontrar una combinación adecuada de señales: precios, reglamentación, incentivos e información. Sólo de esta forma conseguira el ahorro de energía volverse tan atractivo económicamente para los individuos como lo es para la sociedad en su conjunto."

Por otra parte, señalaban un aspecto psicológico asociado a las actuaciones empresariales o gubernamentales que reportan ahorro de energía

primaria convencional. Es "un *handicap* de la energía solar y el ahorro [el que] van en contra de la fuerza de la costumbre, contra los conocidos esquemas de producción de energía que se han asociado mentalmente con el largo periodo de crecimiento económico de la posguerra."

Precisamente, insistiendo en la característica central de los precios monetarios de la energía que paga el consumidor, recuerdan que:

"Además, muchas de las fuentes convencionales de energía generan una serie de costes externos muy grandes que no se reflejan en los precios. El ahorro energético y la energía solar carecen del "electorado" que tienen las fuentes convencionales. Como dice R.W. SANT: "Las empresas petrolíferas y de electricidad están muy ocupadas diciendo cuanto necesitan producir, pero no hay nadie por ahí vendiendo el ahorro energético por toneladas y barriles".

De todas formas, argumentan esperanzadamente STOBAUGH y YERGIN, quizá llegue a desarrollarse una clientela importante con el ahorro. Las empresas grandes continuarán representando un papel importante en la producción de energía, pero el ahorro y la energía solar trasladan gran parte de las decisiones y las acciones al punto de utilización final de la energía. Esto a su vez, significa que la toma de decisiones energéticas va a descentralizarse muchísimo, afectando a millones y millones de personas muy mal informadas muchas veces, sin un acceso fácil al capital o a los conocimientos y capacidad requeridos y para los cuales la energía es sólo uno entre una multitud de problemas, en lugar del objetivo central."<sup>9</sup>

Por último, STOBAUGH y YERGIN defienden una política masiva de incentivos para lograr volver interesante privadamente lo que ya lo era socialmente: "Aunque ha de haber incentivos y sanciones, el papel relevante debe ser para los primeros. Sugeriríamos unas subvenciones al ahorro de 40-50% y para energía solar hasta el 60%. Es una cantidad enorme de dinero, pero bien gastado. Algunos análisis aunque preliminares, sugieren que incluso sin considerar los costes externos, 10 millones de barriles equivalentes de petróleo al día adicionales obtenidos a base de ahorro de

energía y energía solar serían más baratos que la misma cantidad obtenidos por fuentes convencionales. Muchos no desean encarar esta realidad."<sup>10</sup>

Si se nos permite una digresión desde la perspectiva española y la situación actual, cabe mencionar, a título de ejemplo, las inversiones en instalaciones de energía solar acometidas por dos hospitales de Barcelona, para la producción de agua caliente sanitaria. Las inversiones realizadas han sido subvencionadas por diferentes administraciones (Comunitaria, estatal y autonómica), por un total importe del 50% de la inversión necesaria. El plazo de recuperación (pay-back) de la inversión oscila en ambas instalaciones entre cinco y seis años, aún a pesar de la subvención.<sup>11</sup>

Por poner un ejemplo ilustrativo esto significa que, en el supuesto de contar con financiación al 18% anual, en el caso de la instalación que se cita con el pay-back más bajo (cinco años), para que la inversión neta se empiece a rentabilizar, ha de rendir servicios durante 14 años, salvo modificación al alza del coste energético, cuestión esta última que abreviaría tal exigencia. Es difícil mantener en condiciones óptimas de operación una instalación de este tipo sin las correspondientes dotaciones de gastos de mantenimiento y reparación anuales, crecientes con el tiempo, lo que ensombrecería aún más el panorama de la recuperación de la inversión, sobre todo teniendo en cuenta que las instalaciones de captación de energía solar, por estar situadas a la intemperie, tienen una vida útil limitada.

Como puede deducirse de este ejemplo, el conflicto de objetivos entre la necesidad empresarial y la voluntad social -en el caso de que actualmente continúe considerándose positivo socialmente, todo programa de ahorro energético por su aportación a los objetivos nacionales-, es más que evidente, pues pocos empresarios privados aceptarán acometer inversiones que ahorren energía en estas condiciones, y menos aún si no se pueden obtener subvenciones generosas, puesto que, o bien hay en épocas de expansión económica, muchos otros proyectos de inversión con un plazo de recuperación mucho más breve que los cinco años planteados, o bien en épocas de crisis lo que no existe es posibilidad de financiar un proyecto con estos parámetros, por restricción crediticia o bien por carestía de los tipos de interés.

Por tanto, la conclusión a sacar de los aspectos estudiados en este epígrafe es que, si no se arbitran medidas para acercar el coste privado al coste social de la energía por medio de un sistema suplementario de tipo fiscal que cuantifique lo más adecuadamente posible los costes externos del uso de la energía, mientras el valor de uso de la energía sea muy superior a su coste monetario para el consumidor final, no se podrá, ni lograr un comportamiento energético adecuado a nivel mundial y de política nacional de cada país, ni tampoco se va a lograr ninguna aproximación visible de los óptimos económicos o de costes a los termodinámicos, es decir las mínimas cantidades teóricamente necesarias para lograr la realización de cualquier proceso energético. Y este resultado continuará siendo lógico si los objetivos empresariales no incorporan alguna palanca o herramienta más poderosa que las meras preocupaciones por la subida de los precios energéticos, que normalmente activan la maquinaria de detección y realización de los procesos de racionalidad por vía de las acciones organizativas correspondientes o la toma de decisiones de inversión.

---

## **9. 2. 2. OBJETIVOS DE LA EMPRESA Y ACTITUD ANTE LA ENERGIA.**

---

"Desde 1.973, los beneficios, el desarrollo e incluso la supervivencia de las empresas, se han visto afectados en diferentes grados de intensidad por los continuos aumentos del coste de la energía. Como empresarios, no podemos controlar el precio de la energía pero podemos racionalizar su consumo. No se trata de aplicar sólo unas medidas esporádicas de urgencia. Ante la crisis, que no es transitoria, la única solución a corto plazo es la conservación de la energía. No cabe duda de que

hay un coste implicado en este proceso de conservación, pero cabe preguntarse cual será el coste final de no actuar a tiempo. Debemos enfrentarnos a este tema como ante una gestión de recursos, siendo la gestión el arte de conducir los recursos físicos y humanos a fin de alcanzar los objetivos de la empresa."<sup>12</sup>

Este es el planteo que realizaba BUATAS en un artículo argumentativo para convencer a los empresarios de la necesidad de abordar decididamente las inversiones en conservación energética. La frase clave de su discurso es: "Ante la crisis, que no es transitoria..."

Pero los empresarios no han sido tan fáciles de convencer para lanzar a la empresa correspondiente en una gran campaña de ahorro energético, sobre todo si se debía realizar a costa de grandes inversiones de dinero.

Obviamente, existe una serie de condiciones objetivas que condicionan la posibilidad de obtener ahorros energéticos en una empresa. Desde un punto de vista privado, hay que entender que, *ceteris paribus* el entusiasmo que mantengan los dirigentes de una empresa a la hora de elaborar objetivos de ahorro de energía, o de considerar la posibilidad de planteárselos, las condiciones objetivas tendrán una importancia muy considerable a la hora de fijar el grado de ambición en la definición de objetivos y los medios para obtener resultados en ahorro energético. BUATAS cita los siguientes puntos: "el grado de importancia del potencial de ahorro de energía, depende del sector de actividad de la empresa, del nivel de la tecnología y la antigüedad de las instalaciones."<sup>13</sup>

Desarrollando el primer condicionante que acaba de exponer BUATAS, el sector en el que se desenvuelve la empresa influye en buena parte el porcentaje de sus costes energéticos con respecto a los costes totales de la empresa.

Aparte del ejemplo que se ha visto antes de la mano de PUGLIESE, por ejemplo, MAUCH et ALIA. fijando los datos obtenidos en 1.975, proporcionaban los siguientes porcentajes de costes directos

energéticos con relación a los costes totales de producción de varios sectores industriales suizos.<sup>14</sup> Dichos autores no proporcionan los costes energéticos indirectos, es decir, los ligados a los trabajos encargados al exterior de la empresa:

"Minería y proceso de piedra y arcilla: 25%; Papel: 11%; Metales: 10%; Textil: 3,4%; Industria química: 1,8%; Madera y corcho: 1,5%; Imprenta: 1,5%; Maquinaria y equipo: 1,5%; Procesamiento de alimentos: 1,3%; Relojería y joyería: 1,2%; Confección: 1,0%. Construcción: 0,8%."

Como puede verse, los costes directos energéticos con relación al total de costes, no se producen en una proporción significativa en muchos sectores, como para suponer que la empresa correspondiente va a mejorar grandemente sus beneficios si reduce considerablemente su gasto directo de energía. Por tanto, el nivel de motivación y de concentración en el problema energético es limitado en tales sectores industriales; aquí puede verse claramente que, para una empresa industrial no calificable como energético-intensiva, es muchísimo más importante contar con un suministro energético confiable y seguro, que el nivel del precio al que debe pagarlo; sin energía no hay producción y por tanto, no existen beneficios, salvo que se subcontrate totalmente dicha producción y entonces cabrá reputar el coste energético de dicha producción como totalmente indirecto; con energía cara, sólo hay en muchos casos un leve o soportable incremento de los costes totales de producción, que, en muchos casos son claramente trasladables al cliente por medio de los aumentos de precio causados por la vorágine del proceso inflacionario general.

Por tanto, cabe situar con una cierta perspectiva prudente, el escepticismo de muchos empresarios a la hora de abordar un proceso de inversiones en ahorro de energía, que posiblemente no está en su centro de interés estratégico como prioridad en el desarrollo de su negocio. Esta es una más entre las razones que nos impulsan a creer que la energía se vende a un precio muy inferior a su valor. En abstracto, algo de lo que no se puede prescindir, y que sin embargo resulta razonablemente barato en la mayoría de procesos industriales y de servicios, detecta un síntoma claro de

subvaloración, a la hora de recibir su contribución como aportante de productividad marginal como uno de los factores de la producción. Los criterios estrictos de mercado no reflejan nada más que una situación coyuntural de valoración de un bien, no en función de su valor de uso, sino meramente de su valor circunstancial de cambio.

Otros aspectos que abonan la prevención y la prudencia de los empresarios, son descritos magistralmente y en pocas palabras por GOUDIER, de quien se nota que conoce perfectamente de lo que está hablando. Su análisis se refiere al empresario francés, pero sus conclusiones son aplicables internacionalmente:

"Las empresas no se han lanzado a fondo a la caza de las calorías perdidas. Las causas son:

1. La crisis económica de 1.975 en Francia difirió toda reconversión que no tuviese que ver con la capacidad de producción.

2. Muchas empresas pudieron repercutir las alzas del precio de la energía en los precios de venta de los productos.

3. La amenaza de una penuria física, impulsó a buen número de empresarios a no disminuir el consumo de energía para disponer de referencias más elevadas (tanto como fuese posible) en el caso de que se produjera un racionamiento (!!).

4. Antes de comprometerse en inversiones energéticas que supusieran cambios en la forma de energía consumida, deseaban conocer mejor la forma en que evolucionarían los precios."<sup>16</sup>

Por otra parte, una vez realizados los proyectos de inversión en ahorro de energía, de rentabilidad más espectacular, van quedando en proyecto los menos claros económicamente. Además, contra más tiempo resulta estable una situación de precios energéticos que puede justificar la realización de una inversión de ahorro de energía, una ley no escrita disuade al empresario, pues "estadísticamente ya falta menos para la próxima crisis,

que resolverá la tendencia en uno u otro sentido", con lo que se verá más claramente lo que debe hacerse.

Con relación a la primera parte de esta frase, debe reconocerse que ya la aducía GOUDIER en 1.977: "El problema es que las inversiones en economías de energía que aún quedan por hacer tienen rendimientos cada vez inferiores y por ello los empresarios se resisten. Además hay algunas inversiones que pondrán fuera de servicio instalaciones aún no amortizadas totalmente. Pero aún en el caso de que una inversión en economías de energía sea suficientemente rentable, no se puede realizar si la empresa no puede financiarla. Esta dificultad está en razón directa con la relación de endeudamiento."

Es decir: GOUDIER aporta en un breve espacio hasta seis razones para que el empresario sea remiso con respecto a enfrentar proyectos de ahorro energético.

En otro orden de ideas, retomamos nuestra argumentación con la observación que STOBAUGH y YERGIN realizan sobre los criterios empresariales de decisión. Su aportación es, para nosotros, una de las claves para comprender por qué las decisiones de ahorro de energía en las empresas no son consideradas prioritarias y además se supone en ellas que resultan más arriesgadas que otras decisiones de inversión sobre las que se espera un plazo similar de recuperación. Uno de los obstáculos principales en el ahorro de energía es el alto tipo de rendimiento que muchas empresas exigen para las inversiones de ahorro de energía, ascendiendo en Estados Unidos a finales de los años setenta al 30% anual después de impuestos.

En general, puede decirse que se ha exigido a las inversiones que se proponían exclusivamente para obtener un ahorro energético, un mayor conjunto de exigencias para ser aprobadas, que el planteado a proyectos de inversión de lanzamiento de nuevos productos o de extensión de una red comercial, por poner dos ejemplos.

El tipo de proyectos que es más parecido al que logra ahorros energéticos, es la implantación de captadores de energía solar. Dicho tipo de

sistemas alternativos a las energías convencionales se encuentra con problemas similares. Según STOBAUGH y YERGIN, aunque es de rápido crecimiento, el sector de la calefacción solar es aún pequeño y fragmentario. El problema clave es el de acelerar la difusión de las innovaciones. Esto requiere mecanismos para superar una serie de obstáculos económicos e institucionales. El problema se centra en la viabilidad de la amortización económica. Actualmente, [1.980] en Estados Unidos, se da un Pay back de 5 años, mínimo requerido por los inversores; el real para la calefacción solar es de 12 años, datos que son parecidos a los que se acaban de manejar para los dos hospitales de Barcelona, en el caso de que no existan subvenciones.

En Estados Unidos dicho tipo de energía poseía características desfavorables: Otras fuentes tenían subvenciones en el precio y costes externos muy altos. Las dificultades para analizar la energía solar por métodos convencionales, eran importantes y jugaban en contra, según STOBAUGH Y YERGIN. Con frecuencia se olvidan datos a favor como exenciones fiscales (Estados Unidos) y el aumento previsible de los costes de otras fuentes. Estos autores calculan que una tasa de rentabilidad interna del 5% libre de impuestos y sin inflación, equivale a una T.R.I. del 48% con unos impuestos del 50% y un tipo de crecimiento de precios de las fuentes energéticas alternativas del 4% anual.<sup>16</sup> Por supuesto, se observa que la sensibilidad mayor en la toma de decisiones sobre ahorro de energía e implantación de energía solar, está relacionada con la hipótesis de crecimiento de los precios reales de las fuentes alternativas de energía que se acabe realizando.

En la cuestión relativa a la implantación de la energía solar, STOBAUGH y YERGIN detallan aún otras cuestiones que hacen difícil su generalización. Aparte de la lenta amortización de la inversión y de los prejuicios inherentes, hay otros inconvenientes, como los reglamentos de construcción, la financiación, el derecho al sol, el control de calidad, la distribución de equipos y las relaciones con las compañías eléctricas.

Este último es un punto importante. Si estas compañías se oponen a la calefacción solar, su implantación puede verse muy retardada, por una cuestión elemental: Es difícil que las compañías eléctricas colaboren

en la difusión de un tipo de energía que raramente se facturaría a través del contador de kilovatios/hora. Los proyectos de energía solar que les interesan a las compañías eléctricas on los de generación central de electricidad por métodos fotovoltaicos o termodinámicos, con el fin de continuar la distribución centralizada por el vector energético clásico.

Hay varios estudios que pronostican el porcentaje de necesidades de energía que pueden satisfacerse con energía solar. Varían por diferentes estimaciones del numerador (posibilidad económica de aplicar la energía solar) y del denominador (total de necesidades en que sería factible técnicamente que la energía solar fuera la solución) Las cifras varían del 7% al 23%, según los ya mencionados autores STOBAUGH y YERGIN.

