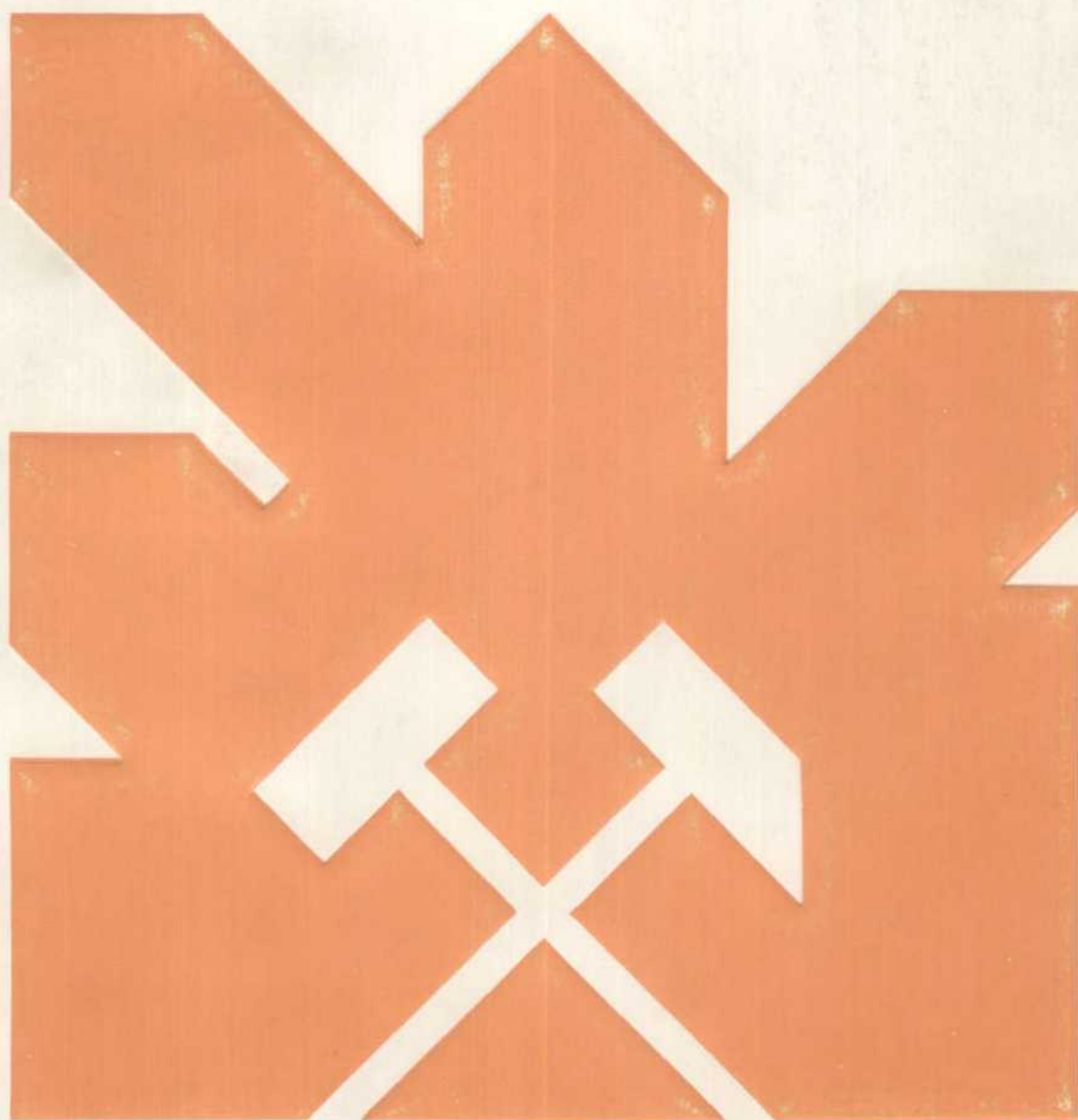


MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
COMISARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES

ACTIVIDADES DE  
INVESTIGACION ENERGETICA EN ESPAÑA



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

10935

ACTIVIDADES DE  
INVESTIGACION ENERGETICA EN ESPAÑA

10935

## INDICE

1. INTRODUCCION
  
2. INVESTIGACION SOBRE FUENTES DE ENERGIA
  - 2.1. Investigación sobre generación de energía
    - 2.1.1. Hidroelectricidad
    - 2.1.2. Energias marinas
    - 2.1.3. Energía geotérmica
    - 2.1.4. Energía eólica
    - 2.1.5. Energía solar
    - 2.1.6. Biomasa y aprovechamiento de residuos
    - 2.1.7. Energía nuclear
    - 2.1.8. Otras actividades
  
  - 2.2. Investigación sobre conversión, transmisión y almacenamiento de energía
    - 2.2.1. Innovaciones tecnológicas sobre energía eléctrica
    - 2.2.2. Innovaciones en máquinas térmicas y de fluidos
    - 2.2.3. Innovaciones en técnicas extractivas
    - 2.2.4. Conversiones especiales de energía
    - 2.2.5. Innovaciones en distribución
    - 2.2.6. Almacenamiento de energía
    - 2.2.7. Aplicaciones especiales

3. INVESTIGACION SOBRE CONSERVACION Y USO RACIONAL  
DE LA ENERGIA

3. 1. Programa de Auditorías energéticas en la  
Industria

3. 2. Planta de tratamiento de residuos

3.2.1. Actividades análogas en tratamiento  
de residuos

3. 3. Bomba de calor

3. 4. Recuperadores de calor

3. 5. Descortezado útil del eucalipto

3. 6. Uso racional de la energía eléctrica

3.6.1. Viviendas altamente electrificadas

3.6.2. Acumulación térmica de la energía  
eléctrica

3.6.3. Sistemas integrados para vivienda

3.6.4. Alumbrado

3. 7. Aplicaciones de cenizas

3. 8. Ciclos combinados con gas natural

3. 9. Ahorro energético en actividades frigoríficas

3.10. Ahorro energético en hornos de alta temperatura

3.11. Reducción de la resistencia aerodinámica en el  
transporte



- 3.12. Aprovechamiento energético de subproductos vegetales
- 3.13. Ahorro energético en la fabricación de vidrio
- 3.14. Plantas recuperadoras de materias primas

#### 4. INVESTIGACION SOBRE RECURSOS MINERALES ENERGETICOS

- 4.1. Investigación sobre recursos fósiles sólidos
  - 4.1.1. Investigación en hullas y antracitas
  - 4.1.2. Investigación en lignitos
  - 4.1.3. Investigación en turbas
- 4.2. Investigación sobre esquistos bituminosos
- 4.3. Investigación sobre recursos petrolíferos
- 4.4. Investigación sobre gas natural
- 4.5. Investigación sobre recursos uraníferos

#### APENDICE

## 1. INTRODUCCION

Resulta obvio y comúnmente aceptado que una de las respuestas que ha de darse a la actual y persistente crisis energética es la investigación profunda y exhaustiva de todos los procesos y realidades que conforman el sector energético, desde la fuente de energía hasta su consumo útil. Este sentimiento general y un tanto difuso se concreta en el "Plan Energético Nacional" en tres directrices - que forman parte de los objetivos básicos del Plan que quedan expuestos en su capítulo 3. Estas directrices son :

- Fomento del ahorro y uso racional de la energía a través de medidas que penalicen el uso ineficiente de recursos energéticos y orienten la demanda energética hacia aquellas utilizaciones más racionales y acordes con la dotación de recursos del país.
- Expansión de las actividades de exploración y producción de recursos energéticos nacionales.
- Impulso a la investigación fundamental y aplicada en materia energética y en general al desarrollo tecnológico, así como impulso a las energías nuevas o no convencionales.

En la realidad, estas tres directrices se han ido traduciendo en programas concretos de investigación y desarrollo de naturaleza, - objetivos, medios y horizontes de aplicabilidad muy diversos, que son el objeto de este informe. Tales programas son realizados por varias entidades, fundamentalmente públicas, con intereses de diversa índole dentro del sector energético, que van desde la investigación fundamental casi pura a la comercialización racionalizada de un subsector concreto, como el eléctrico o el petrolífero.

X El objetivo de este informe es, pues, describir las actividades de investigación emprendidas como desarrollo de las líneas generales del PEN. Entre las posibles alternativas para confeccionar esta - descripción se ha escogido una sistematización de corte académico que puede ser de utilidad tanto para el especialista energético - como para el profano.

X Las actividades de investigación se han agrupado en tres grandes - secciones, dedicadas respectivamente a :

- Fuentes de energía.
- Ahorro y conservación de la energía.
- Recursos minerales energéticos.

La primera de estas secciones engloba todo lo referente a estudios de las fuentes energéticas (excepto los recursos fósiles, incluidos en la última sección).

Debido a la amplitud del tema y para facilitar la comprensión de - las actividades -sobre todo, su naturaleza y el marco energético en el que deben encuadrarse-, esta primera sección se ha dividido en dos. La subsección 2.1. corresponde al aprovechamiento bruto - de las fuentes energéticas. La subsección 2.2. trata del problema del acoplamiento entre la oferta y la demanda energética, lo cual involucra fundamentalmente los procesos de conversión, transporte, distribución y almacenamiento de energía. Esto confiere un carácter intrínsecamente energético a la subsección 2.1., mientras que la 2.2., está más ligada al desarrollo tecnológico de las transforma - ciones que la energía debe sufrir desde su obtención en la fuente hasta su consumo útil satisfaciendo una necesidad energética deter - minada.

A su vez, las subsecciones 2.1. y 2.2. van estructuradas tal como se expondrá en su momento, con objeto de no presentar una información desordenada y de difícil comprensión. Para ello se han clasificado las actividades según epígrafes convencionalmente aceptados tanto en lo relativo a fuentes de energía como a procesos de transformación.

X En la sección 3. (Ahorro y conservación de energía), se ha optado sin embargo por una <sup>enumeración</sup> ~~enumeración~~ simple, por un doble motivo. En primer lugar, las actividades de investigación en este campo son fundamentalmente demostrativas, por ahora, y tienen un marcado carácter puntual. Está claro que se hace referencia a las actividades de investigación técnico-energética, y no a acciones legales o fiscales que tienen una connotación mucho más amplia e influyen extensa e intensamente en el sector.

En segundo lugar, muchas de estas actividades reseñadas en la sección 3. están a su vez vinculadas con el contenido de la sección 2., por lo que aparecen en esta sección, dentro de su contexto exacto, como puede ser la biomasa o las transformaciones de la energía eléctrica. En tal caso, se hace la oportuna referencia para indicar al lector esta dualidad, remitiéndosele al apartado de la sección 2., donde encontrará una descripción más orientativa de dicha actividad (y no solo en su faceta de economización de energía).

Por último, en la sección 4. se enumeran los proyectos de investigación relativos a los recursos minerales energéticos, de acuerdo también con la clasificación convencional (carbones, esquistos, petróleo, gas y uranio).

Esta ordenación escogida como sistemática general coincide a su vez en muchos aspectos con la forma expositiva del PEN, lo cual

permite las adecuadas referencias a éste, que en definitiva son la pauta de seguimiento y encuadre de las actividades descritas. Por supuesto, esta ordenación hace que no todas las secciones y subsecciones tengan la misma extensión e importancia, e inmediatamente comprobará el lector que los epígrafes dedicados a la energía solar y a la nuclear, por ejemplo, tienen más volumen que los dedicados a la geotermia o al almacenamiento de energía, lo cual en cierto modo es reflejo del esfuerzo presupuestario y de investigación en uno y otro campo; si bien hay que hacer aquí la distinción de que unos epígrafes requieren, por su naturaleza, descripciones más detalladas y explicativas que otros, que prácticamente son meras enumeraciones.

Para completar el informe se incluye una segunda parte, basada en la ya descrita, más utilitaria que descriptiva. En ella se muestran las actividades ya enumeradas, reclasificadas según los organismos que intervienen en ellas. Concretamente, para cada entidad mencionada en el texto existe una lista donde se citan las actividades en que toma parte, enunciando simplemente el título, su localizador numérico, y la aportación presupuestaria, caso de ser conocida. Con ello se da una visión no solo conjunta de las actividades realizadas, sino también particular de cada una de las organizaciones involucradas en la investigación del sector energético.

## 2. INVESTIGACION SOBRE FUENTES DE ENERGIA

Según datos ampliamente divulgados por organismos nacionales e internacionales dedicados al tema de la energía, el consumo antropogénico de energía es 1/20.000 de la irradiación solar total recibida en la superficie externa de la atmósfera terrestre. Este dato suele usarse para manifestar que la llamada crisis energética no es en realidad una carencia global de energía, sino la inadecuación entre las fuentes de energía que la naturaleza ofrece y la estructura de consumo energético que el hombre requiere. Esta inadecuación puede concretarse más aludiendo a que, mayoritariamente, en nuestros días, se ha orientado la satisfacción de la demanda energética a través de los productos petrolíferos.

El carácter finito a medio plazo del monto de las reservas petrolíferas conocidas, su no renovabilidad, y la consiguiente carestía que toda esta situación produce ha motivado el análisis de otras fuentes de energía como sustitutivas del petróleo. En este análisis es obligado comenzar por la consideración de las fuentes en sí mismas, pasando posteriormente a estudiar las posibilidades de conversión de unas formas energéticas a otras, así como su distribución, almacenamiento y preparación de cara al consumo.

En el apartado 2.1., se presentan las actividades de investigación relacionadas con la primera de estas áreas: la producción de energía de acuerdo con las fuentes energéticas posibles. En el punto 2.2. se describen las actividades englobadas en la segunda área: las modificaciones que ha de sufrir la energía hasta que satisface una necesidad energética concreta.

## 2.1. Investigación sobre generación de energía

En esta sección se presentan las actividades de investigación relativas a la fase primaria de los procesos englobados en el sector energético. En esta fase se busca la generación de energía, es decir, la capacidad de producir trabajo, a partir de las manifestaciones de la naturaleza que lo permiten, y que - se presentan bajo formas muy diversas.

Desde un punto de vista científico puro, tales manifestaciones serían clasificables a través de las fuerzas elementales que intervienen en los procesos energéticos. Estas fuerzas básicamente son la gravitatoria, la eléctrica y la nuclear; aunque tales manifestaciones suelen presentarse como resultado de la interacción de más de una de ellas.

Por eso resulta más práctico y sistematizador agrupar las fuentes de energía de forma convencional, según los agentes energéticos que intervienen primordialmente. Por ejemplo: el sol, el mar, el viento o el núcleo atómico. Está claro que la energía originaria de la que irradia el sol son las reacciones de fusión posibilitadas por la compresión gravitatoria que su gran masa origina, pero se estima más esclarecedor olvidar de los procesos naturales primigenios y su interpretación científica, y seguir un criterio clasificatorio convencional, útil tanto para especialistas como para legos en la cuestión energética. Por otra parte, tal clasificación está ligada al desarrollo - histórico del sector energético, por lo que resulta más familiar y comprensible. En concreto, se han considerado las siete siguientes fuentes de energía :

Hidráulica (de ríos).

Marinas

Geotérmica

Eólica

Solar

Biomasa

Nuclear

Como ya quedó dicho en la presentación, el aspecto de generación de energía correspondiente a los combustibles fósiles se tratan en una sección aparte, la 4., dedicada a los recursos minerales energéticos.

El planteamiento seguido para desarrollar cada una de las siete rúbricas mencionadas ha sido, en primer lugar, hacer una sucinta introducción a cada una de ellas, con un doble objetivo :

- explicar somera y básicamente en qué consiste dicha fuente de energía y cuáles son sus peculiaridades fundamentales;
- enmarcar dichas rúbricas en el contexto exacto del PEN para dar la adecuada panorámica a cada fuente energética, en cuanto a su significación presente y prevista en el PEN, y en cuanto a la naturaleza de las acciones que el PEN determina para promover el desarrollo y aprovechamiento de sus posibilidades.

Tras la introducción de cada epígrafe se describen las actividades de investigación energética emprendidas, sin pretender en ningún momento valorarlas desde puntos de vista técnicos y económicos. Simplemente se resume el concepto de la actividad, explicándose sus objetivos y el horizonte de aplicabilidad que estiman los organismos de investigación que las realizan.



Debido a la diferencia de entidad entre las rúbricas clasificatorias, el volumen de cada uno de los epígrafes varía notablemente de un caso a otro, siendo los más extensos los dedicados a la energía solar y a la nuclear.

### 2.1.1. Hidroelectricidad

En el punto 7.1. del PEN se hace mención expresa de la incapacidad del potencial hidroeléctrico español de dar una respuesta a la demanda masiva de energía eléctrica que se prevé, pero al mismo tiempo reconoce la primordial importancia que esta fuente energética tiene en la regulación de la demanda y la oferta de electricidad, por lo que resulta indispensable, para armonizar ambos conceptos en el futuro, considerar desde este punto de vista tanto los aprovechamientos hidroeléctricos ya construídos como los planificados.

La energía hidroeléctrica se utiliza fundamentalmente para satisfacer las puntas de demanda de electricidad, por sus características técnicas y económicas. De las primeras, es importante la rapidez con la que las máquinas hidro-eléctricas - pueden arrancarse y pararse, lo que proporciona la mejor respuesta en este sentido. Entre las económicas cabe destacar - su baja inversión inicial -lo que hace que se amortice con pocas horas de funcionamiento- y el coste prácticamente nulo de su combustible (agua), salvo por el valor que ésta tenga para otros usos no energéticos.

Por otra parte, y dada la posibilidad de bombear el agua para almacenarla como energía potencial, la energía hidroeléctrica presenta magníficas posibilidades de regulación de la demanda y la oferta de electricidad, dado que puede actuar en ambos sentidos: producción de electricidad mientras se turbinan el agua, o consumiendo, al bombearla.

#### 2.1.1.1. Potencial hidroeléctrico

UNESA mantiene un proyecto de investigación, presupuestado en 100 MPts en 1981, destinado a inventariar el conjunto de posibilidades hidroeléctricas de los ríos españoles. Se estima que este inventario - quede finalizado dentro de 1981.

Como complemento a dicho estudio, se está evaluando la necesidad de renovación y reequipamiento de algunas instalaciones obsoletas o mejorables.

### 2.1.2. Energías Marinas

Convencionalmente se registran bajo este epígrafe las manifestaciones energéticas en las que el mar actúa de agente energético protagonista, si bien, en esencia, se limita a ser un sistema convertidor de energía, generalmente a partir de la irradiación solar y de la energía gravitatoria.

Suelen distinguirse cuatro bloques de formas o fuentes energéticas, dentro de las marinas.

- Oleaje, que es básicamente el resultado de la interacción de la energía eólica con la superficie marina.
- Mareas, siendo esto a su vez el resultado de la interacción gravitatoria Tierra - Luna - Sol, acompañado de unas características especiales (resonantes) de mares y costas.
- Gradientes térmicos verticales, debido a que la insolación calienta la superficie marina, mientras el fondo permanece frío.
- Corrientes, que pueden ser debidas a múltiples causas: efectos geostrofico, diferencia de salinidad, de temperatura, de nivel....

El PEN no dicta ninguna directriz concreta sobre estas formas energéticas, por la escasa significación que presentan en España, al menos en un primer análisis. No obstante, sus aplicaciones podrían tener interés en algunos puntos concretos de las costas, como unidades autónomas o de auxilio para zonas con dificultades de abastecimiento energético.

### 2.1.2.1. Energía de Oleaje

#### 2.1.2.1.1. Proyecto "Geomar"

Este proyecto de investigación está promovido por el CEE en colaboración con la Empresa Nacional Bazán, y su objetivo es el aprovechamiento energético de las olas mediante un sistema de conversión hidro-neumático y mecano-eléctrico.

El concepto de este sistema se centra en la sobrepresión y depresión que alternativamente producen la cresta y el valle de la ola en una columna de aire que esté limitada lateralmente por un cilindro metálico. Tales cambios de presión provocan una corriente de aire, en principio oscilante (como la ola), pero que puede convertirse en unidireccional por medio de un juego de válvulas de hinchado (de un solo paso) convenientemente dispuestas. De esta manera se genera una corriente de aire persistente (aunque no constante) que actúa sobre una hélice monopala a cuyo rotor va acoplado un generador eléctrico.

Hasta el momento se han realizado los cálculos teóricos y se ha confeccionado un prototipo de muy baja potencia (con hélices de unos 10 cm. de diámetro) para demostrar la viabilidad del concepto e identificar los

puntos clave en cuanto a rendimiento, -  
puntos de fatiga, regulación de la veloci-  
dad del rotor, etc.

La inversión del CEE para este proyecto ha  
sido de 12 Mpts, devengados en 1980.

### 2.1.3. Energía Geotérmica

En el punto 8.4.d) del PEN se establecen las directrices generales respecto a esta fuente de energía:

- 1a. Finalización del inventario de manifestaciones geotérmicas.
- 2a. Investigación de zonas, seleccionadas mediante reconocimientos geológicos, hidroquímicos, geofísicos, generales y de detalle, y sondeos termoelectrónicos. Aunque con distinta actividad, en función de los resultados que se obtengan en las fases previas, los reconocimientos cubrirán, en el próximo trienio, las cuencas de Madrid, algunos puntos de la cordillera Costero-Catalana, de las cuencas del Guadalquivir, de las depresiones Buendía-Cuenca-Albacete y del Ebro, así como zonas de elevado interés con posibilidad de aprovechamientos de alta temperatura en las provincias de Canarias, Gerona, Ciudad-Real y diversos puntos de la cordillera Bética.

La energía geotérmica es manifestación del calor interno de la Tierra, procedente mayoritariamente del calor residual de la presión gravitatoria durante su período de formación y la presión gravitatoria aún traducible en trabajo en el interior de la Tierra. A esto hay que añadir la disipación en forma de calor de la energía geotectónica, y la procedente de las desintegraciones radiactivas de los radionucleidos existentes en la corteza terrestre.

Estas fuentes de calor interior originan un incremento de temperatura con la profundidad que en algunas zonas llega al alcanzar valores muy altos, apareciendo focos caloríficos a escasos metros de profundidad. No obstante, estos focos resultan ina-

provechables si no existe una corriente de agua que actúe - de fluido caloportador. Estas corrientes de agua dan lugar a las típicas manifestaciones geotérmicas, como geiseres y - fuentes termales.

Además de estos requisitos básicos para considerar a un yacimiento como geotérmico, (es decir, foco calorífico más agua), aparecen otros inconvenientes que se han de resolver mediante investigación. Estos inconvenientes proceden de la excesiva - salinidad de las aguas subterráneas, agentes de corrosión (a- cidez), y dificultad de obtener vapor seco.

Aunque internacionalmente esta fuente de energía se ha aprove- chado desde hace tiempo (más de cincuenta años) en lugares - excepcionales, no tiene precedentes en nuestro país para uso estrictamente energético.



RESUMEN DE INVERSIONES Y FINANCIACION EN  
INVESTIGACIONES GEOTERMICAS

Unidad: MPta constantes de 1981.

CONCEPTO	INVERSION PUBLICA			INVERSION TOTAL		
	1981-84	1985-90	1981-90	1981-84	1985-90	1981-90
EXPLORACION- EXPLOTACION	2.240	5.358	7.598	2.331	7.619	9.950
Fase I	721	1.179	1.900	721	1.179	1.900
Fase II	1.519	4.179	5.698	1.610	6.440	8.050
INVESTIGACION TECNOLOGICA	120	960	1.080	120	1.200	1.320
PLANTAS DE DE- MOSTRACION	400	200	600	600	400	1.000
TOTAL	2.760	6.518	9.278	3.051	9.219	12.270

#### 2.1.3.1. Inventario nacional de manifestaciones geotérmicas

El Instituto Geológico y Mínero de España concluyó el aludido Inventario, al que hacía referencia el PEN, - prácticamente en el mismo año de la promulgación de éste. Este Inventario está sirviendo de base para todas las actividades que se han emprendido posteriormente en el campo de la geotermia.

La inversión del IGME en investigaciones geotérmicas durante 1979 fue de 32,8 MPts, con cargo al PEN.

### 2.1.3.2. Potencial Geotérmico de la isla de Lanzarote

Este proyecto de investigación, realizado por el IGME ya ha sido finalizado, y con resultados negativos en cuanto a la importancia de dicho potencial.

Se hicieron varias campañas de estudios sísmicos marinos, y un sondeo profundo, llegándose a la conclusión de la existencia de un campo de rocas calientes secas.

Esta última peculiaridad -la carencia de un acuífero en la proximidad del campo geotérmico- es la causante principal del resultado negativo ya indicado. Según la tesis de Goguel, generalizadamente aceptada, es imprescindible la existencia de un fluido caloportador -típicamente el agua- para poder considerar un yacimiento como geotérmicamente aprovechable.

### 2.1.3.3. Potencial Geotérmico en la zona de Olot

La denominada "Reserva geotérmica de Olot" es la zona que se encuentra en fase más avanzada de prospección, habiéndose hecho en ella más de 300 análisis químicos, 45 análisis isotópicos, 143 sondeos eléctricos y estudio autopotencial con 286 puntos de lectura.

No se ha llegado sin embargo, por ahora, a un resultado definitivo acerca de la viabilidad técnica de dicha "Reserva", manteniéndose por tanto la investigación - por el personal del IGME.

#### 2.1.3.4. Prospecciones Geotérmicas

Aparte de los estudios mencionados en los apartados - precedentes, el IGME está realizando prospecciones en diversas áreas, entre las que cabe destacar :

- Zona de Madrid, donde se han realizado más de 60 - análisis químicos y 5 isotópicos, habiéndose determinado la posibilidad muy prometedora de un yacimiento de baja entalpia ( $50^{\circ} \div 60^{\circ} \text{ C}$ ).
- Zona de Granada, con más de 60 análisis químicos y 10 isotópicos, detectándose en esta zona focos geotérmicos de media y alta entalpia que requieren investigaciones adicionales para su correcta evaluación.
- Gran Canaria, en cuya zona se están seleccionando los puntos de interés geotérmico, habiéndose realizado más de 10 análisis, y pareciendo prometedores algunos yacimientos que serían de alta entalpia.
- La Selva (Gerona), en fase de prospección relativamente preliminar.
- Comarca del Vallés (Barcelona), en idénticas circunstancias, si bien existen buenas perspectivas de depósitos de agua a  $110^{\circ} \text{ C}$ .
- Mula (Murcia), en cuya zona se ha detectado un campo de baja entalpia de volumen posiblemente interesante, en la base de Mioceno.

Por su parte, la Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras S.A., mantiene los siguientes proyectos en el campo del geotermismo, para posibilitar el aprovechamiento de las reservas inventariadas. Se incluyen además los presupuestos con cargo al PEN.

<u>PROYECTO</u>	<u>LOCALIDAD</u>	<u>APORTACION</u>			
		<u>CON CARGO AL P.E.N.</u>			
		<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>	<u>TOTAL</u>
CAMPO CARTAGENA	MURCIA	-	10,0	-	10,0
SHELL-CAMPSA (PRADILLO-1)	MADRID	-	40,0	-	40,0
VILLALONQUEJAR	BURGOS	-	170,0	20,0	190,0
GRAN CANARIA	LAS PALMAS	-	40,0	-	40,0
LANZAROTE	TENERIFE	-	13,0	-	13,0
MULA	MURCIA	-	15,0	75,0	90,0
GEOTERMISMO AOIZ	NAVARRA	-	-	15,0	15,0
T O T A L E S		-	288,0	110,0	398,0

#### 2.1.4. Energía Eólica

El viento es un agente energético de considerable importancia, si bien presenta dos características negativas intrínsecas que condicionan todos los intentos de aprovechar su energía: en primer lugar, es aleatorio y discontinuo, tanto en dirección - como en velocidad. En segundo, la densidad del aire es muy baja, lo que hace que la densidad de potencia eólica, por unidad de superficie orientada normalmente a la dirección del viento sea muy pequeña también; lo cual conlleva que las máquinas eólicas (aeroturbinas) han de ser muy grandes, incluso para potencias pequeñas.

Absolutamente prioritario en este tema es el conocimiento de en qué sitios se dan vientos apreciables con alta frecuencia, pues en ellos habrá que instalar lógicamente los aparatos eólicos. De aquí que el PEN estableciera, en el punto 8.4.b) :

"Energía eólica. Se iniciará un plan de mediciones sistemático que permita la realización de un mapa de potencias específicas; promoviéndose el desarrollo y operación de una máquina experimental de potencia inferior a 0,5 MW, y el estudio de viabilidad de una máquina eólica de entre 1 y 3 MW".

Al margen de estos proyectos de elevada potencia, propios de centrales de producción de energía eléctrica, se pueden considerar en este ámbito unidades mucho más pequeñas, para satisfacción autónoma de necesidades energéticas de escasa entidad individual, difícilmente proveibles con otros modos más convencionales de energía.

En este aspecto hay posibilidades de explotación eólica en las zonas rurales, mejorando, mediante nuevos dispositivos, los - rendimientos energéticos de los tradicionales molinos.



#### 2.1.4.1. Inventario eólico nacional

En cumplimiento de lo especificado en el PEN (citado en el apartado precedente), el CEE ha determinado las zonas de mayor interés eólico, si bien es necesario - una observación de constantes físicas durante tiempos más largos para obtener series significativas estadísticamente hablando.

Las zonas detectadas como de interés eólico son, por ahora: Cádiz (Tarifa), Galicia, y Valle del Ebro (Delta).

#### 2.1.4.2. Central eólica de Tarifa

El CEE está desarrollando el prototipo de la central Eólica de Tarifa, consistente en una gran hélice monopala (dos álabes) de orientación variable y de 100KW eléctricos de potencia nominal. Su eje, horizontal, - irá unido al de un alternador eléctrico, yendo ambos componentes situados en la parte superior de la torre de anclaje, construída de hormigón. Su presupuesto total asciende a 110 MPts.

Durante el año 1980 se han realizado los siguientes programas de este proyecto :

- infraestructura básica
- trabajos de ingeniería (finalizados)
- planos constructivos de la máquina
- diseño de las palas.

La puesta en marcha de esta central está prevista para principios de 1982, según puede verse en el cuadro adjunto.

PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UNA PLANTA EOLICA  
(Tarifa)

	1980												1981												1982				
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M
Enplazamiento																													
Acend'cionamiento																													
Palas (Ingeniería y fabricación)																													
Proyecto básico																													
Sistema mecánico																													
Ingeniería																													
Fabricación																													
Sistema eléctrico																													
Ingeniería y compras																													
Instrumentación																													
Ingeniería y compras																													
Obra civil																													
Implantación y movimiento de tierras																													
Urbaniz. general y ejecución obra civil																													
Pruebas y montajes																													
Puesta en marcha																													

Los objetivos fundamentales de este proyecto son:

- obtención de la experiencia básica de este tipo de centrales
- estudio real de los problemas de sincronismo con la red.
- estudio real de la fatiga en las palas, anclajes, - transmisión y otros dispositivos.

#### 2.1.4.3. Chimenea eólico-solar

La fuerte insolación de la superficie terrestre produce un movimiento convectivo en el aire que forma parte de la dinámica general del viento. El proyecto aquí reseñado pretende utilizar ese movimiento convectivo canalizando adecuadamente la corriente de aire hacia una chimenea a través de la cual el aire fluirá ascendentemente a gran velocidad, lo que hace que el proyecto pueda clasificarse como energía eólica inducida.

El proyecto concreto está siendo realizado por "Unión Eléctrica, S.A.", que ha escogido un emplazamiento - próximo a Manzanares (Ciudad-Real), el cual presenta unas características beneficiosas desde los puntos - de vista climatológicos, económicos, de acceso y de construcción.

El proyecto se desarrollará en varias fases, comenzando con la instalación de un prototipo de 0,1 MW que se espera entre en funcionamiento en el verano - de 1981. Se pretende seguir con otra chimenea de - 10 MW y considerar, en una tercera fase, la posibilidad de comercialización con unidades de entre 100 y 1000 MW.

En el desarrollo colabora el Ministerio de Investigación y Desarrollo de la República Federal Alemana, que destinará 190 MPts a la financiación de las dos primeras fases de esta investigación. El resto - corre a cargo de U.E.S.A., siendo los presupuestos,

en moneda alemana del año 79, de 3,5 millones de marcos para la primera fase, y 75 para la segunda.

La instalación de Manzanares, desde el punto de vista energético, consta de tres sistemas acoplados: el área colectora, la chimenea y la aeroturbina.

El área colectora es una gran cubierta circular (una membrana transparente) a un par de metros sobre el suelo, y con una inclinación tal que sube hacia el centro del círculo, donde se coloca la chimenea. En la versión 0,1 MW, el diámetro de esta membrana es de 255 m.

El aire que se calienta en la especie de invernadero creado bajo la cubierta tiende a salir por la -chimenea con velocidades de 20 a 60 m/s, muy superiores a las de los vientos normales, y además, con mayor regularidad y constancia.

En la garganta inferior de la chimenea se coloca la aeroturbina (hélice monopala) cuyo eje va unido al rotor de un alternador, produciéndose de esta manera la energía eléctrica.

#### 2.1.4.4. Generadores eólicos de pequeña potencia

Esta actividad ha sido emprendida en colaboración conjunta del CDTI e IRYDA, dado que el objetivo básico es diseñar y construir prototipos de baja potencia para aplicaciones agrícolas (iluminación, bombeo, riego por aspersión...).

El rango de operación que se pretende abarcar en primer lugar es el de los 5 - 10 KW, desarrollando posteriormente, si se estima positivos, prototipos de 25 y 40 KW.

En el momento actual no había fijado presupuesto por ninguna de las dos partes, por estarse confeccionando la lista de posibles suministradores y posibles puntos de instalación.

### 2.1.5. Energía Solar

Aunque el PEN comienza reconociendo en su punto 8.4 que las nuevas energías no parecen ofrecer posibilidades sustanciales de contribución apreciable a los balances energéticos nacionales durante el horizonte del Plan, establece ciertas directrices de investigación en materia de energías renovables. Por lo que el aprovechamiento de la insolación respecta, dice:

"Generación eléctrica. Continuación de los proyectos ya iniciados de las plantas solares de Almería CESA-1 de 1 MW de capacidad y las dos plantas de 0,5 MW, cada una, que en la misma ubicación se proyecta instalar en colaboración con los países de la Agencia Internacional de la Energía.

Aprovechamiento directo. Desarrollo del programa ya previsto de instalaciones de demostración que permita la promoción de esta modalidad energética, realizándose un inventario nacional de posibles utilizaciones en industrias, con prioridad en aquellas cuyo proceso requiera la utilización de agua a temperaturas elevadas. Las instalaciones de demostración incluirán también en las provincias canarias aplicaciones para potabilización de agua".

En este apartado se recogen las actividades de investigación que se han desarrollado en este campo, clasificándolas según el criterio convencional, en heliotérmicas y fotovoltaicas.

### 2.1.5.1. Energía Heliotérmica

Por energía heliotérmica se entiende toda aplicación o dispositivo energético que se basa en la captación indiferenciada de los fotones de la radiación solar para provocar un aumento de temperatura en el medio de captación.

El fundamento pues, de la "energía solar" son los materiales que presentan alto coeficiente de absorción para las longitudes de onda visibles e infrarrojas. A estos materiales, convenientemente estructurados y dotados de un fluido refrigerante o caloportador, se les denomina colectores o paneles heliotérmicos.

En el campo de la energía heliotérmica es usual distinguir entre aprovechamientos de baja entalpía (o baja temperatura) y de alta entalpía. Los primeros están caracterizados porque el uso energético a satisfacer no requiere valores altos en las magnitudes mencionadas. En tal caso, y aunque la irradiación solar máxima será de 1KW por m<sup>2</sup> de colector, no hace falta concentradores de la radiación solar, e incluso pueden emplearse paneles fijos, todo ello redundando en un abaratamiento de la inversión inicial, muy cuantiosa en las instalaciones solares.

En el caso de que la aplicación requiera muy altas temperaturas (por ejemplo, para ciclos termodinámicos -- de producción de energía eléctrica) se necesitan los heliostatos llamados de concentración, que básicamente son espejos de muy buena reflectancia. La idea es que



toda la superficie especular haga coincidir sus puntos focales en un volumen relativamente pequeño, - donde la densidad de la radiación puede ser cientos e incluso miles de veces superior a la originalmente procedente del sol.

El problema en estos últimos casos es que hace falta una alineación muy precisa entre la posición del sol en el cielo local (que es móvil) y la posición del - volumen a calentar (que es fija en la referencia local). Esta alineación hace que se pierda la insola-ción difusa, es decir, aquella que llega a la tierra tras haber sufrido una o más deflexiones con las mo-léculas atmosféricas. La radiación difusa tiene muy poca entidad en los cielos claros (10% de la radia-ción directa), pero es la única que sobrevive con - cielos turbios o encapotados.

En definitiva, la investigación heliotérmica está - planteada en términos de búsqueda de los materiales y dispositivos adecuados que hagan rentables y com-petitivas estas aplicaciones en lugares de buenas - características solares.

#### 2.1.5.1.1. Programa de tecnología solar básica

Con este proyecto el CEE pretende reunir la información tecnológica básica de cara a las aplicaciones solares con carácter general. Las actividades a destacar en este proyecto son:

- clasificación, tratamiento y edición de datos de radiación para cálculos de sistemas solares
- realización y utilización de programas de computador para cálculo de sistemas solares.
- análisis de durabilidad de los componentes usados en la tecnología solar: reflectores, absorbentes, vidrios y plásticos transparentes, aislantes.
- técnicas avanzadas de evaluación de sistemas solares: sensores, microdensitometría, televisión infrarroja.

Este proyecto se sigue manteniendo vivo, como base de otros proyectos concretos de aplicaciones solares que aprovechan la experiencia y metodología deducidas de éste.

#### 2.1.5.1.2. Plataforma solar de Almería

Esta plataforma acoge a varios proyectos - solares, todos ellos encaminados a la demostración de la factibilidad de producción de energía eléctrica de origen heliotérmico, así como a la adquisición de experiencia - real en este campo.

La inversión del CEE en las obras de esta plataforma ha sido de 113,5 Mpts en 1979 y 341 Mpts en 1980, previéndose para 1981 sólo 22,8 Mpts, pues la mayor parte de la infraestructura, redes viarias, oficinas, parques de obra, etcétera ya ha sido realizada.

En esta plataforma se acogen los proyectos 2.1.5.1.3, 4 y 5, reseñados a continuación.

### 2.1.5.1.3. Central solar de Almería "CRS"

Se trata de una central solar compuesta por un campo de heliostatos reflectores focalizados sobre la parte superior de una - torre formada por una estructura de acero. La potencia nominal de la central es de - 500 KW, y emplea sodio fundido como fluído de refrigeración del foco caliente, lo que permite una densidad de potencia muy alta en dicho foco.

El proyecto pertenece a la Agencia Internacional de la Energía, participando concretamente Alemania, Austria, Bélgica, España, - Grecia, Italia, Suecia, Suiza y EE.UU. La participación española es el 12,5 %.

Se espera que esta central, incluido su sistema convertidor de energía que se halla al pie de la torre, entre en funcionamiento dentro de 1981.

Por este motivo, UNESA ha destinado 100MPts, para participar con personal propio del sector eléctrico en el planteamiento y desarrollo de los ensayos que se realicen, tanto - en esta instalación como en la descrita en el apartado siguiente, "DRS".

#### 2.1.5.1.4. Central solar de Almería "DRS".

Esta central tiene el mismo objetivo que la descrita en el apartado precedente, pero con un diseño absolutamente distinto.

En este caso se trata de paneles absorbentes distribuidos, sin torre centralizadora y sin heliostatos reflectores. Los colectores usados son de sección cilíndrico-parabólica, y en la línea focal de dicho colector se dispone de una tubería absorbente refrigerada interiormente por un líquido orgánico que hace de fluido caloportador.

Su potencia es también de 500 KW, y al igual que la "CRS" se espera que entre en funcionamiento este año o en 1982.

El proyecto pertenece a los mismos países miembros de la AIE relacionados en el apartado anterior.

#### 2.1.5.1.5. Central solar "CESA-1"

Esta central también está emplazada en la Plataforma solar de Almería, y se pretende que tenga una potencia punta de 1,2 MW - eléctricos.

El concepto de la central es análogo a la "CRS" descrita en el apartado 2.1.5.1.3., pero la central "CESA-1" es íntegramente española en cuanto a inversión.

La realización de este proyecto fue aprobada por el gobierno en 1977, y el presupuesto con que cuenta y ha contado es como sigue: 57 MPts en 1979, 783 en 1980, 373 en 1981 y 607 en 1982, estando encargado el CEE de la gestión del proyecto, en el que participan más de un centenar de contratistas españoles.

Este proyecto, uno de los más importantes a nivel mundial dentro del campo heliotérmico consta exactamente de 300 heliostatos reflectores con una superficie especular total de 11.000 metros cuadrados, gobernados por un computador que les sitúa en el eje de concentración continuamente, haciendo un seguimiento de la trayectoria aparente solar.

El eje de concentración solar se ubicará en la cota 60 metros de una torre de hormigón de 82 metros de altura total y 10 de diámetro.

La transformación de la energía térmica - captada por el fluido caloportador en el - eje de concentración en energía eléctrica se realiza por medio de un ciclo termodinámico convencional de agua-vapor. La instalación se completa con un sistema de almacenamiento de energía de 3 MW de capacidad, para evitar contingencias debidas a la nubosidad y otros agentes alteradores de la irradiación solar recibida.

Hasta la fecha se ha realizado:

- la práctica totalidad de la torre soporte del receptor
- la cimentación del campo de heliostatos
- la contratación del resto de la obra civil y del 80% de los equipos, por lo que el montaje estará iniciado en 1981, y se prevé como posible que la planta arranque en el primer semestre de 1982.

PROGRAMA BASICO DEL PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UNA  
PLANTA DE ENERGIA SOLAR (Proyecto CESA-1)

	1977		1978				1979				1980				1981				1982				1983							
	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2						
Estudios preliminares	-----																													
Ingeniería básica			-----																											
Ingeniería de detalle							-----																							
Desarrollo heliostatos			-----																											
Contratación de equipos							-----																							
Fabricación							-----																							
Obra civil							-----																							
Montaje											-----																			
Operación y evaluación																			-----											



#### 2.1.5.1.6. Planta desaladora de Arinaga

Dentro del PEN (ver apartado 2.1.5.) se marcaba la directriz de atender a las necesidades potabilizadoras de Canarias a base de energía solar.

Este proyecto gestionado por el CEE, con una inversión de 27 MPts, tiene precisamente ese objetivo, además del de servir lógicamente, como instalación prototipo.

La planta tiene las siguientes características:

- 324 metros cuadrados de superficie colectora solar, basada en un sistema cilíndrico-parabólico.
- una unidad de desalación tipo multiflash de 14 etapas.
- un consumo energético específico de 80 Kcal/kg.
- una producción de 10 metros cúbicos al día.

La instalación ha iniciado ya su fase previa de funcionamiento.

#### 2.1.5.1.7. Planta solar "Lactaria Castellana"

Este proyecto ha sido realizado por el CEE para la instalación de pasteurización de la compañía "Lactaria Castellana" en Alcorcón (Madrid).

El objetivo concreto de la investigación era satisfacer la demanda de producción de vapor a base de energía solar, lo cual se ha conseguido con un conjunto de paneles solares de concentración diseñados y fabricados por Auxini. La superficie total de captación es de 580 metros cuadrados, y los paneles se han instalado precisamente en la terraza que cubre la instalación de pasteurización, lo cual minimiza las pérdidas energéticas.

Para aprovechar las características constructivas de esta terraza y realizar a la vez un seguimiento solar este-oeste, se dispusieron los 580 metros cuadrados en 10 módulos de 40 y 6 de 30.

En el eje de concentración de los 16 paneles se dispuso una tubería absorbente por cuyo interior circula un aceite térmico que cede el calor en un generador de vapor. Las temperaturas de operación del aceite pasan de 210° C en la rama fría a 240° C en la caliente, lo cual permite obtener vapor saturado a 9 atmósferas a partir del agua de la red general.

La planta entró en funcionamiento en diciembre de 1980, y adicionalmente al objetivo industrial concreto que se tenía que satisfacer, el trabajo de investigación proseguirá, tendiéndose por un lado a adquirir la experiencia del comportamiento de todos los componentes solares así como de la integración del sistema solar en el proceso industrial; por otro, el objetivo a medio plazo es definir y crear la tecnología solar que pueda transferirse rápida y directamente a instalaciones similares.

El presupuesto de investigación del CEE en este proyecto ha sido de 28 MPts.

#### 2.1.5.1.8. Planta solar para conservas

En un proyecto análogo, al del epígrafe - anterior, el CEE prevé invertir 96MPts en el bienio 80-81 en un sistema heliotérmico para producción de vapor a partir de 1.120 metros cuadrados de superficie colectora.

La instalación concreta está ubicada en - Mérida, y pertenece a la compañía conservera de carnes "Carnesa".

Los objetivos general de investigación energética son similares a los del proyecto - descrito en el apartado precedente.

#### 2.1.5.1.9. Central solar Gast

Se trata de un proyecto multinacional para la construcción de una central helio-eléctrica de 20 MW, que previsiblemente se instalará en la provincia de Badajoz.

Los países participantes son Alemania Federal, Portugal y España (15% de participación), estimándose el coste total del diseño, desarrollo y construcción en unos 20.000 MPts.

Los objetivos iniciales de esta central son muy ambiciosos, estándose actualmente (bienio 80-81) en fase de trabajo de ingeniería básica, que incluye la confección de un heliostato español prototipo que podría incluirse posteriormente como componente base de la central.

Otras áreas adicionales de interés en el proyecto son :

- sistema integrado
- control de la explotación
- ciclo de gas
- receptor central

Se prevé que la central, una vez terminada la construcción, pase por una fase de experimentación de seis años de duración, transcurridos los cuales pasará a propiedad del sector eléctrico español, por lo cual UNESA está involucrada en el proyecto desde el principio.

Para llegar a integrarse a la red nacional, se habilitará un programa especial de acoplamiento a distintas horas, en función de la carga.

Como previsión a demostrar a lo largo de la investigación, se menciona un rendimiento total del 20% y la consecución del nivel de competitividad comercial en un horizonte de 15 años.

#### 2.1.5.1.10. Paneles solares de vacío

Este proyecto de investigación mantenido por UNESA con un presupuesto de 60 MPts en el bienio 80-81 trata del diseño, elección de materiales y fabricación de paneles aislados por vacío. Quiere esto indicar que la superficie absorbente va embutida en un cilindro en el que se ha hecho el vacío para evitar las pérdidas por convección, muy fuertes en lugares abiertos al viento, pues la convección es favorecida por el aire que llena el volumen aislante no vacío en los paneles comunes.

La mejoría que se espera alcanzar con estos paneles repercutirá sobre todo en la temperatura máxima del fluido caloportador, pensándose incluso en la producción directa de vapor.

Otra posibilidad deducida de esa mejoría -esperable es la utilización de ciclos de absorción-refrigeración a base de mezclas amoníaco-agua o similares, que pueden abaratar mucho el acondicionamiento de aire, y ahorrar energía eléctrica.

#### 2.1.5.1.11. Refrigeración Heliotérmica

Resulta innegable que la mayor oferta de radiación solar coincide con la mayor demanda de climatización refrigerada. De ahí el interés de los procesos que permitan - obtener refrigeración a partir de la insolación.

Una clase importante de estos procesos es la exposición a temperaturas elevadas de mezclas líquidas especiales, como la mencionada en el epígrafe precedente, amoníaco-agua. Estas mezclas, muy homogéneas a baja temperatura, se separan en dos fases al calentarlas: una fase, rica en amoníaco, se evapora súbitamente dejando a la fase rica en agua a muy baja temperatura (  $-6^{\circ}$  C). Esta última fase puede emplearse como foco frigorífico.

UNESA está considerando, junto al proyecto de investigación descrito en el epígrafe anterior, este tipo de aplicaciones heliotérmicas, para el que hacen falta los paneles adecuados.



### 2.1.5.1.12. Programa de instalaciones solares de demostración

En el desarrollo de este programa el CEE ha efectuado las instalaciones recogidas en el cuadro adjunto, que afectan a edificios públicos.

#### PROGRAMA DE DEMOSTRACIONES SOLARES

Lugar	Ciudad	M <sup>2</sup> de colector
<b>Primera fase:</b>		
Hogar Infantil de la Sagrada Familia	Santa Cruz de Tenerife	208
Hospital Civil	Málaga	360
Conjunto Residencial Francisco Franco	Espinardo (Murcia)	383
Hospital Insular	Las Palmas de Gran Canaria	280
<b>Segunda fase:</b>		
Hogar de Ancianos	Palma de Mallorca	150
Orfelinato «Nazaret»	Alicante	45
Piscinas Municipales «Bernardo Picornell»	Barcelona	150
Hogar de Asistencia Social	Barcelona	195
Industria Textil Tarazona	Tarazona (Zaragoza)	314
Parador Nacional	Bailén (Jaén)	160
Pabellón Polideportivo «La Cartuja»	Granada	104
<b>Tercera fase:</b>		
Colegio Residencial Hernán Cortés	Badajoz	150
Centro de Educación Especial	Salamanca	300
Hospital Provincial	Zamora	225
Real Hospital Provincial de San Lázaro	Sevilla	300
Colegio Provincial San José	Guadalajara	150
Palacio de la Zarzuela	Madrid	286
<b>Cuarta fase:</b>		
Residencia Sanitaria «La Fe»	Valencia	198
Ciudad Infantil «Príncipe Felipe»	Pontevedra	186
Colegio Antonio Machado	Segovia	132
Polideportivo Municipal Plaza del Perú	Madrid	200

Los objetivos perseguidos son promover la fabricación y la tecnología nacional de este tipo de sistemas y a la vez familiarizar al gran público con ellos.

#### 2.1.5.1.13. Invernaderos solares

Aunque el sector agrícola no representa una fracción importante del consumo energético, sin embargo algunas aplicaciones energéticas pueden mejorar ostensiblemente la capacidad de producción agrícola en algunas especies.

Desde este punto de vista son importantes:

- la protección contra las heladas
- el mantenimiento de una actividad vegetativa constante
- las temperaturas óptimas de desarrollo de las plantas.

Dentro de este epígrafe son de señalar los proyectos del CEE, en colaboración con el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, instalados en Cataluña, Valencia, Murcia, Tenerife, y en especial los de Alcudia (Mallorca), suponiendo estos últimos un presupuesto de 10 MPts en el bienio 81-82.

#### 2.1.5.1.14. Edificio solar plurifamiliar

En este edificio participarán el CEE, - CDTI, el MOPU y la promotora de construcción de la urbanización de TRES CANTOS, y requerirá una inversión prevista en - 23,5 MPts.

El proyecto consiste en la instalación helioasistida del agua caliente higiénica y de la calefacción en un edificio de 6 plantas, con 24 viviendas, más dos plantas bajas destinadas a oficinas y locales comerciales.

Se van a instalar unos 300 paneles planos con una superficie de captación de  $450 \text{ m}^2$ , tanto en la doble terraza del edificio, - como en la fachada sur como en la parte superior de los locales comerciales, con los que se pretende satisfacer el 50% de las necesidades de calefacción y el 80% de las del agua caliente. Como innovación se va a utilizar un sistema de suelo radiante en vez de módulos aislados de calefacción.

Para valorar la economicidad de la instalación se va a construir y habitar un edificio de características similares acondicionado de forma convencional y se hará - un seguimiento paralelo de ambas instalaciones.

Como posibilidad de ampliación futura se considerará la instalación de aire acondicionado por generación heliotérmica, si bien no está contemplado en el presupuesto inicial.

### 2.1.5.2. Energía fotovoltaica

El término energía fotovoltaica sirve para designar el amplio campo de dispositivos y aplicaciones energéticos en los que se realiza una captación ordenada de los fotones solares, convirtiéndose su energía directamente en energía eléctrica.

El proceso básico radica en que si un fotón de suficiente energía es absorbido por un electrón perteneciente a la banda de valencia de un material semiconductor, el electrón será bombeado a la banda de conducción, donde puede moverse libremente, según los efectos de campo eléctrico y de difusión que actúen sobre él.

En el caso de que dicho electrón bombeado esté físicamente próximo a la zona de transición de una unión p-n, será sensible a la zona de carga de dicha unión, y se moverá, generando una corriente eléctrica.

Así pues, la absorción de los fotones, de la luz solar se verifica ordenadamente según el proceso de bombeo descrito, por lo que sólo serán útiles aquellos fotones de energía suficiente como para hacer superar al electrón la altura energética de la banda prohibida del semiconductor en cuestión. En los materiales semiconductores habituales, solo algo menos de la mitad de la energía solar puede transformarse, en teoría, en energía eléctrica, pues el resto de la energía luminosa va transportada por fotones cuya energía es menor que la altura energética de la banda prohibida. En la práctica, - los rendimientos alcanzados son apreciablemente menores

que los teóricos, debido a competencia entre procesos e imperfecciones en los semiconductores que son el sustrato de los llamados paneles fotovoltaicos.

A tenor de esta introducción es fácilmente inteligible que la investigación fotovoltaica presente un nivel de complejidad mayor que la heliotérmica, debido al proceso que se ha de dar en un fotodiodo semiconductor que es la base de la célula solar.

Por otra parte, la energía eléctrica generada en una célula solar presenta características muy bien definidas, pero muy poco usuales en la generación eléctrica ordinaria, y además hace falta coordinar la electricidad generada por un número de células muy elevado.

Dado que el material básico semiconductor es muy caro, existe un claro incentivo a reducir la superficie del fotodiodo mediante concentración de la luz solar.

En los próximos epígrafes se describen las actividades de investigación que se están realizando en este campo.

#### 2.1.5.2.1. Generadores fotovoltaicos de alta eficiencia

Este programa tiene por objeto desarrollar los componentes básicos para grandes paneles fotovoltaicos, y está siendo realizado por investigadores de la Universidad Politécnica de Madrid (principalmente E.T.S.I. Telecomunicación) en colaboración con el CEE.

Entre los desarrollos concretos de este proyecto se incluyen :

- células de silicio de fabricación nacional
- células de arsenuro de galio
- células bifaciales
- concentradores para células bifaciales
- métodos de adecuación del espectro fotónico solar a los semiconductores utilizados.

Todos estos dispositivos se han de ensamblar en uno o varios paneles prototipo, que aprovecharán la experiencia y resultados de esta investigación de base.



#### 2.1.5.2.2. Plantas fotovoltaicas de baja potencia

El objetivo de este estudio es diseñar y construir paneles de unos 250 W de potencia pico que sirvan para aplicaciones concretas como puede ser riego, ventilación, etc.

El proyecto se está desarrollando por técnicos de la Universidad Politécnica de Barcelona, en colaboración con el CEE.

### 2.1.5.2.3. Estructura de centrales fotovoltaicas

Las características específicas de la generación eléctrica fotovoltaica, y en especial su baja tensión (alrededor de 0,5 V) y su carácter modular hacen indispensable la estructuración adecuada de estas centrales, para coleccionar correctamente la electricidad generada, manteniendo a todos y cada uno de los módulos cerca de su óptimo de funcionamiento.

A esas características técnicas, hay que unir las grandes extensiones requeridas, - el peso de los aparatos, los materiales de soporte, etc.

En el estudio que aquí se reseña, mantenido por UNESA con un presupuesto de 10 MPTS anuales, se desea realizar una selección de ideas y desarrollar el prototipo de la que se considere mejor.

La finalidad del estudio, es servir de complemento a la investigación de los materiales específicos de la conversión fotovoltaica; es decir, fabricación de semiconductores, dopado de éstos, construcción de fotodiodos y demás

#### 2.1.5.2.4. Concentradores y equipos para la conversión fotovoltaica

Este programa, desarrollado por UNESA en conexión con el descrito en el apartado - precedente y con un presupuesto de 15 MPts tiene por objeto diseñar y analizar los dispositivos adicionales a la célula solar, que fundamentalmente sirven para recolectar adecuadamente los fotones, enfocándolos sobre los fotodiodos.

La ventaja inmediata de estos equipos es la reducción de la superficie de células solares requerida, gracias a la construcción, pero este exige mantener la refrigeración de las células para impedir su rápido deterioro.

Además se contemplan en este proyecto los dispositivos de seguimiento solar y de orientación exacta de los concentradores, requisito esencial en este tipo de sistemas que colectan exclusivamente la radiación solar directa, por su carácter focal.

#### 2.1.5.2.5. Central eléctrica - fotovoltaica demo- strativa

El principal objetivo de esta tarea de investigación, conseguido ya en gran parte, es la realización de una pequeña central eléctrica con la que se demuestre la viabilidad técnico-científica de la producción de electricidad mediante colectores fotovoltaicos de alto rendimiento.

El logro fundamental ha sido la fabricación de un panel solar prototipo ubicado en los terrenos de la E.T.S. de I. de Telecomunicaciones de Madrid, compuesto por 36 concentradores y adecuadores de espectro agrupados en 4 series de 9. En el eje longitudinal de los concentradores se han situado células bifaciales de desarrollo original. La electricidad generada en éstos se colecta según un sistema también original de la E.T.S. de I. Industriales de Madrid, unificando la salida de energía eléctrica.

El panel, con una superficie captadora total de unos 12 metros cuadrados lleva acoplado un elaborado sistema de orientación y seguimiento solar.

Los objetivos particulares del proyecto, adicionales a la demostración de su viabilidad, son adquirir datos sobre el comportamiento de los componentes, y en especial de la tasa de envejecimiento y deterioro de las células solares bifaciales, así como obtener experiencia en la gestión integrada del panel, averías más comunes, optimización, etc.

El proyecto cuenta con la colaboración - de, además de las E.T.S. mencionadas, de la Fundación "Ramón Areces" y de la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica. Fue inaugurado oficialmente en mayo de 1981.

#### 2.1.5.2.6. Central fotovoltaica de baja potencia

Este proyecto, iniciado en 1981 como resultado de la colaboración entre el CDTI, la Comisión Asesora de Investigación, el CEE y la fábrica de dispositivos electrónicos "Piher" tiene por objeto establecer, una central fotovoltaica, posiblemente de 0,1 MW de potencia eléctrica pico, siendo el presupuesto inicial de 300 MPts.

Actualmente se está en fase de selección de alternativas en los diferentes sistemas, estructuras y componentes de la planta, como son los materiales semiconductores, la confección de los fotodiodos, el diseño del panel módulo, su estructura y la recolección y gestión de la electricidad generada.

Para desarrollar convenientemente esta actividad, de notable envergadura en cuanto al objetivo final, se van a realizar una serie de subproyectos parciales, algunos de los cuales serán la base auténtica de la futura central, mientras que otros que darán como alternativas denegadas, en hibernación, o para aplicar a otros programas posteriores. Dada la extensa gama de subproyectos que se van a comprender, el presupuesto general del programa podría aumentarse a 500 MPts., previéndose su duración en 3 años.

A continuación se enumeran y describen los subproductos parciales :

A) Concentradores solares luminiscentes.

Su objetivo es minimizar la superficie de fotodiodo requerida, mediante la concentración de la radiación solar. Esto - lleva como ventaja asociada la posibilidad de elegir el material reflector del concentrador para aumentar la eficiencia del fotodiodo, lo cual se consigue haciendo que los fotones en el incidente sean del rango de energías adecuadas (es decir, ligeramente superior a la altura energética de la banda prohibida del semiconductor).

Estos concentradores, tan ventajosos desde el punto de vista teórico, presentan problemas de estabilidad y deterioro - frente a la irradiación, lo que hace que su eficiencia disminuya rápidamente con el tiempo de funcionamiento.

En este subproyecto se pretenden indagar las causas de dicho deterioro, probándose diversos colorantes superficiales que ade cuen la luz incidente solar a las características exigidas por el semiconductor.

B) Ensayos de dispositivos fotovoltaicos.

Se intenta con este subproyecto proveer uno o más laboratorios de medidas de pa rámetros fotovoltaicos, infraestructura imprescindible para el desarrollo de to do el proyecto; aunque por supuesto estos laboratorios puedan usarse para - otros centros de investigación y la industria en general.

