

H. Lallep



e. n. adaro

ESTUDIO DE VIABILIDAD TECNICO-ECONOMICA DE
UNA OPERACION DE CALEFACCION GEOTERMICA EN
TRES CANTOS
(Informe de Síntesis)

Octubre 1 982

empresa nacional adaro de
investigaciones mineras, s.a.
enadimsa

50401

I N D I C E
=====

| | <u>Pág.</u> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1.- <u>INTRODUCCION Y ANTECEDENTES</u> | 1 |
| 2.- <u>ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICA</u> | 3 |
| 3.- <u>ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONOMICO-FINANCIERA</u> | 10 |
| 4.- <u>CONCLUSIONES</u> | 19 |
| ANEXO 1.- <u>MODELO FRANCES. ESTADO ACTUAL DE DESARRO- LLO EN FRANCIA</u> | 22 |
| ANEXO 2.- <u>SOCIEDAD EXPLOTADORA. EMPRESAS INTERESA- DAS</u> | 38 |

1.- INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

Desde el inicio de la investigación geotérmica en España, se ha considerado la cuenca del Tajo, y en especial la zona de Madrid, como propicia a la existencia de recursos geotérmicos - de baja entalpía.

La perforación de los sondeos petroleros puso de manifiesto y confirmó tal posibilidad. A la vista de ello, se decidió perforar un sondeo de investigación en Tres Cantos, que en caso de ser positivo sirviera para una primera operación de explotación. Se eligió Tres Cantos por tratarse de una nueva ciudad con viviendas de nueva construcción que se podían adaptar mejor a la geotermica. Los resultados del sondeo fueron buenos y esperanzadores: se pueden extraer $170 \text{ m}^3/\text{hora}$ de agua a 83°C . La salinidad del agua es alta: 92.000 p.p.m. y el nivel estático se sitúa en 220 m aproximadamente.

Ante estos resultados, se inició el estudio de factibilidad de la operación. Este estudio comportaba dos partes fundamentalmente: un estudio de factibilidad técnica y un estudio de rentabilidad económico-financiera.

El primero de ellos se encargó a una empresa francesa con amplia experiencia en calefacción geotérmica: TETA, S.A. Ingenieros Consultores, mientras que el segundo ha sido realizado por METRA SEIS ECONOMIA, igualmente especializada en estudios de este tipo.

2.- ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICA

Este estudio parte de dos fuentes de datos principalmente: de una parte los datos referentes al recurso geotérmico que fueron facilitados por ENADIMSA en base a las pruebas realizadas; y de otra, los documentos de planificación urbanística, facilitados por la Sociedad Tres Cantos, S.A. A estos habría que sumar datos meteorológicos obtenidos en algunas publicaciones especializadas.

Tras un análisis detenido de todos los posibles utilizadores, en base a los proyectos de viviendas de uno de los barrios, se deduce la potencia instalada por vivienda para calefacción. Se analizan también las posibilidades de suministro a equipos públicos (escuelas, centros administrativos, comercios, etc).

Finalmente, en base a los datos climatológicos, se realizó una evaluación de los consumos en calefacción y agua caliente. En este punto hay que señalar la dificultad por no contar con una buena estadística de frecuencias de temperaturas medias diarias, por lo que hubo que construir una curva a partir de datos aproximados.

Con todos estos datos se calculó la potencia total de calefacción y agua caliente necesaria. Haciendo hipótesis sobre los sistemas de calefacción se deducen las posibilidades de cubrir la demanda calculada con la energía geotérmica, complementada con una calefacción de punta tradicional.

Se llega finalmente a tres posibles soluciones en cuanto a número de viviendas:

| | |
|----------------|------------------------------|
| 3 Barrios | 2.400 viviendas equivalentes |
| 4 Barrios | 3.200 viviendas equivalentes |
| 5 Barrios | 4.000 viviendas equivalentes |

Con estas hipótesis se estudia a continuación la organización de la calefacción geotérmica de forma que el aprovechamiento del calor geotérmico sea máximo. Se estudia la situación del segundo sondeo, la organización de la calefacción de punta, exponiendo ventajas e inconvenientes de cada solución.

Una vez expuesta la solución técnica se estudia el balance energético de cada una de las posibles soluciones. Estas posibles soluciones eran cinco, al añadir a las tres ya citadas del número de viviendas, la posibilidad de usar bombas de calor con 4.000 y 3.200 viviendas respectivamente.

En cada una de estas cinco soluciones se contemplan dos posibilidades según que la temperatura de retorno sea 60°C ó 35°C, lo cual dependerá del sistema de calefactores empleados.