---

### **9. 2. 3. LA PEQUEÑA Y MEDIANA INDUSTRIA Y EL AHORRO ENERGÉTICO**

---

Como podrá detectarse rápidamente, este epígrafe no se refiere a un problema de actitudes o comportamientos que se reflejan en unos objetivos y medidas para lograrlos; la característica de pequeña y mediana industria es a corto y medio plazo de tipo estructural, y para muchas de estas empresas también es una característica estructural a largo plazo y condiciona automáticamente el comportamiento, actitudes, objetivos y medidas pura y simplemente por el tamaño, la flexibilidad derivada, la escasa estructura, la dificultad para financiar las inversiones de cualquier tipo y la existencia de otras prioridades que difícilmente están relacionadas con el ahorro energético, como la obsesión por consolidar los mercados.

BERRA y GIORGETTI, abordaron a finales de los años setenta un estudio dirigido al análisis del comportamiento energético de la pequeña y

mediana industria italiana, del que acto seguido ofrecemos sus conclusiones más importantes, Una de las que nos extraña más es la afirmación de que muchas pequeñas industrias tienen un contenido energético por unidad de producto, mayor que el de empresas grandes.

De su estudio del caso de Italia, se deduce que faltan instrumentos de actuación para una política de uso racional de la energía (ahorro), en la industria, y en particular la de mediana y pequeña dimensión.<sup>17</sup>

A la particular incidencia que las pequeñas y medianas industrias tienen en el sistema industrial italiano, se une la dificultad específica que en tales empresas encuentra la penetración del uso más racional de la energía. En las pequeñas empresas:

a) *Ceteris paribus*, el contenido energético por unidad del producto es apreciablemente superior que el de las empresas mayores, preferentemente en relación a la menor incidencia del control y sofisticación en la utilización de la energía.

b) Una falta de incentivos y de asistencia técnica y organizativa, opera al nivel de las pequeñas y medianas industrias como una "barrera de entrada" para la introducción de esquemas de uso racional de energía.

c) La restricción financiera tiende a tener mayor incidencia relativa y aumenta su importancia en relación al aumento de los años de "pay-back" de las inversiones energéticas.

d) La carencia y la dificultad de acceso y de elaboración técnica de la información, es otro obstáculo.

Plantean la posibilidad de que existan dos niveles de ahorro: el interno, en la empresa, a fuentes de energía dadas, y el nivel externo, en el cual se conjuga el anterior y una adecuada innovación en la mezcla de fuentes, con esquemas de fuentes renovables y aprovechamientos consociados (por ejemplo, la recuperación del calor industrial).<sup>18</sup> La racionalización al primer nivel, puede convertir en más rígido aún el factor

energético; Por tanto, es básico disponer de un abanico lo más amplio posible de esquemas de solución-tipo de ahorro de energía. y también que exista una "oferta" ambiental de tales soluciones.<sup>19</sup>

BERRA y GIORGETTI detallan que la necesidad puesta en evidencia por la crisis energética, de racionalizar los usos finales de la energía; de incentivar la sustitución de fuentes fósiles por recursos renovables; de desarrollar técnicas de generación más completas y eficaces (por ejemplo, la producción combinada de electricidad y calor); todas estas necesidades abren una perspectiva significativa para el empeño emprendedor. Esta perspectiva, implica un significativo salto de cualidad, que deberá sustanciarse en el desarrollo de un mercado de servicios energéticos; en el suministro de productos energéticos tradicionales (gas, energía solar); de servicios finales apropiados a las exigencias específicas del usuario individual (calor a temperaturas diversas, calorifugación, acondicionadores, etc.).

"Se deben producir servicios útiles. Todo ello se resume en dos actuaciones básicas: Incentivación de la demanda hacia el ahorro energético, y desarrollo de la estructura de la oferta energética. A nivel de pequeña y mediana industria, no puede pensarse que pueda resolverse el problema si no coinciden los intereses de corto y medio plazo empresariales con los más generales del largo plazo"<sup>20</sup>, con lo que volvemos a encontrarnos por enésima vez con el argumento de STOBAUGH y YERGIN: Hay que lograr que lo que es óptimo para la sociedad, también lo sea para la iniciativa privada.

Comentan además dichos autores, que existe una gran disparidad en los instrumentos de intervención de los distintos países, cuestión que agrava el problema de no disponer de una política común, política que trabajosamente ha ido definiendo después la Comunidad Europea y cuyas principales puntos ya se han descrito en el capítulo anterior.

---

## 9. 2. 4. AHORRO ENERGÉTICO Y PROBLEMÁTICA DE LA EMPRESA ESPAÑOLA

---

Un factor clave que ha perjudicado en España la realización de proyectos de ahorro energético, fue el alto nivel de los tipos de interés vigentes en los mercados financieros, crecientes precisamente tras las crisis energéticas, debido al diferencial de inflación importada por los países industriales en función de las subidas de precios de los crudos. La aplicación de un suelo mínimo de exigencia a la rentabilidad interna superior al tipo de interés presente o previsible futuro, se constituye siempre en un duro inconveniente para cualquier proyecto de inversión que presente un perfil altamente intensivo en capital inicial y con un perfil débil en gastos de explotación, como es el caso de cualquier proyecto de inversión para lograr ahorro energético. Si a esta circunstancia, se añade la tendencia a recargar las rentabilidades exigidas mínimas, muy por encima del ya alto tipo de interés para cubrirse de los riesgos operativos percibidos del proyecto, cabe colegir que el tipo de rendimiento interno exigido a los proyectos de ahorro energético, era muy alto, y difícilmente alcanzable.

Además, los proyectos de ahorro energético, incluso en su fase temporal de esplendor debido a los altos precios energéticos, habían de competir con durísimos adversarios conceptuales: En un contexto de crisis económica fuerte a finales de los años setenta y a principios de los años ochenta, los dos proyectos de inversión-tipo más rentables, eran, al menos en España: En primer lugar, el despido de trabajadores, que era la consecuencia directa de la reestructuración industrial impuesta por la crisis económica. Dicha inversión en gastos de reestructuración -despidos- gozaba

de un *pay-back* máximo de dos años, aproximadamente, en función de los ahorros de cargas sociales y salarios, versus la indemnización pactable o fijable; y en segundo lugar, un proyecto de inversión muy rentable consistía en devolver los tramos de financiación ajena -en lo posible, según la situación de liquidez- que estaban gravando con un coste financiero del 22-25% anual, a las empresas no financieras cuya rentabilidad de explotación antes de intereses era mucho más baja -con un abanico que oscilaba des de una rentabilidad negativa a una positiva del 10%, aproximadamente; en otros términos, muchas empresas industriales españolas al final de la década de los setenta, estaban sufriendo leverage financiero negativo. Este es el tipo de proyecto de inversión menos característico, la inversión en devolución de financiación.

Sistemas de financiación innovadores como el L.A.E.C. ("Leasing de ahorros energéticos compartidos") consistentes en financiar mediante leasing el coste de una reconversión empresarial ahorradora de energía, autopagada mediante parte de los ahorros energéticos a lograr; sistemas promovidos en España por algunas empresas de ingeniería y respaldados por algunos gobiernos autónomos como el vasco, que parecían una buena medida para evitar parte de los riesgos empresariales, y animar a las empresas a realizar ahorro energético, han quedado desincentivados por el cierre de la tenaza provocado por la confrontación de la simultánea presencia de menores precios previstos de la energía y la evidencia de que habiéndose ya realizado los proyectos de ahorro energético más rentables, quedaban sin acometer únicamente los proyectos más ambiguos en cuanto a rentabilidad.

---

### **9.3. ENCUESTAS SOBRE COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO EMPRESARIAL**

---

Para comprender como se comporta una categoría de agentes económicos, un procedimiento estimable, consiste en efectuar una encuesta sobre una muestra de la población cuya conducta es objeto de investigación.

Las encuestas postales tienen una serie de inconvenientes, como es sabido, que se centran en la dificultad de escoger una muestra representativa, en los problemas para redactar un cuestionario cuyas respuestas sean informativas y procesables, y además que sea rápido y fácil de responder, allanando las dificultades que se oponen a una contestación, el propio interesado en las respuestas. Por ejemplo, debe lograrse que la encuesta sea breve; esto es difícil, pues existe una cierta contradicción entre brevedad y contenido informativo; y facilitar un sobre con franqueo preestablecido y dirección preimpresa, que es un detalle que parece anecdótico pero tiene su importancia a la hora de recibir los cuestionarios contestados. A su vez, siempre es muy conveniente prometer alguna ventaja que se derive de la contestación, como por ejemplo, la remisión de los resultados promedio a los que contesten la encuesta, para que puedan confrontar su comportamiento con el que se supone representativo.

La obtención de un porcentaje de respuestas que tenga ausencia de sesgo estadístico es prácticamente imposible, pues entre el subconjunto que ha contestado, no permanece ningún representante de los sujetos más

móviles (cambio de domicilio) y tampoco hay testimonio procedente de aquellos a quienes el asunto no les interesa, por lo que no proceden a contestar. Por ello, las respuestas se realizan por parte de los encuestados más sensibles y orientados a la percepción y preocupación por el problema, lo que significa que las respuestas a una encuesta no reflejan exactamente lo que serían la opinión o las circunstancias mayoritarias.

J.J. CONWAY, de la Universidad de Nebraska, encabezó el equipo para la realización de una encuesta postal en el ámbito estadounidense sobre "Auditoría de la energía en empresas y prácticas de control"<sup>21</sup>, entre finales de 1.977 y principios de 1.978.

El objetivo principal de dicha encuesta era "determinar las prácticas corrientes de control y auditoría energética en las empresas de Estados Unidos. Su objetivo secundario consistía en "intentar identificar las áreas de mayor potencial de reducción del consumo de energía" según se pudiera desprender de las respuestas de las empresas.

Para ello, CONWAY seleccionó aleatoriamente una muestra de 400 empresas americanas entre las que estaba empleado un auditor interno, miembro del directorio del I.I.A. (Instituto de Auditores Internos)). Es de suponer que la razón descansaba en el logro de un valedor dentro de la empresa, que velara por la correcta respuesta de la encuesta. El cuestionario constaba de cuatro páginas y el propio autor reconocía que existía un sesgo hacia la consulta a las grandes empresas y las subdivisiones gubernamentales, debido a la peculiar composición del Instituto de Auditores Internos.

El I.I.A. incluía una carta de presentación dando soporte al estudio y enumerando los beneficios potenciales que reportaría a las empresas. El autor esperaba un alta tasa de contestación pero sólo respondió un 16%. Con una segunda carta en concepto de recordatorio, la tasa de contestación alcanzó un 40% sobre la muestra inicial.

Los resultados del estudio (el porcentaje expresado ahora sobre el número de cartas contestadas), fueron:

a) El 48% de las empresas no tenían un programa formal de conservación de la energía.

b) El 80% no realizaba auditorías para conservar energía.

c) La mayor parte de las empresas afirmaban que tenían una política energética en las siguientes áreas:

1. Mejorar los edificios para conservar energía.
2. Encontrar métodos para mejorar la eficiencia energética en calefacción, alumbrado y aire acondicionado.
3. Poner en práctica programas diarios.
4. Ajustar la temperatura y el alumbrado cuando un área no estaba en uso.
5. Mantener un sistema de aireación bien equilibrado.
6. Establecer termostatos por zonas.
7. Evaluación de niveles de iluminación para asegurar su coherencia con la calidad requerida para cada trabajo.
8. Cubrimiento de las ventanas con cortinas adecuadas.
9. Encontrar y llegado el caso, solucionar cargas o tamaños inapropiados de motores, ventiladores, etc.
10. Revisar los calibrajes de los equipos de control de las temperaturas para asegurar un funcionamiento adecuado.
11. Programar rutinas de mantenimiento preventivo para todos los equipos.
12. Aislar las redes de vapor y agua caliente.

d) Entre las áreas citadas en el punto c), los apartados 2. y 4. eran seleccionados como los que habían generado ahorros de energía mayores. El apartado 2. se consideraba también como el de mayor potencial para lograr futuros ahorros.

e) La mayor parte de las empresas que respondieron, realizaban cuidadosas medidas del consumo energético sólo en las áreas de producción y transporte. No se medían en la misma forma los consumos en calefacción, alumbrado y aire acondicionado.

f) El 45% de las empresas que respondieron afirmaban que habían diseñado un plan para abastecerse de una fuente energética alternativa si la fuente tradicional se interrumpía. El combustible alternativo predominante era el fuelóleo u otro derivado del petróleo.

g) El 69% de las empresas indicaba que el problema energético de Estados Unidos, podía solucionarse para el año 2.000, no antes.

h) La mayor parte de empresas confiaban en la energía nuclear y en la energía solar para que se hallara solución al problema energético.

Como comentario final, el autor de la encuesta aduce que no esperaba el pobre resultado obtenido en cuanto al porcentaje primario de contestaciones. Por nuestra parte, lo consideramos dentro de lo correcto, si nos atenemos a los estándares aceptados en este campo.

Una razón que aporta CONWAY para explicar la baja tasa de respuestas es que posiblemente las empresas no tenían la información necesaria para responder, lo que podría implicar una actuación previa poco brillante en el campo de la auditoría y el control de la energía. La mayor parte de las empresas que respondieron eran de tamaño grande, con más de 1.000 empleados, por lo que -dice el autor- podría esperarse que hubiesen tomado una posición de liderazgo en este campo. Concluía con la siguiente frase: "Mientras los empresarios reconocen que hay un problema energético, están haciendo poco para planificar la energía a largo plazo. Tal vez están esperando el rumbo que tome para las empresas, la política energética del Gobierno."

---

## **9.4. LA AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LA EMPRESA**

---

---

### **9. 4. 1. FASES PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA**

---

Dichas fases, seguramente han de establecerse según las características de la empresa, su tamaño y complicación organizativa y también influye en el tipo de actuaciones a realizar, si la auditoría y el plan de gestión energéticos son diseñados por una empresa de ingeniería, una consultora especializada, o bien, en el seno mismo de la empresa. En el primer caso, se logra la ventaja de usar un programa ya rodado y pulido en otras circunstancias, pero con el inconveniente de que puede chocar con las pautas organizativas y de control de la propia empresa, con lo que debe evaluarse previamente, hasta qué punto es útil un programa de diagnóstico, análisis y control energético diseñado desde el exterior. En todo caso, la experiencia al respecto indica que los implantadores externos deben esforzarse por su máxima adaptación a las circunstancias de la empresa,

pues el plan ha de funcionar en el seno de ésta y al final, la calidad de las mejoras efectivamente logradas es lo único que cuenta.

Vamos a plantear varias alternativas que han ido apareciendo estos últimos años en la bibliografía. En primer lugar la del especialista español en gestión energética, Enrique BUATAS<sup>22</sup>:

El programa de conservación presenta varias fases:

**1ª Fase: Análisis y diagnóstico del consumo:** analizar cuanta energía se utiliza en la empresa. Como se distribuye por fuentes. En qué puntos es consumida. De este análisis se sacan conclusiones: Que rendimiento se obtiene de la energía y de qué modo puede mejorarse la eficacia en el consumo energético.

**2ª Fase: Instrumentación de un plan.**

Para garantizar el éxito de la gestión energética se deberán establecer:

**Objetivos de consumo:** Cuantificados globalmente y desglosados por departamentos y áreas de consumo. Por otra parte es interesante fijar un margen entre el objetivo ideal y el objetivo realista, por lo que dicho margen es una reserva estratégica.

**Estrategias:** BUATAS las interpreta como las alternativas de acción clásicas, es decir, los modos de alcanzar los objetivos sacando el máximo provecho de los puntos fuertes. Deben llenar el desfase entre el consumo previsto en función de las proyecciones de producción, su acción de conservación y el objetivo de consumo que se desea fijar; Deben montarse estrategias de recambio por si fallan los planes.

**Programas de acción:** Consisten en la especificación de los responsables de las acciones y del calendario de su cumplimiento esperado, lo que significa una planificación para la dotación del programa con los recursos físicos financieros y humanos necesarios. Se deberá adaptar la estructura organizativa, que puede variar desde el nombramiento de un

director de energía para la empresa o el grupo, pasando por la creación de un grupo de trabajo o pudiendo llegar a la simple carga con una responsabilidad más a un Jefe de Departamento.

En otra publicación, BUATAS detalla<sup>23</sup> las fases de implantación, la organización y un detalle de aspectos que deben ser estudiados a priori:

**Planificación:** Objetivos de consumo: Globales y desglosados por áreas.

**Organización:** Asignar recursos según el alcance de los objetivos y las posibilidades de la empresa (grupos de trabajo, consultor, staff, acumular como otra misión del Director de Producción, etc.)