Dada la modernidad de este área, la pro visión del instrumental requerido en - esos laboratorios tendrá que ser satisfacer por los propios integrantes del - proyecto.

C) Fotopilas solares de heterouniones de capas delgadas.

Se investigará una nueva tecnología de fabricación de fotodiodos que puede - producir una fuerte reducción del coste.

Las heterouniones se basan en adoptar - diferentes semiconductores en las zonas "n" y "p" del fotodiodo, pudiendo éstos construirse por evaporación en alto vacío de algunos materiales.

Los compuestos semiconductores empleados son a base de sulfuro de cadmio, selenuros de cobre e indio y compuestos mixtos con zinc.



Ya se han realizado algunos trabajos sobre fotopilas  $\text{CdS/CuInSe}_2$ , habiéndose obtenido unos rendimientos relativamente bajos. Mediante este subproyecto se pretenden mejorar estos bajos valores gracias al perfeccionamiento de las redes cristalinas.

D) Fabricación de células solares con óxidos/semiconductores sobre silicio.

La inclusión de los óxidos (aislantes), en finísimas capas, sobre los semiconductores, permite un nuevo tipo de fotodiodos llamados de unión Schottky, con los que se puede mejorar la relación rendimiento-coste, de forma parecida a como se ha mejorado la relación eficiencia-coste en la electrónica convencional con la inclusión de los dispositivos metal/óxido/semiconductor.

En este subproyecto se trabajará con monocristales de silicio dopados tipo "n", aunque también está prevista la utilización de policristales. Estos permitirían un coste enormemente inferior, y además se prestan bien a las heteroestructuras, aunque todo ello conlleve una disminución apreciable de rendimiento.

Por todos estos motivos resulta imprescindible la investigación para maximizar la citada relación eficiencia/coste.

E) Tecnología de producción de películas delgadas.

En conexión con el subproyecto descrito en el apartado C), en éste se pretenden estudiar las fabricaciones de películas de cadmiuro de telurio y sulfuro de cadmio mediante pulverización catódica, - spray y evaporación térmica. Los dos - compuestos mencionados se han elegido - en virtud de sus expectativas teóricas, el primero, y su facilidad de producción, el segundo.

F) Investigación en nuevos materiales fotovoltaicos.

Se trata de estudiar y optimizar la cris talogénesis, caracterización y preparación de células solares con seleniuro de indio laminar, que por sus propiedades - ópticas y electrónicas se ha considerado una material muy prometedor.

Se intentará valorar el carácter laminar ya señalado, así como los bajos requisi tos de pureza química que parece presentar, lo cual puede permitir notables reducciones de coste.

G) Concentradores solares luminiscentes de componente líquido.

Se tratará de analizar y realizar un concentrador solar constituido por un líquido con impurezas luminiscentes disueltas, que no solo transformen la energía de la luz solar en una emisión eficiente por la célula fotovoltaica, sino que además recoja con alta eficacia la luz difusa, haciendo el papel de guía de onda.

Las ventajas de este tipo de concentradores puede ser una espectacular reducción de la superficie de fotodiodo utilizada y el aumento de rendimiento global. Como inconvenientes podrían aparecer varios, cuales la turbidez del líquido y la segregación y deposición de las impurezas, inhabilitando la célula solar en poco tiempo.

H) Pre-fabricación industrial de células de lámina delgada.

Es este subproyecto se analizará la fabricación de heterouniones del tipo sulfuro de cobre, sulfuro de cadmio y similares, a nivel industrial, mediante la determinación de los parámetros claves de la deposición de las láminas delgadas sobre la unión p-n.

- I) Estudio de la viabilidad de obtención de silicio de grado "solar" a partir de silicio metalúrgico.

Uno de los problemas económicos que tiene planteados la energía fotovoltaica es la obtención del silicio, semiconductor básico en los fotodiodos, con la pureza requerida para las aplicaciones solares.

El silicio en bruto o metalúrgico es inaplicable como material para dispositivos electrónicos, por lo que se ha de depurar, y conformar éste en monocristales muy caros de obtención.

Si se desea dar competitividad a la conversión fotovoltaica sin despreciar al silicio, elemento básico en la electrónica actual, habría que abaratar enormemente el proceso de fabricación del silicio "solar" evitando tener que partir de silicio "electrónico".

Esto podría obtenerse, por ejemplo, revisando los procesos actuales de obtención de este tipo de silicio, y relajando las condiciones de fabricación críticas en cuanto al coste que no perturbaran mucho la eficiencia de la conversión fotovoltaica.

J) Diseño y construcción de un inversor es  
tático de 10 KW.

La energía eléctrica fotovoltaica se genera en corriente continua, sin mas alteraciones que las debidas a la oscilación en el nivel de irradiación solar - que llega a las células. Para muchas - aplicaciones, y en especial para el con  
trol y coordinación de todas las células, resulta interesante transformar esta corriente alterna por medio de un inversor. Por otra parte, este paso es obligado si se pretende elevar el valor de la tensión fotovoltaica, inicialmente muy pequeño.

Para verificar esta conversión, el procedimiento actualmente más efectivo es el de los inversores estáticos, y, por ello se ha constituido este subproyecto, indispensable para la correcta gestión - de una central fotovoltaica.

El objetivo es confeccionar un subsistema de mando programable, soportado por microprocesadores, que además de indepen  
dizar la circuitería del sistema respecto de la forma de onda deseada, permi  
ta disponer de los microprocesadores para otros usos: controles de los paneles, adquisición de datos, etc.

- K) Diseño y construcción de un convertidor cc/cc y dispositivos de seguimiento del punto de máxima potencia.

El objetivo de este dispositivo sería - obligar al panel a trabajar continuamente en el punto de máxima potencia, controlando y actuando asimismo, en función del estado de la carga.

La consecución de este objetivo independizaría, hasta lo prácticamente posible, la energía eléctrica generada de las dos grandes variables, cuyas oscilaciones podrían producir fortísimas interferencias en la actuación del panel. Estas dos variables son: el nivel de insolación recibida y el nivel de la carga.

La utilidad del subproyecto también está relacionada con la racionalización del problema del almacenamiento energético, debido a una gestión optimizada de las diferencias entre la oferta y la demanda.

- L) Desarrollo del proceso de fabricación de células bifaciales.

Este desarrollo, absolutamente original a nivel mundial, está basado en investigaciones realizadas en la Universidad - Politécnica de Madrid.

El fundamento de las células bifaciales es producir un fotodiodo que pueda convertir en electricidad la insolación recibida por ambas caras (no son, por supuesto, dos células monofaciales puesta espalda contra espalda).

Este tipo de células permite reducir - aproximadamente a la mitad la cantidad de material semiconductor requerido para una potencia dada, lo cual abarata - enormemente el coste de las células solares.

Estas células ya han sido utilizadas en la actividad descrita en el apartado - 2.1.5.2.5., y con este proyecto se pretende extrapolar su utilización hasta - nivel industrial.

M) Diseño de nuevas baterías para aplicaciones solares.

El objeto de este subproyecto es investigar y desarrollar un acumulador acorde con las peculiaridades de la electricidad fotovoltaica, acoplable a módulos de 10 KW y con la capacidad de carga que se estimara.

Entre las peculiaridades que condicionan a estos aparatos hay que contar las ho-

ras o períodos de insolación transitoria y la necesidad de aguantar técnicamente ciclos de carga y descarga con mucha frecuencia.

N) Fabricación de concentradores y de equipos eléctricos y electrónicos.

Esto correspondería a una fase muy avanzada del proyecto, una vez satisfechas las anteriores etapas de diseño y desarrollo, y una vez elegidas las características específicas de la central.

Aunque a priori no hay una decantación hacia un tipo de concentrador concreto, el objetivo general marcado es un panel plano de apertura limitada con concentraciones estáticas de 6 para la radiación directa y 4 para la difusa.

O) Fabricación de las células

También como fase postrera de este proyecto se tendría que proceder a la fabricación de las células que resultaran escogidas tras las labores de diseño y desarrollo tecnológico descritas anteriormente.

Como objetivo general se ha señalado la industrialización de una célula que -



presente competitividad económica con rendimientos del orden del 10 o del 12%, basada en la tecnología nacional genera da por este proyecto.

P) Montaje, equipamiento y pruebas de la central eléctrica fotovoltaica.

La última de las etapas de este proyecto sería lógicamente la erección de la instalación, con las pruebas correspondientes y puesta a punto.

Además de tener interés obviamente por ser la cumbre de todo el proceso, lo tiene intrínsecamente, por la experiencia adquirible durante la ejecución del montaje real y las pruebas de una instalación tan innovadora.

### 2.1.6. Biomasa y aprovechamiento de residuos

El punto 8.4.c) del PEN expone :

"Aprovechamiento de residuos.

En este área las actuaciones deberían dirigirse a :

- 1°. Terminar el inventario de residuos urbanos e industriales
- 2°. Promocionar plantas, cuya construcción deberá ser subvencionada parcialmente, y donde se experimente a escala industrial la recuperación de metales, de vidrio, y aprovechamiento de materias orgánicas.
- 3°. Fomentar la construcción de plantas de tratamiento de residuos urbanos, con recuperación de energía, realizando los - estudios de viabilidad, sin coste para los Ayuntamientos".

X

Estas directrices del PEN<sup>1</sup> son en parte energéticas y en parte poseen otro tipo de connotaciones, relacionado con el problema socioeconómico de los residuos, su eliminación y reciclado.

Enfocado el tema desde un punto de vista estrictamente energético, la biomasa tiene por objeto aprovechar el potencial de combustión tanto de los vegetales como de los animales, así - como de sus subproductos o residuos.

En la naturaleza existen cadenas hidrocarbonadas con funciones vitales específicas. Al margen de estas funciones, o una vez - cumplidas en el ciclo vital correspondiente, estas cadenas siguen conteniendo los dos elementos combustibles por excelencia:

el carbono y el hidrógeno. Desafortunadamente, la forma química en la que se presentan, la relación entre números de átomos de C y H, y la inclusión de otros elementos (como nitrógeno) dificultan su utilización energética inmediata.

X

Es notorio que existen bacterias de fermentación anaerobia - que a partir de estas cadenas desvitalizadas (basuras o residuos) generan metano (el hidrocarburo básico) o alcoholes ligeros, que pueden llegar a arder espontáneamente en vertederos y lugares similares. Esta es una manifestación natural y no aprovechada del potencial energético de la biomasa.

Por otra parte, y sin recurrir a elementos relativamente escasos y difícil de controlar industrialmente, como las bacterias metaneras mencionadas, las cadenas hidrocarbonadas o meramente carbonadas pueden emplearse como combustible previa preparación. En esta preparación se incluye la separación de los estériles que dificultarían la oxidación violenta y los elementos químicos muy contaminantes, como el N y el S, cuyos óxidos son perjudiciales tanto para las personas como para el medio ambiente. Sintetizando esta presentación, la biomasa presenta una indudable potencialidad energética como combustible químico, a través de dos vías fundamentales :

- Conversión en productos químicos de alta calidad (como los hidrocarburos ligeros).
- Compactación en briquetes sólidos del residuo depurado (lo cual no produce resultados de alta calidad y alto poder calorífico, pero no requiere procesos complejos ni caros).

En esta segunda opción hay que señalar que el propio residuo se destila con el calor de la combustión. Si el residuo no está suficientemente depurado, la destilación es ineficiente y el resultado es una mala combustión incompleta y con emisión de contaminantes. De ahí que, aún sin recurrir a procesos de digestión anacrobia, se puedan emplear procesos industriales, como la pirólisis de los residuos, que puede conseguirse por métodos heliotérmicos. En este caso, partiendo del calentamiento producido por el sol se produce la separación del residuo de una fracción gaseosa rica en combustible, siendo colectada esta fracción gaseosa para su posterior uso en un horno adecuado. Una ventaja adicional de esta opción es que la fracción gaseosa obtenida puede transportarse económicamente.

Conviene asimismo distinguir entre el aprovechamiento de la biomasa residual y la creación de una biomasa específicamente encaminada a los usos energéticos. En el primer caso se emplean residuos agrícolas, domésticos e industriales; es la situación más común, dado el contenido carbohidratado de estos materiales.

En el segundo caso, las propias materias primas producidas están destinadas a su aprovechamiento energético, sin otro uso adicional, y por el momento no es un campo muy extendido, pese a que sería el más prometedor desde el punto de vista que aquí interesa.

La diferencia entre un caso y otro es la siguiente: En el principio de la generación de biomasa se halla siempre la función fotosintética (no así en el caso de residuos industriales, en que esta afirmación es generalmente cierta, pero no en modo absoluto). Mediante la función fotosintética se incorpora el carbono atmosférico a la materia viva, incrementándose el potencial de combus

ción de los hidratos de carbono. Se puede, pues considerar que esta función es una transformación energética que convierte parte de la energía de la irradiación solar en energía química, y en tal sentido es imprescindible conocer con qué rendimiento se realiza esta conversión, porque en definitiva tal rendimiento - marcará el potencial específico (por  $m^2$  de superficie cultivada) de esta fuente de energía.

Como resultado de las investigaciones se ha determinado que el rendimiento fotovoltaico es del orden del 0,5% para las masas forestales y agrícolas terrestres. Sin embargo, hay algunas plantas -algas básicamente- con un rendimiento fotosintético del - 5% o incluso más. Estas últimas serían las consideradas como biomasa energética propiamente dicha, a distinguir de la biomasa - residual, de contenido energético mucho mayor.

Teniendo en cuenta que en lugares escogidos se dan irradiaciones solares de  $250 \text{ W/m}^2$  de media anual total, en el caso de la biomasa residual representaría una potencia de  $1,25 \text{ W/m}^2$ , mientras que a través de plantas clasificables como biomasa energética se producirían más de  $12,5 \text{ W/m}^2$ .

El inconveniente que tiene este último concepto es que hay que investigar y montar el tipo de instalaciones específicamente dedicadas a cultivar tales plantas, que requieren agua, nutrientes y una infraestructura corta. Sin embargo, la biomasa residual no requiere ninguno de estos aspectos, ya que aparece como subproducto de otras actividades, y producen un ahorro neto de - energía que en el caso anterior hay que demostrar con el balance energético total.

A continuación se exponen los programas de investigación que se están realizando dentro de este epígrafe.

#### 2.1.6.1. Inventario general de residuos

El CEE, en colaboración con la Empresa Nacional Adaro ha publicado en mayo de 1981 un libro titulado "La biomasa como fuente energética" que responde al 1<sup>er</sup> requisito marcado en el punto 8.4. c) del PEN, superándolo incluso, pues se incluye el inventario de residuos agrícolas y forestales además del de los industriales y urbanos.

El libro contiene un estudio pormenorizado del potencial de la biomasa en cada provincia, detallando incluso los ritmos de producción mensuales de cada tipo de residuos, junto a su poder calorífico estimado

Adicionalmente, el libro contiene los esquemas de los trabajos de diseño de plantas de tratamiento de residuos elaborados por la E.N. Adaro.

En su conjunto, este inventario ampliado y general de residuos posibilita las decisiones que hayan de tomarse en este campo, incluyendo acciones a muy gran escala.

#### 2.1.6.2. Fotoproducción de amoníaco

Este proyecto está desarrollado por el Departamento de Bioquímica de la Universidad de Sevilla, en colaboración con el CEE.

Se trata de un estudio de los sistemas biológicos para producir amoníaco a partir de la irradiación solar, en el cual se pretende establecer las condiciones básicas de los procesos y los mecanismos de control de los factores ambientales.

### 2.1.6.3. Planta de tratamiento de residuos de Castellón

La idea de este programa de investigación es la recuperación de la fracción ligera de los residuos urbanos (papel, cartón, textil, maderas...) , separando el resto de la materia combustible y las sustancias orgánicas fermentables, para la fabricación del "compost".

La planta será operada por FOCSA Fomento de Obras y - Construcciones, S.A., en Castellón, y el diseño se está realizando con colaboración de E.N. Adaro y el CEE que participa también económicamente.

El resultado que espera alcanzarse con esta planta es la producción de elementos combustibles con un poder calorífico de 4000 Kcal/Kg, y una humedad del 8%. Estos elementos combustibles podrán emplearse lógicamente en hornos similares a los de carbón pobre.



#### 2.1.6.4. Descortezado útil del eucalipto

La idea central de este proyecto, que se ha implantado ya en la fábrica de la Empresa Nacional de Celulosas en Huelva, radica en descortezar los troncos de eucaliptos de tal modo que se aprovechen las cortezas como combustible químico

El CEE ha intervenido en este proyecto por su connotación energética, dado que dicha corteza, tras ciertos procesos no costosos, puede emplearse como sustitutivo del fuel-oil.

En la actualidad se está considerando el perfeccionamiento del sistema, y en especial el diseño de calderas apropiadas en las que el rendimiento de la combustión sea óptimo.

#### 2.1.6.5. Digestor bioquímico

Este proyecto está mantenido por UNESA, con un presupuesto inicial de 2 MPts para la primera fase y 8 MPts para la segunda, y horizonte de aplicabilidad relativamente indefinido, que va desde el plazo corto en cuanto al proyecto en sí, al largo plazo en cuando a aplicaciones industriales.

La primera fase de este proyecto es simplemente recopilar información y conocimientos, para que un grupo de expertos dedica posteriormente el camino a seguir, especialmente a largo plazo.

En la segunda fase del programa, pero casi paralela con la anterior, se pretende contratar la investigación de desarrollo de un digestor, así como el análisis de su operación. En este digestor se probarán diversas reacciones fotoquímicas y bioquímicas para la generación de metano, teniendo como meta la fermentación anaerobia que produzca un gas con un 65% de contenido en metano.

En una fase posterior se estudiaría la combustión idónea de ese gas y su utilización.

#### 2.1.6.6. Planta de tratamiento de residuos de Valencia

El CEE tiene prevista para el bienio 1981-82 una inversión de 37,5 MPts en este proyecto, cuyo objetivo es recuperar la fracción total del residuo orgánico de las basuras. Esta planta será análoga a la descrita en el apartado 2.1.6.4.

También en la provincia de Valencia, el CEE prevé la inversión de 15 MPts en el mismo bienio para la recuperación de la biomasa de la planta incineradora de la compañía Ford en Almufases.

#### 2.1.6.7. Sistemas de producción microbiana de metano

Se trata de la obtención de gas metano a partir de los desechos agrícolas y de la biomasa, por medio de acciones microbianas, con objeto de hacer una valoración técnica y económica.

El proyecto de investigación está realizado por el CRIDA, con 8,4 MPts y por la Facultad de Ciencias de Badajoz, con 2,7 MPts., bajo el patrocinio pre supuestario de la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica.

### 2.1.7. Energía nuclear

El Plan Energético Nacional prevé en el límite de su período de previsión, 1987, una potencia nuclear instalada de unos - 11 TW aproximadamente, como cumplimiento del criterio básico de la reducción del consumo de petróleo en los usos energéticos.

El PEN parte para elaborar su política en este campo de que la situación actual está dominada por un desarrollo pretérito basado en criterios exclusivamente técnicos, de los que han aflorado diversos proyectos llevados a cabo por las empresas eléctricas, con notable participación de compañías - de ingeniería, de montaje y obra civil y de bienes de componentes y equipos.

Reconoce el PEN que las empresas o asociaciones han buscado los emplazamientos de sus centrales nucleares en el área geográfica de su actuación, intentando conjugar los condicionantes existentes sobre tales centrales -como son los de tipo sismogeotectónico, capacidad de refrigeración, meteorología, medio ambiente, etc.- con la optimización económica de su red de producción y consumo.

El PEN determina, sin embargo, que convendría en el futuro armonizar estos intereses de acuerdo con estrategias que involucren todo el ámbito nacional y tengan en cuenta los objetivos básicos de la política energética, y no sólo los de las compañías interesadas.

El PEN reconoce por otra parte que hasta el momento ha habido un aprovechamiento insuficiente de la magnitud inversora, en el sentido de que no se ha adquirido una tecnología propia a

gran escala, mediante la asimilación de la importada. Esto compromete otro de los criterios básicos del PEN: la independencia energética, o en su defecto la disminución de la dependencia respecto del exterior en todos los campos energéticos, y no solo en el de las materias primas.

Con tales precedentes el PEN replantea la política energética nacional con los siguientes objetivos :

- mejor desarrollo de la tecnología nacional
- mejor utilización de la tecnología adquirida en el extranjero
- mayor participación en los suministros de bienes y servicios a las centrales nucleares
- unificación de los procedimientos de elección de emplazamiento
- mayor independencia en todas las fases de diseño y construcción de las instalaciones (reactores más ciclo del combustible).

Para la consecución de estos fines, ligados por otra parte a los del Plan de prospección del uranio (apartado 4.5. de este informe), el PEN propugnaba una serie de acciones administrativas en el sector. Básicamente eran :

- Creación del Consejo de Seguridad Nuclear como órgano supremo de arbitraje y decisión en las cuestiones que afectarían a la seguridad nuclear, segregando esta función del binomio JEN-Dirección General de la Energía.

- Reestructuración de la Junta de Energía Nuclear para atender principalmente a los planes concretos de investigación que se establecieran de acuerdo con los objetivos de política energética ya señalados.
- Responsabiliza a ENUSA de todas las actividades comerciales e industriales relacionadas con el ciclo del combustible nuclear, teniendo en cuenta la colaboración de la JEN en los programas de investigación y desarrollo, entre los que explícitamente se mencionan los involucrados en el almacenamiento transitorio y definitivo de los residuos radiactivos.

En el análisis que el PEN realiza en su punto 7.7. sobre el ciclo del combustible nuclear, se identifican algunas líneas maestras que han de servir de directrices a los proyectos de investigación que habría que desarrollar. Concretamente son:

- Estudios de viabilidad general de los procesos de conversión química del uranio y sus compuestos, que intervienen en diversas fases del ciclo. Se deben tener en cuenta no solo las posibilidades de éxito científico-técnico y económico, sino su importancia desde el punto de vista autárquico, energéticamente hablando.
- Seguimiento de los procesos de enriquecimiento que están bajo estudio o investigación internacional, y que tengan interés para instalaciones comerciales del tamaño requerido por España, si bien es cierto que el abastecimiento de nuestra demanda de unidades, de trabajo de separación isotópica está en principio bien cubierto con la oferta del mercado internacional.

- El PEN encomienda a ENUSA la instalación, puesta en marcha y operación de una planta de fabricación de elementos combustibles para reactores de agua ligera, previendo su entrada en servicio progresivamente a partir de 1982.

Si bien esta fábrica no puede computarse como esfuerzo de investigación, al estar licenciados sus procesos por compañías comerciales extranjeras, tanto ENUSA como la JEN pueden realizar paralelamente planes de investigación a partir de la tecnología asimilada, análogamente a como se ha realizado en otros países.

- Uno de los campos de actuación donde el PEN identifica más problemas planteados, y por lo tanto más actividades potenciales de investigación, es el campo de los combustibles irradiados.

La problemática internacional se suscitó sobre este tema desde 1977, y ha dado lugar a numerosos esfuerzos internacionales y tareas, como la "Evaluación Internacional del Ciclo del Combustible Nuclear", bajo los auspicios del Organismo Internacional de Energía Atómica. En la mencionada "Evaluación" España participó activamente, siendo incluso país co-presidente de uno de los ocho grupo de trabajo, el 6º, que precisamente versaba sobre "Almacenamiento transitorio del combustible irradiado".

La solución fundamental a esta última fase del ciclo del combustible, también llamada fase post-reactor, pasa por



una adopción en la alternativa de reelaborar dicho combustible o no reelaborarlo.

En la actualidad no existe un mercado consolidado de actividades de reelaboración, y las ofertas que circulan para ello, procedentes de países con una fuerte penetración, conllevan condiciones muy onerosas para el cliente tanto crematística-mente como por infiabilidad y falta de garantía del suministro del servicio a largo plazo. El PEN, a tenor de esta situación internacional, considera inviable la contratación comercial de la reelaboración de los combustibles nucleares irradiados en las plantas españolas, cuya cantidad irá aumentando progresivamente a lo largo de su horizonte de previsión - de 20 toneladas a unas 300, pudiéndose llegar a contabilizar en total más de 1.000 a lo largo de dicho período.

Como resultado, se proponen las acciones siguientes, para cuya realización serán pertinentes algunos trabajos de investigación específicos :

- A corto plazo, ampliación de las capacidades de las piscinas de almacenamiento de elementos combustibles de las centrales tanto en operación como en construcción.
- A corto y medio plazo, construcción de una planta de almacenamiento centralizado para elementos LWR.

Estas dos acciones tienen por objeto aliviar el condicionamiento que podría pesar para las centrales nucleares en caso

de no poseer el adecuado lugar de almacenamiento del combustible a descargar una vez consumido su potencial reactivo. - Tal condicionamiento podría llegar a representar la parada transitoria de las centrales durante plazos más o menos largos.

- A medio y largo plazo, dar los pasos necesarios para la consecución del objetivo de independencia en este punto básico de las actividades del ciclo.

Esta última directriz supone un enorme desafío de investigación, por la ambición de la meta fijada. Los pasos aludidos deberían comportar una serie de estudios sobre varios aspectos, como son :

- técnicas de reelaboración
- plantas piloto de reelaboración
- diseño y demostración de viabilidad de plantas industriales de reelaboración
- almacenamiento transitorio de plutonio y residuos de alta actividad
- plantas de refabricación de combustibles óxidos mixtos.
- métodos de vitrificación y encapsulamiento de residuos de alta actividad
- instalaciones escogidas para la disposición definitiva de los residuos vitrificados.

Es muy posible, sin embargo, que los análisis teóricos y diseños conceptuales muestren serios inconvenientes en la adopción de la alternativa de reelaborar. En tal caso, la opción escogida sería la del almacenamiento indefinido de los elementos combustibles, para el cual harían falta algunos adita

mentos tecnológicos a las piscinas centralizadas, cuya extensión convendría no aumentar desmesuradamente. Existe la posibilidad, dada la naturaleza del combustible irradiado en las centrales LWR, de almacenar en seco, pero con el adecuado blindaje, los elementos combustibles tras un enfriamiento radiactivo de unos 10 años, lo cual simplificaría sustancialmente la instalación. Por otra parte, puede pensarse en una solución intermedia para dicha etapa de almacenamiento subsiguiente al almacenamiento en piscina: el uso de contenedores especiales, en cada uno de los cuales se insertaría un número reducido de elementos (entre 5 y 10), que podría depositarse en lugares vigilados pero que no requerirían salvaguardias técnicas de consideración.

La ventaja global de esta opción es su carácter modular junto a la simplicidad de su concepción. Lo primero permitiría ir invirtiendo en esta etapa del ciclo del combustible a medida que hiciera falta, sin necesidad de grandes dispendios iniciales. Lo segundo simplifica y abarata el complejo problema del almacenamiento de combustible irradiado a largo plazo.

Por el contrario, la desventaja mayor es que tales contenedores no pueden considerarse como soluciones definitivas, - pues dentro de ellos el combustible (en especial las vainas) podría lixiviarse y deteriorarse, dejando libre parte del inventario radiactivo en ellos contenido.

La cuestión, en todo caso, simplemente está planteada, en el PEN, que aparte de las directrices señaladas no se decanta por ninguna política concreta en este tema, precisamente por la necesidad de mayor conocimiento de las opciones posibles,

lo cual implica cuantiosas actividades de investigación en numerosos campos, como ya se ha puesto de manifiesto.

El PEN reconoce además que los plazos para cumplir los objetivos en este área son muy ajustados, y que desde luego sería altamente indeseable que el funcionamiento de las centrales nucleares se viera interrumpido por la inopia en el problema de qué hacer con los combustibles irradiados.

- Por último, dentro del ámbito del ciclo del combustible nuclear, el PEN plantea el asunto de la disposición definitiva de los residuos radiactivos, ligado lógicamente e íntimamente a la problemática del combustible irradiado.

Las soluciones que se provean a la disposición definitiva - estarán en función de si se reelabora o no, como ya ha quedado esbozado. Por ello el PEN presenta el tema solo en su aspecto formal, pasando revista a la generación de residuos en las centrales LWR, y haciendo hincapié en que la mayor parte del inventario radiactivo se encontrará en forma sólida o se solidificará, lo cual implica unos volúmenes de residuos relativamente pequeños.

En el caso de que se optare por la reelaboración, el PEN señala que una unidad de 1.000 MWe generaría al año unos 3,5 m<sup>3</sup> de residuos de alta actividad, unos 65 de media y unos 130 - de baja, planteando cada uno de los tres tipos de residuos unos problemas distintos, siendo lógicamente los más conflictivos los de alta actividad, incluyendo en ellos los actínidos, los cuales, si fuera pertinente, podrían separarse por la peculiaridad negativa que plantean al tener una proyección radiactiva de vida muy larga.

La idea más comúnmente aceptada, según señala el PEN, para la disposición definitiva de los residuos de alta actividad es su enterramiento en formaciones geológicas estables, secas y adecuadas, habiéndose pensado en minas de sal, depósitos arcillosos o terrenos graníticos. Previo al enterramiento, los residuos de alta actividad serían vitrificados o sometidos a un proceso similar, con el objeto de frenar su actividad química y su dispersión.

El PEN encarga explícitamente a la JEN de proseguir los estudios e investigaciones sobre este tema, con objeto de disponer oportunamente de las técnicas e instalaciones más adecuadas para las necesidades españolas.

Otra faceta ligada a la energía nuclear, pero de distinta naturaleza a las expuestas precedentemente, es la desarrollada por el PEN en su capítulo 10, "Contaminación y ecología". Se trata del tema de la protección radiactiva en su acepción - más amplia, al margen de que las centrales nucleares, como toda instalación termo-eléctrica, tenga repercusiones térmicas y químicas sobre el medio ambiente.

Indudablemente, la protección del público contra el efecto - de las radiaciones ionizantes es uno de los objetivos primordiales de toda Administración que tenga bajo su tutela instalaciones nucleares, y así está expresado en el PEN. En estos apartados del capítulo 10 que dedica a la contaminación radiológica, el PEN pasa revista a la naturaleza del problema, a la situación actual y a la evolución de esta situación a medida que se vaya engrosando el parque nacional de centrales nucleares, tal como el propio PEN planifica. De este análisis, el PEN concluye en la necesidad de un mejor conocimiento de

la producción de radionucleidos, su dispersión en la biosfera, su interacción con el medio ambiente humano y las acciones de respuesta que pueden adoptarse para minimizar las repercusiones que la radiactividad induzca.