Para cada una de las soluciones se estudia la potencia total necesaria, el consumo energético anual, así como la aportación en potencia y en energía de la geotermia y de la punta convencional.

Concluidos los cálculos energéticos se pasa a calcular, también para cada solución, los parámetros económicos: inversiones, costos de explotación (electricidad, combustible y mantenimiento). Se establece en el informe la metodología de cálculo, así como una comparación entre los costes de la solución geotérmica respecto de la solución clásica de calefacción con gasóleo.

Finalmente, y con vistas a estudiar comparativamente todas las soluciones se calcula el ratio E/I siendo:

E: Economía en los costes de explotación obtenida con la solución geotérmica.

I: Inversión necesaria.

Como conclusiones del estudio de factibilidad técnica se deduce que el desarrollo de una operación de geotermia para calefacción en Tres Cantos es favorable.

Las inversiones por T.E.P. sustituida son del orden de 180.000 pesetas, próximas a 11.000 F.F. que es considerado en Francia como un buen ratio; el límite se establece entre 12.000 y 14.000 F.F.

Los valores del ratio E/I, están igualmente comprendidos entre 0,19 y 0,27 muy por encima del límite de rentabilidad fijado en Francia, que es del 0,10-0,12.

El estudio pone de relieve las ventajas de los sistemas calefactores con temperaturas de retorno de 35°C sobre los que tienen temperatura de retorno de 60°C.

En cuanto al uso de la bomba de calor, los datos muestran solamente una ligera ventaja de las soluciones con bombas de calor respecto de soluciones de intercambiador sólo.

Por último se deduce, que las soluciones técnicas se tendrán que ir perfeccionando a medida que se conozca mejor la planificación de viviendas y la estimación de las demandas serán más exactas cuando se disponga de mejores datos climatológicos.

En el cuadro nº 1 se presenta un resumen de los datos más importantes del informe. A los datos numéricos se le han añadido algunos comentarios sobre la viabilidad de la operación.

En el cuadro nº 2 se detallan los condicionantes técnicos y económicos para las dos soluciones más probables.

| Solución | Energía sustituída (T.E.P.) | Porcentaje geotérmico % | Inversiones geotérmicas (M.P.) | Inversión calderas (M.P.) | Costos operativos Convencionales (M.P.) | Costos operativos geotérmicos (M.P.) | E/I | I/ TEP PESETAS | Observaciones |
|----------|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------|----------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 1 | 5.578 | 69,25 | 841,3 | 338 | 365,5 | 148 | 0,26 | 150.800 | |
| 2 | 6.020 | 77,61 | 889 | 338 | 365,5 | 125,5 | 0,27 | 147.600 | Operaciones muy buenas. Dificiles de realizar por el Mo de Vivienda. |
| 3 | 5.032 | 78,08 | 783,1 | 270,5 | 292,4 | 96,7 | 0,25 | 155.600 | Operación factible. Buenos ratios. |
| 4 | 5.350 | 85,92 | 830,3 | 270,5 | 292,4 | 80,2 | 0,26 | 155.200 | " |
| 5 | 4.291 | 88,77 | 723,8 | 202,9 | 219,3 | 53,2 | 0,23 | 168.700 | " |
| 6 | 4.577 | 58,67 | 834,2 | 338 | 358,5 | 180,3 | 0,21 | 182.300 | I/TEP algo elevado. Dificil de realizar. |
| 7 | 5.104 | 68,35 | 881,2 | 338 | 358,5 | 154,2 | 0,23 | 172.600 | I/TEP bueno. Dificil de realizar. |
| 8 | 4.105 | 66,76 | 775,3 | 270,5 | 286,9 | 126,6 | 0,21 | 188.800 | I/TEP elevado |
| 9 | 4.432 | 76,70 | 822,4 | 270,5 | 286,9 | 105 | 0,22 | 185.600 | I/TEP elevado |
| 10 | 3.325 | 76,55 | 714,3 | 202,9 | 215,2 | 77,5 | 0,19 | 214.827 | I/TEP muy elevado |

1: 80/35; 4.000; Sin B.C.
2: 80/35; 4.000; Con B.C.
3: 80/35; 3.200; Sin B.C.
4: 80/35; 3.200; Con B.C.

5: 80/35; 2.400; Sin B.C.
6: 80/60; 4.000; Sin B.C.
7: 80/60; 4.000; Con B.C.
8: 80/60; 3.200; Sin B.C.