Hay que determinar las funciones del equipo de conservación de la energía:

- a) Análisis y diagnóstico del consumo.
- b) Estudios técnicos y financieros necesarios.
- c) Necesidades de formación de personal.
- d) Coordinar las acciones de conservación entre los departamentos.
- e) Controlar el desarrollo del programa.

**3ª Fase: Lograr la participación.** Dice BUATAS. "Debemos ser capaces de tocar las teclas emocionales adecuadas para despertar el entusiasmo de los implicados por el programa. La participación es función de la positividad del programa, y del grado de conocimiento de sus motivaciones. Es primordial comunicar los objetivos de la empresa en este campo y la prioridad de la conservación. Pueden realizarse campañas de

información, informar de los resultados en unidades económicas comprensibles o establecer concursos."

**4ª Fase: Una vez tomadas las decisiones: Control de las actividades.**

Hay disponibles múltiples sistemas: Debe verificarse el control de las actividades (tiempo real con relación al tiempo previsto) y el control de las desviaciones de los resultados obtenidos sobre los previstos. Las características de un sistema de control para que sea efectivo: Que sea rentable, comprensible, centrado en los objetivos, y por tanto no burocrático, rápido, y positivo, por lo que debe centrarse en los hechos, no en la actuación de las personas.

Por otra parte, los especialistas HAYES y RUSNAK plantean un sencillo esquema de puesta a punto de un programa de ahorro energético:

1. Reconocer la necesidad de un sistema de contabilidad (contage).
2. Aprobar el proyecto.
3. Dividir la operación global en unidades coherentes. Definir los datos de salida en unidades industriales comprensibles.
4. Establecer responsabilidades a partir de la supervisión y puesta a punto.
5. Escoger los aparatos e instalarlos.

Los datos de energía se han de relacionar siempre con la producción realizada para poder comparar las productividades energéticas, por unidad de producto.

En principio, las fases para implantar un plan de eficiencia energética en la empresa, no son diferentes de las que puedan detallarse de cualquier otro proyecto que pueda acometer la empresa de manera diferenciada, y en general, siguen las pautas del típico ciclo de dirección empresarial.

Como se sabe, este ciclo puede dividirse en subfases. Por ejemplo:

1. Determinación de los objetivos.
2. Obtención de Información.
3. Diagnóstico de la situación.
4. Diseño de alternativas de mejora.
5. Evaluación de los resultados previstos de cada alternativa de mejora.
6. Integración en un plan que reúna los requisitos organizativos y respete las restricciones impuestas.
7. Toma de decisiones.
8. Puesta en marcha de un núcleo organizativo de seguimiento de las implantaciones y el control. (Si dicho equipo interno ha colaborado en el diseño o lo ha realizado, ya deberá haberse formado al principio del proceso).
9. Implantación.
10. Medición de los resultados.
11. Apreciación de la actuación.
12. Reaprendizaje y revisión de los objetivos y medidas.

Lógicamente, la implantación de un plan de mejora energética ha de contar primero con el conjunto de informaciones disponibles con relación a la realidad sobre la que se pretende actuar. Si esta realidad ya es conocida suficientemente, puede procederse a la definición de objetivos, la generación de alternativas y seguir ya con las demás fases del proceso.

Aquí supondremos el caso en el que hay que comenzar desde cero.

Una tercera muestra del planteo de un proceso de este tipo puede hallarse en el artículo de ASURMENDI y PROSPER, quienes identifican dos subfases de inicio: El diagnóstico previo y el análisis energético. Ellos parten de la metodología que deberá aplicar una consultora que ha de aplicar desde el exterior y con apoyo interno, un programa energético en la empresa considerada.

El diagnóstico previo -indican- "consiste en una primera evaluación de los consumos reales, rendimientos, relaciones [ratios] e índices principales, situación relativa y posibilidades de actuación"

**"Comprende la siguiente secuencia:"**

1. "Toma de datos [sobre] valores reales de las producciones y consumos energéticos, tanto globales como específicos, en cada unidad, proceso o sistema auxiliar, cuya incidencia sea suficientemente significativa.
2. Elaboración y estudio de los índices principales.
3. Comparación de los valores obtenidos [por las mediciones practicadas] con los correspondientes a otras plantas de similar proceso y tecnología, así como su relación con las de nivel tecnológico aconsejable y óptimo, tanto a nivel nacional como internacional.
4. Posibilidades de actuación con vistas a mejorar los rendimientos principales."

Por lo que se refiere a la fase siguiente, la denominan: **Análisis energético:**

"Se trata de un estudio que mide la eficiencia *actual* de la utilización de la energía, planteando todas aquellas medidas que pueden mejorar el rendimiento energético de la instalación, tanto unidades de proceso como instalaciones y servicios auxiliares, analizando su rentabilidad técnico económica."

"A partir del diagnóstico previo [la primera fase realizada] y para cada *unidad elemental*, es decir, cada parte del proceso o sistema auxiliar que pueda considerarse como unidad aislada, sustituyendo sus enlaces reales por flujos de materia y energía, se analizan los siguientes aspectos:

1. Datos detallados de la planta con esquema de los procesos productivos, flujos de masas y energías de cada unidad elemental, balance energético, nivel de utilización de las instalaciones y, como resumen, un estudio cualitativo y cuantitativo de las energías, fuentes alternativas según usos específicos y cuadro de energías residuales con análisis de características, cuantías, soportes, etc.
2. Análisis térmico y/o mecánico de las distintas unidades elementales, tanto de proceso como de servicios auxiliares, con definición de las posibles mejoras a introducir para un mejor uso de la energía, planteamiento de alternativas, descripción e inversión requerida y ahorro probable. En esta etapa resultan muy significativas las experiencias anteriores habidas para las variantes que se propongan.
3. Una vez realizado el estudio de las distintas unidades, tanto de proceso como de servicios auxiliares, quedará reflejado como resumen en: a) Esquemas y/o diagramas de la utilización de la energía b) Diagramas de flujo. c) Índices

principales, d) Consumos específicos y costes. e) Conclusiones, resultados finales y propuestas de actuación."<sup>24</sup>

Como fases finales consideran al sistema de reapreciación y el programa de transmisión, que no son otra cosa que las fases de control por una parte y motivación e información al personal por otra. Se describirán más abajo.

Por último, Gabriel BARCELÓ propone una metodología de actuación que se concreta en las siguientes etapas:

1. "Realización de un análisis de energía y de organización de la industria.
2. Realización de balances energéticos.
3. Propuesta de diagnóstico.
4. Estudio de los diferentes proyectos de ahorro.
5. Implantación de las medidas de conservación energética.
6. Seguimiento periódico del programa."

Con relación al primer punto, puede extrañar su interrelación entre análisis energético y organizativo. A continuación este autor aclara el motivo: "Tradicionalmente se ha propuesto la reducción del coste energético sobre la base de sustituir una fuente energética por otra de menor coste" que no requiriera nuevas inversiones. Pero, "también es cierto que, a nivel empresarial, puede conseguirse una importante economía con la sustitución de energía por capital". Por ejemplo, a través de operaciones de aislamiento térmico, o incluso la sustitución de energía por mano de obra."

"Por esta razón, la realización de un análisis de consumos de energía exige, no sólo un perfecto conocimiento del proceso fabril, sino incluso de las características concretas de la empresa en cuestión; es difícil si no imposible la generalización, puesto que cada vez es necesario realizar un análisis energético de la empresa o del proceso."<sup>26</sup>

O sea, traduciendo estas palabras al lenguaje práctico, BARCELÓ viene a decir que hay que tener mucho cuidado con la realización de análisis y diagnósticos rutinarios y estandarizados, puesto que el conocimiento de la tecnología de proceso y las características organizativas internas de la empresa pueden tener mucha importancia para comprender exactamente las limitaciones y posibilidades de cada solución posible. Por tanto, será conveniente que en todo el proceso de diagnóstico y análisis energético, aun cuando expertos del exterior asuman la dirección del procedimiento y de los aspectos de metodología, han de estar trabajando con alta coordinación con los directivos y técnicos de la empresa responsables no solamente de los procesos y del servicio energético, sino también de los productos, la ingeniería de planta, el mantenimiento, la calidad del producto y demás servicios cuya calidad de trabajo pueda verse modificada en sentido positivo o negativo con la adopción de medidas de ahorro de energía.

Para ello, la Dirección de la empresa ha de tener fijados en forma clara una serie de preferencias y criterios de elección cuando, al analizar las ventajas y los inconvenientes de las posibles medidas a tomar, puedan producirse conflictos. Por ejemplo: Reducción de consumo que pasa por una anticipación de la renovación de equipos con tecnología más avanzada, que a la vez que ahorran energía suprimen puestos de trabajo, creando excedentes laborales no recolocables y que pueden provocar un conflicto sindical inoportuno, cuyo coste en forma de algunas semanas de huelga puede absorber los beneficios por ahorro de energía de cuatro años, por ejemplo; Implantación de un proceso que ahorra energía pero reduce la fiabilidad y la calidad del producto final; Introducción de una fuente energética más barata, que acelera el desgaste técnico de los equipos utilizadores por ser menos idónea que la más cara, etc.

---

## **9. 4. 2. REUNIÓN DE UNA BASE DE DATOS DE CONSUMOS ENERGÉTICOS: LAS MEDICIONES Y SUS INSTRUMENTOS**

---

Es evidente que la obtención de datos de consumo por unidades organizativas diferenciadas, para por la construcción y mantenimiento de un sistema de medición de consumos energéticos por secciones y productos; sobre todo al nivel de las secciones, si -cuestión elemental- el gasto energético es controlable por aquella persona responsable de la sección

HAYES y RUSNAK<sup>26</sup>, hicieron una serie de reflexiones prácticas sobre la problemática de la medición de los consumos energéticos. Lógicamente, en este apartado, si nos ponemos en el lugar de los responsables energéticos en la empresa, lo primero que les interesa la obtención de los primeros datos para medir, comparar y juzgar el nivel de consumo energético en cada sección; no obstante, ya rodado un sistema de contabilidad de flujos y stocks energéticos consumidos, es una pieza fundamental para el control periódico, porque además, hay dos mejoras realizadas: se ha perfeccionado un sistema de captación de datos, y se comparan los consumos reales con objetivos previamente establecidos, cuestión que no es posible realizar cuando se inicia el control del consumo energético, salvo que se disponga des estudios de consumo para empresas similares del mismo sector.

Los autores citados, esencialmente de formación técnica, explican algunas cuestiones de tipo práctico muy interesantes: Indican que "los programas de conservación internos en las industrias deberán determinar

de que forma se utiliza la energía en cada departamento; lo que aumenta la dificultad es que la mayor parte del tiempo se suministra energía en formas difíciles de medir: vapor sobrecalentado, aire y nitrógeno a alta presión, gas natural a gran velocidad. También el coste de parar una unidad de producción para instalar contadores de energía es muy alto. El interrogante a contestar consiste en saber si la tendencia a los ahorros de energía continuará o si sólo nos preocuparemos de coger los frutos de las economías energéticas fáciles."

Para responder esta pregunta, HAYES y RUSNAK hubiesen debido conocer que el descenso de los precios reales de la energía en la segunda década de los años ochenta, habrá provocado posiblemente una actitud en favor de realizar los ahorros fáciles. Lo que sucede es que los autores están pensando en otra cuestión:

"La respuesta reside en el éxito de las técnicas y los sistemas de dirección de utilización de la energía cada vez más sofisticados. El punto común que reúnen estos programas está en la determinación de unidades de utilización de la energía cada vez más pequeñas. Comenzando a nivel de fábrica; después pasando por el nivel de departamento y acabando en la unidad de producción específica."<sup>27</sup>

"El objetivo es recortar los costes energéticos a niveles controlables, de la misma forma que se controla la mano de obra y los materiales."

A efectos del conocimiento de la realidad para poder operar sobre ella según se está reclamando, BAUDIN propone un cuadro de control y verificación de las variables energéticas de la empresa, aportado en el anexo como cuadro 9.3.

---

#### **9.4.2.1. LOS APARATOS AUXILIARES DE MEDICIÓN Y CONTROL**

---

Por otra parte y a nivel de gestión directiva, HAYES y RUSNAK explican la utilización de la contabilidad energética mediante contadores, según ha hecho General Motors para medir los resultados de un jefe de departamento y, por ende, ayudar a determinar los bonos de este director, ha producido rápidamente economías de energía del 5 al 10% ya que un director ignora casi siempre las consecuencias energéticas de sus decisiones.

En Estados Unidos también se han desarrollado los sistemas de control por contadores, por la discriminación de tarifas de la energía y de impuestos que suponen las energías no destinadas a la producción con respecto a las destinadas a la producción a favor de estas últimas; Para poder demostrar, había que contar. Además, en Estados Unidos, el Departamento de Energía (D.O.E.) exige cada vez con mayor frecuencia informes detallados sobre los consumos de energía a las empresas más consumidoras de energía. Esta tendencia irá en aumento. Posteriormente explican la experiencia de una importante fábrica de productos químicos, posiblemente la fábrica de Monsanto en St. Louis. Missouri.

Las tres consecuencias que sacaron estos expertos, fueron:

"1. Los contadores no economizan energía por sí mismos.". Bien, esta es la conclusión de HAYES y RUSNAK. Nosotros quisiéramos añadir que esto es verdad según las circunstancias; si un flujo o stock generan costes a través de su consumo, la seguridad de un contaje posterior hace poner más atención a los responsables, orientada a un mejor uso de los recursos; por tanto, es mejor tener contadores que no tenerlos; Pero si el contador se mantiene y no es consultado nunca, o lo es sin intención de sacar consecuencias del control, entonces es peor tener un control por

contadores que no tener nada. Por tanto, vemos optimista la conclusión que sigue ahora: Según nuestros autores:

"2. No se realizan economías si las informaciones provistas por los contadores de energía no se utilizan por parte de los directivos e ingenieros para tomar las mejores decisiones."

"3. Una instalación de este tipo regulariza los suministros al detectar las pérdidas y por tanto mejora la calidad del producto final, minimizando los rechazos de producción."

---

### **9. 4. 3. HERRAMIENTAS EMPRESARIALES PARA LOGRAR EL CONOCIMIENTO DE LA INFORMACIÓN NECESARIA**

---

---

#### **9.4.3.1. OBTENCION DE INFORMACION SOBRE LOS CONSUMOS Y COSTES DE ENERGIA.**

---

Según HAYES y RUSNAK, "los años 80 verán el control y la contabilidad de la energía en la mayor parte de industrias."<sup>28</sup>

El paso hacia una mayor aplicación del control energético, estos autores lo ven también dentro de cada empresa. Las técnicas y sistemas de dirección de la utilización de la energía son cada vez más sofisticadas. El punto común que reúnen estos programas está en la determinación de

unidades de utilización de la energía cada vez más pequeñas. Comenzando a nivel de fábrica, después pasando por el nivel de departamento y acabando en la unidad de producción específica."<sup>29</sup> Es decir, se trata de generalizar el control, a partir de una base inicial de aprendizaje y mejora progresiva.

En cuanto a la operativa de trabajo, BUATAS ilustra las siguientes etapas, para poder realizar el diagnóstico del consumo energético. Lógicamente, una vez efectuado el diagnóstico y tomado las primeras medidas, se sentirá la necesidad de continuar las mediciones al objeto de perseverar en la mejora de la captación de la información.

Las etapas de medición para efectuar el diagnóstico son:

1. Análisis histórico del consumo: Señala las tendencias energéticas de la empresa. Deben revisarse las facturas pagadas, unificando el sistema de unidades a uno comprensible para todos. Pueden ir expresadas en función de la producción (unidades o Kg.). Si ésta es heterogénea podrá expresarse indirectamente por medio de la cantidad de horas de mano de obra directa o su valor en pta., de la mercancía producida. El análisis puede extenderse cinco años atrás, con lo que coincide con el plazo que recomendará después HORA. Pueden cuantificarse diferentes ratios.<sup>30</sup>

2. Análisis de fuentes y centros de consumo: Es una fase más técnica (personal cualificado) Hay empresas en las que se carece de registros del consumo de energía por departamentos y además se carece de la instrumentación necesaria.

La recogida de datos se realiza en dos etapas:

1. Recogida de datos de consumo de la facturación de las compañías del diagrama de flujo por fuentes, viendo en que centros se consume. (combustibles, electricidad, agua caliente, vapor y agua refrigerada).