De todo ello se desprende un amplísimo campo de investigación, que cae específicamente dentro de la competencia de la Junta de Energía Nuclear, a la vez que dentro de las esferas de actuación de varios equipos de investigación universitarios o ligados a entidades médicas con intereses radiológicos.

Por último, dentro de su punto 8.4., el PEN expone su planteamiento respecto de las llamadas nuevas energías nucleares: los reactores rápidos y la fusión nuclear. Muy escuetamente, el PEN estima que la primera de estas formas de energía se encuentra en muy avanzada fase de experimentación en algunos países extranjeros, pero sobre ella pesan ciertas incertidumbres técnicas que no permiten ver claramente su repercusión energética en el futuro, salvo en un muy corto número de países que se han decantado exhaustivamente en favor de este tipo de reactores, previéndose su implantación comercial forzada en un futuro próximo.

En cuanto a la fusión, el PEN estima que se halla en un nivel de investigación muy preliminar, y que los plazos de posible implantación son realmente dilatados.

### 2.1.7.1. Investigaciones sobre reactores de fisión

En este capítulo se presentan los proyectos de investigación que se están llevando a cabo relacionados con los sistemas, estructuras y componentes de los reactores de fisión, tanto térmicos como rápidos.

Hay que tener en cuenta el altísimo grado de comercialización que se ha conseguido en este terreno, lo que en cierto modo podría hacer pensar en la inexistencia o gratuidad de las actividades de investigación en este campo. Sin embargo, tal como ha quedado expuesto en la presentación anterior, el PEN ha reconocido la carencia de asimilación nacional de la tecnología extranjera, en gran parte debido a la carencia de planes de investigación coherentes con las actividades industriales. Y todo ello a pesar de que la Dirección General de la Energía obliga, en las autorizaciones previas y de construcción que concede para instalaciones nucleares, a establecer unos planes concretos de investigación dentro del marco concreto del proyecto que se trate, pero que sean planes de interés para la investigación nacional y la creación de tecnología propia.

Por otra parte, existen campos dentro del amplio panorama de la fisión en los que la investigación está justificadísima incluso por sus propios logros inmediatos, como pueden ser la transferencia o venta de tecnología a países en vías de desarrollo o carentes de infraestructura nuclear.

#### 2.1.7.1.1. Diseño y construcción de reactores piscina

Esta tarea de investigación está siendo elaborada por la JEN, que posee experiencia de varios lustros en esta área. La tarea está enfocada fundamentalmente a colaboraciones con otros países, en general suramericanos, y en ella se encuadran concretamente las realizaciones de "Lo Aguirre" (Chile) y el reactor piscina para el Centro de Energía Nuclear del Ecuador.

La tarea comprende varias actividades, pues engloba prácticamente todas las facetas del diseño y la construcción de estas instalaciones :

- Diseño conjunto neutrónico-mecánico-termo hidráulico de los elementos combustibles y del núcleo completo. Esto implica una primera fase de selección del tipo de reactor que concretamente optimiza los requerimientos solicitados por el cliente, que pueden ser de variada naturaleza como, por ejemplo: alto flujo neutrónico, bajo valor del enriquecimiento, rango de densidades de potencia dado, rango de quemados de descarga establecido, etc. Cumplimentados los cálculos de esta fase preliminar se realizan los correspondientes al diseño escogido, pero con un nivel de precisión mucho mayor, incluyendo por supuesto las evalua-



ciones de las variables termohidráulicas. Paralelamente se establece el diseño mecánico, en base a los datos especificados - en la fase de pre-diseño y a la experiencia propia de fabricación.

- Diseño de la piscina del reactor y de los sistemas auxiliares y otras salvaguardias. En esta fase se inserta teóricamente el reactor en la piscina que le va a servir de alojamiento, y se dimensionan los componentes de su sistema de refrigeración, del sistema de refrigeración en emergencia, del de tratamiento de residuos y purificación del agua del reactor, etc. Se diseñan asimismo las instalaciones adjuntas al reactor, como son los nidos de irradiación para colocar las muestras, las columnas térmicas y guías neutrónicas, etc..
- Fabricación de los elementos combustibles, generalmente de tipo MTR, de varias placas planas en cada elemento. Estas placas constan de una parte interna, llamada carne, - consistente en una aleación de aluminio y uranio, revestida por una camisa de aluminio puro o débilmente aleado.
- Construcción de la piscina, sus elementos auxiliares y constitución del primer núcleo del reactor. La última actividad de esta -

fase es la consecución de la masa crítica del reactor, a partir de lo cual se inicia su experimentación y explotación plena.

#### 2.1.7.1.2. Investigación sobre gestión del combustible nuclear

Aproximadamente cada año, el combustible de un reactor nuclear de potencia ha de descargarse parcialmente (un tercio, aproximadamente), para recargar en su lugar combustible fresco con un enriquecimiento tal que permita el funcionamiento del reactor durante otro período similar.

La gestión del combustible tiene como objetivo fundamental la determinación de los parámetros del combustible a cargar, y fundamentalmente de los dos principales: tamaño de la carga y valor del enriquecimiento. De la bondad de la gestión depende en gran medida el resultado económico del reactor, pues los valores que se determinan en esta actividad incluyen notablemente en la fracción "coste del combustible" del KWh generado.

Por supuesto, esta actividad, perfectamente comercializada, en España entra dentro de la competencia de ENUSA. Sin embargo, la metodología de los cálculos de gestión y la propia filosofía de la gestión están en revisión - prácticamente continua.

De hecho, la propia ENUSA mantiene actividades de investigación en este campo, con objeto de mejorar su servicio de acuerdo con la

evolución de la situación económico-nuclear que puede aconsejar en un momento dado, por poner un ejemplo, alargar los ciclos de funcionamiento hasta dieciocho meses.

No hay que olvidar, además, que la gestión del combustible es básica y fundamentalmente un proceso de optimización, por lo que no solo interesa al suministrador del combustible, Enusa, sino también, y más aún, al cliente, es decir, a los propietarios de las centrales nucleares.

Por ello la JEN sigue manteniendo actividades de investigación en este campo, habiendo desarrollado metodologías originales que pueden ser utilizadas, y se utilizan, por las compañías eléctricas.

Asimismo, la cátedra de Física Nuclear de la Universidad Politécnica de Madrid mantiene un extenso programa de confección de códigos de computador con la finalidad de mejorar los modelos de gestión y rellenar algunas lagunas existentes en este campo que son de más interés para el cliente del combustible que para el suministrador.

### 2.1.7.1.3. Investigaciones sobre blindajes

La JEN mantiene varios proyectos de investigación, fundamentalmente teóricos, sobre diseño de blindaje y su metodología de cálculo.

Este es un tipo de estudio soporte para otras áreas de interés como puede ser el transporte y almacenamiento del combustible irradiado.

Dentro del campo práctico, la JEN ha desarrollado su propia tecnología de fabricación de placas de "Boral", material consistente en una aleación de aluminio y boro, en el que este último elemento actúa de absorbente neutrónico. Como peculiaridad interesante se puede señalar que esta tecnología permite una alta concentración de boro (del orden de un 35%), lo cual no es corriente en este tipo de materiales, en los que las concentraciones usuales son de alrededor del 10%.

#### 2.1.7.1.4. Investigaciones sobre métodos de cálculo de reactores térmicos

La reorganización que supone la descarga y recarga que aproximadamente cada año hay que realizar en los reactores para que éstos mantengan su funcionamiento, más la influencia de la evolución isotópica en la reactividad del núcleo, hacen que sea indispensable para la correcta comprensión de su funcionamiento la utilización de una serie de códigos de cálculo que permitan la evaluación anticipada de los fenómenos acaecidos en el reactor, así como su seguimiento.

Esta actividad, al igual que la de Gestión del Combustible mencionada en el apartado 2.1.7.1.2., está comercializada y entra también dentro de la esfera de Enusa, que posee licencias de cálculo y fabricación de elementos combustibles procedentes de las compañías suministradoras de la caldera nuclear.

Sin embargo, y de modo análogo a cómo se explicó en el apartado antedicho, existe una necesidad nacional de investigación y desarrollo de códigos de cálculo con varios fines, entre los que cabe destacar :

- Creación y asimilación de tecnología en este campo.

- Capacidad de proceder rápida y fiablemente a cálculos de contingencias que se presenten en la planta, y que pongan en entredicho su seguridad nuclear. Casos que pueden citarse como ejemplos de estas contingencias son: deterioro súbito de un elemento combustible nuevo por choque mecánico u otro accidente, lo cual imposibilita su inserción en el lugar del reactor en que estaba previsto, teniendo que reordenar la constitución del mismo con el mantenimiento de alguno de los combustibles irradiados que pensaban descargarse; inoperancia momentánea de una barra de control, o disminución fuerte de su valor de antirreactividad; diseño de configuraciones de almacenamiento con carácter transitorio y de urgencia, etc.

En este campo, tanto la JEN como la Universidad Politécnica de Madrid mantienen programas de investigación y desarrollo teórico-práctico, con ocasionales colaboraciones con empresas propietarias de centrales nucleares.

La investigación se orienta a los campos neutrónico, termohidráulico y de cinética de reactores básicamente; y sus resultados están siendo transferidos a países suramericanos con intereses en estas actividades.

#### 2.1.7.1.5. Diseño de elementos combustibles para reactores rápidos

Esta tarea se desarrolla dentro del marco de cooperación hispano-alemán, y concretamente entre la JEN y el Kernforschungszentrum de Karlsruhe (R.F.A.).

Se trata de experimentar diferentes modelos de elementos combustibles en las unidades de irradiación que existen en el centro KFK de Karlsruhe, especialmente para adquirir conocimientos acerca del comportamiento de los materiales de envainado y del óxido mixto de uranio y plutonio ante fluencias elevadas de neutrones muy energéticos.

Esta actividad no está aún definitivamente encuadrada en un objetivo más amplio de la JEN, si bien ésta está considerando la construcción de un prototipo rápido, llamado - CORAL-2, en las nuevas instalaciones del Centro de Soria. Las especificaciones del CORAL-2 aún no están definidas, pero resulta imprescindible mantener el adecuado nivel de investigación propia que permita la asimilación coherente de la tecnología producida en el extranjero, por si en un futuro de horizonte desconocido resultara interesante la implantación de reactores rápidos en España.



#### 2.1.7.1.6. Investigaciones sobre sodio fundido

En un esfuerzo paralelo a la actividad anterior, y también enmarcado en la colaboración hispano-alemana, en la JEN se mantienen dos lazos de sodio denominados ML-1 y ML-2, siendo este último de notable capacidad y versatilidad de investigación.

La instalación consiste en una caldera de calentamiento de sodio por encima de su punto de fusión, ligada a una serie de tuberías - por las que se hace circular el sodio con ayuda de las adecuadas bombas. A lo largo de las tuberías existen numerosos dispositivos que permiten la instalación de materiales a experimentar, de aparatos de medida y de aparatos de depuración de sodio.

El interés del sodio como refrigerante se centra originalmente en los reactores rápidos, pero tiene posibilidades de aplicación en otras actividades energéticas, como podrían ser las centrales electro-solares con torre central de captación. La ventaja ofrecida por el sodio líquido es que con un nivel de bombeo semejante y a mucha menor presión del sistema ofrece refrigerante a mayor temperatura y con mayor densidad de extracción de potencia, siendo estas dos características muy positivas para aumentar el rendimiento termodinámico de la planta y reducir

el tamaño (y el precio) de los componentes implicados en el circuito de generación de potencia.

Por supuesto, la virulenta actividad química del sodio, en especial reaccionado con el agua, hacen indispensable los lazos de experimentación aludidos. En ellos se prueban, por ejemplo, las soldaduras y los tipos de tubos de los cambiadores de calor sodio-sodio y sodio-agua, indispensables en las instalaciones energéticas que empleen este metal - fundido, debido a la mencionada actividad química y al riesgo de violentos fuegos por oxidación súbita de este material.

#### 2.1.7.1.7. Investigaciones sobre irradiación neutrónica

La irradiación neutrónica tiene diversas - posibilidades en cuanto a objetivo :

- fabricación de isotopos, para usos médicos, agrícolas, de radiotrazado, de técnicas de ensayo no destructivo, etc.
- neutrongrafía, para análisis interno de piezas y componentes.
- ensayo de comportamiento de materiales en medios con fluencia neutrónica.

La JEN mantiene estas actividades de investigación básicamente utilizando los canales de irradiación de su reactor piscina JEN-1, de 3 MW. Tal como quedó expuesto en el apartado 2.1.7.1.1., la JEN continúa además su investigación en este tipo de reactores, y está en curso de estudio la realización de un reactor de esta clase, pero de 20 MW, en el nuevo Centro de Soria de la propia JEN.

### 2.1.7.2. Investigaciones sobre el ciclo del combustible nuclear

En la presentación general de este capítulo ha quedado expuesto el planteamiento del PEN en este campo, de tan variadas y complejas fases. Por un lado el PEN establece las directrices comerciales-industriales a corto plazo, encargando de ellas explícitamente a la "Empresa Nacional de Uranio, S.A.". Por otro, a medio y corto plazo el PEN detecta una serie de etapas claves en el ciclo del combustible nuclear, que de no ser correctamente enfocadas y tratadas podrían comprometer, en un futuro de unos 10 años, la continuidad de funcionamiento de las centrales nucleares.

Para ello el PEN marca la obligación de hacer los estudios pertinentes con objeto de que a medio plazo se adopten las políticas concretas a seguir en cada caso. Para ello son indispensables varias actividades de investigación que, si bien no son enumeradas explícitamente por el PEN, se desprenden de la propia naturaleza de los estudios requeridos para tener la base sobre la cual montar las decisiones de política energética a que alude.

En este apartado se recogen las actividades de investigación en curso que entran dentro de este contexto.

#### 2.1.7.2.1. Diseño y construcción de piscinas de almacenamiento compacto

Una de las etapas que podrían llegar a ser críticas en el ciclo del combustible es el almacenamiento del combustible irradiado. La solución inmediata para que esto no constituya problema es aumentar la capacidad de las piscinas modificando su estructura interna.

Fundamentalmente, tres son los criterios a considerar en el diseño y construcción de estas instalaciones :

- mantener una configuración subcrítica en toda circunstancia y ante cualquier contingencia
- proveer la suficiente capacidad de refrigeración para el máximo valor de potencia residual previsto en el combustible descargado
- adecuar el suficiente blindaje contra neutrones y radiación electromagnética.

Los dos últimos de estos criterios se cumplen almacenando los elementos en una piscina llena de agua, con la adecuada profundidad para que la propia agua actúe de blindaje inicial, si bien puede cubrirse con tapas de hormigón porado para mayor seguridad.

En cuanto al primer criterio, se cumple, - en los diseños convencionales, separando - tanto como se pueda (desde el punto de vista económico) los elementos.

Dicha separación debe ser suficiente para aislar unos elementos de otros neutrónicamente hablando, con lo cual el conjunto es subcrítico.

Está claro que de adoptar esta medida hace falta una gran extensión de almacenamiento, y este es caro de construir, pues su cimentación ha de ser antisísmica para salvaguardar la configuración del almacenamiento incluso en caso de terremoto y evitar que por esta causa pueda perder la refrigeración o alcanzar una configuración supercrítica. - Ello hace pensar en acercar unos elementos a otros tanto como se pueda, sin traspasar los límites de configuración crítica cuando la piscina está llena de agua, que es - la situación nominal y correcta.

Sin embargo, esta compactación del almacenamiento tiene grandes inconvenientes desde - el punto de vista de la seguridad : en caso de que hubiera un vaciado parcial de agua - o se mantuviera una refrigeración de emergencia con duchas o aparatos similares podría alcanzarse la supercriticidad del almacenamiento, provocando un accidente serio -

aunque de escasa repercusión hacia el exterior, si bien podría ser muy lesivo para los operarios de la planta y para la propia integridad del combustible. Esta supercriticalidad se alcanzaría a través de un proceso de moderación óptima que no podría tener lugar con la piscina llena de agua.

Para evitar esa posibilidad de accidente cabe adoptar una solución relativamente barata y muy segura: con objeto de desacoplar neutrónicamente los elementos combustibles independientemente de la densidad del agua, - cabría compactar fuertemente el almacenamiento, situando entre los elementos cortinas metálicas que contuvieran absorbentes neutrónicos muy potentes. En este caso, la limitación de la compactación vendría dictada por la capacidad de refrigeración, puesto que al compactar la densidad de potencia del almacenamiento aumentaría considerablemente y hay que recordar que el agua de la piscina está a presión atmosférica, por lo que su capacidad de refrigeración sin ebullición es pequeña.

La JEN ha hecho un estudio de toda esta problemática que en algunas facetas (como la neutrónica) ha conseguido resultados muy positivos, y mantiene activa esta investigación con objeto de responder a la directriz

del PEN de estar en disposición de proveer los cálculos de construcción de una piscina centralizada o de ampliar las ya existentes en las centrales nucleares mediante la compactación aludida. Como materiales metálicos con contenido apreciable de absorbentes neutrónicos hay que hacer referencia a la actividad reseñada en el apartado 2.1.7.1.3. - "Blindajes", pues las placas de "Boral" en él indicadas podrían servir como desacopladores neutrónicos.

Asimismo, la Universidad Politécnica de Madrid ha elaborado estudios teóricos sobre la neutróica y la resistencia mecánica de los almacenamientos compactados.



#### 2.1.7.2.2. Investigación sobre contenedores de almacenamiento en seco

Esta actividad fue también mencionada en la introducción general a esta fuente energética, y va ligada a la actividad descrita en el apartado anterior.

El PEN deja entrever la posibilidad de una dilación indeterminada en plazo en los referente al almacenamiento de combustible irradiado, debido a la situación internacional en materia de reelaboración y a la dudosa factibilidad de construir en España una planta de reelaboración. Por ello resulta imprescindible considerar acciones alternativas o complementarias de almacenamiento en piscinas, por dos motivos básicos: Primero, por la capacidad limitada de las existentes en las centrales, aún cuando se compacten. Segundo, por la carestía de la inversión en una piscina centralizada que quizá no tuviera a la postre una utilización rentable ni significativa, si poco después de construída se aclara el panorama mundial de la reelaboración y su mercado.

De ahí que se haya establecido una actividad tripartita entre la JEN, Enusa y Equipos Nucleares, S.A., con el objetivo de desarrollar un contenedor de almacenamiento en seco, que

serviría de alojamiento al combustible irradiado una vez transcurrido un plazo de enfriamiento radiactivo de unos ocho o diez años - en las piscinas de las centrales.

Esta actividad se está desarrollando en una primera fase de definición de las especificaciones de diseño y de cálculo neutrónico, - termohidráulico, de blindaje y mecánico estructural. Se están estableciendo también - los ensayos y pruebas a que se habría de someter este embalaje, referidos a estanqueidad, resistencia, resiliencia, piroresistencia, etc.

### 2.1.7.2.3. Investigaciones sobre procesos químicos con el uranio

Aunque las actividades de las fases pre-reactor están comercializadas, el PEN dicta la directriz de considerar la posibilidad de incorporar la realización de las transformaciones químicas del uranio y sus compuestos al patrimonio tecnológico español. Esta directriz se enmarca dentro de la deseabilidad de una mayor independencia energética.

Dentro de este ámbito, la JEN dispone de instalaciones en las que se han investigado varios procesos químicos como son :

- fabricación de hexafluoruro de uranio a partir de  $U_3O_8$ .
- reducción del hexafluoruro a dióxido de uranio o a uranato amónico.
- conversión del dióxido de uranio en carburo de uranio.

A estos procesos habría que añadir los correspondiente al uranio metálico y sus aleaciones, y en concreto las de aluminio, que sirven para la fabricación de los elementos combustibles de los reactores piscinas - (2.1.7.1.1.).

Entre los procesos químicos que se han señalado conviene citar el paso de óxido a carburo de uranio, dado que este último material, por diversas razones técnicas, es considerado como combustible avanzado de notable interés, si bien no se ha implantado aún comercialmente por problemas de compatibilidad química del carburo con la vaina cuando éste sufre irradiaciones neutrónicas de fluencia elevada.

#### 2.1.7.2.4. Reelaboración del combustible de los reactores piscina

Este tipo de reactores (ver 2.1.7.1.1.) poseen una potencia específica por unidad de masa de uranio muy elevada, lo que, unido al exceso de reactividad tan pequeño con el que suelen trabajar, implica ciclos de funcionamiento muy cortos, casi siempre inferiores a un mes de plena potencia.

Sin embargo, en el combustible irradiado que se descarga hay una cantidad apreciable de plutonio y, por supuesto, un inventario de uranio económicamente muy interesante, por lo que es deseable y casi imprescindible recuperar estos productos.

La JEN ha desarrollado una metodología propia para la reelaboración y refabricación de estos elementos combustibles, que incluye las diversas fases de troceado y disolución ácida, actuación de un extractor orgánico selectivo, partición del uranio y el plutonio, etc., hasta obtener el resultado final, generalmente en forma de nitrato de uranio reducible a uranio metálico para ser aleado de nuevo con el aluminio, y sufrir la ulterior mecanización con envainado incluido.

#### 2.1.7.2.5. Control radioquímico de combustible irradiado

Para el manejo del combustible irradiado, así como para su valoración económica, es imprescindible conocer el inventario radioisotópico del combustible, lo cual tiene que hacerse - normalmente por ensayos no destructivos.

Afortunadamente se cuenta con el apoyo de las radiaciones emergentes del combustible, fundamentalmente de las electromagnéticas, de las que puede realizarse un análisis espectral - completo para evidenciar qué picos existen en dicho espectro, y restituir a partir de ellos las cantidades de radioisótopos realmente - existentes.

La JEN ha desarrollado su propia metodología de control radioquímico, disponiendo del instrumental y equipo necesarios para la valoración antedicha, si bien por el momento esta actividad no presenta una incidencia importante en el sector comercial dado que hasta la fecha no ha habido que realizar la gestión del combustible irradiado dentro del país, - pues la mayor parte del que se ha generado - se ha enviado a Francia y Gran Bretaña.

2.1.7.2.6. Almacenamiento de residuos radiactivos. Investigaciones sobre la disposición definitiva

La Junta de Energía Nuclear posee algunas instalaciones en zonas geológicamente adecuadas para almacenar en ellas residuos radiactivos de baja actividad, concretamente en la mina de La Haba (Badajoz) y en Sierra Albarrana - (Córdoba).

La mayor parte del material almacenado corresponde a desechos y subproductos de las fases pre-reactor del ciclo del combustible nuclear y a productos sólidos contaminados ligeramente. No son, por tanto, instalaciones en las que pueda pensarse para que acojan residuos de alta actividad, que serían los procedentes de la reelaboración del combustible irradiado comercial.

Sin embargo, y aunque la problemática que estos suscitaran sería más intensa y compleja, la experiencia adquirida en esta actividad concreta sería extensible y aplicable en gran parte a los almacenamientos para residuos de media actividad.

Para esta extrapolación se está colaborando con el KfK de Karlsruhe en técnicas de tratamiento y acondicionamiento de los distintos tipos de residuos radiactivos, incluyendo la

selección y el estudio de formaciones geológicas profundas tanto de granito como de sal, y el desarrollo de la tecnología de construcción de almacenamientos definitivos.



#### 2.1.7.2.7. Recuperación del uranio contenido en yacimientos con otras utilidades

La JEN ha desarrollado procesos completos de obtención de uranio a partir de yacimientos de fosfatos -actuando sobre el proceso de obtención del ácido fosfórico- así como a partir de minas lignitíferas (como pueden ser las de la zona de Garraf, Barcelona).

En el momento actual se están desarrollando los detalles de ingeniería de los dos procesos mencionados para su implantación a nivel industrial no solo por el posible uso en nuestro país, sino fundamentalmente de cara a la exportación.

#### 2.1.7.2.8. Reelaboración pre-industrial de elementos combustibles.

Tal como se ha indicado en la introducción al epígrafe 2.1.7., el PEN establece la directriz de mantener el esfuerzo de documentación e investigación necesario para poder decidir, en su día, sobre la conveniencia o no de reelaborar el combustible de las - centrales nucleares comerciales.

Dado que éstas son y serán mayoritariamente del tipo LWR, interesa conocer las técnicas y procesos de reelaboración de los combustibles irradiados en este tipo de centrales, con grados de quemado relativamente altos.

Por ello, la JEN va a abordar en el Centro de Investigación Nuclear de Soria el proyecto y la construcción de una planta de tratamiento de combustibles irradiados en reactores de investigación, que mejore la instalación y actuaciones de la actividad descrita en el apartado 2.1.7.2.4., y que sirva para disponer de la tecnología básica y del conocimiento de los aspectos de seguridad nuclear, de tal modo que permita alcanzar, cuando sea necesario, la fase industrial.

### 2.1.7.3. Investigaciones sobre protección radiológica

Esta faceta de la energía nuclear requiere especial atención por su relación directa con los efectos somáticos y genéticos de las radiaciones ionizantes en los seres vivos, y en concreto el hombre.

El PEN reconoce en su capítulo 10 que el riesgo cuantificado asociado a la operación normal de las instalaciones nucleares es muy pequeño, probablemente varios órdenes de magnitud menor que los riesgos derivados de otras actividades antropogénicas o de causas naturales.

Sin embargo, y a pesar de que en la naturaleza se dan continuamente manifestaciones de radiaciones ionizantes, el PEN señala la necesidad de que dentro del contexto amplio de la seguridad nuclear se de la adecuada importancia a la investigación sobre la protección radiactiva. Esta investigación, a su vez, puede enfocarse en distintos campos concretos: desde el transporte y la difusión de los radionucleoides en el interior de las centrales nucleares que es donde se produce la amplificación del inventario radiactivo, hasta el efecto de algunos radionucleoides sobre órganos concretos del cuerpo humano.

Dentro de este epígrafe se recogen las actividades de investigación relacionadas con la protección radiológica.

#### 2.1.7.3.1. Investigación en contadores de radiación

Aunque en gran parte el campo de los contadores de radiación está comercializado extensamente, esta comercialización está orientada lógicamente a los campos concretos de interés industrial, quedando relativamente descubiertos los correspondientes a áreas todavía en desarrollo. Dentro de éstas cabe mencionar la de detección de la radiactividad natural y de la perturbación producida en la radiación ambiente por el funcionamiento de instalaciones nucleares. La raíz del interés estriba en que las dosis a medir son ciertamente pequeñas, y las perturbaciones en ellas producidas resultan difícilmente detectables. Esto entra en relación asimismo con el problema del seguimiento de determinados radionucleidos por la biosfera. Tal es el caso del yodo, estroncio y cesio, por ejemplo, interesantes desde el punto de vista de la protección radiológica por su influencia considerabilísima en el cuerpo humano.

El estudio de la evolución de estos radionucleidos por la biosfera requiere la medición de actividades absolutas muy pequeñas, para lo que se requiere no solo un instrumental de precisión, sino el establecimiento de procesos fiables de medida (está claro que el estroncio contenido en la leche, por ejemplo,

se enmascara en la propia leche que blindasus radiaciones, por lo que hay que aislar previamente el estroncio contenido en una cantidad de leche dada para obtener realmente el valor de su actividad).

La JEN mantiene en desarrollo varias actividades de investigación encaminadas a poner a punto instrumentos y procesos de medida especiales para la detección de radiactividad por debajo del umbral comercial.

En otro orden de objetivos dentro de este marco, la JEN está realizando estudios para la constitución de una sociedad mixta que efectúe el control dosimétrico de la explotación de las instalaciones nucleares y radiactivas.

#### 2.1.7.3.2. Investigación sobre modelos de dispersión atmosférica de los radionucleidos

Convencionalmente se realizan las previsiones de dispersión atmosférica de los radionucleidos según la metodología fijada por la "Nuclear Regulatory Commission" de los Estados Unidos. Sin embargo, este mismo organismo reconoce la necesidad de un mejor conocimiento de estos fenómenos, indispensables para evaluar los efectos radiactivos en las personas y los bienes, pues gran parte de los radionucleidos se emitirán a la atmósfera en caso de accidentes.

La dispersión de la radiactividad, como es bien sabido, depende enormemente de la forma química en que ésta se encuentre, y en concreto de su volatibilidad. Así, cabe distinguir gases nobles, yodo elemental y otros cuerpos sublimables, partículas en aerosoles, etc.

En los modelos convencionales se hacen las correspondientes distinciones, pero empleando constantes físicas atmosféricas muy rudimentarios, como el valor del gradiente atmosférico seco para evaluar la estabilidad del aire, lo cual es un parámetro que solo sirve para el aspecto meramente convectivo, y no para el turbulento dinámico, que es el dominante en gran variedad de casos.

Por otra parte la inclusión de humedad, de nubosidad y de la existencia de capas o de inversiones es imprescindible para determinar con exactitud la dispersión aérea de los radionucleidos, su concentración tasa de deposición, etc.

A todo ello hay que añadir la influencia de la configuración orográfica y de la rugosidad de la superficie terrestre, así como la existencia de masas de agua continentales y de océanos.

Sobre estos aspectos se está trabajando en las Universidades Politécnicas de Barcelona y Madrid, con objeto de confeccionar códigos de cálculo específicamente dedicados a instalaciones concretas, que sirvan de base tanto para los estudios analítico-radiológicos como para las planificaciones de emergencia.

#### 2.1.7.3.3. Estudios de biomedicina nuclear

En esta actividad se estudian los efectos biológicos de las radiaciones y se ha emprendido la elaboración de programas de tratamiento de posibles irradiados o contaminados por sustancias radiactivas.

Para ello se están incrementando las dotaciones de los equipos de medicina nuclear existentes en la JEN, así como los de otros equipos que sin pertenecer a ella pueden colaborar eficazmente en este campo.



#### 2.1.7.4. Investigaciones sobre fusión

El Plan Energético Nacional considera que la fusión - como fuente de energía se encuentra en un nivel de investigación científica relativamente preliminar, internacionalmente hablando.