2. Medir o estimar el consumo de cada centro y la suma de consumos tratando de cuadrar con la factura. Debe tenderse a reducir el mínimo esta discrepancia (pero hay una relación coste/eficacia a respetar).

3. Una vez "cuadrados" los consumos por centros y por fuentes, se realiza un análisis A.B.C. de consumos de energía por centros y fuentes para determinar el número escaso de ellos que son calificables como "A", es decir, los responsables de un consumo más elevado. del total centro o fuente de la que provienen. Se seleccionan para confeccionar un balance energético de orígenes y empleos de energía, con la detección de los puntos en los que se producen las pérdidas energéticas más elevadas. Véanse los diagramas de BUATAS al final del capítulo, para observar las fases de razonamiento y de trabajo en la discriminación selectiva de los aspectos a analizar con mayor detenimiento en cuanto al cruce fuentes energéticas/centros de coste.

4. Como resultado del balance energético, se obtendrá los rendimientos reales, su comparación con los rendimientos standards, la comparación con las medias del sector, o las derivadas de la última tecnología disponible, y con estas comparaciones el potencial del ahorro posible en cada caso, con objeto de dilucidar si es conveniente o no la realización de las inversiones que cada actuación de cambio implicaría.

---

#### **9. 4. 4. EL INFORME DE AUDITORÍA ENERGÉTICA. ALGUNAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS SOBRE PASOS Y CONTENIDO**

---

Michael E. HORA publicó un artículo en la revista "Business Horizons", que es un auténtico canto a la visión de la obtención de ahorros energéticos a través de un enfoque directivo, no técnico.<sup>31</sup> A continuación resumimos su pensamiento por lo que se refiere los pasos que deben superarse para efectuar una auditoría energética con éxito.

Por un lado entendemos la postura de HORA: La dirección del proceso es muy importante. Pero por otra, no conviene minusvalorar o despreciar la aportación de los técnicos, pues resulta mucho más importante de lo que parece. Si en sus manos está la capacidad de medición y la propuesta de solución de los problemas sobre ahorro energético, es obvio que los técnicos detentan un poder más amplio del que creen tener los propios directivos.

Ya se ha indicado en este capítulo lo importante que resulta que el director energético o cargos similares, tengan formación adecuada y suficiente en los dos planos.

Después de haber asimilado estas prevenciones, entramos a analizar lo que expresa este autor: "Ya que una característica del ejecutivo con éxito es su habilidad para tomar decisiones correctas, a veces basadas en información limitada, es necesario un método que le ayude a tener éxito en la situación energética de la planta. Debe empezarse con un análisis de las

aplicaciones energéticas. Cuando hay que tomar decisiones puede gastarse el tiempo considerando ramificaciones sin abordar el problema esencial." Y esto es precisamente lo que trata de evitar HORA.

**Según este autor, existen seis pasos básicos en una auditoría o análisis energético con éxito:**

1. Definir el objetivo del estudio.
2. Determinar los elementos fundamentales.
3. Examinar las áreas que son fuertes usuarias de energía, para el potencial de reducción.
4. Realizar un análisis financiero de los métodos de reducción potencial del uso de energía.
5. Seleccionar un curso de acción (alternativa).
6. Establecer un plan de acción.

Por lo que se refiere al primer punto (objetivo de un análisis o auditoría energética) cabe definirlo en la obtención del mayor éxito en la determinación de la situación energética de la fábrica, a corto plazo, así como proveer unas bases adecuadas para tomar decisiones correctas. Una auditoría con éxito debe plantearse las siguientes preguntas:

- ¿Cómo ha sido usada la energía en la planta?
- ¿Cómo es el proyecto de uso de energía?
- ¿Cuánto se puede reducir el uso de energía?
- ¿Cuáles son los incentivos financieros directos e indirectos para hacerlo?
- ¿Qué se podrá hacer en el futuro?

Las respuestas a estas preguntas podrían proporcionar una determinación del potencial de reducción del uso de energía en términos monetarios, el potencial para evitar un cierre de fábrica, una metodología de reducción de energía gastada y la documentación y fijación de un plan de

acción. Es importante evitar el volver a hacer una auditoría dentro del estudio de ingeniería. La auditoría es una herramienta de la dirección. Una vez se ha determinado el propósito claramente, debe abordarse el próximo paso.<sup>32</sup>

Este segundo paso es la **determinación de los elementos fundamentales.**

Según HORA, esta fase prevé una respuesta a: **¿Dónde estamos ahora? ¿Qué haremos mañana?.**

Debe hacerse un examen de la historia de un quinquenio y una proyección de cinco años. Se deben examinar varios factores en la construcción histórica de cinco años.

- Uso mensual: ¿Es cíclico el modelo de uso? ¿Se compensan las variaciones de las múltiples fuentes de tal forma que no es cíclico el uso total?.
- Examen de los costes de cada período.
- Costes por unidad de energía ¿Cómo son las tendencias del cambio? ¿Qué tendencias de coste están creciendo? ¿Hay alguna fuente cuyos costes sean regresivos?.
- Niveles de producción: Deben ser examinadas las tendencias anuales y cíclicas.
- "Enerductividad" = Producción buena (cantidad) / 1.000 BTU de factor de energía. La tendencia de este ratio de productividad energética es: ¿A subir, a bajar, constante?.
- Coste energía/Coste producción. El reconocimiento de los impactos cambiantes del coste de la energía es el primer paso para obtener compromisos para actuar sobre los costes de la energía.

En cuanto a la previsión con relación a los próximos cinco años, deben planearse estas cifras:

1. Niveles previstos de producción.

2. Necesidades previstas de energía:

$$\{\text{unidades producción previstas}\} \times 1/\text{Enerductividad} = \text{Unidades/año} \cdot \text{BTU/Unidades:año} = \text{BTU/año}$$

3. Costes totales por periodo: Multiplicación de 2. (BTU/año) por los costes energéticos futuros previstos de cada una de las formas usadas de energía.
4. "Enerductividad". Si las tasas futuras puede esperarse que cambien en base a alguna acción, entonces las necesidades previstas de energía deben cambiarse.
5. Coste energético/Coste de producción: Continuación del análisis de tendencia; ayuda a construir los argumentos para actuar.
6. Factores de abastecimiento. Son: I) Cambios en los costes unitarios esperados. II) Disponibilidades previstas. Es un factor tan importante como el coste.
7. Otros aspectos: a) Alternativas posibles: por ejemplo: propano en lugar de gas natural; energía solar en lugar de electricidad; carbón en lugar de fuel. b) Impacto del gobierno: ¿Hay expectativas de que sus reglamentaciones afecten a nuestras decisiones energéticas futuras?

El paso final en el desarrollo de los elementos fundamentales consiste en determinar los detalles relativos al uso actual de energía por tipos. Lo que significa establecer una tabla al estilo "input-output", de la combinación fuentes/usos energéticos.<sup>33</sup> O de forma aún más completa, la tabla tridimensional que reproducimos como figura 9.1, al final del capítulo, propuesta por GIROD (por mediación de ALARIO), para las previsiones energéticas nacionales tabla cuya cumplimentación detallaría cada consumo energético en tres características, de las que adjuntamos algunos ejemplos: Forma energética, (gas, electricidad, fuelóleo) uso (calor a baja temperatura, iluminación, aire acondicionado) y sector (la sección o división responsable del consumo).

Por lo que se refiere al tercer punto, el potencial de reducción, deben examinarse los mayores porcentajes de entre todos los cruces usos/fuentes. Se utilizará el método 20/80 o A.B.C. (mediante el primero, que es una simplificación del segundo, el 20% más importante del equipo contará con el 80% aproximadamente del uso de la energía).

Cuando observemos cada uso importante de energía, la utilización de modelos forzarán a alterar algunas visiones alternativas: (Reducción de la utilización de energía, incremento de la productividad del equipo, combustibles alternativos; tecnología más moderna; uso de calor residual para secar materiales; autogeneración etc. El uso de más aparatos

reguladores (como termostatos, temporizadores, reguladores de presión) ofrece otros puntos de vista para reducir el desperdicio energético. Un buen mantenimiento preventivo puede ser también una buena inversión, por ejemplo: limpiar los filtros de los aparatos de aire acondicionado, etc.

El cuarto punto del análisis energético es el **análisis financiero**.

Con los métodos potenciales de reducción del uso de energía o de perfeccionamiento de su utilización, puede adoptarse el primer paso para alcanzar una decisión de cara a la acción: el análisis financiero. Según HORA, el análisis financiero no necesita ser sofisticado. Puede usarse una simple ecuación como ésta:

Tasa aproximada de retorno antes de impuestos = (Ahorros anuales--Amortización anual)/Coste total del proyecto.

A la vez que se calculan las cifras necesarias para esta operación, es también importante determinar el porcentaje del total combustible (energía) usado, que puede ahorrarse. Este factor, así como el anterior (de retorno) jugarán un papel importante.

## 5. Curso de acción

Según HORA, un estudio sin recomendaciones para la acción es un estudio desperdiciado. Esto no quiere decir que la recomendación no pueda ser: "no hacer nada". La clave es llegar a una decisión basada en el análisis de factores económicamente conseguibles y el buen juicio empresarial de los responsables de una explotación rentable. La decisión final debería estar dentro de una de estas categorías generales:<sup>34</sup>

1. **Acción específica diferida hasta un momento posterior, cuando cambien los condicionantes políticos, sociales o económicos.**

2. Establecimiento de un programa sencillo de conservación de energía.

3. Se juzga positiva y deseable una acción concreta por una o varias razones.

Hay tres consideraciones que deberían tener influencia en la toma de decisiones sobre la acción más apropiada:

a) El retorno sobre la inversión debería hacer frente -o exceder- a la tasa mínima financiera requerida por la compañía.

b) Un aplazamiento o acortamiento está dentro del área posible. Si una acción positiva para conservar recursos escasos puede ganar a la empresa una posición favorable ante las instituciones públicas, esto será gastar dinero para obtener un seguro para continuar el negocio, expresa HORA con un pragmatismo posiblemente excesivo. Mientras esta inversión no pueda tener asociada una rentabilidad tangible, debe caer en la categoría de necesidades que no pueden ser ignoradas. Otro factor es considerar que están haciendo las empresas vecinas.

c) Beneficios políticos por el logro de una posición favorable en la comunidad. Como puede verse, HORA tiene muy presente que la rentabilidad no se genera solamente entre las cuatro paredes de la fábrica.

## **6. Establecer un plan de acción**

El estudio debe ser documentado adecuadamente, de modo que se logren dos objetivos:

1. Deben ser recordados clara y concisamente los fundamentos, métodos y futuras implicaciones, para reforzar el significado.

2. Debe establecerse un plan de acción que defina claramente el camino a tomar para conseguir los objetivos deseados.

El éxito de la implementación del plan tiene cuatro elementos básicos.

1. La tarea: un conjunto claramente definido de tareas y subtareas debe ser desarrollado para describir en forma precisa lo que se hará.

2. Límite temporal: para concretar fechas de tareas y subtareas.

3. La persona: Debe asignarse la responsabilidad a un individuo con la autoridad y habilidad necesarias para revisar que se cumpla cada tarea y subtarea.

4. El líder: Cada proyecto necesita detrás un conductor. La gente no asume seriamente plazos y responsabilidades si sabe que el jefe no se toma en serio al proyecto. Una responsabilidad real, requiere que se espere un día de "revista". Si la acción requerida es diferir un año la decisión, alguien debe encargarse de perseguir el asunto.<sup>35</sup>

Por lo que se refiere a las expectativas de cumplimiento de plazos, según HORA, un estudio del tipo descrito puede ser cumplido normalmente en tres o seis semanas, dependiendo de la complejidad de la situación y de la experiencia del personal asignado.

Es curiosa por parte de HORA la insistencia en que no se empiece este tipo de auditorías con un estudio de ingeniería. El propósito de este estudio debería ser ayudar a los directivos a tomar decisiones, no imponer soluciones técnicas; "ingenieriles", dice HORA. Deberá considerarse la realización de una auditoría energética si los costes energéticos sobrepasan los 100.000\$ al año.<sup>36</sup>

---

## 9. 4. 5. ALGUNAS EXPERIENCIAS CONCRETAS EN AUDITORÍA ENERGÉTICA

---

El servicio de estudios del conglomerado público italiano I.R.I. (*Istituto di Reconstruzione Industriali*) proporcionó una información que es interesante:

En 1.979 el I.R.I. consumió 11,2 millones de Toneladas equivalentes de petróleo (T.E.P.)

De 1.973 a 1.978, la estructura de la producción sufrió grandes variaciones: El valor añadido (V.A.) del grupo se incrementó un 17% a precios constantes, es decir, una vez descontada la inflación. Por otra parte, el consumo energético por unidad de valor añadido se redujo en el mismo período un 23%.

El I.R.I. aducía las siguientes como causas principales:<sup>37</sup>

1. La composición del V.A. varió durante el período, descendiendo la proporción atribuible a manufactura y aumentando el la correspondiente a los servicios.
2. Además, la manufactura [producción fabril, de no emplear un término que ya empieza a ser obsoleto: manufactura = hecho a mano, cuando en realidad a veces se refieren a producciones automatizadas], la producción fabril, por tanto, había sufrido un cambio estructural: había ganado posiciones el negocio en que predominaban procesos mecánicos y electrónicos, que presentan un menor consumo y una mayor eficiencia, y por contra, había disminuido la parte correspondiente a cemento y siderurgia, actividades altamente energético intensivas.

Puesto que no facilitan el dato, no es posible conocer qué parte de la reducción del 23% en el consumo energético por unidad de V.A., había resultado ya como consecuencia de una mejora en la eficiencia de los procesos, más que por un cambio en la mezcla de sectores y actividades.

Este ejemplo, nos puede servir para reflexionar sobre la circunstancia que se ha indicado: Muchas reducciones de consumos energéticos absolutas e incluso relativas, se han logrado como consecuencia de decisiones estratégicas que trascienden un campo de nivel operativo como el relativo a la eficiencia energética; lo que no quiere decir que sea un campo secundario, sobre todo en épocas de costes crecientes, señal que los directivos empresariales interpretan -entre otras varias- como un estímulo para la reestructuración de la gama de negocios y productos.

Otra cuestión interesante señalada por el I.R.I., se refiere al horizonte de decisión. Concretamente indican que "en los últimos años, en respuesta al incremento de los costes energéticos, la industria ha conseguido economías sensibles en el consumo energético, pero se trata de resultados obtenidos sobre todo cuidando la eficiencia y el rendimiento de los *actuales* sistemas de producción y consumo de la energía. Esta actuación [a corto plazo] ha necesitado nuevo capital en forma limitada; en el futuro, los progresos ulteriores necesarios, comportarán inversiones progresivamente crecientes."

---

## **9.5. ALGUNAS MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO**

---

---

### **9.5.1. MEDIDAS GENERALES, A INSTRUMENTAR MEDIANTE ACCIONES CONCRETAS**

---

Al respecto puede servir una lista de medidas que difundió en su momento la Agencia Internacional de la Energía:<sup>38</sup>

1. Consumir energía únicamente cuando es necesaria.
2. Utilizarla en la forma más adecuada.
3. Acoplar los procesos aprovechando la energía residual.
4. Dimensionar correctamente las instalaciones.
5. Automatizar al máximo posible.
6. Dar preferencia a los procesos continuos y evitar paradas.

7. Exigir rendimientos energéticos elevados a todos los elementos de la instalación.

8. Aislar térmicamente los aparatos y conducciones calientes.

9. Reducir al mínimo las pérdidas en redes de distribución.

10. Hacer revisar periódicamente las instalaciones por especialistas en energía.

VALERO propone en función de algunas ideas de LE GOFF, un cuadro conteniendo diversos tipos de medidas, el plazo de la acción y la cantidad de inversión necesaria en abstracto. Véase el cuadro 9.1. al final del capítulo.

---

## 9. 5. 2. ALUSIÓN A LA PARTICIPACIÓN

---

ASURMENDI y PROSPER prefieren llamar a esta fase "programa de transmisión". Lo definen como "el conjunto de actividades para la transmisión y mentalización a las personas de la Empresa, del *Programa energético* desarrollado. El objetivo fundamental del programa de transmisión, es lograr que los técnicos de la empresa conozcan el programa energético desarrollado y en su actuar diario, consideren la energía como uno de los factores de coste del producto, sabiendo valorar en todo momento su influencia e importancia relativa y adoptar en consecuencia los medios oportunos para su mejor administración."<sup>39</sup>

Se recordará la acertada definición que ha detallado BUATAS anteriormente, sobre la necesidad de "Lograr la participación. Debemos ser

capaces de tocar las teclas emocionales adecuadas para despertar el entusiasmo de los implicados por el programa. La participación es función de la positividad del programa, y del grado de conocimiento de sus motivaciones. Es primordial comunicar los objetivos de la empresa en este campo y la prioridad de la conservación. Pueden realizarse campañas de información, informar de los resultados en unidades económicas comprensibles o establecer concursos."<sup>40</sup>

La realización de inversiones en nuevo inmovilizado de producción, es uno de los tipos de medidas de ahorro energético, para incrementar los rendimientos energéticos en los diversos centros de consumo de energía, y por tanto, a nivel de la empresa.

---

### **9. 5. 3. MEDIDAS DE BAJO COSTE ECONÓMICO, PARA SU IMPLANTACIÓN INMEDIATA**

---

Estas medidas se basan sobre el aforismo que asevera que "el sentido común es el menos común de los sentidos". En el supuesto de que la empresa no es una organización donde falta el sentido común, ya que éste es imprescindible -condición necesaria, pero no suficiente- para lograr la supervivencia económica, la explicación por la que existen múltiples despilfarros partiendo de una organización e inversión dadas, es que se considera como una cuestión debajo orden de prioridad, rutinaria o de bajo nivel.

Esta consideración puede ser debida a tres factores, entre otros:

La empresa tiene un apreciable componente energético en los costes, pero la energía es barata comparada con el valor de los sueldos y salarios o de las inversiones.

La empresa tiene un apreciable componente energético en los costes y la energía es cara, pero las condiciones de mercado de la empresa le permiten obtener grandes beneficios sin preocuparse excesivamente de menestralías tales como reducir costes energéticos.

La empresa tiene un coste energético directo de baja importancia con relación sus costes totales, por lo que, vaya cara o barata, no considera un buen empleo de tiempo cualquier intento de reducción a base de emplear algunos directivos y técnicos en la revisión de la situación.

Cuando empezaron a subir fuertemente los costes energéticos de las empresas, es decir, no el precio del petróleo Brent sino las facturas de gas, electricidad, fuel o carbón, éstas se apercibieron de que una de las formas de lograr reconducir una magnitud económica en la empresa es, simplemente prestarle atención continuada por parte de la Dirección, haciendo saber a los empleados, no sólo con palabras sino con actitudes continuadas, que esta cuestión "ha pasado a la lista de alta prioridad".

Es realmente interesante constatar cuánto ahorro de energía puede realizarse simplemente con una mejora de la eficiencia y de la atención del personal de la empresa. Pero tampoco hay que esperar milagros a partir de unas medidas tan modestas: Son imprescindibles, pero no suficientes. Lógicamente, tal cambio de las prioridades ofrece ahorros, pero tiene también unos límites de eficiencia claros: Las características del producto o servicio que se fabrica o presta, y el tipo, antigüedad y características de fabricación y explotación de los equipos de inversión en la empresa que consumen energía.

Como medidas de choque, la aplicación del sentido común a base de vigilancia y detección de anomalías, incoherencias organizativas, etc., es muy útil, ya que en primer lugar prepara a los empleados en una

nueva óptica y mentalidad; por otro lado, los ahorros logrados fulminantemente permiten financiar indirectamente un programa de gastos e inversiones futuros para lograr ahorro energético, que se puede preparar de acuerdo con la información de la auditoría y la detección de los puntos débiles practicada por estos controles iniciales sistemáticos. De la misma opinión es BUATAS, quien explica las ventajas de las medidas de bajo coste:

"Pueden afectar a la planificación de la producción o al funcionamiento y mantenimiento de los equipos, instrumentación y control automáticos, etc. La calificación de "bajo coste" depende de la empresa que sea y de su sistema de autorización de gastos e inversiones. Las medidas de "bajo coste" pueden ser reunidas en paquetes pequeños a medida que se detectan y ponerlos en marcha inmediatamente. Se ven los resultados, que animan al personal y a los colaboradores del programa.

**Medidas traducidas a proyectos que requieren inversión:**

Deben ser analizadas a la luz de:

1. Kcal. y Pta. de ahorro aportados.
2. Capital y recursos necesarios para la puesta en marcha.
3. Riesgos tecnológicos implicados en la modificación.
4. Limitaciones creadas al centro de consumo y proceso.
5. Facilidad y tiempo de puesta en marcha.
6. Necesidad de formación del personal.

Como recuerda BUATAS, debe cuidarse la inutilidad de hacer mejoras de bajo coste en un equipo que, tras aprobar los proyectos de inversión, va a ser sustituido. Será necesario hacer análisis financieros (Flujo de caja actualizado por pta. invertida., Pay Back; VAN, TRI). Un modo de priorizar puede ser el índice de rentabilidad. Otro modo de hacer análisis de inversiones presupuesto de capital fijo (maximizar el VAN total).

Los resultados del análisis y diagnóstico presentados en un informe:

- Objetivos del estudio.
- Metodología utilizada.
- Relación de las oportunidades identificadas.
- Discusión de los proyectos recomendados.

Como conclusión, llega BUATAS a la "necesidad de conservar la energía y de hacerlo con espíritu de gestión. La industria en España consume un 51% de energía, nuestros procesos usan una cantidad de energía mucho mayor que la termodinámicamente necesaria. El camino es enorme."

---

#### **9.5.3.1. IDENTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS E INEFICACIAS**

---

La primera condición para lograr una reducción del consumo energético, es: Medir, y difundir entre los interesados que se está midiendo.

HAYES y RUSNAK advierten que las fugas en los circuitos de vapor pueden ser muy importantes<sup>41</sup>; pero son fácilmente identificables porque son visibles. No es el caso de los "fluidos invisibles" tales como el aire y el gas. Para estos debe instalarse un sistema de contabilidad de suministro para identificar cuantitativamente las pérdidas.

Al respecto de la importancia de las pérdidas de fluidos energéticos, puede comentarse una figura debida a STIGMARKER y SWENSSON.<sup>42</sup> En lugar de reproducirla, lo que haremos será comentarla brevemente.

Se refieren a las fugas de aire comprimido. Ya se ha indicado la peligrosidad de la pérdida de fluidos invisibles como el aire comprimido; en este caso, la pérdida produce ruido, por lo que su arreglo está aún más vinculada al cuidado de los mandos intermedios y a la formación, y motivación del personal.

Los autores citados comentan que una pérdida de aire comprimido por un orificio del tamaño de un milímetro, da lugar a la salida de 1,1 litros de aire por segundo, que, para unas condiciones de presión de aire de 6 kilopondios por centímetro cuadrado, significa un equivalente de consumo de 0,4 kW/h. Si el diámetro de la salida por pérdida es de 3 mm., se van 9,8 l/s, y el equivalente energético es 3,5 kW/h. Si el diámetro es de 0,5 cm., salen 27,1 l/s y equivale a un consumo energético de 10 kW/h. En caso de que el diámetro de la pérdida sea un cm., se pierden 108 l/s y su equivalente en energía de más de 40 kW/h, (40 kW, es la potencia de un coche pequeño) que, a los precios de la electricidad de uso industrial en España, fácilmente rebasa las 500 pta./hora. En una planta industrial, si no existe sensibilización para este tipo de cuestiones, fácilmente puede estar sin solucionar una avería de este tipo con la consabida pérdida de dinero y de imagen.

Según estos técnicos suecos, es frecuente que el aire se fugue casi continuamente día y noche "mientras que las máquinas herramientas sólo se utilizan durante el 40-60% de la jornada de trabajo. La experiencia ha demostrado que, con un esfuerzo moderado, las fugas pueden reducirse de un 5 a un 10%, partiendo de una situación inicial de fugas del 30%."

Estos autores recomiendan<sup>43</sup> una serie de medidas sencillas para reducir el consumo de energía del aire comprimido, que no son más que la aplicación del sentido común a este campo:

1. "Encontrar todos los puntos de fuga en el sistema neumático, lo que se consigue de un modo sencillo, siguiendo las conducciones de aire y escuchando para encontrar fugas. Esto hay que hacerlo cuando las máquinas estén paradas.
2. Cerrar los grifos de aire en cada puesto de trabajo al final de la jornada y durante las interrupciones prolongadas.

3. Al final del día cerrar el grifo principal de los departamentos que no necesitan aire comprimido para reparaciones y trabajo de mantenimiento.
4. Examinar las posibilidades de extraer por aspiración la arena y materiales similares en lugar de apartarlos soplando con aire comprimido."

---

### **9. 5. 4. EL AHORRO ENERGÉTICO Y LAS INVERSIONES**

---

Las medidas que se sustancian en proyectos que requieren inversión, según BUATAS, deben ser analizados a la luz de:

1. Las Kilocalorías y pta. de ahorros aportados.
2. El capital y los recursos necesarios para la puesta en marcha.
3. Los riesgos tecnológicos implicados en la modificación.
4. Las limitaciones creadas al centro de consumo y proceso.
5. Facilidad y tiempo de puesta en marcha.
6. Necesidad de formación del personal.<sup>44</sup>

BUATAS comenta algo muy sensato que a veces inexplicablemente sucede en la industria: "Debe cuidarse la inutilidad de hacer mejoras de bajos coste en un equipo que tras aprobar los proyectos de inversión, va a ser sustituido."

Esto puede suceder con alguna frecuencia, si no hay una estrecha coordinación entre los objetivos, las tareas y las restricciones de los tomadores de decisiones a distintos niveles. Así pues, toda decisión de inversión cuya característica prioritaria sea el ahorro energético, debería

atender previamente al estado real de la situación del equipo considerado a efectos del análisis de los posibles ahorros energéticos, dentro del previsible "ciclo de vida del proceso tecnológico" y "ciclo de vida del producto."

Como criterios de selección de inversiones la industria sigue en especial el criterio Pay Back estático. BUATAS cita el criterio Pay Back/Tiempo real de utilización.

Cabe esperar la diversificación de los procedimientos de evaluación de inversiones en las empresas. Para ello, sería necesario realizar análisis financieros (flujo de caja por peseta invertida, Valor Actual Neto, Tasa de Rendimiento Interno, Índice de rentabilidad. etc.)

---

#### **9.5.4.1. FIJACIÓN DE PRIORIDADES DE INVERSIÓN**

---

Para fijar prioridades, primero conviene poder estudiar los proyectos bajo una base informativa común en cuanto a estructura; lo que quiere decir que debe normalizarse la obtención de información. En el cuadro 2 a final del capítulo, BAUDIN expone unos formularios que pueden ayudar a realizar esta unificación formal.

Dado que los recursos económicos casi siempre son escasos con respecto a las colocaciones que son remuneradoras sobre el papel, deben fijarse prioridades de inversión, que pueden aplicarse de acuerdo a numerosos criterios: La estricta rentabilidad de los proyectos estudiados en términos de ahorro de costes, la facilidad de recuperación expresada por el pay-back.

También pueden existir otros criterios de decisión, aparentemente no óptimos: Por ejemplo, prestar exclusiva atención este año a los problemas de inversión de las fábrica II, pero demorar al siguiente los relativos a la I y la III; centrarse en determinadas secciones productivas, o en

determinado tipo de fuente energética, o en usos concretos, ligados a sistemas: Por ejemplo, el sistema de aire comprimido, etc.

Asimismo cabe la posibilidad apuntada anteriormente de aplazar una toma de decisiones sobre la renovación de un equipo, si pelagra la permanencia del proceso tecnológico al que está asociado, o del producto cuyo concurso presta el equipo para su fabricación.

Hay que ser realistas y entender, además, que el factor energético, aun con las fuertes subidas de precios sufridas a principios de los 80, no es un factor de coste mayoritario en casi ningún sector; Por tanto, es difícil encontrar alguna empresa que sustituya un bien de equipo, únicamente a causa del ahorro de energía.

---

#### **9.5.4.2. EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS. MÉTODOS EMPLEADOS EN LA PRÁCTICA**

---

Los métodos empleados en la práctica para decidir inversiones en ahorro energético, pueden abarcar desde la decisión basada en el método intuitivo por parte del empresario que se juega su propio dinero, y la realización de la inversión por su "evidente necesidad", en una empresa regida por directivos, hasta la realización previa de estudios muy complejos con sofisticados modelos de ayuda a la decisión, que, sin embargo siempre padecen del problema de desconocimiento, de la incertidumbre sobre el parámetro clave: Los precios futuros aplicables durante la vida útil de la inversión.

De todos modos, el análisis de inversión más frecuente en la práctica, se realiza mediante la aplicación del modelo del "pay-back" o tasa de recuperación.

Posiblemente, una cuestión más importante que el propio modelo que se use para ayudar a la toma de decisiones en inversión para el logro de ahorros energéticos, es la existencia o no de discriminaciones a priori hacia los proyectos mencionados, exigiéndoles más prestaciones de rentabilidad o recuperación que al resto de los proyectos de inversión.

Nuestra hipótesis es que esta discriminación decisional se producía efectivamente en la práctica, y sucedía por dos motivos: Primero: La empresa clasificaba al proyecto de ahorro de energía en una clase superior de riesgo que el promedio de proyectos, debido a la suposición más o menos albergada de que los precios de la energía volverían a bajar una vez superada la crisis. Segundo: Un proyecto de ahorro de energía, es un proyecto de inversión afecto normalmente a un proceso industrial; si éste ya operaba en la empresa desde años antes, el atractivo económico de la operación de reemplazo crecía con el tiempo, al ser comparadas las prestaciones de equipos ya viejos y baja productividad, con las de otro nuevo, que, a la par que ahorraría energía, podía reducir otros consumos de factores por unidad de producto.

Por contra, quitaba atractivo al proyecto de ahorro energético, la posibilidad de que cupiera calificarlo como un proyecto de inversión afecto a un producto o un proceso instalados en sendas etapas de madurez en sus ciclos de vida. El compromiso de grandes cantidades de dinero, de incierta recuperación caso de bajar los precios de los energéticos, y el peligro de caída en obsolescencia del producto y/o el proceso tras la reestructuración industrial como consecuencia de las propias crisis energéticas, se traducían por parte de las empresas, de manera intuitiva o racional, en un justificante para la exigencia discriminada de una recuperación muy rápida de las inversiones en ahorro energético.

Las empresas han tendido a aplicar, incluso durante la época de precios energéticos muy altos -1.979-1.983-, modelos de elección de inversiones en ahorro de energía que primaban el rechazo del riesgo, como por ejemplo el *pay-back* o plazo de recuperación de la inversión, que busca la obtención de liquidez rápida como fin, y como medio para disminuir el riesgo

al mínimo. De hecho, la mayor parte de decisiones de inversión en equipos ahorradores de energía se han tomado sobre la base del modelo *pay back*. Los modelos dinámicos que incorporan un tipo de interés, no parece que se hayan usado con tanta profusión, si se analiza la literatura derivada de los organismos públicos especializados.

Dentro del uso de uno u otro modelo concreto de decisión: tasa de ahorro de costes, *pay back*, tasa de rendimiento interno, valor actual neto, Índice de rentabilidad actualizado, etc., las empresas han aplicado diferentes exigencias de topes de decisión, según que el proyecto fuera de ahorro de energía o de otro tipo. Es decir, en presencia de racionamiento de capital, un proyecto de inversión cuyo objetivo consistiera en el logro de un ahorro de energía, había de ser notablemente mejor que otro para que, en competición, resultara elegido.

---

## **9. 5. 5. CAMBIOS ORGANIZATIVOS Y AHORRO DE ENERGÍA**

---

---

### **9.5.5.1. LA CREACIÓN DE UNA ORGANIZACIÓN ESPECÍFICA PARA LA PLANIFICACIÓN Y EL SEGUIMIENTO DEL AHORRO ENERGÉTICO**

---

Para conocer como se ha resuelto en la práctica este problema, una de las vías más adecuadas es la encuesta. En Estados Unidos, MEHRA y KEFALAS establecieron una encuesta<sup>45</sup> dirigida a 700 directores de producción, de los que se obtuvieron 198 cuestionarios contestados, que se

orientaban a un sesgo hacia industrias medianas y grandes de un crecimiento mayor al 5% anual, y los ejecutivos ya hacía más de 10 años que desempeñaban sus puestos. La encuesta tenía tres grandes áreas: hallar cuales eran las causas y soluciones más certeras de la crisis energética, los ajustes organizativos en sentido estructural que se habían debido realizar, y los ajustes en las operaciones de producción.