Efectivamente , tanto los consorcios europeos JET e INTOR como los programas norteamericanos, como lo que se conoce de los desarrollos soviéticos indican que - por el momento no se ha conseguido el llamado "scientific breakevent", es decir, la demostración científica de que la fusión es controlable sin consumo energético. Hasta el momento, todas las investigaciones reseñadas en la comunidad nuclear internacional señalan que es preciso consumir por lo menos un orden de magnitud más de energía en producir y controlar los procesos de fusión que la obtenida como resultado de dichos procesos.

También están muy lejanas en el tiempo las soluciones a los problemas tecnológicos que se han planteado ya en los estudios pre-industriales de la fusión, a los que sin duda habrá que añadir otros a medida que aumente la potencia de los prototipos y se intenten insertar los reactores de fusión en centrales de producción de energía eléctrica. Todos estos problemas tecnológicos, tanto conocidos como ignotos, supondrán una segunda barrera en el camino para implantar la fusión nuclear como fuente energética competitiva.

Por supuesto, quedaría tras éste un tercer nivel, compuesto por los problemas económicos de esa implantación.

Sin embargo, a tenor de la abundancia del combustible básico (deuterio y litio) y de la experiencia de introducción en el mercado de otras formas energéticas complejas -como la fisión- no parece que esta barrera pueda ser tan compleja y difícil de superar como lo están siendo las dos primeras.

Ante tal situación, el PEN presta una atención meramente marginal, a la investigación en fusión, pero matizándola con la idea de que España debe estar preparada para asimilar dicha forma de energía cuando llegue, -del mismo modo que asimiló los reactores de fisión. Sobre este punto hay que tener en cuenta que tanto los norteamericanos como los europeos del consorcio JET han manifestado su previsión de superar el "scientific breakevent" durante el primer lustro de la década 80, y construir el primer reactor prototipo hacia 1990 -aproximadamente.

Según las noticias internacionales, el programa TFTR de Princeton (EE.UU.) puede ser el primer en conseguir tal éxito, hacia poco después de 1982, seguido a los pocos meses por el programa T-20 soviético y el JET -europeo (instalado en Culham, Reino Unido).

En todo caso, el panorama de la fusión como fuente de energía no está clarificado en absoluto, y la mayor parte del esfuerzo se mueve en los terrenos científico y técnico. De ahí, obviamente, que las actividades de investigación sobre este campo sean básicamente teórico-científicas y de seguimiento de los trabajos internacionales.

En las páginas siguientes se describen las actividades de investigación españolas en este campo, clasificándolas en las tres áreas típicamente consideradas como - cuerpos de doctrina separados: la fusión por confinamiento magnético, por confinamiento inercial y los - reactores híbridos.

#### 2.1.7.4.1. Investigaciones sobre fusión controlada por confinamiento magnético

El confinamiento magnético se basa en la acción de potentes campos electromagnéticos sobre plasmas de muy baja densidad, diseñados de tal manera que se comprima a los iones, en contra de la tendencia natural de éstos a extenderse en el espacio, difundiendo y rareficándose lo cual anularía la tasa de reacciones de fusión.

El problema capital en este área es la configuración de los citados campos magnéticos, de cuya acción depende el éxito del control de la fusión y la cantidad de energía generada.

Existen multitud de configuraciones ideadas, muchas de las cuales han sido llevadas a la práctica con fortuna diversa. Aunque en estos momentos se están ensayando algunos dispositivos de geometría muy sofisticada, existen dos clases de aparatos con visos de viabilidad científico-técnica :

- los espejos magnéticos, dentro de los llamados sistemas abiertos
- los tokamak, dentro de los llamados sistemas cerrados (mayoritariamente toroidales).

La JEN mantiene un programa de investigación básica acerca de estos últimos aparatos, - parcialmente en colaboración con el Laboratorio Nacional de Oak Ridge, EE.UU.

Las áreas inicialmente consideradas han sido :

- Cálculos teóricos del comportamiento del plasma iónico; estudio de inestabilidades macro y microscópicas; confección de códigos de computador destinados a la evaluación de los principales parámetros dinámicos del plasma.
- Investigación sobre métodos de diagnóstico para determinar experimentalmente los valores de la densidad iónica y su temperatura.
- Investigación sobre métodos de calentamiento del plasma. Esta faceta ha estado incluida en las colaboraciones con el Laboratorio Nacional de Oak Ridge, donde se están analizando los procedimientos de sobrecalentamiento de plasma más prometedores, tal como la inyección de haces neutros supraenergéticos en el plasma, lo cual sirve además para reponer el material combustible gastado (deuterio y tritio).

- Instalación en los laboratorios de la JEN de un pequeño Tokamak que funcionará con plasma de helio, y servirá para estudiar con instrumental propio los aspectos anteriormente mencionados.

Todas estas actividades se están llevando a cabo en la División de Fusión de la JEN, con cargo al presupuesto general de la Junta.

#### 2.1.7.4.2. Investigaciones sobre fusión controlada por confinamiento inercial

En la fusión por confinamiento magnético se tiene como objetivo mantener durante un período de tiempo nuclearmente largo (del orden de 1 segundo) una concentración de plasma muy pequeña del orden de la cienmillonésima de la densidad de la materia sólida.

Por el contrario, en el confinamiento inercial se trata de mantener durante una mil millonésima de segundo o incluso menos la existencia de un plasma ultradenso, cuya densidad sea mil o más veces mayor que la densidad de la materia sólida.

Para conseguir esto se tiene que comprimir el deuterio-tritio por medio de un agente implosor adecuado. Este agente puede ser luz laser, haces de electrones relativistas o haces de iones muy energéticos. La idea es que estos agentes actúen sobre el exterior de una microbola, en cuyo interior existe deuterio-tritio en mezcla estequiométrica. La interacción del agente implosor con el material exterior produce un doble efecto: primero, parte de dicho material es expulsado violentamente hacia afuera, en un proceso de sublimación e ionización súbita denominado ablación. Segundo, como -

reacción ante dicha ablación, el material del interior (deuterio-tritio) sufre una compresión muy brusca e intensísima, que aumenta consecuentemente la densidad del combustible nuclear y lo calienta. Hablando simplifícadamente, la implosión es el resultado de la conservación de la cantidad de movimiento en la corona donde se produce la interacción del agente implosor con el material exterior (es decir, la ablación).

La microbola así comprimida tiende a recuperarse mecánicamente, expandiéndose, cuando el agente implosor deja de funcionar y se anula el efecto inercial que ha provocado en el deuterio-tritio. A esta recuperación mecánico-térmica hay que unir la producida como consecuencia de la generación de energía interna resultante de las reacciones de fusión. En definitiva, el núcleo central de la microbola, compuesto de deuterio y tritio, sufre primero una compresión y después una expansión. Durante una fracción de tiempo muy corta, al final de la fase de compresión, el plasma se encuentra en estado ultradenso y caliente, lo cual provoca que la tasa de reacciones de fusión sea muy grande, que es precisamente el efecto buscado.



Sobre este tema se están realizando investigaciones teóricas en la Junta de Energía Nuclear y en la Universidad Politécnica de Madrid, sobre los siguientes puntos concretos :

- Interacción de la luz laser con la capa externa de la microbola. Esta interacción se realiza a través de mecanismos muy complejos, que incluyen el proceso inverso - a la radiación de enfrenamiento, la absorción sin colisión y otros procesos resonantes. Su estudio es imprescindible - para evaluar la fracción de la energía - de la luz laser que realmente se emplea en producir la ablación, y por tanto en iniciar la compresión.
- Implosiones en medios ultradensos, en las cuales se estudia cómo evoluciona el pulso o los pulsos de presión originados en la superficie de ablación como resultado de ésta (es decir, como resultado de la interacción estudiada en el punto anterior).
- Evolución nuclear-termo-hidrodinámica del deuterio-tritio y del material que adicionalmente incluya la parte comprimida de la microbola. Estos estudios son los que ofrecen como resultados los valores de tasas de fusión que se alcanzan, y el contenido energético de los productos de la -

reacción. Se requiere, por tanto, un análisis que englobe la realimentación que se produce entre los tres conceptos señalados: el nuclear, el térmico y el hidrodinámico. El nuclear influye en los otros dos a través de la creación de energía (por desaparición de la masa de los reactivos) debida a las fusiones. Tal energía modifica las temperaturas del interior, modificando el proceso hidrodinámico de compresión o expansión que se estuviera dando. Por su parte, la temperatura influye en el aspecto nuclear, dado que la tasa de fusiones depende explícitamente de la energía cinética iónica, de la cual, a su vez, es manifestación la temperatura. Por último, la evolución hidrodinámica actúa sobre los otros aspectos dado que determina la distribución de densidades y su variación con el tiempo, lo cual influye tanto en el valor de las temperaturas como en el de las tasas de fusiones.

En estos tres aspectos se está trabajando, como ha quedado dicho, en la JEN y en la Universidad Politécnica de Madrid. Hasta el momento se han elaborado varios códigos de cálculo por computador que han servido para simular estas microexplosiones. Los resultados de estas simulaciones han sido contrastados en varias ocasiones con los obtenidos

en otros organismos de investigación extranjeros. Hay que hacer constar, en todo caso, la carencia internacional de laboratorios de investigación civiles que tengan en la actualidad capacidad de investigación experimental en este campo. Sin embargo, dentro del horizonte del PEN se llevarán a la práctica varios ensayos de fusión por confinamiento inercial a escala demostrativa. Concretamente en Norteamérica, se pretende seguir un calendario de actividades y logros paralelo al de la fusión por confinamiento magnético.

#### 2.1.7.4.3. Investigaciones sobre reactores híbridos

Bajo la denominación reactores híbridos se incluyen aquellos sistemas en los que se aprovechan los neutrones generados en las reacciones de fusión para producir reacciones de fisión y de conversión nuclear a través de captura neutrónica.

En esencia, un reactor híbrido consta de dos sistemas bien diferenciados :

- un auténtico reactor de fusión (aunque no se requiere que se autoabastezca energéticamente hablando)
- un conjunto subcrítico de fisión, al cual se inyectan los neutrones muy rápidos que nacen en las reacciones de fusión.

En este subconjunto se producirá una apreciable multiplicación energética, gracias a la cual el reactor híbrido en su totalidad tendrá un rendimiento energético muy positivo. Además, gran parte de los nucleidos fértiles que provee la naturaleza se podrán convertir en nucleidos fisibles, aprovechables beneficiosamente tanto en reactores convencionales de fisión como en los propios híbridos.

Dentro del panorama internacional el campo de los reactores híbridos es el más especu

lativo de cuantos existen ligados a la fusión nuclear, siendo los diseños conceptuales y los estudios de viabilidad las únicas actividades de investigación existentes - por el momento, dado que para pasar al terreno experimental habría que contar de antemano con reactores de fusión de cierto nivel, inexistentes por el momento.

La JEN y la Universidad Politécnica de Madrid mantienen algunas tareas de investigación dentro de este contexto encaminadas a aclarar el potencial intrínseco los reactores híbridos, que parece realmente muy prometedor, aunque a largo plazo.

Estos trabajos versan fundamentalmente sobre adquisición y proceso de datos básicos, elaboración de códigos de computador para análisis de reactores híbridos conceptuales y aprovechamiento de estos códigos para poner en evidencia las características, ventajas e inconvenientes de estos sistemas.

## 2.1.8. Otras actividades

### 2.1.8.1. Colaboración internacional CEE-AIE

Dentro de la colaboración mantenida entre el CEE y la Agencia Internacional de la Energía cabe señalar la participación del primero en el "Comité de Investigación y Desarrollo" de la A.I.E. Entre otras actividades de corte más académico, hay que hacer mención de que dicha colaboración posibilitó las centrales solares de Almería expuestas en el apartado 2.5.1.2.

#### 2.1.8.2. Actividades de investigación en el análisis de sistemas energéticos

Entre las conclusiones presentadas por el PEN en su punto 2 se encuentran, como hechos destacables, la existencia de una insuficiente coordinación Administrativa así como cierta sobrecapacidad de transformación en casi todos los subsectores energéticos. Es obvio que para planificar la deseable coordinación y para elaborar un plan de conservación o ahorro energético es imprescindible disponer de modelos analíticos de la situación energética, su evolución y su programación.

Por otra parte, para la propia elaboración del PEN hacen falta una serie de previsiones técnicas, realizadas con dichos modelos, sobre las cuales se apliquen los criterios y las decisiones políticas, la cual da más énfasis a la necesidad de disponer de los modelos mencionados.

El organismo específicamente encargado de desarrollar esta tarea, tanto en su faceta de aplicación como de investigación, es la Subdirección General de Planificación Energética, en cuyo seno se están llevando a cabo dos grupos de actividades de investigación :

- a - Elaboración de modelos de análisis del sector energético.
- b - Aplicación de modelos internacionales para el análisis del sector energético.

### Elaboración de modelos propios

La actividad desplegada se ha resumido en el siguiente cuadro :

<u>Nombre del modelo</u>		<u>Objeto</u>	<u>Situación</u>
PROCER	I -	Proyección de la demanda de energía final a medio plazo.	Terminado y en aplicación.
PROCER	II -	Proyección de la demanda de energía final y de los ahorros de energía a medio plazo.	Terminado y en aplicación.
INGA	I -	Proyección de la demanda - aparente e interna de energía a largo plazo.	Terminado y en rodaje.
ENMA	I -	Inventario General de la emisión de agentes contaminantes por el sector energético.	En ejecución avanzada.
ENMA	II -	Provisión de la estructura geográfica de las inversiones atribuibles al sector energético.	En proyecto.
MERAL	-	Análisis de los flujos mundiales de recursos energéticos.	En ejecución.
ELENA	-	Evaluación de los efectos de la política de ahorro de energía.	En ejecución.



## Aplicación de los modelos internacionales

En el cuadro siguiente se resume la situación de este grupo de actividades.

<u>Nombre del modelo</u>	<u>Organismo Inter-</u> <u>nacional</u>	<u>Objeto</u>	<u>Situación</u>
MARKAL -	A.I.E.	Definición de la estrategia a largo plazo del sector energético.	Elaborado banco de datos y susceptible de aplicación a cualquier escenario.
EFOM -	C.E.E.	Optimización de flujos del sector energético.	Elaborado banco de datos.
M.E.D.E.E.	C.E.E.	Proyección de la demanda de energía a largo plazo.	Elaborado banco de datos. - Preparación de escenarios.

## 2.2. Investigación sobre conversión, transmisión y almacenamiento de energía

En la sección anterior se enumeraron las actividades de investigación orientadas básicamente a extraer energía útil de las fuentes ofrecidas por la naturaleza. Sin embargo, la extracción primaria raramente se presenta en la forma energética adecuada para el consumo, lo que produce la complejidad del sector energético por todos conocida. Entre los problemas fundamentales hay que señalar el acoplamiento que tendría que conseguirse en todo momento entre la oferta y la demanda energética, lo cual produce la necesidad de convertir la energía, transmitirla o distribuirla y almacenarla.

En todos los procesos involucrados en estas actividades se producen pérdidas e ineficiencias que aumentan innecesariamente el consumo energético bruto. De ahí la importancia de la investigación en este campo.

Los epígrafes siguientes van dedicados a describir las actividades de investigación agrupadas para su presentación sistemática según su naturaleza. Concretamente, se han establecido los apartados dedicados a las innovaciones en :

- la electricidad y sus usos
- máquinas térmicas y de fluidos
- técnicas extractivas y mineralúrgicas
- conversiones especiales de energía
- distribución y transmisión
- almacenamiento
- aplicaciones especiales

En varios puntos del Plan Energético Nacional (tales como el 8.1. ó el 8.4.) se hace alusión a la importancia de la investigación tecnológica aplicada a las transformaciones energéticas. Estos puntos serán referenciados al presentar los epígrafes concretos sobre los que versan, como el carbón y la electricidad, por ejemplo.

Resulta obvio, y así lo establece el PEN en los citados puntos, que estas investigaciones y desarrollos han de realizarse paralelamente a las actividades de aprovechamiento de las fuentes de energía primarias descritas en la sección 2.1. Por ello, en las descripciones que subsiguen se definen en lo posible los nexos existentes entre la investigación en este campo y las actividades enumeradas en la sección anterior.

### 2.2.1. Innovaciones tecnológicas sobre energía eléctrica

Se recogen en esta sección aquellas actividades relacionadas con la producción, conversión, transmisión y almacenamiento de la electricidad caracterizadas por el objetivo común de mejorar los rendimientos de dichos procesos energéticos. Estas actividades se distribuyen en un espectro muy amplio de conceptos, horizontes de aplicabilidad y esfuerzo presupuestario, lo cual es consecuencia directa de la complejidad intrínseca del subsector eléctrico.

No se incluyen aquí, sin embargo, las actividades de investigación que, si bien están relacionadas con la electricidad en general, su vinculación originaria y más importante se establece con otras fuentes de energía. Es el caso, por ejemplo, de los paneles solares fotovoltaicos. Indudablemente están destinados a producir electricidad, pero no interaccionarán de una manera inmediata con el subsector eléctrico, y además son dispositivos lógicamente a considerar en el capítulo "Energía solar".

#### 2.2.1.1. Aprovechamientos hidroeléctricos con microcentrales

El nivel de potencia habitual en los aprovechamientos hidroeléctricos oscila entre las decenas y las centenas de MW, tanto internacionalmente como en el caso - español, si bien existen algunos grandes complejos lo calizados en emplazamientos muy singulares que superan incluso la cifra del GW.

El concepto expuesto en este apartado es precisamente el opuesto al de estos grandes complejos; se trata de aprovechar el recurso hidráulico ofrecido por emplazamientos de bajo caudal y de baja altura de salto, con unidades cuya potencia puede llegar incluso a los 250 KW en el límite inferior.

El esfuerzo de investigación se centra hasta el momento en identificar las zonas donde habría posibilidad de implantación de este método de conversión de energía - corriendo esta tarea a cargo del MOPU y el CEE básicamente.

Una segunda área de investigación en este mismo campo, y tan importante como la identificación aludida, es el estudio de prototipos y sus características, en especial lo relativo a su modularización y automatismo, - así como a la adecuación de dichos prototipos a las - peculiaridades de los micro-aprovechamientos españoles. En esta segunda área de investigación participan ASINEL en colaboración con el CDTI y UNESA.

Esta última entidad tiene presupuestado 50 MPts para el año 1981, dedicada básicamente a la dotación de un laboratorio de ensayos de los elementos hidráulicos y prototipos, así como a subrayar los sobrecostos que se produzcan en las instalaciones convencionales a las que se apliquen los dispositivos de automatismo que se vayan desarrollando.

El horizonte de aplicabilidad puede definirse a corto y medio plazo, y su incidencia en el subsector eléctrico dependerá grandemente de los resultados obtenidos en la investigación de las dos áreas mencionadas. Se pretende no sólo cubrir los pequeños tramos de río que estén aún sin utilizar debido a sus pobres características hidroeléctricas, sino plantear la posibilidad de reequipar con estos equipos modulares y absolutamente automáticos las centrales obsoletas e incluso las susceptibles de ampliación.

Como objetivo nacional adicional se pretende conseguir una tecnología propia en un mercado industrial aún no muy desarrollado, y en el que entran conceptos tecnológicos innovadores en este campo, llevando al límite la modularización y el automatismo.

#### 2.2.1.2. Estudios teórico-prácticos sobre evaporación

La gestión de los recursos hidráulicos embalsados está sujeta a numerosos condicionantes, no todos ellos industriales (servidumbres, policía de cauces, etc.). Dentro de los condicionantes propios de los embalses se encuentra el de pérdida de agua por evaporación, que incide apreciablemente en merma del recurso hidroeléctrico total.

Los estudios aquí reseñados tienen por objeto analizar exhaustivamente la evaporación en los embalses y sus múltiples efectos, sin olvidar el fundamental desde el punto de vista energético, que es la citada merma.

La entidad promotora de estos estudios es ASINEL, en colaboración con el Centro de Estudios Hidrográficos, y en la actualidad se dispone de un amplio conjunto -de datos -aún en expansión- que están siendo sistematizados y analizados para ofrecer como resultados -modelos de predicción exacta de la evaporación en función de múltiples variables (vientos, humedades relativas, insolación, aportaciones...).

La incidencia energética es obvia, dado que mitigará la merma de un recurso que llega a veces a ser muy escaso, y su horizonte de aplicabilidad es inmediato.

### 2.2.1.3. Predicción de aportaciones

Enmarcado dentro del mismo contexto que el apartado anterior, esta actividad investigadora se centra en la predicción de aportaciones, especialmente en grandes cuencas, que permita un conocimiento anticipado de la escorrentía en los diversos puntos del río, en función, lógicamente, de los niveles de agua en otros puntos aguas arriba (aquellos puntos de mayor importancia reguladora).

La tarea está siendo realizada por ASINEL, y por el momento se ha aplicado el modelo base de predicción a la cuenca del Duero, entre Dueñas y Peñafiel, hasta Carrascal. Las previsiones inmediatas son de aplicar estos modelos a los tramos de cuenca de otros ríos que sean relevantes desde el punto de vista hidroeléctrico.

La repercusión de estas investigaciones será inmediata en subsector tan importante y variable como el mencionado, pues permitirá optimizar anticipadamente el funcionamiento general de los embalses de una cuenca.



#### 2.2.1.4. Estudios sobre vibraciones en centrales hidráulicas y térmicas

Las vibraciones de los distintos elementos de las centrales eléctricas son causa frecuente del deterioro de los componentes y de la reducción de su vida útil. El objetivo de este estudio, mantenido por ASINEL es adquirir por un lado la información teórica sobre el tema, y por otro dotar un laboratorio móvil para medida de fluctuaciones de presión y de vibraciones en centrales en servicio, como primer paso para un objetivo general más amplio de conocer las causas de dichas vibraciones indeseables y proponer la forma de reducirlas.

Los resultados de estos estudios serán de aplicación inmediata, y su incidencia realmente beneficiosa dado que alargará la vida útil de la central y disminuirá los costes de reposición y mantenimiento.

#### 2.2.1.5. Investigación y desarrollo de aparatos de medida y protecciones

La fiabilidad del suministro eléctrico depende en gran medida del adecuado mantenimiento y la correcta protección de los sistemas de generación, distribución y conversión de energía eléctrica.

Esta actividad de investigación y desarrollo está mantenida por UNESA, con un presupuesto de 15 MPts, y con una continuidad indispensable por la naturaleza del tema que trata. Su repercusión beneficiosa al subsector eléctrico es inmediata, y permite además desarrollar y fabricar los dispositivos más idóneos para las necesidades del caso español.

Los campos concretos en los que el proyecto versa son:

- equipos de medidas que permitan un rápido análisis de los parámetros eléctricos existentes en la red, tanto en situación estacionaria como durante transitorios.
- aparatos de medidas convencionales con la incorporación integrada de transductores y conversión a señales digitales.
- estudios de las respuestas globales del sistema ante faltas de la red para desarrollar nuevas protecciones estáticas y digitales, tanto de respuesta rápida como lenta.

#### 2.2.1.6. Aplicación de teleseñales

Este proyecto de investigación trata de la utilización de "fibras ópticas" en la red eléctrica, en concreto para transmitir señales de medida y de mando a distancia.

Se concreta en :

- sustitución de los cables eléctricos apantallados que llevan la información en las subestaciones por cables de fibras ópticas. La ventaja es simplificar, abaratar y dotar de mayor fiabilidad al sistema accionador de interruptores y relés, así como a todo el sistema de control de las subestaciones. En la actualidad, los sistemas apantallados tienen que diseñarse y construirse de acuerdo a normas y trazados muy delicados, por las posibles interferencias de los campos eléctricos.
- implantación de cables ópticos dentro de los hilos de tierra de las líneas de alta tensión, para comunicación entre subestaciones y centrales.
- uso de las corrientes portadoras sobre líneas para comunicación general, telefonía y transmisión de datos. Este uso, relativamente conocido en las líneas de alta tensión, podría implantarse también en las de baja y media.

La incidencia de esta actividad en el subsector eléctrico puede ser beneficiosa en extremo, en especial por el potencial aumento de la fiabilidad del control. La investigación está sufragada por UNESA, con un presupuesto actual de 15 MPts.

#### 2.2.1.7. Aplicaciones de telecontrol

En esta actividad se estudian los posibles sistemas de automatización de la red eléctrica, desde la producción hasta el consumo, con objeto de optimizar su utilización.

Incluye la tipificación y desarrollo de sistemas locales de telecontrol, y su incorporación a sistemas jerarquizados superiores.

La actividad está mantenida por UNESA, con un presupuesto de 15 MPts, y el horizonte de aplicabilidad - esperado es a corto plazo.

#### 2.2.1.8. Innovación en los diseños de instalaciones

La primera fase de este estudio se ha centrado en las subestaciones.

Incorpora procesos tan revolucionarios como la sustitución de los transformadores de medida de tensión e intensidad por dispositivos basados en detectores especiales y transmitidos por láseres y fibras ópticas (ver apartado 2.2.1.6.). Asimismo se pretende integrar en un único sistema la protección y el telecontrol de la planta.

Se pretende entrar en el concepto de una unidad central de proceso, a base de un miniordenador, para agilizar y racionalizar los despachos de maniobras de las subestaciones.

El programa de investigación es mantenido por UNESA, con 18 MPts de presupuesto, y una perspectiva de aplicación a medio plazo.

#### 2.2.1.9. Aplicación de cálculos probabilísticos

La imperiosa necesidad de mejorar continuamente la fiabilidad de los sistemas eléctricos ha inducido a crear este proyecto de investigación, mantenido por UNESA con un presupuesto anual de 30 MPts y un horizonte de aplicabilidad a corto y medio plazo.

El proyecto de investigación consta de:

- establecimiento de un banco de datos sobre averías
- confección de programas de cálculo sobre fiabilidad
- análisis de averías en calderas
- análisis de averías en turboalternadores
- análisis del envejecimiento de redes.

El tratamiento de toda esa información debe conducir a un mejor conocimiento de los niveles de calidad de los distintos equipos, así como a la determinación de su tiempo medio entre fallos y, por tanto, al establecimiento de un mejor y más adecuado mantenimiento preventivo del que se obtenga una mayor disponibilidad del sistema eléctrico.

#### 2.2.1.10. Análisis del control de carga en los abonados

El proyecto tiene por objetivo básico desarrollar e instalar en un plazo previsto de 3 años un sistema - piloto de adquisición de datos sobre la carga eléctrica a nivel de los abonados, que al mismo tiempo permita un control directo de dicha carga.

Para ello, cada instalación experimental de este tipo constará de :

- sistema local de lectura de datos, lo cual sustituirá a los contadores convencionales
- sistema local de maniobras
- sistema de telecomunicación
- sistema central de tratamiento de la información, con almacenamiento incluido de todos los parámetros de la red.

En su actual concepción, el proyecto será aplicado a una muestra de 50 abonados mercantiles, 50 domésticos y 50 industriales.

De la ejecución del proyecto es responsable UNESA, y a el destina 20 MPts en su presupuesto actual.



#### 2.2.1.11. Análisis de curvas de carga

Este proyecto de investigación pretende analizar, a corto plazo, las curvas de carga de la red eléctrica a tres niveles :

- nivel de abonado doméstico, estratificando la población por consumos y midiendo curvas de carga en invierno y verano, con las adecuadas campañas de medida.
- nivel de abonado industrial, clasificándolos por actividades y estudiando con campañas las curvas de carga de cada sector
- a nivel del sistema eléctrico general.

El proyecto está atendido por UNESA, con un presupuesto anual de 15 MPts, que fundamentalmente se invertirá en las campañas de medida más el almacenamiento y proceso de la información.

#### 2.2.1.12. Automóvil eléctrico

Este proyecto está mantenido por UNESA, con un presupuesto de 5 MPTS anuales y un horizonte de aplicabilidad de largo plazo.

Como idea general, el concepto tiene claros y conocidos atractivos, desde la disminución de la contaminación ambiental hasta el consumo más eficiente de la energía eléctrica generada en las horas valle.

El proyecto contempla a largo plazo la colaboración con los fabricantes de automóviles, de motores eléctricos y de baterías, y en fase preliminar se centra en el estudio de un sistema distribuido de carga de baterías y su implicación en la red eléctrica, más el análisis de los requisitos básicos de este tipo de automóvil, en cuanto a :

- motores eléctricos adecuados a la circulación por ciudad.
- baterías de gran capacidad
- aplicación a vehículos especiales y transporte público.

### 2.2.2. Innovaciones en máquinas térmicas y de fluidos

Gran parte de los procesos energéticos utilizan máquinas térmicas y de fluidos, tanto en la fase de generación como en la de conversión de la energía a las formas requeridas por el consumo.

Es notorio que todas estas máquinas están afectadas de irreversibilidades que disminuyen su rendimiento, hasta tal punto que en muchas de ellas una fracción muy significativa de la energía involucrada en el proceso termina como calor añadido a la hidrosfera o a la atmósfera, sin beneficio humano alguno.

De ahí la necesidad de reanalizar el diseño y el funcionamiento de estas máquinas, fundamentalmente las convencionales, para determinar hasta qué punto hay que invertir en mejorarlas para recoger los frutos de dicha inversión como ahorro energético.

En este capítulo se reseñan las actividades de investigación que pueden encuadrarse dentro de esta línea de innovaciones.

#### 2.2.2.1. Proyecto "COM" de combustión mixta

Este proyecto se propone analizar ensayos de combustión mixta tras modificaciones de las calderas, para evaluar a posteriori el interés real que económica y energéticamente representa la utilización de mezclas de carbón y fuel-oil en calderas originariamente diseñadas para quemar solo fuel-oil.

Dos son los campos complementarios de investigación:

- el combustible mixto; es decir, proporciones de las mezclas, problemas de homogeneidad y estabilidad, - etc.
  
- las modificaciones en la caldera.

Las investigaciones teóricas sugieren que estos cambios son importantes y caros, y afectan a la mayor parte de la estructura de la caldera.

El ensayo fundamental que ya se está llevando a cabo es el de la central térmica de Almería, en la que sucesivamente se van completando los quemadores y probando diversos tipos de mezclas.