En el asunto de los ajustes estructurales que aquí nos concierne, se computaron los datos de los participantes pertenecientes a industrias energético-intensivas.

Las opciones que tenían los encuestados para señalar la acomodación estructural practicada en su empresa, eran:

Asignaciones de tareas adicionales a ejecutivos existentes, establecimiento de un comité o una "task force", establecimiento de una unidad especial o departamento, nuevo personal *staff* adicional y otros.

El rango o la frecuencia de elección de mayor a menor fue precisamente en el orden que hemos enumerado. Si la importancia del problema del ahorro de energía debía deducirse por la creación de una respuesta específica de tipo organizativo, diferenciando un departamento responsable de los temas de ahorro de energía, evidentemente ésta no era la solución más aceptada en Estados Unidos, si es que esta encuesta era representativa del comportamiento general de las empresas de este país al respecto.

Los autores realizan alguna aclaración, por ejemplo, con respecto al bajo grado de aceptación de la alternativa consistente en la creación de nuevo *staff* adicional. Según MEHRA y KEFALAS "esta solución implicaba asalariar expertos en conservación de la energía, lo que significaba incrementar la inversión [se supone la inversión que preconizarían estos empleados *staff* nada más tomar posesión de sus cargos]. Por consiguiente, [la conclusión es que] estos expertos no estaban disponibles fácilmente, o las organizaciones consideradas aquí se alejaban asustadas de la realización de

inversiones o de la adquisición de compromisos", concluyen MEHRA y KEFALAS.

Por tanto, parece que las empresas americanas se orientaban más al aprovechamiento de la organización existente que a la creación de nuevos organismos. Pero a veces, una señal clara de que se quiere dar importancia a una función es crear un puesto a alto nivel directivo que se ocupe de esta responsabilidad. En esta línea va la siguiente solución.

---

#### **9.5.5.2. DIRECTOR ENERGÉTICO**

---

Las perspectivas de una reducción significativa de costes energéticos en la industria alrededor de 1.980, generaron el espaldarazo definitivo a la creación dentro de empresas de un tamaño, intensidad y gasto energético suficientes, de la figura de responsable energético. Ha hecho su aparición una profesión específica de expertos en energía, responsables de programas de ahorro de energía. con una importancia creciente de estos ejecutivos en muchas empresas. Antes de la crisis de 1.973, las cuestiones energéticas estaban asignadas a expertos multifunción, que no podían dedicar a dicha labor especializada ninguna preferencia, amén de que no existía ningún incentivo especial para dedicar una persona en la organización a animar el ahorro de un factor que posiblemente era comparativamente el más barato, sobre todo en Estados Unidos.

Muchas veces, la tarea de Director Energético es asumida por un Ingeniero especializado en energía, que a la vez ha cursado estudios de Dirección y Administración de Empresas. Este perfil formativo y profesional es el ideal para encomendar esta tarea a quien lo posee, puesto que combina la capacidad de diálogo con los directivos y empleados estrictamente técnicos (producción, mantenimiento y reparaciones, control de calidad, planta de energía propia, desarrollo de procesos, etc), con la mentalidad

económica y de cálculo y evaluación de las ventajas e inconvenientes en términos de cuenta de resultados de la empresa.

El espaldarazo a la creación del cargo de Director Energético en las empresas, lo dio la A.I.E., cuando en 1.980 empezó a promoverlo en un sentido publicitario entre éstas, mediante la ayuda de los organismos estatales de difusión del ahorro de energía en cada uno de los 21 países adheridos a dicho organismo de la O.C.D.E.

En un anuncio de prensa del Centro de Estudios de la Energía aparecido en la revista "Economía Industrial" de Julio-Agosto de 1.980, se indicaba:

**"Director energético:**

Esta persona tendría la responsabilidad de gestionar eficazmente la energía, de forma análoga a como un director financiero gestiona los recursos económicos y un Director de Personal gestiona los recursos humanos. Las funciones del director energético serían las siguientes:

1. Mantener el control de las compras y consumos de energía de su empresa y construir índices que midan la eficacia del consumo energético para producir bienes y servicios.
2. Coordinar los distintos consumos de energía fijando objetivos de reducción de consumo
3. Identificar las pérdidas de energía en su empresa, cuantificarlas y proponer soluciones prácticas para eliminarlas.
4. Detectar áreas de actividad que requieran estudios más detallados. Promover dichos estudios y defender sus conclusiones.
5. Redactar o encargar la redacción de un pequeño manual para el personal de su empresa, en el que se recojan consejos para una mejor utilización de la energía.
6. Promover el interés del empresario y de los trabajadores en materia de ahorro energético. Dirigir las campañas de información y mentalización necesarias.
7. Relacionarse con otros Directores energéticos para intercambiar ideas y resultados de su aplicación.
8. Mantener contactos con departamentos de investigación, fabricantes de equipos, asociaciones de profesionales, etc. para estar al día en las nuevas técnicas de ahorro energético.

9. Asesorar en materia de costes energéticos y rentabilidad de inversiones<sup>46</sup>

Los ajustes estructurales de la organización ante los cambios en el entorno energético, han sido objeto de numerosas soluciones, de acuerdo con las posibilidades y necesidades de cada empresa implicada. BAUDIN propone mediante las figuras 9.5. y 9.6., una solución organizativa con la creación de la figura de un responsable de energía, en sendos organigramas, es decir, con el desarrollo de las funciones de sus subordinados a nivel esquemático.

---

### 9. 5. 6. EL CUADRO DE MANDO DE RATIOS ENERGÉTICOS

---

ASURMENDI y PROSPER llaman "sistema de reapreciación" a la formulación de una serie de indicadores de revisión periódica que ha de incorporar además un sistema de realimentación en función del aprendizaje proporcionado por la misma práctica del control. "A partir de [esta] formulación, se establece una metodología para la revisión y actualización cíclica del análisis energético, que constará de las siguientes etapas:"

1. "Determinación de índices globales y particulares, de forma que se pueda detectar y evaluar la influencia de cada unidad elemental y medida adoptada en el consumo energético por unidad de producto.
2. Definición de límites admisibles para una evolución normal en las relaciones e índices principales.
3. Ciclos propuestos para la actualización de índices. Causas que determinan el cambio de criterio y análisis inmediato específico.
4. Por último, propuesta de sistemas de actuación a seguir en función de las variaciones observadas."<sup>46</sup>

BAUDIN expone un modelo de cuadro de mando.<sup>47</sup>

---

## **9.6. REFLEXIÓN SOBRE LA DISYUNTIVA ENFOQUE TECNICO VS. ENFOQUE DIRECTIVO EN AHORRO DE ENERGÍA**

---

Según HAYES y RUSNAK, la conservación de la energía se ha pensado durante largo tiempo, que estaba en el ámbito de la tecnología pura, Después de la crisis de 1.979-80, "se convierte ahora en dominio de la dirección contable y/o financiera. Cuando la energía era barata este problema podía ser descuidado. Pero en los pasados años, el coste de algunas energías tales como el vapor, ha aumentado considerablemente. Esto ha atraído la atención de los directivos sobre la conservación. La energía debe ser contabilizada de forma precisa para tomar decisiones concernientes a la rentabilidad."<sup>48</sup>

Y en sus conclusiones, HAYES y RUSNAK reiteran: Solamente con el control (contage), no se pueden proporcionar economías energéticas. Para hacer economías energéticas es necesario tener a la vez una dirección que está interesada, programas comprensibles y el esfuerzo de cada cual. Según S.N. CHOUDHURI: "la conservación de energía es 95% asunto de dirección y sólo un 5% asunto de técnicos".

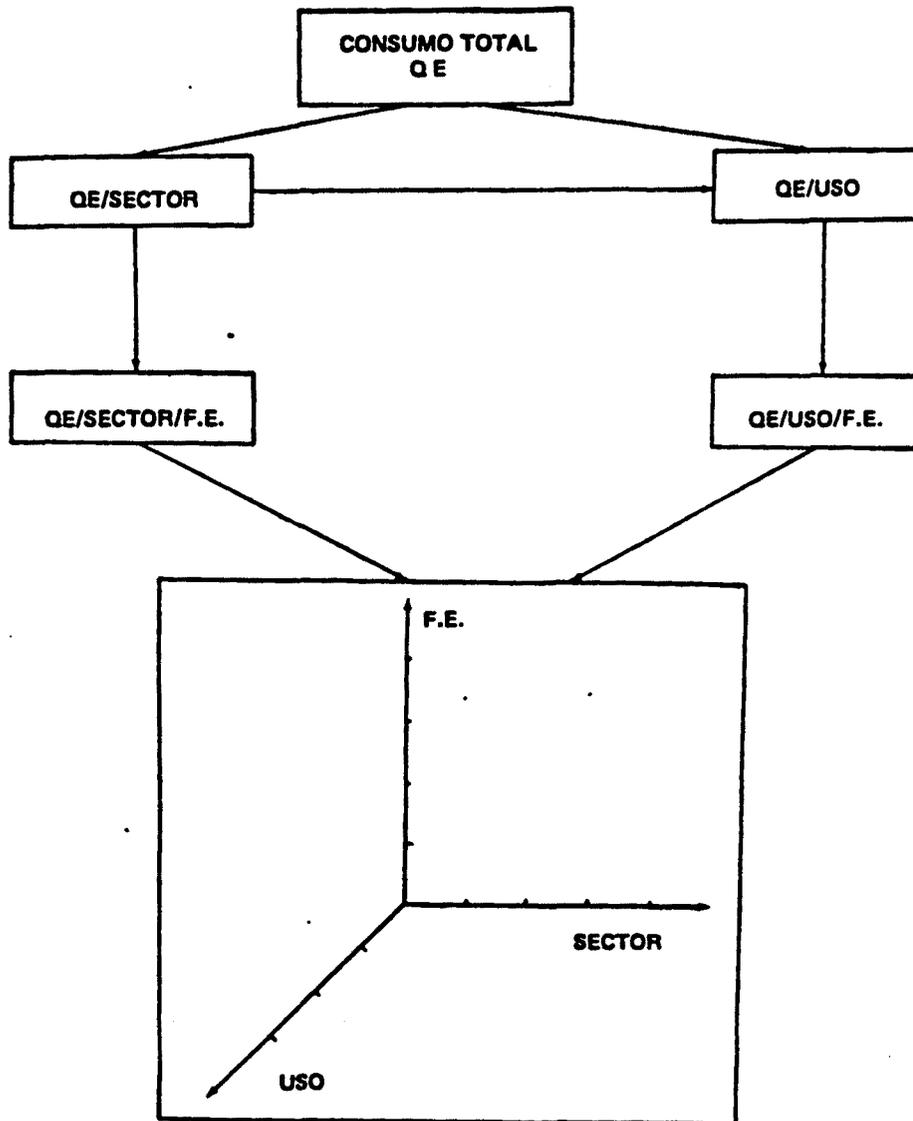
Esto puede ser cierto cuando los técnicos se orientan estrictamente a los objetivos que marca la dirección. Pero hay que contemplar el amplio campo que puede abarcar una actuación técnica, desde lo mediocre y rutinario a lo brillante.

Nosotros no estableceríamos aquí porcentajes ni méritos primordiales. El proyecto de ahorro energético empresarial, es un conjunto de actividades de dirección y de tipo técnico, que, teniendo objetivos claros, un sistema diáfano de dirección y control, más la realización de un trabajo técnico competente, puede llevar al éxito; como al fracaso conducen los programas que sólo al principio llegan apoyados por la dirección, estamento que más tarde entretiene su atención en otro gadget directivo cualquiera a la moda y así sucesivamente. Las responsabilidades directivas en este campo, como en otros, son las típicas que detalla BUATAS: a) Motivación del equipo. b) Mantenimiento de la tensión. c) Asumir la responsabilidad del resultado final.<sup>49</sup> Lo importante es que la dirección proporciones una sensación de permanencia en la persecución de los objetivos de conservación de energía, para modificar paulatinamente el comportamiento de los empleados y trabajadores e introducir una actitud cultural nueva en la Empresa. El problema proviene de la posibilidad que existe que desde el entorno no se apoye esta actitud en pro del ahorro de energía, mediante unas señales y mensajes económicos claros en cuanto a precios, que reafirmen y no desautoricen al directivo en sus propósitos de ahorro de energía, si es que realmente ha llegado a estar convencido de ello.

Por supuesto, el factor más natural que ha provocado el enfriamiento del interés en los programas de ahorro energético, es el descenso de los precios nominales y reales el petróleo en el segundo quinquenio de los años ochenta.

**ANEXO DEL CAPÍTULO 9: CUADROS Y FIGURAS  
APORTADAS**





NOTA: F.E. = Forma de Energía  
Fuente: J. GIROD, op. cit. p. 32

*Descomposición del consumo total.*

FIGURA 9.1.

FUENTE ORIGINAL: Ver figura.

FUENTE DERIVADA: ALARIO, J.: "Sistemas de previsión de demanda de energía a largo plazo". En: Revista "Energía". Año 6. Nº 3. Mayo-Junio 1.980.

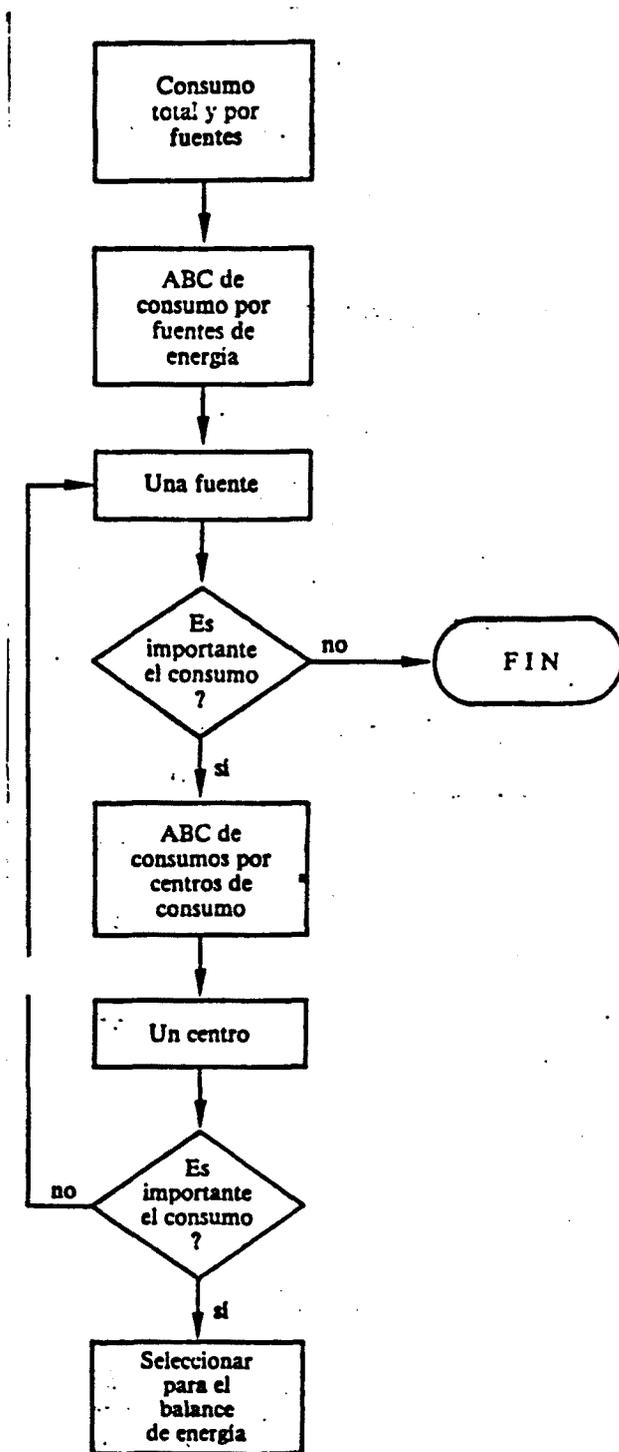
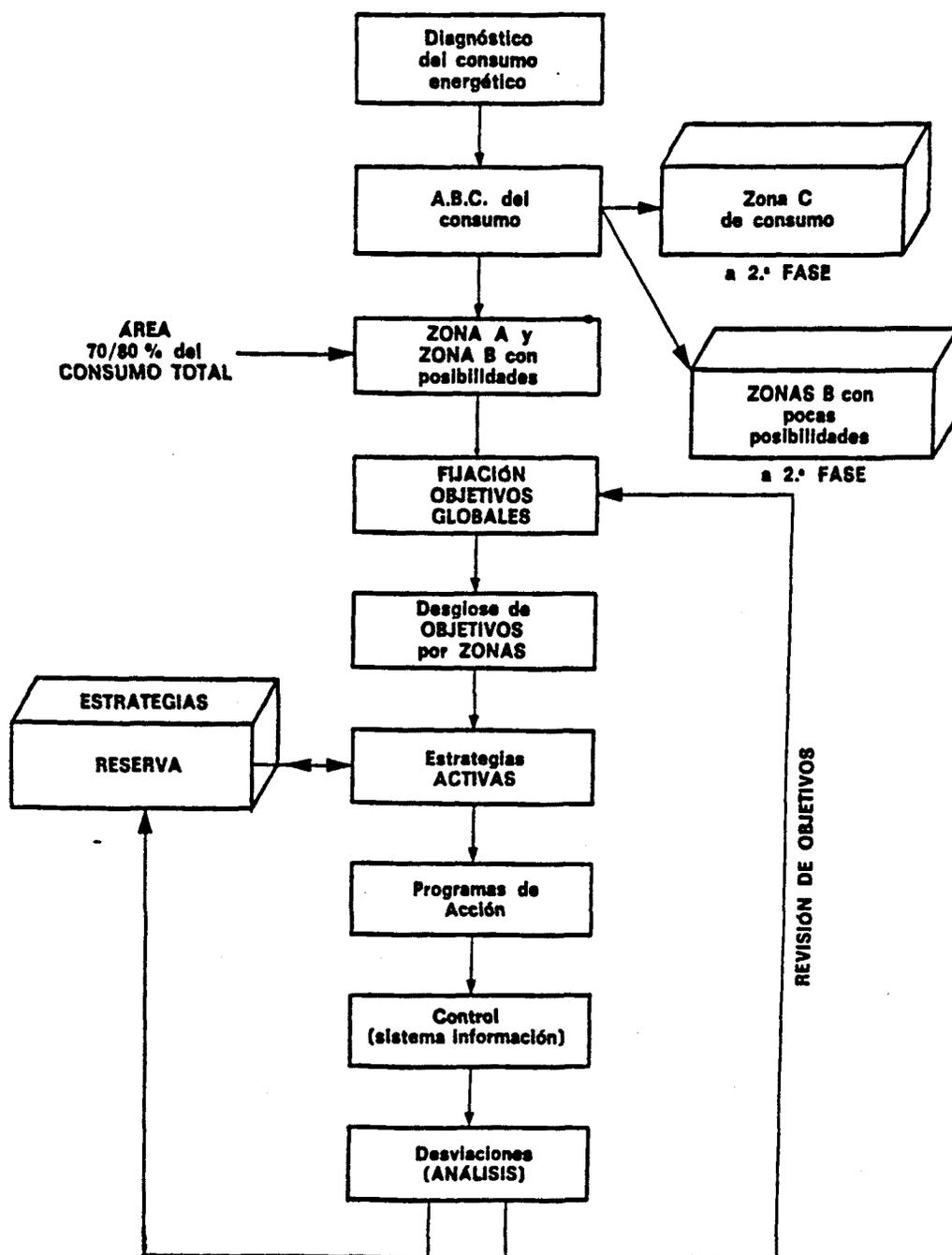


FIGURA 9.2.

Fuente: BUATAS E. Bibliografía. 156 b. Pg. 66

ETAPAS DEL PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA



FUENTE: BUATAS, E.: Bibliografía. 156 a. Pg. 29.

FIGURA 9.3.

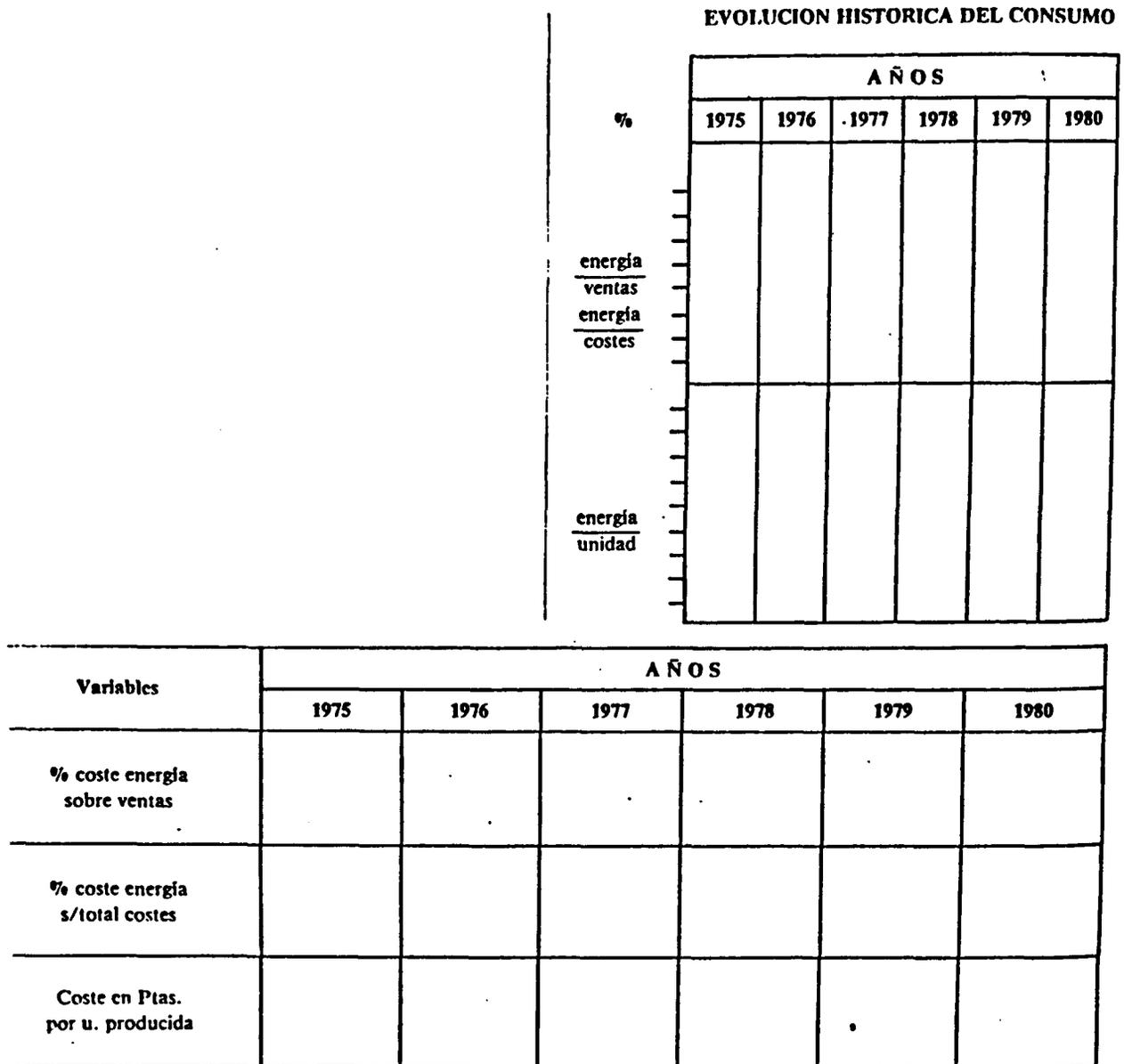


FIGURA 9.4.

FUENTE: BUATAS, E.: "La conservación de la energía y el diagnóstico del consumo energético.". Revista "Dirección y progreso". Nº 54. Vol II Pg. 65.

NIVEL DE DISEÑO Y ACCIONES ASOCIADAS PARA AHORRAR ENERGÍA (\*)

Nivel de diseño	Clave	Tipo de acción para Ahorrar Energía	Plazo de la Acción	Tipo de inversión	ε	β
I	Actitudes	Psicológica sobre los operadores. Cursos Propaganda, Concursos, etc.	Inmediata	Muy baja	▲	→
II	Mantenimiento	Mantenimiento preventivo: limpiezas, re- glajes, etc.	Corto plazo	Baja		
III	Circuitería	Mejora de operaciones: recuperadores, au- tomatizaciones, etc.	Corto plazo	Media		
IV	Ingeniería	Mejora de procesos: Procesos continuos en vez de discontinuos, por ej. trans- porte ferrocarril en vez de automóvil	Medio plazo	Medio-grande		
V	Energía total	Interconexión de muchas utilidades acopladas de la Energía	Medio-Largo Plazo	Grande		
VI	Procedimiento	Utilización de procedimientos más efi- cientes energéticamente, por ej. células de combustible, gasificación carbón, etc.	Largo plazo	Muy grande		
VII	Socio-política	Reducción psico-sociológica de los con- sumos. Bicicleta, Arquitectura Solar, etc.	Muy largo plazo	-		

(\*) Tabla propuesta en base a las ideas de P. Le Goff (3)

CUADRO 9.1.

FUENTE derivada: VALERO CAPILLA, A.: "Bases termoeconómicas del ahorro de energía"  
2ª Conf. Nacional sobre ahorro energético y alternativas ener-  
géticas. Zaragoza, F./O/N.M.. 7 y 8 de Octubre 1.982.Pg. 207.

## Formulaires d'enquête de possibilités d'économies d'énergie

### FORMULAIRE A

#### RECENSEMENT DES POSSIBILITÉS D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

##### Dépenses à prendre sur le budget de fonctionnement

Date \_\_\_\_\_ :

Département ou Service :

Responsable de la proposition :

Désignation de l'appareil (1) (ou de l'installation)

Type d'action envisagé (2)

Economies annuelles probables :

En thermies (3)

En francs \_\_\_\_\_ la thermie (4) (3)

Coût estimé de l'opération (5)

Durée des travaux (6) nécessitant l'arrêt de l'installation pendant  
x semaines

Dépense en francs par thermie annuelle récupérée (7) = (5)/(3)

Durée d'amortissement  $\frac{(5)}{(4)} = (8)$

Avantages accessoires (9)

Inconvénients (10)

Date limite de décision (11)

(1) Par exemple, chaudière, bac de stockage, unité d'acide sulfurique.

(2) Par exemple, pose de calorifuge, installation d'un appareil de mesure, réfections de joints, etc.

(3) Effectuer un calcul approché en partant des données disponibles.

(4) Il appartient à la Direction de fixer, en fonction des coûts réels d'approvisionnement, la valeur des thermies utilisées, en distinguant calories fuel, gaz, vapeur, etc.

(5) A ce stade, on ne peut pas faire une consultation de fournisseur, le problème n'étant pas suffisamment défini pour fournir un cahier des charges précis. On se contentera donc d'un ordre de grandeur, estimé d'après le coût de réalisations analogues, voire par consultation sommaire d'un fournisseur par téléphone. Ceux-ci hésitent à donner par écrit un chiffre nécessairement erroné qui risque de les engager par la suite.

(6) La durée des travaux est nécessaire pour prévoir la date de limite de décision, en fonction de l'époque où ces travaux peuvent être entrepris (arrêt annuel par exemple, ou réfection de l'appareil). La durée de l'arrêt de l'installation permet de calculer les pertes de production correspondantes.

(7) Ce critère est important pour le choix ; on peut être contraint, pour des raisons de limitation des ressources financières, à ne sélectionner que les opérations qui représentent la plus faible dépense à la thermie.

(8) Au degré d'approximation où l'on se trouve, il est sans signification de tenir compte d'une actualisation. A noter également qu'en principe, la durée d'amortissement ne doit pas dépasser l'année.

(9) Par exemple : meilleure qualité du produit, augmentation de production, amélioration du confort du personnel, etc.

(10) Par exemple : diminution de production, augmentation des coûts de maintenance, contraintes d'exploitation, etc.

(11) Fonction de la durée des travaux, du délai de livraison du matériel, des délais d'étude et de l'époque la plus favorable à l'exécution de projet.

CUADRO 9.2. (3 pg.)

Fuente: BAUDIN, B. Bibliografía. 101 a. Pgs. 153 y 154

## RECENSEMENT DES POSSIBILITÉS D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

Dépenses à prendre en investissements

Date : \_\_\_\_\_

Département ou Service :

Responsable de la proposition :

Unité concernée :

Désignation du projet :

Description du projet (*quelques lignes*) :

### ÉVALUATION DU PROJET

Estimation :

Energie économisée	Quantités physiques	Valeur
Electricité		
Vapeur		
Combustibles		
—		
—		
—		
Total de l'énergie économisée = en thermies (1)		

Economies supplémentaires dues à (2)

Coûts supplémentaires dus à (3)

Economie financière nette

### COUT DU PROJET

*Ratios principaux*

Rendement de l'investissement (4) %

Durée d'amortissement (5)

Autre ratio significatif (6)

*Dépense énergétique à l'unité de produit*

Actuelle

Après réalisation du projet

Fuente: BAUDIN, B. Bibliografía. 101 a. Pg. 155

AVANTAGES OU INCONVENIENTS DIVERS (7)

	<i>Avantages</i>	<i>Difficultés</i>
Qualité du produit	_____	_____
Rendement en produit	_____	_____
Débit de produit	_____	_____
Sécurité	_____	_____
Pollution	_____	_____
Entretien	_____	_____
Main-d'œuvre	_____	_____
Matières premières	_____	_____
Consommations en fluides auxiliaires	_____	_____
Conditions de travail	_____	_____
Intérêt du personnel	_____	_____
Intérêt pour l'entreprise	_____	_____
Autres problèmes	_____	_____

Commentaires : \_\_\_\_\_

Appréciation du projet : \_\_\_\_\_

Date limite pour la prise de décision (8) : \_\_\_\_\_

- (1) Les combustibles seront comptés sur leur base de facturation (PCI ou PCS).  
Pour les calories vapeur, on tiendra compte du rendement de la chaudière et de celui de la distribution.
- Pour l'électricité, on comptera le kWh à 2,4 thermies au kWh pour le réseau EDF et la valeur réelle, si toute l'électricité consommée vient d'une auto-production (soit environ 1 à 1,2 thermies au kWh pour une centrale à contre-pression). Si l'approvisionnement se fait des deux façons, l'économie portera sur le courant acheté et doit donc être valorisé aux conditions de celui-ci.
- (2) Par exemple : économie de matières premières, diminution des coûts d'entretien, économie de main-d'œuvre, etc.
- (3) Par exemple : majoration des charges d'entretien, pertes de produits, dépenses supplémentaires de main-d'œuvre, etc.
- (4) Rapport des sommes nettes économisées par an au coût de l'investissement exprimés en %.
- (5) Inverse de la quantité précédente multiplié par 100.
- (6) Tel qu'accroissement de production, des charges de main-d'œuvre...
- (7) On peut, à ce stade, se contenter d'une notation abrégée :  
Par exemple : + + + : très grand  
                  + + : notable  
                  + : faible.
- (8) Fonction de la durée d'exécution des travaux, des délais de livraison et de la date la plus favorable pour leur exécution.