Está también previsto la creación de un grupo de expertos de cara al diseño y la fabricación de una planta mezcladora carbón-gasóleo que hiciera transportable el combustible resultante.

Este proyecto está siendo realizado por UNESA, con un presupuesto de 100 MPts para 1981, y unas perspectivas de aplicabilidad a medio plazo, cuya bondad habrá que juzgar a tenor de lo conseguido en la C.T. de Almería.

Dado que el PEN establece en su punto 4.2. la prioridad de utilización al máximo posible de las energías nacionales, y a la estimulación que se pretende dar al carbón (punto 6.4.), este proyecto de investigación - se inserta exactamente en esta línea, y puede tener una repercusión relativamente importante sobre la utilización del parque de centrales de fuel-oil.

#### 2.2.2.2. Ciclos combinados con gas natural

El calor residual de los gases de combustión que escapan de una turbina de gas supone una posibilidad de uso energético adicional o complementario.

En este proyecto de investigación que realiza UNESA, con un presupuesto de 14 MPts y un horizonte de aplicación a corto plazo, se pretende ensayar ese uso energético en una central térmica con turbina de gas. Concretamente, la central de Mata.

La turbina original es de 120 MW, y se pretende utilizar su gas de escape para, a través de un generador de vapor, accionar una turbina de 60 MW, lo que implicaría un aumento total del rendimiento de la planta del 50%, con una inversión que en principio parece moderada.

A la luz de este ensayo real y en un nivel de potencia auténticamente industrial, se podrá valorar, mediante análisis coste-beneficio el interés del procedimiento.

### 2.2.2.3. Sistemas tribológicos para ahorro energético

Esta actividad de investigación denominada "Sten 82" tiene por objeto reducir las pérdidas por rozamientos en las máquinas, mediante el adecuado diseño de sistemas tribológicos. De esta manera se consigue además - aumentar la vida útil de las máquinas y disminuir los gastos de mantenimiento y reposición.

La actividad está realizada por el Instituto "Rocasalano" del CSIC, bajo el patrocinio presupuestario de la CAICT con 4,8 MPts.

### 2.2.3. Innovaciones en técnicas extractivas

La crisis de la energía y, en el fondo, la escasez de reservas de las materias primas energéticas, pusieron de manifiesto la necesidad de hacer rentables yacimientos que se habían desechado por motivos económicos, así como la conveniencia de aumentar el rendimiento de extracción de los que se estaban explotando.

Desde tal punto de planteamiento, son varias las posibilidades de investigación sobre las técnicas extractivas, e internacionalmente se está apreciando un despliegue muy extenso en este área, que potencialmente afecta a múltiples fuentes de energía, pero que es especialmente significativa para el carbón.

Tradicionalmente, los dos grandes obstáculos de uso energético del carbón han sido el bajo poder calorífico por unidad de masa total extraída de la tierra y la antieconomicidad de muchos yacimientos por ser difíciles y peligrosas las aplicaciones en ellos de las técnicas mineras convencionales.

Ante tales circunstancias, que son especialmente nocivas para el sector carbonífero español, el PEN establece en el punto - 8.1. que se ha de reestructurar el Instituto Nacional del Carbón incrementando las dotaciones presupuestarias, de forma que pueda desarrollar investigaciones tecnológicas y aplicadas de sistemas y medios de labores, nuevos procesos de aprovechamiento y utilización de recursos carboníferos, etc, etc.

También establece que los programas de investigación se definirán conjuntamente por los Ministerios de Educación y Ciencia,



y Ministerio de Industria y Energía, sin perjuicio de que se estudie, lo antes posible, la mejor adscripción futura de este Centro de investigación.

En esta sección se recogen los proyectos de investigación que sobre este tema se están realizando en España.

### 2.2.3.1. Gasificación del carbón

El carbón denominado pobre presenta dos inconvenientes fundamentales: su bajo poder calorífico y la carestía de su transporte, pues no solo se transporta el combustible, sino la ganga y la humedad que lleva asociadas.

Existe un proyecto de investigación, realizado por UNESA con un presupuesto de 25 MPts para la primera etapa, que trata de la gasificación del carbón pobre para ulterior utilización del gas obtenido en una central térmica.

La perspectiva del proyecto es a largo plazo, y en la aludida primera fase la investigación se centrará en :

- formación de un equipo de expertos que analicen técnica y económicamente los diferentes procesos utilizados, tales como Babcock, Lurgi, Koppers ...
- identificación de los procesos idóneos para los carbones pobres españoles y establecimiento de un plan de desarrollo a largo plazo, en el que se prevean las construcciones de una o más plantas piloto de gasificación, que podrían estar situadas, a priori, en Escatrón o en Puentenuevo.

Subsidiariamente a este estudio concreto se pretende realizar un análisis de los carbones pobres españoles, con inventario detallado incluido, a lo que seguirá una planificación de aprovechamiento de dichos carbones mediante la instalación de múltiples plantas de gasificación, incluso a bocamina o en el centro geográfico de zonas explotables según este concepto.

### 2.2.3.2. Investigación tecnológica en la minería del carbón

La Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, S.A., mantiene en curso, y dentro de las directrices del PEN, un programa de perfeccionamiento en diversos aspectos de la minería del carbón, que están recogidos en la tabla siguiente :

<u>PROYECTO</u>	<u>APORTACION CON CARGO AL P.E.N.</u>			
	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>	<u>TOTAL</u>
MINERIA HIDRAULICA	-	16,4	-	16,4
AVANCE EN GALERIAS	-	12,6	-	12,6
LABORES EN PENDIENTE Y VERTICAL	-	10,5	-	10,5
ASISTENCIA GEOLOGICA PRODUCCION NACIONAL DE CARBON	-	-	58,0	58,0
ESTERILES DEL CARBON	-	18,0	-	18,0
AGUAS DE MINAS DE CARBON	-	7,6	-	7,6
<b>T O T A L E S</b>	-	65,1	58,0	123,1

### 2.2.3.3. Extracción petrolífera en plataformas marinas fijas

El propio PEN indica que los resultados de los sondeos petrolíferos en territorio español han proporcionado mejores resultados en el mar que en tierra firme. De ahí el interés en desarrollar la tecnología adecuada a esta realidad, en cuyo marco encaja la construcción y montaje de plataformas marinas fijas, para sondeos de explotación, que se situarán en las áreas donde se hayan conseguido cubriciones apreciables de petróleo.

En este sentido hay que dejar constancia de la plataforma fija construída por Dragados y Construcciones en su factoría de Cádiz con destino al Campo Casablanca, a unos 50 Km de la costa frente a San Carlos de la Rápita (Tarragona). Dicha plataforma pesa 8000 toneladas, mide 160 metros de altura, y será anclada sobre el yacimiento mencionado durante el verano de 1981.

Con esta plataforma se espera obtener una producción de 7.000 barriles/día, lo cual representa el 0,8% del consumo actual español de petróleo.

#### 2.2.4. Conversiones especiales de energía

La práctica convencional de aprovechar las materias primas - energéticas se basa en una serie de procesos científicos que no cubren el amplio campo de fenómenos de naturaleza energética que se conocen, sino solo aquellos que por diversas circunstancias históricas, técnicas y económicas se han impuesto.

Sin embargo, algunos de los procesos no utilizados hasta la fecha en el sector energético presentan desde algunos aspectos ventajas muy atractivas, sin duda veladas por inconvenientes de todo tipo que solo pueden resolverse a través de investigación. Tal es el caso, por ejemplo, de las células de combustible o de la conversión magneto-hidrodinámica.

En esta sección se presentan los proyectos de investigación - actualmente en curso en España que intentan aprovechar nuevas metodologías en los procesos energéticos básicos.

#### 2.2.4.1. Combustión en lecho fluído

Este proyecto de investigación, planteado y mantenido por UNESA, se encuentra en una primera fase que se ha presupuestado en 25 MPts y que fundamentalmente incluye adquisición de información y de conocimientos tecnológicos básicos sobre esta materia, entendiéndose - que su aplicabilidad puede clarificarse a medio plazo.

La combustión en lecho fluído presenta ventajas para el aprovechamiento eficaz de combustibles sólidos, - fluidificados y quemados en un reactor especial. De esta técnica ya existen instalaciones en el extranjero, con potencias en el rango de 3 a 60 MW.

En esta fase primera del proyecto se pretende obtener, como resultado final, la definición de un proyecto de reactor de lecho fluído a instalar bien en la C.T. de Escatrón, bien en la de Puentenuevo.

#### 2.2.4.2. Síntesis de hidrocarburos por zeolitas

El objetivo de este trabajo es estudiar la acción de zeolitas sintéticas sobre el carbón y la biomasa para su transformación en hidrocarburos.

Esta actividad está realizada por el Instituto de Catálisis y Petroquímica de Madrid, con presupuesto de 8 MPts. a cargo de la CAICT.

#### 2.2.4.3. Solubilización de carbones de bajo rango

Se trata de estudiar la licuefacción de carbones pobres por medio de su solubilización en el material adecuado, que permita la subsiguiente combustión.

La investigación está realizada por el Instituto de Carboquímica de Zaragoza, con 3,2 MPts. de presupuesto con cargo a la CAICT.



#### 2.2.4.4. Licuefacción de lignitos

El objetivo de este proyecto es permitir el aprovechamiento energético de los lignitos a través de su fluidificación. Su presupuesto es de 3,8 MPts., concedido por la CAICT, y está realizado por el Instituto de Carboquímica de Zaragoza.

#### 2.2.5. Innovaciones en distribución

Tanto en el caso de la electricidad como en el de los hidrocarburos es especialmente crítica esta actividad, habiendo una distinción clara entre los subsectores, dado que la electricidad no presenta importantes aspectos en la distribución, pero si en el almacenamiento (indispensable para regular la oferta y la demanda) mientras que los hidrocarburos son fáciles de almacenar, pero su distribución aún no ha alcanzado una fase lo suficientemente desarrollada para considerar solucionados muchos problemas elementales. De hecho, la distribución está muy condicionada por el abuso del transporte terrestre de los hidrocarburos.

En este apartado se presentan las actividades de investigación relativas a la distribución de la energía, enmarcadas en el adecuado contexto del PEN.

#### 2.2.5.1. Innovaciones en la distribución de productos petrolíferos

Una de las directrices del PEN establecidas en su punto 8.2. es la "Adecuación de la red de distribución (de petróleo) a las nuevas necesidades de servicio público a los usuarios".

En tal sentido, la CAMPSA, sociedad responsable de esta fase comercial del subsector petrolífero, tiene en estudio métodos de transporte terrestre masivo así como la incorporación de oleoductos entre los principales centros de abastecimiento y consumo. En este momento se hallan en construcción los tramos - Valladolid-Bilbao y Tarragona-Zaragoza, con los cuales se espera no solo rentabilizar el transporte de estas mercancías, sino hacerlo también menos consumidor de energía.

#### 2.2.5.2. Innovaciones en la distribución de gas

La utilización industrial del gas natural está circunscrita en España al área de Barcelona, estando el resto del país atendido por gas butano y propano comercializado a través de la empresa Butano, S.A., así como por pequeñas compañías de gas ciudad.

En este campo sería muy positiva la ampliación de la diminuta red de gaseoductos existente, pero lógicamente tal ampliación habría de venir precedida por una garantía de suministro a largo plazo.

En tal sentido, el PEN señala en su punto 0.3., la conveniencia de prestar atención preferente al proyecto SEGAMO, que contempla la realización de un gaseoducto submarino desde Argelia a España (con posible continuación hasta Francia), lo cual presentaría no solo ventajas técnicas -caso de ser viable- sino fundamentalmente económicas y de potenciación de este subsector energético, muy deprimido en España, como reconoce el propio PEN.

#### 2.2.6. Almacenamiento de energía

Sin duda alguna el almacenamiento de la energía es de las actividades más difíciles e inasequibles dentro del campo energético.

Por otro lado, muchas de las fuentes llamadas renovables, como la solar y la eólica, son intrínsecamente aleatorias, por lo que resulta imposible ajustar la oferta energética a la demanda sin un sistema regulador que incorpore "almacenes" de energía.

Si bien en teoría caben multitud de formas para almacenar energía, qué duda cabe que no todas ellas son competitivas y económicas, lo que implica que haya que investigar con objeto de determinar cuáles son las adecuadas para las diferentes parcelas del sector energético.

#### 2.2.6.1. Acumuladores inerciales accionados por energía fotovoltaica

Este proyecto de investigación está mantenido por UNESA, con un presupuesto de 6 MPts en la fase a desarrollar en 1981, estando conectado con los proyectos descritos en los puntos 2.1.5.2.3. y 4, relacionados ambos con la electricidad fotovoltaica. Por supuesto, el resultado de esta investigación, por lo que a acumuladores inerciales se refiere, es aplicable a otras fuentes de energía aleatorias o discontinuas.

En la primera fase del proyecto se va a construir un volante de inercia de unos 10 kg. de peso, capaz de almacenar 0,5 KWh, lo cual es equivalente a una batería de plomo de unos 20 kg.

El principio físico de almacenamiento es la energía cinética de rotación del volante, cuyo eje ha de sufrir el mínimo rozamiento posible para evitar la disipación de la energía almacenada.

En una segunda fase, si los resultados de la primera son satisfactorios, se desarrollará un prototipo mayor, de 200 kg. de peso y 30 KWh de capacidad de almacenamiento, equivalente a una batería de plomo de 1200 kg., y con un rendimiento no inferior, se espera, a los de estos dispositivos.

Un proyecto similar se está considerando por el CDTI, CEE y demás organismos integrados en el proyecto --

2.1.5.2.6., con objeto de servir de mecanismos reguladores de central fotovoltaica descrita en dicho apartado. Los pesos y energías almacenadas de los volantes de inercia previstos son del mismo orden que los indicados anteriormente.

#### 2.2.6.2. Acumulación térmica de la energía eléctrica

Este proyecto de investigación está descrito en el apartado 3.6.2., correspondiente al capítulo de conservación de la energía, pues forma parte de una actividad más amplia, mantenida por UNESA, titulada - "Uso racional de la energía eléctrica" (3.6.).

Se deja constancia de él en esta sección por la dualidad conceptual del proyecto, claramente vinculado también al almacenamiento energético.



## 2.2.7. Aplicaciones especiales

El PEN establece la directriz general de considerar - aplicaciones energéticas de carácter especial, que no representen importantes consumos en la globalidad - del sector, pero que p<sub>se</sub>an una importancia socioeconómica a nivel puntual que los haga interesantes. Dentro de esa directriz se menciona explícitamente la de salación.

### 2.2.7.1. Planta desaladora de Arinaga

Esta actividad ha sido descrita en el apartado 2.1.5.1.6., dado que es en esencia un - aprovechamiento solar de temperatura media, en el que con una inversión de 27 MPts., gestionada por el CEE, se desalan  $10 \text{ m}^3/\text{día}$  con una aportación energética de 80 Kcal/Kg.

### 3. INVESTIGACION SOBRE CONSERVACION Y USO RACIONAL DE LA ENERGIA

El PEN define como una de las metas principales de la política energética la consecución de ahorros de energía, pues disminuye los costes de aprovisionamiento y la dependencia del exterior, y mitiga el desequilibrio de la balanza de pagos.

Sin embargo, tal como el PEN también recuerda, estos ahorros no deben afectar al crecimiento económico ni ir en detrimento del progreso social y del nivel de vida. De ahí que sea más prudente la adopción del uso racional de la energía como término definidor y a la vez clasificador del objetivo propuesto.

El PEN distingue entre medidas de conservación energética a corto plazo de las que requerirán plazos de implantación más largos, generalmente precedidos de sondeos y análisis del sector energético que permitan identificar las áreas de actividad con elevados consumos específicos, y determinan acciones correctoras, siempre dentro del marco de la racionalización.

El PEN contempla las acciones a emprender en la Industria, el Transporte y en el sector doméstico, y añade una serie de medidas concretas inmediatas. En los cuatro apartados figuran rúbricas directamente ligadas a la investigación energética, como a continuación se extrata:

- análisis de las instalaciones industriales más importantes desde el punto de vista del consumo energético.
- realización de toda clase de estudios de investigación para explorar cualquier posibilidad de ahorro.
- promoción de operaciones de demostración, con los adecuados medios económicos.

- investigación de las condiciones de vuelo óptimas en las líneas aéreas nacionales para reducir su consumo.
- conciertos con fabricantes de automóviles para la introducción - de adaptaciones que mejoren la eficiencia de los motores a distintos regímenes.
- aprovechamiento integral del calor residual de las centrales termoeléctricas .

Bajo este panorama, se recogen en este capítulo las actividades de investigación relacionadas con el ahorro energético, que están siendo desarrolladas por diversas entidades y organismos.

### 3.1. Programa de Auditorías Energéticas en la Industria

El CEE tiene en vigor este programa, destinado a auditar a - las empresas de mayor significación en el mundo energético - nacional, estableciendo su flujo de energía y analizando y - proponiendo las acciones correctoras pertinentes.

En la primera etapa del programa se auditaron 310 industrias, cuyo consumo individual anual excedía de 10.000 tep o de 40 GWh. En total, estas empresas representaban el 65% del consumo energético final en el sector industrial.

En la segunda etapa (1979-80) se amplió el campo de análisis a las empresas con un consumo anual superior a 2.000 tep, lo que supuso la adición de otras 624 entidades a las ya audita das, alcanzando el 84% del consumo final directo industrial.

Estas auditorías han considerado como objetivos a cubrir los siguientes:

- obtener estadísticas energéticas que permitan comparar con sumos y rendimientos entre industrias similares.
- establecer las posibilidades de ahorro energético benefi- cioso desde el punto de vista del propio industrial.
- conocer los consumos específicos por unidad de producto.
- transferir, dentro de cada sector, las tecnologías de aho- rro comprobadas.
- estimular la investigación de nuevas tecnologías que dismi nuyan los consumos así como la progresiva utilización de - nuevas fuentes de energía.

Como resultado adicional de estas auditorias se han elaborado varias monografías sobre "Situación energética en la industria" y "Técnicas energéticas en la industria".

La conclusión general más importante de este programa ha sido comprobar que las cantidades potenciales de ahorro son muy importantes, requiriéndose cierta inversión en un reducido número de empresas.

La conclusión específica de mayor interés, incluso para los propios empresarios, es que pueden lograrse ahorros significativos, del orden de 2,5 MPts., con inversiones recuperadas, como media, en 2,5 años.

### 3.2. Plantas de tratamiento de residuos

Aunque estas plantas están vinculadas a la biomasa y su aprovechamiento, tal como quedó explicado en el apartado 2.1.6., se reflejan aquí por su connotación de "ahorro activo", es decir, ahorro no por merma de consumo, sino por obtener de una fuente no convencional determinadas cantidades de combustible químico.

Una de las realizaciones prototípicas -y cronológicamente la primera- de las realizadas en este campo es la planta de Castellón descrita en el apartado 2.1.6.3.

No se trata de la reconversión o modificación de una instalación existente, sino de una planta de demostración cuyo objetivo es producir elementos combustibles con un poder calorífico de unos 4.000 Kcal/Kg. a partir del tratamiento de los residuos urbanos. Lógicamente, estos elementos sustituirán, con su combustión, al calor que habría habido que obtener de los derivados del petróleo.

En el cuadro adjunto se presentan los proyectos aprobados dentro de esta rúbrica, junto a la aportación que en ellos se carga al P.E.N., realizados todos ellos por la Empresa Nacional - Adaro con la colaboración de las empresas, ayuntamientos o instituciones interesadas en las explotaciones de las plantas.

RESUMEN PRESUPUESTARIO DE LOS PROYECTOS  
DE INVESTIGACION EN APROVECHAMIENTO DE  
RESIDUOS SOLIDOS

APORTACION CON CARGO AL P.E.N.

<u>PROYECTO</u>	<u>LOCALIDAD</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>	<u>TOTAL</u>
PELLETS CASTELLON	CASTELLON	34,3	-	-	34,3
ORGANICOS FERMENTABLES	CASTELLON	-	23,0	-	23,0
GAS EN VERTEDEROS	BARCELONA	-	29,6	-	29,6
INCINERACION RESIDUOS	ALICANTE	-	7,2	-	7,2
R.S. VERTRESA	MADRID	-	30,0	-	30,0
TORRAS HOSTENCH	GERONA	-	8,7	-	8,7
RESIDUOS AGRICOLAS	CORDOBA	-	9,8	-	9,8
BIOGAS RES. ALCOHOLERAS	SEVILLA	-	33,8	5,0	38,8
AMPL. PLANTA CASTELLON	CASTELLON	-	-	22,5	22,5
PLANTA R.S.U.	CORDOBA	-	-	6,9	6,9
BIOGAS DIGESTORES RURALES	MADRID	-	-	8,0	8,0
BIOGAS RESIDUOS GANADEROS	ZARAGOZA	-	-	40,2	40,2
RESIDUOS PODA OLIVAR	JAEN	-	-	4,9	4,9
PLANTA PTE. GENIL	CORDOBA	-	-	64,3	64,3
R.S. TOMELLOSO	CIUDAD REAL	-	-	7,0	7,0
APRO. NEUMATICOS	AMB. NACIONAL	-	-	5,7	5,7
T O T A L E S		34,3	142,1	164,5	340,9

RESUMEN DE INVERSIONES Y FINANCIACION EN EL  
 APROVECHAMIENTO ENERGETICO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS

Unidad: MPta constantes de 1981.

	INVERSION PUBLICA			INVERSION TOTAL		
	1981-84	1985-90	1981-90	1981-84	1985-90	1981-90
Investigación Básica	845	1.655	2.500	845	1.655	2.500
Investigación y Desarrollo	930	1.695	2.625	1.137	2.363	3.500
Promoción y Participación	610	2.640	3.250	1.220	5.280	6.500
T O T A L	2.385	5.990	8.375	3.202	9.298	12.500



### 3.2.1. Actividades análogas en tratamiento de residuos

La Empresa Nacional Adaro en colaboración con el CEE y las compañías interesadas que a continuación se citan están elaborando diversos proyectos para aprovechamiento de residuos. Tales son los casos de :

- Residuos industriales de la zona de Elche, a ser utilizados por la empresa DAMEL, S.A.
- Residuos forestales de Sarria de Ter (Gerona), para ser aprovechados por TORRAS HOSTENCH.
- Evaluación del poder energético del vertedero de Garraf (Barcelona).

### 3.3. Bomba de calor

Mediante las llamadas "bombas de calor" se transfiere energía calorífica entre dos focos térmicos: uno que actúa como condensador y otro como evaporador. Para ello hace falta establecer un ciclo termodinámico con el adecuado fluido de trabajo (agua, amoníaco, líquidos orgánicos ...) requiriéndose un compresor y una válvula de laminación.

Si bien el concepto está incluido en los conocimientos termodinámicos clásicos y se ha utilizado profusamente en ciertos sectores energéticos, el diseño de bombas de calor especialmente diseñadas para ahorrar energía puede tener interesantes aplicaciones prácticas dentro de las parcelas de calefacción, calentamiento de agua y aire acondicionado.

El CEE ha realizado las aplicaciones demostrativas que a continuación se indican:

- Polideportivo de Bikuña (Legazpia), con una inversión superior a 8,5 Mpts.
- Riorodano (Miranda de Ebro), 8 Mpts.
- E.T.S. de Ingenieros Industriales de Sevilla, 6 Mpts.

Por su parte, UNESA ha destinado 30 Mpts. para un proyecto de bomba de calor, incluyendo la aplicación a sistemas refrigeradores, y previendo, la posibilidad de uso de paneles heliotérmicos.

#### 3.4. Recuperadores de calor

El concepto de recuperador del calor que emana con los humos de las calderas no es nuevo, pero tenía poco interés, por lo general, en los tiempos anteriores a la crisis energética. La idea consiste simplemente en transmitir el calor de dichos humos a otro fluido, generalmente agua, que puede tener un uso concreto en aplicaciones de baja temperatura, como es el caso del agua caliente higiénica.

El CEE ha realizado dos proyectos demostrativos en los hospitales "Residencia Sanitaria Provincial" de Madrid y en el Provincial de Zaragoza, con una inversión total de 5 Mpts.

### 3.5. Descortezado útil del eucalipto

Esta actividad ha sido descrita en el apartado 2.1.6.4., pero se menciona también dentro de este capítulo por ser una planta demostrativa de "ahorro activo", es decir, de producción de combustible químico a partir de subproductos industriales. Lógicamente, el uso de estos combustibles disminuiría la demanda de petróleo.

La inversión total del CEE en este proyecto ha sido de 25,5 - Mpts. repartidos entre 1980 y 1981.

### 3.6. Uso racional de la energía eléctrica

Este proyecto de investigación, mantenido por UNESA con un presupuesto actual de 25 Mpts, tiene como objetivo general - mejorar el aprovechamiento de la energía eléctrica desde dis tintos puntos de vista, por lo que se subdivide en las siguientes actividades.

### 3.6.1. Viviendas altamente electrificadas

Las dos finalidades concretas de esta investigación son:

- Coordinar los consumos de una vivienda altamente electrificada para obtener una curva de carga relativamente plana.
- Aprovechar al máximo la energía consumida.

Para ello se barajan, en un análisis de optimización, diferentes posibilidades de calefacción eléctrica y de agua caliente, en función del aislamiento, e incluyendo la coordinación del uso de los electrodomésticos.

La perspectiva de aplicabilidad es a corto plazo, si bien el problema de la implantación de los resultados escapa por completo a la competencia de este proyecto de investigación.

### 3.6.2. Acumulación térmica de la energía eléctrica

Como proyecto de investigación complementario del anterior, UNESA mantiene este estudio, que requerirá unos 3 ó 4 años para su ejecución, y que tiene por objetivo identificar los mejores métodos de almacenamiento térmico de la electricidad durante las horas valle.

Indudablemente, y debido a las grandes diferencias climatológicas, entre las distintas regiones de España, no existirá una solución única, pero en principio el proyecto de investigación comprende los siguientes puntos:

- estudio de los materiales disponibles más idóneos para acumular la energía y cederla, en función del período de acumulación y de recuperación.
- estudio de las diferentes opciones de carga (diaria, horaria, semanal).
- estudio de los aparatos más idóneos para completar el almacenamiento (calefacción total, de base, de apoyo...)
- desarrollo de prototipos en laboratorio
- valoración real de los sistemas propuestos para las distintas regiones del país.

### 3.6.3. Sistemas integrados para viviendas

La idea general de este proyecto es analizar y hacer estudios comparativos sobre viviendas tipificadas con sistemas integrados varios, incluyendo colectores solares, bombas de calor, y otros dispositivos.

Este proyecto de investigación teórico-experimental tiene prevista una duración de 4 ó 5 años.



#### 3.6.4. Alumbrado

El problema general del alumbrado, puesto de manifiesto por la crisis energética, es el tema central de esta actividad de investigación desarrollada por UNESA, con el que se pretende hacer :

- un estudio comparativo del consumo y la eficacia de las instalaciones tradicionales de la iluminación frente a - otros diseños innovadores, y ello para los diferentes sectores: público, terciario, industrial, etc.
- un estudio prototipo y orientador para habitats comunes bien definidos, tales como un aula de clase, un polideportivo o un pueblo.
- el diseño y la construcción de un prototipo de luminarcímetro para su difusión y uso entre profesionales de la iluminación.

El horizonte de aplicabilidad de este proyecto se considera a corto plazo.

### 3.7. Aplicaciones de cenizas

El aprovechamiento de las cenizas producidas en la combustión de carbones pobres implica un ahorro energético en el sentido de que los productos finales elaborados con ellas no requieren, durante su confección, una inversión energética similar a la que necesitarían de tener que fabricarse tales productos a partir de materia prima no caliente.

UNESA mantiene este proyecto de investigación, con 20 MPts, de presupuesto, con la intención de determinar el interés de aprovechamiento de tales cenizas para la fabricación de materiales de construcción y para la extracción de la alúmina contenida en tales cenizas.

Respecto a la primera faceta, se prevé instalar una planta piloto que fabrique piezas de construcción y ácidos ligeros de alta calidad.

Respecto a la segunda, el proyecto se pretende desarrollar a escala de laboratorio para estimar el incentivo económico de la alúmina extraída en los distintos tipos de cenizas, e identificar los procesos termoquímicos más aceptables para realizar dicha extracción.

### 3.8. Ciclos combinados con gas natural

Esta actividad ha sido descrita en el apartado 2.2.2.2., por pertenecer al capítulo de "Innovaciones en máquinas térmicas y de fluidos".

No obstante, se cita también como proyecto de "Conservación de energía" porque supone un incremento en el rendimiento de la planta del 50%, lo que implica lógicamente una reducción en el consumo de gas natural por la misma cantidad (valorándolo en gas originalmente consumido). La C.T. de Mata pasará, según este proyecto, de 120 MW a 180 MW de potencia nominal, sin variar la tasa de consumo de gas, mediante la asociación de un ciclo de vapor generado por los gases de escape -muy calientes- de la turbina de gas original.

### 3.9. Ahorro energético en actividades frigoríficas

El Instituto del Frío, perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas, está desarrollando varios proyectos de investigación que tienen, entre otros objetivos, ahorrar energía en las aplicaciones frigoríficas, especialmente en lo concerniente a productos perecederos de origen animal y vegetal.

Aunque la finalidad prioritaria de estos estudios es garantizar la calidad de la conservación frigorífica de los alimentos, la faceta señalada se inscribe dentro del planteamiento general de la conservación energética.

### 3.10. Ahorro energético en hornos de alta temperatura

La demostración de la posibilidad de conservación de la energía en el sector industrial que utiliza hornos de cocción a alta temperatura se pretende llevar a cabo en un proyecto concreto de investigación, presupuestado en total en 150 MPts, consistente en la experimentación de un horno monocapa para la fabricación a azulejos en la factoría de TECERSA, en Castellón.

El proyecto está avalado por el CDTI y el CEE, y el objetivo a conseguir es un ahorro energético del 60% respecto de los primitivos hornos de fuel-oil.

Para ello, el combustible utilizado será gas, lo cual implica la transformación del horno convencional, con la instalación de la monocapa y otras modificaciones (eliminación de la vagoneta, empleo de rodillos de acero especial...), pensándose que el nuevo proceso industrial requerirá un consumo energético específico mucho menor como ya se ha indicado.