Fuente: BAUDIN, B. Bibliografía. 101 a. Pg. 156

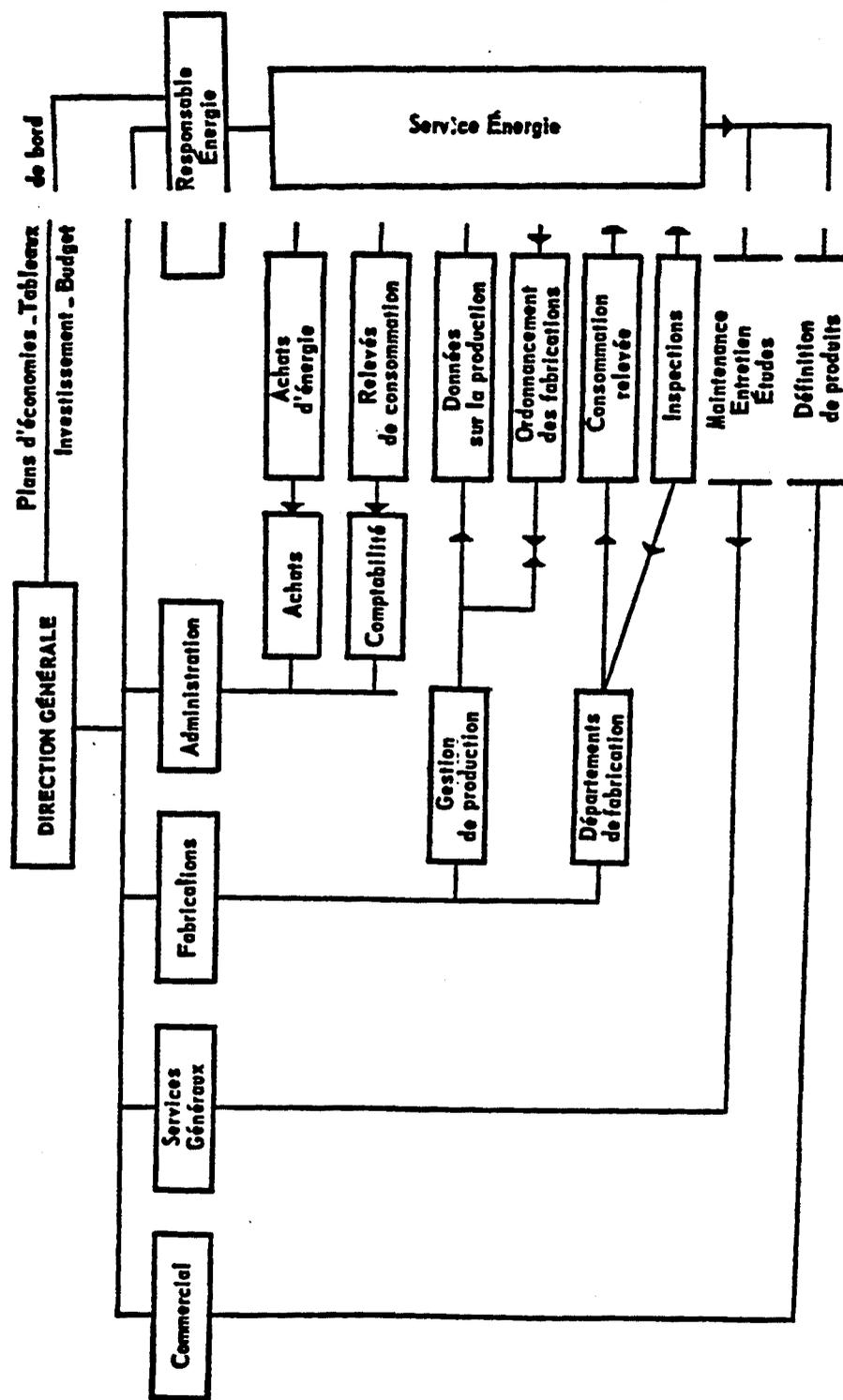
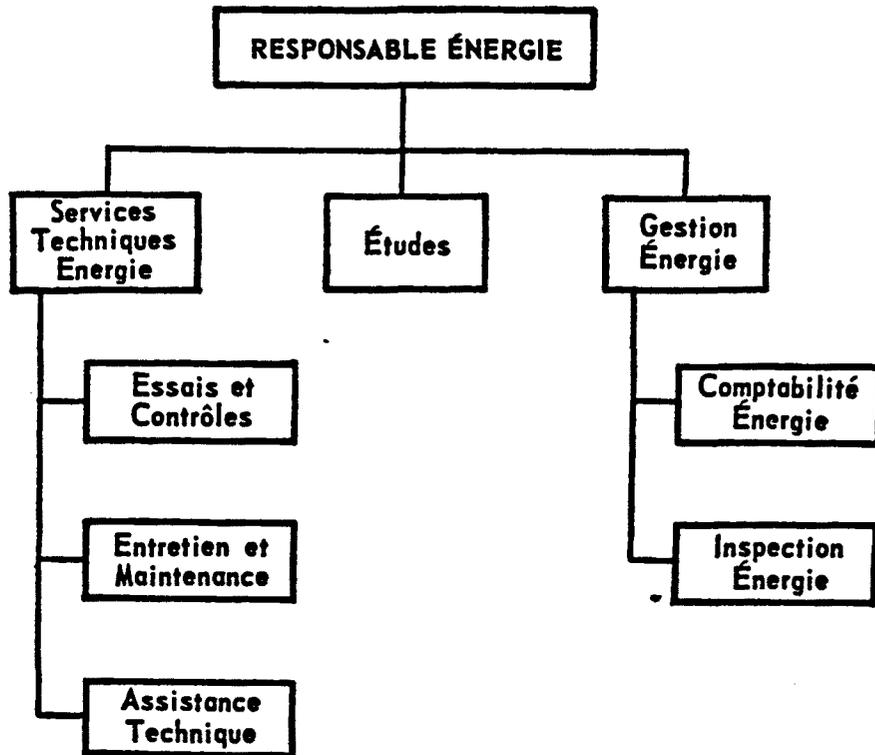


FIGURA 9.5.

Fuente: BAUDIN, B. Bibliografía. 101 a. Pg. 20



*Schéma 2. Organisation d'un service « Energie »*

FIGURA 9.6.

Fuente: BAUDIN, B. Bibliografía. 101 a. Pg. 21

INSPECTION ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

INSPECTEUR : \_\_\_\_\_ SERVICE : \_\_\_\_\_  
 TOURNÉE DU : \_\_\_\_\_ 19 \_\_\_\_\_

Défauts observés	Magasins et stockages	Presses	Traitement thermique	Mécanique	Montage	Peinture finition	Expédition	Chaufferie centrale	Bureaux
Fuites			F.O.D. four n° 2						1
Combustible	Réchauffage fuel								2
Vapeur		Fuites sur presses n° 6 et n° 8		Automatismes sur machine n° 4					3
Air comprimé									4
Condensats								Fuite sur bêche des retours	5
Eau								Presse étoupe de pompe alimentaire 2	6
Calorifuges détériorés				Conduites de vapeur de chauff.	Etuve n° 2				7
Appareillage détérioré			Analyseur CO <sub>2</sub> sur le four n° 1		Thermostat chauffage				8
Excès d'éclairage	Eclairage sur la totalité du mag.						Quais éclairés en permanence		9
Appareils fonctionnant sans nécessité		Ventilateur d'extraction d'air	Maintien du four n° 2 pendant la nuit				Transporteur n° 3		10
Consommation excessive				Air comprimé sur fraiseuses 4 et 5		Pas de réglage sur les bacs de décapage			11
Brûleurs déréglés			Four n° 4					Chaudière n° 1	12
Ventilation excessive	Porte impossible à fermer				Carreaux cassés				13
Autres								Moteur ventilateur d'air sur chaudière 2 surpuissant	
Travaux effectués depuis la dernière visite	Calorifugeage des bacs (BT n° 2602)		Réglage brûleur n° 1 (BT n° 2601)						

CUADRO 9.3.

Fuente: BAUDIN, B. Bibliografía. 101 a. Pgs. 94 y 95



---

## **NOTAS DEL CAPÍTULO 9**

---



- 1 Véase: HAGUE, D.C.: *Economía de la Empresa. Instrumentos analíticos para las decisiones empresariales*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona. 1ª Ed. 1.972. Capítulo 2.
- 2 I.N.H.: *Informe estadístico 1.883*. Pg. 72-73, y *Informe estadístico 1.989*. Pg. 96.
- 3 I.N.H.: *Informe estadístico 1.989*. Pg. 99.
- 4 GALBRAITH, J.K.: *El nuevo estado industrial*. Ed. Ariel. Esplugues de Llobregat. 5ª Ed. 1.972. Pg. 175-182.
- 5 PUGLIESE, A.: *I costi dell'energia nell'industria manifatturiera*. En: "L'Industria". Nº 4. 1.976. Pg. 178.
- 6 RODRIGUEZ DE PABLO, J.: *Op. cit.*, Pg. 13 y 15.
- 7 MAUCH, S.P., LEDERBERGER, E., y OTT, W.: *Assesing Tax System: The effects of energy taxation in Switzerland*. En: "Energy Policy". Vol 8. Nº 3. Septiembre 1.980. Pg. 213-228.
- 8 STOBAUGH R. y YERGIN, D.: *Op. cit.*, Pg. 119.
- 9 STOBAUGH R. y YERGIN, D.: *Op. cit.*, Pg. 135.
- 10 STOBAUGH R. y YERGIN, D.: *Op. cit.*, Pg. 136.
- 11 Según la información proporcionada en el artículo: *Sistemes equipats amb aparells de telecontrol: Dos hospitals de Barcelona utilitzen energia solar*. En: "Eficiència energètica: Conservació i gestió de l'energia". Nº 99. Septiembre 1.992. Pg. 4.
- 12 BUATAS, E.: *La conservación de energía. Gestión y mecanización*. En: "Alta Dirección". Nº 95. Enero-Febrero de 1.981. Pg. 27.
- 13 BUATAS, E.: *La conservación de la energía. Gestión... Op. cit.* Pg. 27.
- 14 MAUCH, S.P., LEDERBERGER, E., y OTT, W.: *Op. cit.*, Pg. 226.
- 15 GOUDIER, C.: *Économies d'énergie. Passons aux actes*. En: "L'Usine Nouvelle". Nº 1. 6-1-77. Pg. 13.
- 16 STOBAUGH R., y YERGIN, D.: *Op. cit.*, Pg. 129 a 134.
- 17 BERRA, P.G. y GIORGETTI, G.: *Op. cit.*, Pg. 97.

- 18 BERRA, P.G. y GIORGETTI, G.: *Op. cit.*, Pg. 107.
- 19 BERRA, P.G. y GIORGETTI, G.: *Op. cit.*, Pg. 108.
- 20 BERRA, P.G. y GIORGETTI, G.: *Op. cit.*, Pg. 110. El subrayado en negrita es nuestro.
- 21 CONWAY, J.J.: *Business Energy Audit And Control Practices*. En: "Business Economics". Vol XV. Nº 2. Marzo 1.980. Pg. 21-22.
- 22 BUATAS, E.: *La conservación de energía y el diagnóstico de consumo energético*. En: Revista "Dirección y Progreso". Vol. II. Nº 54. Pg. 63-67.
- 23 BUATAS, E.: *La conservación de energía. Gestión y...* *Op. cit.*, Pg. 28.
- 24 ASURMENDI, J.M. y PROSPER, F.: *Programa energético*. En: Revista "Energía". Año VII. Nº 2. Marzo-Abril 1.981. Pg. 106.
- 25 BARCELÓ RICO-AVELLÓ, G.: *Reducción de consumos energéticos*. En: Revista "Energía". Vol III. Nº 5. Septiembre-Octubre 1.977. Pg. 104.
- 26 HAYES, J.W., y RUSNAK, J.J.: *Les appareils de mesure et las conservation de l'énergie*. En: Revista "La Technique Moderne". Nº 11-12. Noviembre-Diciembre 1.981. Pg. 81 a 84. Ponencia presentada a la Conferencia de Economías de Energía de 1.980.
- Estos autores parten de las siguientes premisas, que son la clave de arco en la que se sustenta su análisis:
- "La colaboración de dos tendencias ejerce una presión cada vez mayor sobre los programas sofisticados de conservación de la energía.
1. El coste de la energía aumenta continuamente.
  2. Las economías de energía procedentes de una época de energía barata ya pertenecen al pasado. La conservación de energía es la fuente disponible automáticamente de "nueva energía". Los años 80 verán el control y la contabilidad de la energía en la mayor parte de industrias."
- 27 HAYES, J.W., y RUSNAK, J.J.: *Op. cit.*, Pg. 81.
- 28 HAYES J.W., y RUSNAK, J.J.: *Op. cit.*, Pg. 81.
- 29 HAYES J.W., y RUSNAK, J.J.: *Op.. cit.*, Pg. 81.
- 30 BUATAS, E.: *La conservación...* *Op. cit.*, Pg. 64.
- 31 HORA, M. E.: *Getting on Top of the Firm's Energy Situation*. En: "Business Horizons". Vol XVIII. Nº 1. Febrero 1.975. Pg. 30-34.

- 32 HORA, M.E.: *Op. cit.*, Pg. 30.
- 33 HORA, M.E.: *Op. cit.*, Pg. 31.
- 34 HORA, M.E.: *Op. cit.*, Pg. 32.
- 36 HORA, M.E.: *Op. cit.*, Pg. 33.
- 38 HORA, M.E.: *Op. cit.*, Pg. 34.
- 37 UFFICIO STUDI DELL'I.R.I.: *Una política de risparmio energetico (I.R.I.)*. En: "Politica ed Economia". Vol XII. N° 9. Septiembre 1.981. Pg. 69.
- 38 Medidas publicadas por la Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación de la Coruña: *La energía: Todos estamos en el mismo barco. (Decálogo sobre ahorro de energía)*. Resumen de las Jornadas patrocinadas por la Comisaría de la Energía y Recursos Minerales. En: Revista "Orientación Económica y Financiera". N° 144. Junio de 1.978. 1 pg.
- 39 ASURMENDI, J.M., y PROSPER, F.: *Op. cit.*, Pg. 106.
- 40 BUATAS, E.: *La conservación... Op. cit.*, Pg. 64
- 41 En una fábrica de detergentes ubicada en Granollers (Barcelona), el ahorro de energía por eliminación de fugas en las conducciones de vapor, supuso la eliminación de unas pérdidas del 90% del total posible, equivalentes a un consumo energético de 300.000 kW/h anuales, mediante inversiones que la Generalitat de Catalunya subvencionó en un 30%, por haber establecido en Noviembre de 1.983 una serie de decretos a tal fin. Ver:  
MISSÉ, A.: *132 empresas consumen 18.000 Tm menos de petróleo sin bajar la producción*. En: Diario "El País". 9-9-84. Pg. 46.
- 42 STIGMARKER H., y SWENNSON, I: *Reducción del consumo de energía en las fundiciones*. En: Revista "Fundición". N° 227. Septiembre 1.979. Pg. 313.
- 43 STIGMARKER H., y SWENNSON, I: *Ibidem*.
- 44 BUATAS, E.: *La conservación... Op. cit.*, Pg. 65.
- 46 MEHRA, S. y KEFALAS, A.G.: *Energy constraints and organizational change in U.S. production*. En: "Energy Policy". Vol 8. N° 4. Pg. 349-351.  
En realidad esta publicación es la segunda parte de su trabajo, en la que comunicaban una serie de conclusiones derivadas de análisis econométricos más sosegados. La

primera parte de la publicación de los resultados de la encuesta se publicó en la misma revista en el número de Septiembre de 1.979.

Puede resultar de interés la jerarquización que los 198 ejecutivos realizaban de las ocho causas y ocho soluciones que, como ítems cerrados, se les proponía para que escogieran, aunque suponemos que podían escoger más de una respuesta, por la evidencia de los porcentajes.

Como causas de la crisis energética de 1.973, se les proponían a estos ejecutivos norteamericanos las siguientes, expresándose al lado la frecuencia de respuestas: La excesiva regulación gubernamental (69%); la existencia de normas de medio ambiente (55%); los controles de precios (49%); la falta de perspicacia de las empresas (34%); la existencia de límites físicos, (32%); la política exterior de Estados Unidos (30%); el crecimiento de la población (28%); y las restricciones a la importación (26%).

Por lo que se refería a las soluciones, entre las ocho propuestas se generaba la siguiente clasificación: Acelerar la construcción de plantas nucleares (71%). Eliminar restricciones gubernamentales (52%); Incrementar los gastos gubernamentales en investigación y desarrollo (45%); "Hay sólo una solución: Usar menos energía": (45%); bajar los estándares medioambientales (29%); promover una política pro-árabe (17%); formar un cuerpo internacional no gubernamental para regular la demanda y oferta energéticas (75); y nacionalizar la industria energética (6%).

Publican también una tabla con los 64 coeficientes de correlación entre causas y soluciones manifestadas por los encuestados.

<sup>46</sup> ASURMENDI, J.M., y PROSPER, F.: *Op. cit.*, Pg. 106.

<sup>47</sup> BAUDIN, B.: *La gestion de l'énergie dans l'entreprise*. Entreprise Moderne d'Édition. París. 1.977. Pg. 84 y ss.

<sup>48</sup> HAYES, J.W., y RUSNAK, J.J.: *Op. cit.*, Pg. 81-82.

<sup>49</sup> BUATAS, E.: *La conservación de energía. Gestión y...* *Op. cit.*, Pg. 28.