Un resultado positivo en este proyecto tendría una repercusión industrial importante, dado que existen sectores en los que el coste energético es superior al 25% del coste del producto, y estos sectores, generalmente, utilizan hornos de alta temperatura.

### 3.11. Reducción de la resistencia aerodinámica en el transporte

Esta actividad, patrocinada por el CEE, tiene por objeto la implantación masiva de deflectores de aire que disminuyan la resistencia al avance de los grandes remolques.

En análisis teóricos se ha determinado que en casos límites el ahorro energético puede ser del 14%, pero aún cuando no se alcance una cifra tan sustancial, la pequeña inversión requerida supone un incentivo claro para la divulgación y aceptación de estos dispositivos.

### 3.12. Aprovechamiento energético de subproductos vegetales

Dentro de este epígrafe se puede citar el programa de investigación promovido por el CEE y realizado por INVESA consistente - en aprovechar las cáscaras de almendra para producir gas. Este gas puede reutilizarse en la propia planta envasadora de almendras y permitir un ahorro energético del 100%.

Otro proyecto de similar objetivo es el aprovechamiento de los sarmientos desechados en la planta alcoholera de Alcázar de San Juan (Ciudad-Real).

Para ello ha sido necesario modificar la recolección, automatizándola, y triturando los sarmientos obteniendo como resultado unas briquetas combustibles utilizables en hornos.

La planta alcoholera disponía originalmente de un horno de fuel-oil para múltiples usos, con un consumo anual de 2.400 toneladas. El objetivo concreto del proyecto es reacondicionar dicho horno para quemar las briquetas procedentes de la trituración y tratamiento de los sarmientos, con lo que se espera conseguir un ahorro del 100% en el consumo de fuel.

El presupuesto de toda la inversión se estima en 65 MPts, de los que 10 serán subvencionados por el CEE y el CDT I, previéndose la amortización de esta inversión en menos de dos años.

Por otra parte, se están realizando actividades de investigación en este campo para la producción microbiana de metano, - tal como se indica en el apartado 2.1.6.7., bajo el patrocinio de la CAICT.

### 3.13. Ahorro energético en la fabricación de vidrio

Esta actividad está promovida por el CEE en colaboración con "Cristalera Española", y trata de la recuperación de los humos de escape de la caldera, con objeto de ulterior transformación a energía eléctrica.

El proyecto implica no solo la mera utilización del calor residual, sino la regulación automática del horno, por lo que se prevé que el ahorro de combustible sea ciertamente importante.



### 3.14. Plantas recuperadoras de materias primas

En algunas instalaciones es posible reducir el consumo de materias primas reciclando los residuos, lo cual presenta siempre una faceta energética a tener en cuenta.

Tal es el caso de la planta incineradora de Solano (Navarra), en el que se produce un residuo de goma con cierto contenido en silicio (30%) que conviene recuperar.

Este proyecto de investigación presenta no solo problemas ener<sup>g</sup>éticos sino también de medio ambiente, por la dificultad en la disposición definitiva de la goma residual.

En este proyecto colaboran con la propietaria de la planta el CEE y el CDTI con un presupuesto en el bienio 81, 82 de 7,5 MPts.

#### 4. INVESTIGACION SOBRE RECURSOS MINERALES ENERGETICOS

El Plan Energético Nacional prevé en su capítulo VI las estrategias de investigación de recursos energéticos estableciendo varios planes de exploración de diversas materias primas, de acuerdo con los siguientes criterios generales :

- a) Coordinación por parte de la Administración de las actividades del Sector Público y aceleración de la tramitación de los derechos, - adaptando a las condiciones de los otorgamientos en función de las posibilidades potenciales mediante la aplicación de los criterios elegidos que permite la legislación vigente.
- b) Adecuación de la legislación en lo que se refiere al carbón y a los minerales uraníferos con la intención de agilizar el acceso - al dominio minero, evitando la retención de derechos sin actividad suficiente.
- c) La actuación del Estado en materia de investigación y exploración se desarrollará por empresas públicas cuya operatividad permita una mayor agilidad, asignándoles a tal efecto los medios necesarios.

#### 4.1. Investigación sobre recursos fósiles sólidos

El punto 6.5. del Plan Energético Nacional prevé la instauración del Plan de Investigación de carbón, orientándose dicho plan a estudios concretos en las cuencas que se determinan en los epígrafes subsiguientes relativos a hulla y antracita, lignito y otras acciones de investigación tecnológica complementaria.

En dicho Plan se inserta la finalización de la elaboración - del Inventario de Recursos Nacionales de Carbón contenidos en las cuencas en producción o en aquellas que se estima albergan tonelajes con potencial carbonífero significativo. Este inventario constituye la base indispensable para la planificación detallada y ulterior puesta en marcha de las diversas acciones de investigación en este campo.

Los conocimientos existentes permiten establecer unas cifras - que representan el orden de magnitud de los recursos nacionales actuales que pretenden incrementarse sustancialmente sobre todo en su valoración energética gracias a las acciones de investigación que se pretende emprender.

El actual potencial español permitiría, en principio, producciones mayores que las actuales, si bien su rentabilidad económica exige estudios de viabilidad del aprovechamiento incluyendo las posibilidades de uso de los carbones en otros sectores de conversión energética adicionales a los que tradicionalmente se han empleado.

El PEN prevé asimismo la elaboración de una propuesta concreta de actuaciones en el exterior con vistas a garantizar el suministro de hullas coquizables, dentro de un plazo de seis meses. Dentro de este ámbito hay que señalar la promoción de la investigación tecnológica en los diferentes métodos de aprovechamiento del carbón con objeto de aumentar las posibilidades de obtención de carbón coquizable a partir de carbones nacionales.

En el cuadro adjunto se resumen las inversiones totales en investigación de recursos fósiles sólidos

PREVISION DE INVERSIONES TOTALES EN EXPLORACION  
Y PROSPECCION DE RECURSOS FOSILES SOLIDOS

Unidad: MPta. constantes de 1981

	1981-1984	1985-1990	TOTAL
HULLAS Y ANTRACITAS	833,9	520,4	1.354,3
- Prospección General	132,6	22,9	155,5
- Prospección de Minas	701,3	497,5	1.198,8
LIGNITOS	1.442,1	1.413,9	2.856,0
- Exploración	155,1	21,5	176,6
- Prospección General	658,4	659,5	1.317,9
- Prospección de Minas	628,6	732,9	1.361,5
TOTAL EXPLORACION Y PROSPECC.	2.276,0	1.934,3	4.210,3

Estas inversiones tendrían como finalidad principal cumplir el objetivo marcado por el PEN en este campo (sección 8.1. "Carbón"): multiplicar prácticamente por dos la producción de carbón, pasando de 17,9 Mt en 1977 a 35,7 Mt en 1987. Este aumento del 100% en la cantidad de carbón extraído representaría un aumento del 66% aproximadamente en cuanto al valor energético total, dada la decreciente calidad de los carbones que se pretende ir poniendo en explotación sucesivamente.

Como contrapartida hay que señalar que casi las tres cuartas partes del citado incremento se van a obtener con minería a cielo abierto, lo cual redundará en menores costes de extracción, mayor automatización, mayor estabilidad del laboreo, etc.

El PEN prevé un consumo masivo del nuevo carbón de baja calidad en generación de energía eléctrica, siendo el otro gran campo de absorción del carbón la industria siderúrgica, que lógicamente requiere materiales coquizales de buena calidad, y que además ha de sufrir una reordenación de acuerdo con el Plan Siderúrgico Nacional.

Para ello, el PEN propugna una serie de acciones, mayoritariamente administrativas, que complementan el Plan de investigación de carbón ya citado. Estas acciones son :

- Apoyo a las explotaciones por seguimiento del programa de Acción Concertada, y asistencia técnica a los productores, realizada con colaboración de la Empresa Nacional Adaro, S.A.
- Financiación de stocks estructurales.
- Promulgación, en el plazo máximo de un año, de la legislación complementaria en materia de protección radiológica para evitar efectos desfavorables sobre el entorno minero.
- Importaciones complementarias de carbones para usos térmicos con destino a centrales mixtas y a la conversión y mejoramiento del carbón.
- Fomento del transporte de los carbones nacionales, dentro de los límites razonablemente económicos de acuerdo con las disponibilidades ferroviarias.

- Equilibrio de la expansión cuencas productoras y centrales eléctricas de carbón.

#### 4.1.1. Investigación en hullas y antracitas

En este ámbito las posibilidades de descubrimiento de - nuevos yacimientos importantes que sean ignorados hoy - día son muy limitadas, en principio, por lo que el programa se dirige fundamentalmente a la valoración de las cuencas conocidas, de forma que se puedan determinar nuevas áreas explotables según un orden de prioridades que contemple :

- el potencial bruto de los recursos
- la calidad de los carbones
- economicidad de su explotación según los usos finales energéticos a los que se destinen.

Se han establecido diversas áreas de investigación en base al buen conocimiento tradicional que se tenía de ellas definiéndose las siguientes actividades de investigación concretas, estructuradas por zonas :

##### 1°. Asturias:

- Investigación de la llamada Cuenca Central con un presupuesto de 142 MPts para ultimar su conocimiento, iniciado en 1962, para planificar globalmente la explotación.
- Investigación de la prolongación septentrional de la antecitada Cuenca, a cargo de la empresa nacional Adaro. En esta región el Carbonífero se halla, en principio, a una profundidad excesiva para su explotación por los medios convencionales.

- Revisión de las posibilidades de explotación en el área San Fernando-Pontones, a cargo de la empresa nacional Adaro con un presupuesto , explícitamente con cargo al PEN de 64 MPts. Se cubicaron 52,2 Mt recuperables con la importante peculiaridad de que de ellas, 3,3 Mt eran explotables a cielo abierto. Esta actividad se realizó en el bienio 1979-80.
- Prospección del área La Justa-Aramil, perteneciente a la cuenca central, llevada a cabo por la Dirección General de Minas, con una inversión de 15 MPts con cargo al PEN detectándose una serie de localizaciones de interés aún no cubicadas. Esta actividad se desarrolló en 1979.
- Investigación a lo largo de 1980 de la cuenca Viñón-Libardón (en la prolongación Norte) con resultados inicialmente negativos. Esta labor fue desempeñada por el Instituto Geológico y Minero de España con un presupuesto de 20 MPts con cargo al PEN.
- Investigación en el bienio 1978-79 de la zona de Riosa con una inversión de 6 MPts realizada por Hunosa. Los resultados hasta el momento son negativos.
- Prospección general del área del Narcea por la empresa nacional Adaro con un presupuesto de 66 MPts, para conocer la disposición y estratigrafía de las cuencas que integran el área. Esta actividad fue iniciada en 1980 y se mantiene en ejecución.



- Establecimiento de los planes Directores para las áreas Asturias Occidental y Cuenca Central realizados por la Dirección General de Minas con cargo a los presupuestos del PEN en el bienio 1979-80.
- Estudios para completar la investigación general desarrollada en la Cuenca Central, realizados por HUNOSA.

2°. Area de Badajoz, Córdoba y Sevilla:

- Investigación de la cuenca del Guadiato en la cual existen concesiones de la Empresa Nacional Carbonífera del Sur con un coste de 113 MPts. Hasta el momento se han cubicado 18,3 Mt en la zona Peñarroya-Espiel.
- Investigación y estudio de viabilidad del área de Cervantes habiéndose cubicado 3 Mt recuperables. Investigación similar en el área Albardado-Juliana en el bienio 1979-80. Esta actividad ha sido desarrollada en una colaboración entre la Empresa Nacional Adaro (con un presupuesto con cargo al PEN de 39,2 MPts) y la Empresa Nacional Carbonífera del Sur (con un presupuesto de 13 MPts de idéntica procedencia).
- Prospección y evaluación del área San Ricardo por la Empresa Nacional Adaro con un presupuesto de 26,5 MPts con cargo al PEN, participando también la Empresa Nacional Carbonífera del Sur con un presupuesto de 4,5 MPts. Esta actividad se ha iniciado en 1980.

- Investigación de la cuenca de Villanueva del Río y Minas comprobándose el agotamiento del yacimiento.
- Investigación, con resultados negativos, del Sinclinal del Viar. Esta actividad ha sido iniciada por el Instituto Geológico y Minero de España en 1979, para delimitar posibles cuencas ocultas bajo el Terciario del Valle del Guadalquivir.
- Establecimiento del plan Director de la Cuenca - Carbonífera del Gadiato y Mariánicas Occidentales, realizados por la Dirección General de Minas con cargo a los presupuestos de 1979-80 del PEN.

### 3°. Ciudad Real

- Investigación en la cuenca de Puertollano, como continuación de las labores realizadas por el Instituto Nacional de Industria en 1971-72, continuada posteriormente en 1976 por la Empresa Nacional Carbonífera del Sur. En esta zona se ha cubicado un total de 13,5 Mt , con la posibilidad de explotación a cielo abierto.

### 4°. Area de León y Palencia

- Investigación de la cuenca Guardo-Cervera-Valderrueda, de la que existe un estudio previo sobre la infraestructura geológica elaborado por el Instituto Geológico y Minero de España.

- Prospección del área de San Febrián-Casavegas, iniciada en 1978 por el Instituto Geológico y Minero de España con una inversión inicial de 40 MPts.
  
- Investigación para la cubicación definitiva de la cuenca Guardo-Cervera-Valderrueda iniciada en 1980 por la Empresa Nacional Adaro con un presupuesto de 100 MPts, con cargo al PEN.
  
- Investigación de la cuenca de El Bierzo iniciada en 1978 por la Dirección General de Minas y el Instituto Geológico y Minero de España, enfocándose en las áreas de Torre Bembibre, Toreno-Valdesamarío y Fabero-Matarrosa. El presupuesto total es de 312 MPts, sólo parcialmente financiado por el PEN.

RESUMEN PRESUPUESTARIO EN EL TRIENIO 79-81 DE LOS  
PROYECTOS MENCIONADOS DE INVESTIGACION DE HULLA Y ANTRACITA

<u>PROYECTO</u>	<u>LOCALIDAD</u>	<u>EMPRESAS</u>	<u>APORTACION CON CARGO AL P.E.N.</u>			
			<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>	<u>TOTAL</u>
GUADIATO	CORDOBA	ENADIMSA Y ENCOSUR	40,0	-	-	40,0
GUARDO	PALENCIA	ENADIMSA Y OTRAS	-	40,6	45,2	85,8
SAN FERNANDO-PONTONES	ASTURIAS	ENADIMSA	-	64,0	-	64,0
SAN RICARDO	CORDOBA	ENCASUR Y ENADIMSA	17,0	-	-	17,0
CAPA SUCIA DE ESPIEL	CORDOBA	ENCASUR Y ENADIMSA	-	12,8	-	12,8
NARCEA	ASTURIAS	ENADIMSA	-	41,0	9,7	50,7
TEVERGA-HULLASA	ASTURIAS	ENADIMSA	-	118,1	33,7	151,8
TEVERGA-PUERTO VENTANA	ASTURIAS	ENADIMSA	-	8,5	46,5	55,0
BIENVENIDA	BADAJOZ	ENADIMSA	-	15,0	16,0	31,0
SAN RICARDO II	CORDOBA	ENCASUR Y ENADIMSA	-	-	9,2	9,2
CERVANTES II	CORDOBA	ENCASUR Y ENADIMSA	-	-	25,0	25,0
PONTONES	ASTURIAS	ENADIMSA Y HUNOSA	-	-	32,3	32,3
FIGAREDO	ASTURIAS	ENADIMSA Y FIGAREDO	-	-	19,7	19,7
SAN ANTONIO	CORDOBA	PMC Y ENADIMSA	-	-	27,8	27,8
ANTOLIN-BELMEZ	CORDOBA	ENADIMSA	-	-	18,9	18,9
			<u>53,8</u>	<u>300,0</u>	<u>299,0</u>	<u>652,8</u>

#### 4.1.2. Investigación en lignitos

Dentro del Plan de Investigación del Carbón, se contempla la investigación en el campo de los lignitos, enfocada principalmente al descubrimiento y evaluación de nuevos yacimientos, a través del estudio de más de 200 áreas calificadas como "de interés" en provincias muy diversas de edad terciaria y mesozoica, que presentan características geológicas favorables cubriendo una superficie aproximada de 54.000 km.<sup>2</sup>. La investigación en la mayoría de estas áreas ha de iniciarse con una fase previa de exploración que, por la naturaleza de los objetivos no es necesaria en el caso de las hullas y antracitas. Por ello y con objeto de permitir la realización de la primera fase de investigación y prospección en un quinquenio, se prevé comenzar los trabajos en todos los grupos de áreas de forma simultánea, y sin otras prioridades que las que se deriven de la operatividad de los planes de investigación específicos.

Atendiendo a esta previsión del PEN, el Instituto Geológico y Minero de España ha establecido un plan concreto de Exploración de Cuencas Lignitíferas, de carácter general y ámbito nacional, iniciado en 1978 y actualmente en curso. Su presupuesto de 151,5 MPts con cargo al PEN, y su objeto es delimitar específicamente las áreas de interés entre las 284 zonas ya localizadas así como definir los trabajos sucesivos a realizar para determinar exactamente su potencial minero.

Aparte de este plan de exploración, hay actividades de investigación completas en las siguientes áreas :

1°. Teruel :

- Investigación general en el bienio 79-80 de las áreas de Andorra-Foz-Calanda llevada a cabo por el Instituto Geológico y Minero de España con un presupuesto de 20 MPts con cargo al PEN.
- Investigación complementaria en la zona de Castellote, a cargo de la Empresa Nacional Adaro con una inversión de 13 MPts con cargo al PEN que ha constatado la existencia de lignitos en profundidad en la campaña realizada en 1980.
- Evaluación de las concesiones de la zona de Utrillas realizada por la Empresa Nacional Adaro en 1980 con una inversión de 74 MPts que incluye investigaciones adicionales.
- Investigación en la zona norte de Andorra por parte de la Empresa Nacional Adaro con un presupuesto de 50 MPts.

2º. Cataluña :

- Investigación realizada por el Instituto Geológico y Minero de España del proyecto de Prospección General - iniciado en 1980 con un presupuesto de 19 MPts, que ha versado sobre las siguientes cuencas :
  - Trem-Montsec
  - Lagares-Cajigar-Sosis
  - San Lorenzo de Morunys-Tuixent

Esta actividad ha concluído con la recomendación expresa de la continuación de prospección en estas áreas.

3°. Mallorca :

- Investigación para continuar las prospecciones de la compañía Gas y Electricidad, S.A. en las áreas de Alaró, Lloseta, Binisalem y Sineu confirmándose la existencia de 25 Mt recuperables en Lloseta y 10 Mt en Sineu. Esta actividad se ha realizado entre 1979 y 1980 con una inversión total de 78 MPts.

4°. Andalucía :

- Evaluación de los yacimientos de Arenas del Rey y Padul realizada por la Empresa Nacional Adaro en 1980 llegándose a ubicar 54 Mt de lignito pardo en la primera localidad con un presupuesto total de 68 MPts.
- Investigaciones en la zona de Mazagón (Huelva; inversión de 10 MPts) y Martos-Alcalá la Real (Jaén; inversión de 1,2 MPts). Esta actividad ha sido realizada por el IGME, en ambos casos con resultados negativos.

A continuación se expresan las superficies totales a estudiar dentro de los planes de exploración de lignitos :

- Zona Pirenaica .....	660 km <sup>2</sup>
- Cuencas del Duero, Ebro y Cantábrica ..	10.000 km <sup>2</sup>
- Zona Gallega .....	1.500 km <sup>2</sup>
- Zona Ibérica .....	9.300 km <sup>2</sup>
- Meseta Meridional .....	9.200 km <sup>2</sup>
- Meseta Occidental .....	1.875 km <sup>2</sup>
- Zona Bética .....	13.265 km <sup>2</sup>
	<hr/>
TOTAL .....	45.800 km <sup>2</sup>

RESUMEN PRESUPUESTARIO EN EL TRIENIO 79-81 DE LOS  
PROYECTOS MENCIONADOS DE INVESTIGACION DE LIGNITOS

<u>PROYECTO</u>	<u>LOCALIDAD</u>	<u>EMPRESAS</u>	<u>APORTACION CON CARGO AL P.E.N.</u>			
			<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>	<u>TOTAL</u>
ARENAS DEL REY-PADUL	GRANADA	ENADIMSA Y ENDESA	77,5	-	-	77,5
GESA MALLORCA	MALLORCA	ENADIMSA Y GESA	66,8	-	-	66,8
JUPITER	MALLORCA	ENADIMSA	-	5,2	-	5,2
SINEU-MARIA	MALLORCA	ENADIMSA	-	6,5	-	6,5
CASTELLOTE	TERUEL	ENADIMSA	-	12,6	-	12,6
NORTE ANDORRA	TERUEL	ENADIMSA	-	48,9	-	48,9
UTRILLAS	TERUEL	ENADIMSA Y M.F.U.S.A.	-	53,4	24,1	77,5
FIGOLS VALLCEBRE	BARCELONA	ENADIMSA Y BERGA	-	-	69,0	69,0
LOS OLMOS	TERUEL	ENADIMSA	-	-	24,5	24,5
			<u>144,3</u>	<u>126,6</u>	<u>117,6</u>	<u>388,5</u>



#### 4.1.3. Investigación en turbas

- Descubrimiento de nuevas reservas de turbas en la provincia de Burgos, en las campañas de investigación realizadas por Instituto Geológico y Minero de España, estando tales reservas aún por cubicar.
- Investigación por la Empresa Nacional Adaro en la zona de Padul (Granada), habiéndose cubicado 50 Mt de turbas.

#### 4.2. Investigación sobre esquistos bituminosos

El Plan Energético Nacional incluye específicamente un Plan de Investigación de Nuevas Energías, en el cual se dice que "entre tales energías, cabe distinguir tres grandes grupos diferenciados: combustibles sintéticos, energía nuclear avanzada, energías renovables y otras. El primer grupo se refiere a la obtención de gas e hidrocarburos líquidos a partir del carbón y del petróleo pesado (arenas y esquistos bituminosos, y formaciones análogas), hallándose muy avanzada la correspondiente tecnología aunque con niveles de coste comparativamente elevados y sujeta por tanto - su utilización a la disponibilidad de otros recursos".

En el ámbito concreto de las rocas bituminosas se pretenden alcanzar los siguientes objetivos :

- Conocimiento detallado de los recursos y reservas en ellas contenidos, en todo el territorio nacional, así como el conocimiento de las características del crudo de cada yacimiento.
- Investigación sobre tecnología minera y de tratamiento, a fin de conseguir explotaciones integrales y lograr su mejor aprovechamiento con costes óptimos.

La obtención de éxitos en este campo, según el PEN, permitirá introducir una nueva materia prima energética nacional en las estructura primaria del consumo y contribuirá a aliviar la dependencia exterior en el aprovisionamiento de fuentes de energía.

Entre los resultados obtenidos destacan por su importancia los siguientes :

- Investigaciones en la cuenca de Puertollano que han definido unas reservas de 200 Mt de rocas con un contenido medio de 100 litros de aceite por tonelada. Si bien esta cuenca es conocida de antiguo y fue explotada parcialmente en años pasados, se está estudiando de nuevo la factibilidad de su explotación de acuerdo con la actual situación energética, y con nuevas tecnologías de estimulación de la extracción de los mencionados aceites.
- Investigación en la zona de confluencia de las provincias de Tarragona, Lérida y Barcelona con lo que se ha delimitado una formación de 100 km.<sup>2</sup> de extensión con una potencia media de 100 mts. y con un contenido medio de 70 litros de aceite por tonelada.
- Detección por el Instituto Geológico y Minero de España de una formación de margas de gran extensión entre las provincias de Burgos, Santander y Oviedo, con aparentes posibilidades bituminosas, si bien no se ha establecido su ley media.

En el cuadro adjunto se resumen las inversiones en el Plan Nacional de Investigación de Rocas Bituminosas.

RESUMEN DE INVERSIONES Y FINANCIACION EN EL  
PLAN NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE ROCAS BITUMINOSAS

Unidad: MPta constantes de 1981.

	INVERSION PUBLICA			INVERSION TOTAL		
	1981-84	1985-90	1981-90	1981-84	1985-90	1981-90
EXPLORACION	85,0	84,0	169,0	85,0	84,0	169,0
PROSPECCION GENERAL	150,0	50,5	200,5	150,0	50,5	200,5
PROSPECCION DE MINAS	198,9	188,3	387,2	221,0	221,5	442,5
EVALUACION	310,0	320,8	630,8	413,3	427,7	841,0
TOTAL INVESTIGACION GEOLOGICO-MINERA	743,9	643,6	1.387,5	869,3	783,7	1.653,0
INVESTIGACION TECNOLOGICA	272,6	140,4	413,0	272,6	140,4	413,0
TOTAL	1.016,5	784,0	1.800,5	1.141,9	924,1	2.066,0

#### 4.3. Investigación sobre recursos petrolíferos

El PEN reconoce en su punto 8.2., que la densidad de sondeos de exploración petrolífera llevados a cabo en nuestro país es insuficiente (246 desde el origen), y corresponde a un tercio de la densidad alcanzada en la mayoría de los países europeos. De ahí que el PEN instaure el "Plan de exploración de hidrocarburos", cuyos objetivos principales son :

- Incrementar el ritmo de exploración en las aguas someras - del Mediterráneo y del Cantábrico.
- Finalización de los trabajos de reconocimiento sísmico de toda el área Mediterránea de aguas profundas, con la consiguiente interpretación de los resultados para la definición de las subsiguientes campañas.
- Realización de un estudio sísmico similar en el mar Cantábrico.
- Desarrollo de las actividades programadas de sondeos profundos en las cuencas Cantábrica, Pirenaica, Valle del Ebro y Guadalquivir, incluyendo nuevas campañas sísmicas.
- Realización de las inversiones necesarias para poner en explotación definitiva algunos yacimientos positivos, como el de Casablanca.
- Realización de los sondeos definitivos en las estructuras ya instaladas, como las de Ibiza.

#### 4.4. Investigación sobre recursos de gas natural

La industria del gas natural ha experimentado en España un desarrollo muy pobre, en especial si se la compara con la de los otros países del mundo occidental, y bajo esta premisa el PEN analiza en su punto 8.3. la situación actual de este sector para programar su proyección futura.

Dentro de las acciones a tomar que el PEN establece, cabe señalar, por ser la única dedicada a la investigación sobre recursos, la siguiente :

"d) En los planes de exploración de hidrocarburos debe otorgarse particular interés, sobre todo por parte de las empresas del sector público, al gas natural, del que existen posibilidades potenciales en nuestro territorio, y que no han sido estudiadas en profundidad".

En tal sentido cabe recordar las excelentes perspectivas que inicialmente se han suscitado en las investigaciones de Jaca (Huesca) y Cádiz, donde prosiguen los trabajos de prospección y cubicación de los yacimientos de gas.

#### 4.5. Investigaciones sobre recursos uraníferos

El PEN parte en esta materia del llamado Plan Nacional de Exploración del Uranio, que cubría el horizonte de 1975 a 1985.

Los resultados de este plan -hasta el momento- fueron la cu bicación de los yacimientos económicamente extraíbles de Salamanca, donde se ha alcanzado la cifra de 13.000 toneladas de óxido de uranio. Asimismo quedaron localizadas las pequeñas reservas de Jaén, Córdoba y Extremadura.

Con estos precedentes se confeccionaron en el PEN unas listas de yacimientos a explorar clasificándolas en prioridades. La ejecución de estas labores se encomendó a ENUSA para intentar corregir los aspectos que, a juicio del PEN, debían ser corre gidos, y que son los siguientes :

- Insuficiente agilidad en la gestión por la naturaleza de la entidad que desarrollaba las investigaciones.
- Imposibilidad de planificar las prospecciones para el plazo de diez años.
- Conveniencia de modificar la legislación para agilizar el acceso al dominio minero.

Las áreas de exploración caracterizadas por el PEN como primera prioridad son :

- Salamanca (extensión de la zona ya conocida, cercana a Ciudad-Rodrigo).

- Guadalajara (Molina de Aragón, Alcolea del Pinar)
- Olvega (Soria)
- Reinosa (Santander)
- Valle del Tietar
- Meseta castellana, tanto norte como sur.

En la segunda prioridad se mencionan áreas más generales, como la Cordillera Ibérica, Cuenca del Duero, Vegas del Guadiana en Badajoz y área Lérida-Gerona.

En la tercera y cuarta prioridad se incluyen amplias zonas de expectativas positivas muy remotas (Pirineos) y yacimientos carboníferos con posible contenido en uranio (Utrillas, Teruel).



APENDICE

RELACION, POR ENTIDADES Y ORGANISMOS, DE LAS  
ACTIVIDADES DE INVESTIGACION ENERGETICA

ACTIVIDADES DE INVESTIGACION ENERGETICA REALIZADAS  
POR LA UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID

a) Aprovechamientos energéticos

1. Generadores fotovoltaicos de alta eficiencia (2.1.5.2.1.), desarrollados en colaboración con el CEE.
2. Central eléctrica - fotovoltaica demostrativa (2.1.5.2.) ubicada en el campus de la E.T.S. de I. Telecomunicación, financiado en parte por la fundación "Ramón Areces".
3. Estudios sobre gestión del combustible nuclear (2.1.7.1.2.).
4. Investigaciones sobre métodos de cálculo de reactores térmicos (2.1.7.1.4.).
5. Diseño y construcción de piscinas de almacenamiento compacto para aumentar la capacidad de las piscinas ya construídas en las centrales nucleares (2.1.7.2.1.).
6. Investigación sobre modelos de dispersión atmosférica de los radionucleidos (2.1.7.3.2.).
7. Estudios sobre fusión controlada por confinamiento inercial - (2.1.7.4.2.).
8. Análisis de reactores híbridos fusión-fisión (2.1.7.4.3.).

ACTIVIDADES DE INVESTIGACION ENERGETICA REALIZADAS  
POR LA UNIVERSIDAD POLITECNICA DE BARCELONA

a) Aprovechamientos energéticos

1. Desarrollo de plantas fotovoltaicas de baja potencia (250W) en colaboración con el CEE (2.1.5.2.2.).
2. Investigación sobre modelos de dispersión atmosférica de los radionucleidos (2.1.7.3.2.).

ACTIVIDADES DE INVESTIGACION ENERGETICA  
REALIZADAS POR EL "CDTI"

a) Aprovechamientos energéticos

1. Central eléctrica fotovoltaica desarrollada en colaboración con el CEE (2.1.5.2.6.).
2. Generadores eólicos de baja potencia (5 a 10 KW) para aplicaciones energéticas autónomas, generalmente agrícolas (2.1.4.4.).
3. Edificio solar plurifamiliar para demostración de la viabilidad de provisión por métodos heliotérmicos de parte sustancial de los requisitos de agua caliente y calefacción (2.1.5.1.14.).

b) Innovaciones tecnológicas

1. Aprovechamiento de hidroelectricidad mediante microcentrales, en colaboración con UNESA y ASINEL (2.2.1.1.).
2. Microcentrales para aprovechamientos hidráulicos de pequeños salto y caudal (2.2.1.1.).

c) Actividades de ahorro energético

1. Ahorro energético en hornos de alta temperatura, en colaboración con el CEE; (3.10.). Presupuesto total de 150 MPts.
2. Central eléctrica fotovoltaica de baja potencia (2.1.5.2.6.), - con numerosos subproyectos asociados sobre diseño y fabricación de células solares y dispositivos auxiliares.

ACTIVIDADES DE INVESTIGACION ENERGETICAS  
REALIZADAS POR LA JUNTA DE ENERGIA NUCLEAR

a) Investigaciones sobre reactores de fisión

1. Diseño y construcción de reactores tipo piscina, incluyendo los estudios neutrónicos, mecánicos, termohidráulicos, sistemas auxiliares, salvaguardias y montaje y construcción (2.1.7.1.1.).
2. Estudios sobre gestión del combustible nuclear (2.1.7.1.2.).
3. Investigaciones sobre blindajes, tanto en el aspecto teórico - del cálculo como en la fabricación de materiales adecuados - (2.1.7.1.3.).
4. Investigaciones sobre métodos de cálculo de reactores térmicos (2.1.7.1.4.).
5. Diseño de elementos combustibles para reactores rápidos, con previsión de construir un nuevo prototipo en el Centro de Soria (2.1.7.1.5.).
6. Investigaciones sobre sodio fundido y su utilización como refrigerante (2.1.7.1.6.).
7. Estudios de irradiación neutrónica y su uso en la fabricación - de isótopos, neutrongrafía y ensayo de materiales (2.1.7.1.7.).

b) Investigaciones sobre el ciclo del combustible nuclear

1. Diseño y construcción de piscinas de almacenamiento compacto para aumentar la capacidad de las piscinas ya construídas en las centrales nucleares (2.1.7.2.1.).
2. Investigación sobre contenedores de almacenamiento en seco de elementos combustibles nucleares irradiados (2.1.7.2.2.).
3. Investigaciones sobre procesos químicos con el uranio, tales como fabricación y reconversión de hexafluoruro, conversión de éste a dióxido, etc., (2.1.7.2.3.).
4. Reelaboración del combustible de los reactores piscina (2.1.7.2.4.)
5. Control radioquímico del combustible irradiado (2.1.7.2.5.).
6. Investigaciones sobre la disposición definitiva del almacenamiento de residuos nucleares (2.1.7.2.6.).
7. Recuperación del uranio contenido en yacimientos con otras utilidades (concretamente fosfatos y lignitos) (2.1.7.2.7.).
8. Reelaboración pre-industrial de elementos combustibles(2.1.7.2.8.)

c) Investigaciones sobre protección radiológica

1. Investigación en contadores de radiación (2.1.7.3.1.).
2. Investigación sobre modelos de dispersión atmosférica de los radionucleidos (2.1.7.3.2.).
3. Estudios de biomedicina nuclear (2.1.7.3.3.).

d) Investigaciones sobre fusión

1. Estudios sobre fusión controlada por confinamiento magnético (2.1.7.4.1.).
2. Estudios sobre fusión controlada por confinamiento inercial (2.1.7.4.2.).
3. Análisis de reactores híbridos fusión-fisión (2.1.7.4.3.).

ACTIVIDADES DE INVESTIGACION ENERGETICA REALIZADAS  
POR LA EMPRESA NACIONAL DEL URANIO, S.A.

1. Investigación sobre contenedores de almacenamiento en seco de elementos combustibles nucleares irradiados (2.1.7.2.2.).



ACTIVIDADES DE INVESTIGACION ENERGETICA REALIZADAS  
POR LA EMPRESA NACIONAL ADARO

a) Aprovechamientos energéticos

1. Establecimiento del inventario general de residuos y biomasa, en colaboración con el CEE (2.1.6.1.)
2. Colaboración con el CEE en la construcción de la planta de tratamiento de residuos de Castellón para la producción de combustibles sólidos químicos.

d) Recursos minerales energéticos

1. Investigaciones de hullas y antracitas en las siguientes cuencas (4.1.1.).
  - San Fernando - Pontones, con presupuesto de 64 MPts.
  - La Justa - Aramil, 15 MPts.
  - Narcea, 66 MPts.
  - Albardado - Juliana, 40 MPts., en colaboración con la Empresa Nacional Carbonífera del Sur.
  - San Ricardo, 26 MPts., y colaboración con la Empresa Nacional Carbonífera del Sur.
  - Valderrueda - Guardo - Cervera, con un presupuesto de 100 MPts.

2. Investigaciones en lignitos (4.1.2.) en las siguientes cuencas:

- Castellote, con presupuesto de 13 MPts.

- Utrillas (Teruel), con una inversión de 74 MPts.

- Andorra (Teruel), con presupuesto de 50 MPts.

- Arenas del Rey y Padul, con presupuesto de 68 MPts. en 1980.

. 3. Investigación sobre turbas en la zona de Padul (Granada)(4.1.3.)

ACTIVIDADES DE INVESTIGACION ENERGETICA REALIZADAS  
POR LA EMPRESA NACIONAL CARBONIFERA DEL SUR

d) Recursos minerales energéticos

1. Investigaciones de hullas y antracitas en las siguientes cuencas (4.1.1.).

- Guadiato (área Badajoz - Córdoba - Sevilla) con un presupuesto de 113 MPts.
- Albardado - Juliana (misma área), en colaboración con Adaro, y presupuesto propio de 13 MPts.
- San Ricardo (misma área), con presupuesto de 4,5 MPts.
- Puertollano (Ciudad - Real).

ACTIVIDADES DE INVESTIGACION ENERGETICA  
REALIZADAS POR "UNESA"

a) Aprovechamientos energéticos

1. Inventario de posibilidades hidroeléctricas en los ríos españoles, (2.1.1.1.). Presupuesto de 100 MPts.
2. Participación en las centrales solares de Almería "CRS" -- (2.1.5.1.3.) y "DRS" (2.1.5.1.4.), con un presupuesto conjunto de 100 MPts.
3. Participación en la central solar "Gast" (2.1.5.1.9.) cuya financiación aún no se ha establecido por tratarse de un proyecto internacional de gran envergadura (del orden de 20.000 MPts.).
4. Paneles solares de vacío (2.1.5.1.10.) para mejorar el rendimiento de la captación heliotérmica.
5. Refrigeración heliotérmica como consecuencia de la absorción fotónica en mezclas agua-amoniaco o agua-bromuro de litio - (2.1.5.1.11.).
6. Estructura de las centrales fotovoltaicas (2.1.5.2.3.), destinando para esta investigación 10 MPts. en el presupuesto de 1980.
7. Estudios de concentradores y equipos para la conversión fotovoltaica (2.1.5.2.4.) con un presupuesto anual de 15 MPts.

8. Investigación sobre un digestor bioquímico, con un presupuesto inicial de 10 MPts. (2.1.6.5.).

b) Innovaciones tecnológicas

1. Aprovechamientos hidroeléctricos con microcentrales, (2.2.1.1.) en colaboración con ASINEL y el CDTI. El presupuesto de UNESA - en este proyecto es de 50 MPts. para 1981.
2. Investigaciones y desarrollos de aparatos de medida y protecciones de sistemas eléctricos (2.2.1.5.). Presupuesto de 15 MPts. anuales.
3. Aplicación de teleseñales al control y gestión de centrales y subestaciones (2.2.1.6.) con un presupuesto anual actual de 15 MPts.
4. Aplicación de telecontrol para la automatización de la red eléctrica, (2.2.1.7.) 15 MPts de presupuesto.
5. Innovaciones en los diseños de instalaciones (2.2.1.8.), con 18 MPts. de presupuesto.
6. Investigaciones sobre el uso de cálculos probabilísticos en la fiabilidad de los sistemas eléctricos (2.2.1.9.), con 30 MPts. de presupuesto anual.
7. Análisis de control de carga en los abonados (2.2.1.10.); 20 MPts. de presupuesto.

8. Análisis de curvas de cargas (2.2.1.11.), con 15 MPts. de presupuesto anual.
9. Estudios sobre automóviles eléctricos (2.2.1.12.) con 15 MPts. de presupuesto.
10. Proyecto "COM" de combustión mixta, con uso de combustible mixto y alteraciones de la caldera (2.2.2.1.), con una inversión para 1981 de 100 MPts.
11. Estudio de ciclos combinados a partir de turbinas de gas, con - aprovechamiento del calor residual para producir vapor (2.2.2.2.) Presupuesto actual de 14 MPts.
12. Estudios de gasificación del carbón para su aprovechamiento económico y energético integral (2.2.2.3.), presupuestado anualmente en 25 MPts.
13. Estudios sobre combustión en lechos fluidos (2.2.4.1.), presupuestado en 25 MPts.
14. Investigaciones sobre acumulación de energía eléctrica fotovoltaica en volantes de inercia (2.2.6.1.), con presupuesto de 6 MPts. para 1981.
15. Investigaciones sobre acumulación térmica de energía eléctrica (2.2.6.2.), presupuestado dentro del proyecto descrito en el - apartado (3.6.).

c) Actividades de ahorro energético

1. Desarrollo de bombas de calor, incluyendo aplicaciones a sistemas refrigerados, con un presupuesto anual de 30 MPts. (3.3.).
2. Uso racional de energía eléctrica, con un presupuesto actual de 25 MPts. (3.6.), incluyendo los proyectos de investigación sobre viviendas altamente electrificadas (3.6.1.), acumulación térmica de la energía eléctrica (3.6.2.), sistemas eléctricos integrados para viviendas (3.6.3.), y alumbrado (3.6.4.).
3. Ahorro por aprovechamiento de cenizas, (3.7.), con un presupuesto de 20 MPts.
4. Ahorro por uso de ciclos combinados en turbinas de gas (3.8.), con un presupuesto anual inicial de 25 MPts.

ACTIVIDADES DE INVESTIGACION ENERGETICA REALIZADAS  
POR EL CENTRO DE ESTUDIOS DE LA ENERGIA

a) Aprovechamientos energéticos

1. Proyecto (Geomar" para conversión en electricidad de la energía del oleaje, en colaboración con la Empresa Nacional Bazán, -- (2.1.2.1.1.). Presupuesto de 12 MPts.
2. Establecimiento del inventario eólico nacional (2.1.4.1.).
3. Proyecto de la central eólica de Tarifa, de 100 KWe (2.1.4.2.). Presupuesto con cargo al CEE de 110 MPts.
4. Programa de tecnología solar básica (2.1.5.1.1.).
5. Plataforma solar de Almería (2.1.5.1.2.) con inversiones del CEE de 113,5 MPts., 341 y 22,8 en 1979, 1980 y 1981 respectivamente.
6. Central solar de Almería "CRS", en colaboración con varios países de la Agencia Internacional de la Energía (2.1.5.1.3.).
7. Central solar de Almería "DRS", de ubicación y circunstancias similares a la anterior (2.1.5.1.4.).
8. Central solar de Almería "CESA - 1" de 1,2 MW de potencia -- (2.1.5.1.5.) con las siguientes inversiones para los años 1979, 80, 81 y 82 de 57, 783, 373 y 607 MPts respectivamente.



9. Planta solar desaladora de Arinaga (2.1.5.1.6.) con una inversión a cargo del CEE de 27 MPts.
10. Planta solar para producción de vapor en las instalaciones de "Lactaria Castellana" en Alcorcón (Madrid) (2.1.5.1.7.). Con un presupuesto a cargo del CEE de 28 MPts.
11. Planta solar para producción del calor requerido en una fábrica de conservas (2.1.5.1.8.), con una inversión de 96 MPts., a cargo del CEE.
12. Programa de instalaciones solares demostrativas, que engloba más de veinte plantas heliotérmicas con más de cuatro mil metros de paneles (2.1.5.1.12.).
13. Plan de invernaderos solares en colaboración con el INIA -- (2.1.5.1.13.). Presupuesto para la instalación de Alcudia: 10 MPts., en el bienio 1981-82.
14. Generadores fotovoltaicos de alta eficiencia, desarrollados en colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid (2.1.5.2.1.).
15. Desarrollo de plantas fotovoltaicas de baja potencia (250 W), en colaboración con la Universidad Politécnica de Barcelona - (2.1.5.2.2.).
16. Central eléctrica fotovoltaica de baja potencia (0,1 MW) desarrollada en colaboración con el CDTI (2.1.5.2.6.) con un presupuesto total de 300 MPts.

17. Inventario general de residuos y biomasa llevado a cabo en colaboración con la Empresa Nacional Adaro (2.1.6.1.).
18. Fotoproducción del amoníaco (2.1.6.2.) en colaboración con la Universidad de Sevilla (Dpto. de Bioquímica).
19. Planta de tratamiento de residuos de Castellón, para la producción de elementos combustibles químicos (2.1.6.3.). En colaboración con la Empresa Nacional Adaro.
20. Aprovechamiento del descortezado del eucalipto, para la fabricación de combustibles sustitutivos del fuel-oil (2.1.6.4.).
21. Planta de tratamiento de residuos de Almusafes para la compañía Ford (2.1.6.6.), con un presupuesto de 37,5 MPts. en el bienio 1981-82.

c) Actividades de ahorro energético

1. Programa de auditorías energéticas en la industria, (3.1.), habiéndose auditado hasta la fecha más del 85% del consumo directo final.
2. Planta de tratamientos de residuos de Castellón (3.2. y 2.1.6.3), en la que el CEE ha invertido 37,7 MPts.
3. Desarrollo de bombas de calor, habiéndose aplicado a diversas instalaciones, (3.3.) con una inversión de 20 MPts.
4. Recuperadores de calor en calderas (3.4.), con una inversión de 5 MPts.

5. Descortezado útil del eucalipto para producción de combustible químico (3.5.) con una inversión total por parte del CEE de - 25,5 MPts.
6. Ahorro energético en hornos de alta temperatura (3.10.), en colaboración con el CDTI, con un presupuesto total de 150 MPts.
7. Ahorro por reducción de la resistencia aerodinámica de los transportes pesados por carretera, (3.11.).
8. Aprovechamiento económico-energético de subproductos vegetales (3.12.).
9. Ahorro energético en la fabricación de vidrio (3.1.3.).

ACTIVIDADES DE INVESTIGACION ENERGETICA REALIZADAS  
POR EL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

a) Aprovechamientos energéticos

1. Inventario nacional de manifestaciones geotérmicas, finalizado a lo largo de 1979, en cuyo año se invirtió la cantidad de - 32,8 MPts., con cargo al PEN. (2.1.3.1.).
2. Determinación del potencial geotérmico de la isla de Lanzarote, con resultados negativos (2.1.3.2.).
3. Estudios de la "Reserva geotérmica de Olot" (2.1.3.3.).
4. Prospecciones geotérmicas generales (2.1.3.4.) de depósitos de alta, media y baja entalpia.

d) Recursos minerales energéticos

1. Invesigaciones de hullas y antracitas en las siguientes cuencas (4.1.1.).
  - Viñón - Libardón (Asturias), con presupuesto de 20 MPts.
  - Sinclinal del Viar (zona de Badajoz - Sevilla).
  - Guardo - Cervera - Valderrueda (área de León y Palencia).

- San Cebrián - Casavegas (León - Palencia), con un presupuesto de 40 MPts.

- El Bierzo, con 312 MPts de inversión total.

2. Investigaciones en lignitos (4.1.2.).

- Establecimiento de un plan de Exploración de Cuencas Lignitíferas, con presupuesto de 151,5 MPts., más la investigación de las siguientes cuencas concretas :

- Andorra - Foz - Calenda (Teruel), con presupuesto de 20 MPts.

- Zona de Cataluña, (Tremp; Lagares y Tuixent), con inversión de 19 MPts.

- Zona de Mazagón (Huelva) con inversión de 10 MPts.

- Zona de Martos - Alcalá la Real (Jaén), 1,2 MPts.

3. Investigaciones sobre turbas en Burgos (4.1.3.).

4. Investigaciones sobre esquistos bituminosos entre las provincias de Burgos, Santander y Oviedo (4.2.), así como investigaciones en la confluencia de las provincias de Barcelona, Tarragona y Lérida (4.2.) y en la cuenca ya conocida de Puertollano (4.2.).

ACTIVIDADES DE INVESTIGACION ENERGETICA REALIZADAS  
POR LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA

a) Aprovechamientos energéticos

1. Fotoproducción del amoníaco (2.1.6.2.). Proyecto en colaboración con el CEE.

ACTIVIDADES DE INVESTIGACION ENERGETICA  
REALIZADAS POR UNION ELECTRICA, S.A.

a) Aprovechamientos energéticos

1. Chimenea eólico-solar a instalar en Manzanares (Ciudad-Real) en colaboración con el Ministerio alemán de Investigación y Desarrollo, (2.1.4.3.), con un presupuesto en la primera fase de 3,5 MDM.

ACTIVIDADES DE INVESTIGACION ENERGETICA REALIZADAS  
POR EL CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

c) Actividades de ahorro energético

1. Investigaciones sobre la conservación de energía en actividades frigoríficas (3.9.).



ACTIVIDADES DE INVESTIGACION ENERGETICA  
REALIZADAS POR "ASINEL"

b) Innovaciones tecnológicas

1. Investigaciones sobre aprovechamientos hidroeléctricos con micro-centrales (2.2.1.1.) en colaboración con el CDTI y UNESA.
2. Estudios teórico-prácticos sobre evaporación, destinados a optimizar la gestión de las redes de embalses (2.2.1.2.).
3. Estudios sobre predicción de aportaciones con idénticos objetivos al proyecto anterior (2.2.1.3.).
4. Estudios sobre vibraciones en centrales eléctricas hidráulicas y térmicas, con objeto de alargar la vida útil de los componentes (2.2.1.4.).

ACTIVIDADES DE INVESTIGACION ENERGETICA REALIZADAS  
ESPECIFICAMENTE EN LA DIRECCION GENERAL DE LA ENERGIA

a) Aprovechamiento energéticos

1. Análisis y planificación de sistemas energéticos, realizados por la Subdirección General de Planificación Energética (2.1.8.2.).

ACTIVIDADES DE INVESTIGACION ENERGETICA PATROCINADAS  
POR LA COMISION ASESORA DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y TECNICA

1. Fotopilas solares de heterouniones de capas delgadas de CdS y CdZnS con Cu In Sez y Cu In S, Fac. Física (Barcelona), con presupuesto de 1,5 MPts.
2. Producción y optimización de películas delgadas de compuesto II y VI para su utilización en células solares, Fac. Física (Madrid), con presupuesto de 3,5 MPts.
3. Producción y optimización de películas delgadas de compuesto II-VI para su utilización en células solares, Fac. Ciencias (Santander), con presupuesto de 2,5 MPts.
4. Nuevos materiales fotovoltaicos el seleniuro de indio laminar - cristalogénesis y preparación de células solares, Fac. Física (Valencia), con presupuesto de 3,5 MPts.
5. Estudio de correlaciones en sistemas nucleares, Fac. Ciencias (Granada), con presupuesto de 1,5 MPts.
6. Corrientes hadrónicas débiles en procesos nucleares a baja energía: fuerzas nucleares que no conservan la paridad, Fac. Ciencias (Zaragoza), con presupuesto de 3,5 MPts.
7. Transiciones de fase ferroeléctricas: estudio de la conversión - de energía térmica en eléctrica, Fac. Ciencias (Autónoma de Madrid), con presupuesto de 3,0 MPts.

8. Propiedades ópticas de concentradores solares luminiscentes. Diseño de un concentrador solar luminiscente, Fac. Ciencias (Autónoma Madrid).
9. Mejora del rendimiento de la fotosíntesis para un mejor uso de la energía solar, Fac. Biología (Barcelona), con presupuesto de 3,8 MPts.
10. Aplicaciones de la energía solar a la calefacción de invernaderos acumuladores de calor CRIDA, con presupuesto de 0,75 MPts.
11. Sistema de producción microbiano de Badajoz, metano, proteínas y fertilizantes a partir de desechos agrícolas y biomasa; análisis técnico y económico, CRIDA, con presupuesto de 8,4 MPts.
12. Sistema de producción microbiano de Badajoz, metano, proteínas y fertilizantes a partir de desechos agrícolas y biomasa; análisis técnico y económico, Fac. Ciencias (Badajoz), con presupuesto de 2,7 MPts.
13. Aumento de la fotosíntesis para mejor uso de la energía solar, - Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca, con presupuesto de 1,7 MPts.
14. Mejora del rendimiento de la fotosíntesis para una mejor utilización de la energía solar, Estación Experimental del Zaidin, con presupuesto de 4,2 MPts.
15. Proyecto "Sten-82: Sistemas tribológicos para el ahorro energético, Instituto de Química Física "Rocasolano", con presupuesto de 4,8 MPts.

16. Fuentes de energía alternativas: síntesis y transformación de hidrocarburos a partir de carbón y biomasa mediante zeolitas sintéticas, Instituto de Catálisis y Petroquímica , con presupuesto de 8 MPts.
17. Estudio sobre la solubilización y licuefacción de carbones de bajo y medio rango, Instituto de Carboquímica de Zaragoza, con presupuesto de 3,2 MPts.
18. Licuefacción de lignitos, Instituto de Carboquímica de Zaragoza, con presupuesto de 3,8 MPts.
19. Producción de gas a partir del carbón , un gasificador de lecho - fluidizado, Instituto Nacional del Carbón "Francisco Pintado Fe", con presupuesto de 6 MPts.
20. Disminución del consumo energético , producción de Arrabio, Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, con presupuesto de -- 10 MPts.
21. Investigación integral de pizarras sericíticas con vistas a su aprovechamiento industrial, Instituto de Cerámica y Vidrio, con presupuesto de 12 MPts.
22. Investigación integral de pizarras sericíticas con vistas a su - aprovechamiento industrial, Instituto de Edafología y Biología Vegetal.
23. Investigaciones sobre combustión y utilización de mezclas, hidrógeno-hidrocarburos en sistemas de combustión continua, Universidad Politécnica de Madrid, con presupuesto de 1,6 MPts.

24. Utilización de sistemas de la energía solar en procesos térmicos de temperatura media. Métodos generalizados de diseño y especificaciones para la industria y la edificación, Instituto de Optica -- "Daza de Valdés"., con presupuesto de 4 MPts.
25. Tecnología de fabricación de células solares con óxidos semiconductores sobre silicio, Universidad Politécnica (Barcelona) con presupuesto de 4,9 MPts.
26. Ensayo de dispositivos fotovoltaicos, Universidad Politécnica (Barcelona), con presupuesto de 4,3 MPts.
27. Desarrollo de sistemas concentradores de la energía solar y de procedimientos para su evaluación y ensayo, Instituto de Optica "Daza de Valdés", con presupuesto de 2,8 Mpts.
28. Aplicación de criterios de predicción de vida a dos aceros inoxidables austeníticos en condiciones representativas de las de servicio en tubos recalentadores de plantas de producción de energía eléctrica, Centro de Investigaciones Técnicas de Guipúzcoa, con presupuesto de 4,5 MPts.
29. Desarrollo de sistemas concentradores de la energía solar y de procedimientos para su evaluación y ensayo, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial, con presupuesto de 10 MPts.
30. Reducción de las pérdidas mecánicas de un motor térmico alternativo mediante el control electrónico de la distribución, con el fin de obtener una mejora en el rendimiento del motor, Universidad Politécnica (Valencia), con presupuesto de 13,5 MPts.

31. Diseño y construcción y experimentación de un secadero solar con almacenamiento de energía en lecho absorbente, Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, con presupuesto de 2,5 MPts.
32. Conversión y aprovechamiento térmico de la energía solar, Fac. Física (Madrid), con presupuesto de 4,0 MPts.
33. Modelos de radiación solar para dimensionar subsistemas de acumulación energética, Universidad Politécnica (Madrid), con presupuesto de 2,5 MPts.
34. Directrices para las formas de los barcos ante la crisis de la energía, Asociación de Investigación de la Construcción Naval, con presupuesto de 3,2 MPts.
35. Directrices para las formas de los barcos ante la crisis de la energía, Universidad Politécnica (Madrid) , con presupuesto de 2,3 MPts.
36. Estudio desarrollo y optimación de un sistema para la evaluación - del comportamiento vibratorio de centrales nucleares, Instituto - Nacional de Técnica Aeroespacial, con presupuesto de 7 MPts.
37. Procedimiento de inspección por la técnica de visión acústica de recipientes a presión especialmente de reactores nucleares, Junta de Energía Nuclear, con presupuesto de 6 MPts.
38. Termo difusión atmosférica de emisiones radioactivas de una central nuclear. Revisión de los criterios de emplazamiento de centrales, Universidad Nacional de Educación a Distancia, con presupuesto de 1,25 MPts.

INVESTIGACION ENERGETICA

ORGANISMOS AREAS DE INVESTIGACION	Centro de Estudios de la Energía (CEE)	Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI)	E.N. Adaro de Investigaciones Mineras (ENADIMSA)	E.N. del Uranio S.A. (ERUSA)	HUNOSA	HISPANOIL	ENAGAS	Instituto Geológico y Minero de España (IGME)	ASINEL	UNESA	Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICT)	Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)	Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	Universidad Politécnica de Barcelona (UPB)	Junta de Energía Nuclear (JEN)	Subdirección General de Planificación Energética
Hidroeléctricidad		x							x	x						
Energías marinas	x															
Energía geotérmica	x						x									
E. eólica	x									UESA						
E. heliotérmica	x	x								x	x					
E. fotovoltaica	x	x								x	x		x	x		
Biomasa y residuos	x		x							x	x	x				
E. nuclear de fisión				x									x	x	x	
E. nuclear de fusión													x		x	
Modelos energéticos	x															x
Inv. tecnológica sobre electricidad.		x							x	x						
Inv. sobre máquinas térmicas y de fluidos.	x	x							x	x	x					
Inv. en técnicas extractivas											x					
Conversiones especiales de energía	x	x								x						
Inv. en distribución							x									
Inv. en almacenamiento de energía.	x									x						
Ahorro energético	x	x	x							x	x	x				
Inv. en recursos de hulla y antracita.			x		x			x								
Inv. en recursos liquitíferos.			x		x			x								
Inv. en turbas			x					x								
Inv. en esquistos								x								
Inv. en petróleo						x										
Inv. en recursos de gas natural.									x							
Inv. en recursos mamiíferos			x	x										x		

URANIFEROS



ACTIVIDADES DE INVESTIGACION  
SOBRE ENERGIA NUCLEAR

ORGANISMOS ACTIVIDADES	Junta de Energía Nuclear	ENUSA	Universidad Politécnica de Madrid	Universidad Politécnica de Barcelona
Diseño de reactores de fisión	X		X	X
Construcción reactores piscina	X			
Blindaje	X			
Gestión del combustible	X	X	X	
Tratamiento químico del U	X			
Reelaboración del combustible	X			
Almacenamiento de residuos	X			
Almacenamiento de combustible irradiado	X	X		
Protección radiactiva	X			
Dispersión de efluentes radiactivos	X		X	X
Reactores de fusión	X		X	
Reactores híbridos fusión-fisión	X		X	

ACTIVIDADES DE INVESTIGACION

SOBRE ~~ENERGIA NUCLEAR~~

*conversión, transmisión y almacenamiento de ENERGIA*

ORGANISMOS \ ACTIVIDADES	ENADIMSA	UNESA	CEE	CAICT	ENAGAS	ASINEL	CATI
Usos eléctricos		x				x	
Maquinas térmicas y de fluidos		x					x
Bombas de calor			x				
Técnicas extractivas minerales	x						
Inv. en distribución					x		
Inv. en fluidificación del carbón				x			
Aprovechamiento del calor residual.		x	x				x
Inv. en almacenamiento energético.		x	x				

ACTIVIDADES DE INVESTIGACION

SOBRE ~~ENERGIA NUCLEAR~~

RECURSOS MINERALES ENERGETICOS

ORGANISMOS ACTIVIDADES	ENADIMSA	IGME	HUNOSA	HISPANOIL	ENAGAS	ENUSA	JEN	OTRAS ENTIDADES
Inv. en hullas y antracitas	x	x	x					x
Inv. en lignitos	x	x	x					x
Inv. en turbas	x	x						
Inv. en esquistos bituminosos		x						
Inv. petrolíferas				x				x
Inv. en gas natural					x			x
Inv. en uranio	x					x	x	

ACTIVIDADES DE INVESTIGACION

SOBRE ENERGIA ~~NUCLEAR~~ SOLAR

ACTIVIDADES \ ORGANISMOS	Centro de Estudios de la Energía (CEE)	UNESA	CAICT	Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	Universidad Politécnica de Barcelona (UPB)	CDTI
<u>Heliotérmica</u>						
Paneles y heliostatos	X	X				
Concentradores	X	X				
Agua caliente (baja entalpía)	X		X			
Desalación	X					
Producción de vapor	X		X			
Centrales helio-eléctricas	X	X				X
Almacenamiento de energía	X					
<u>Fotovoltaica</u>						
Fotodiodos (células solares)	X		X	X		X
Paneles fotovoltaicos (completos)	X			X		X
Aplicaciones de baja potencia	X				X	
Centrales eléctricas fotovoltaicas	X	X		X	X	X
Almacenamiento de energía	X	X				X