9: 80/60; 3.200; Con B.C.
10: 80/60; 2.400; Sin B.C.

CUADRO Nº 1. RESUMEN DE DATOS MAS IMPORTANTES

CUADRO N° 2 CONDICIONANTES TECNICOS Y ECONOMICOS

Resumen de las características técnicas más importantes, inversiones y costos operativos para las dos soluciones más probables: 3.221 viviendas con bomba de calor y 2.416 viviendas sin bomba de calor.

| <u>Características técnicas</u> | <u>1er Caso 3.221 viviendas</u> | <u>2° Caso 2.416 viviendas</u> |
|-----------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| Temperatura agua sondeo Producción | 83°C | 83°C |
| Temperatura agua circuito calefacción | 80°C | 80°C |
| Potencia calefacción (Termias/hora) | 19.888 | 14.917 |
| Potencia agua caliente (Termias/hora) | 1.468 | 1.101 |
| Potencia total (Termias/hora) | 21.356 | 16.019 |
| Potencia intercambiador geotermia (T/h) | 10.659 | 9.196 |
| Potencia bomba de calor (T/h) | 344 | - |
| Potencia calderas de complemento (T/h) | 12.088 | 9.006 |
| Energía geotérmica consumida (Ktermias) | 47.414 | 36.742 |
| Energía convencional (Ktermias) | 7.768 | 4.648 |
| Ahorros en T.E.P./año | 5.350 | 4.291 |

Inversiones (MP de 1982)

| | | |
|------------------------------------------|-------|-------|
| Sondeos | 340 | 340 |
| Central e intercambiadores | 110,2 | 87,9 |
| Circuito de distribución y subestaciones | 329,9 | 272,9 |
| Bombas de calor | 27,2 | - |
| Bombas de producción e inyección | 23 | 23 |
| Total inversiones geotérmicas | 830,3 | 723,8 |
| Inversión calderas de complemento | 270,5 | 202,9 |

Costes operativos (MP de 1982/a)

| | | |
|-----------------------------------|------|------|
| Costes combustible y electricidad | 47,7 | 27,8 |
| Costes mantenimiento | 13,1 | 9,8 |
| Costes renovación equipos | 19,4 | 15,6 |
| Total costes operativos | 80,2 | 53,2 |

3.- ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONOMICO-FINANCIERA

Una vez finalizado el estudio de factibilidad técnica, se realizó el de viabilidad económico-financiera.

Los datos de base se han tomado del anterior informe, realizándose el estudio para las 10 hipótesis establecidas. El tratamiento de datos se ha realizado con el modelo SAFYR, desarrollado por METRA/SEIS, que genera las cuentas de Explotación, - Tesorería y Balances, calculando finalmente la rentabilidad del proyecto y la rentabilidad del capital.

En el informe preparado por METRA/SEIS, se presenta la metodología utilizada, así como los parámetros empleados para evaluar la rentabilidad.

Antes de proceder a los cálculos, se realizó por METRA/SEIS un chequeo de los datos del informe de factibilidad técnica. Este chequeo iba dirigido fundamentalmente a los valores de demanda energética que como ya se mencionó, estaban calculados a partir de una curva de frecuencias de temperatura aproximada. Se comprobó que los cálculos de consumos daban resultados por exceso, ya que traducidos a consumo de combustibles tradicionales - originaban costes por calefacción excesivamente elevados.

Se realizó entonces un ajuste y tras consultar a los autores del primer estudio se adoptaron datos de demanda más reales, rebajando el consumo en calefacción en un 30%.

A fin de establecer los ingresos totales en la cuenta de explotación, y puesto que teníamos el consumo total en kilotermias, se habría de fijar el precio de la kilotermia. Para ello, basándose en el costo de la kilotermia convencional (gasóleo), se fijó como posibles precios 4.000 pts/kilotermia y 5.000 pts/kilotermia.

El costo de producción de la kilotermia convencional (gasóleo) a entrada de vivienda, está calculado en 5.500 pts sin considerar beneficios ni impuestos, es decir, funcionando en régimen de comunidad y administrando la central los mismos usuarios. Por esto, la solución de 5.000 pts/kilotermia representa una rebaja en el precio de la kilotermia del 10% aproximadamente.

Con vistas a aproximarse más al caso real se ha supuesto - una incorporación progresiva de viviendas de manera que las ventas han evolucionado del 60% en el primer año hasta 100% al tercer año.

Establecidos ya los ingresos del proyecto habría que calcular los costos, teniendo en cuenta que había variado la demanda total y por lo tanto, también los costos de producción para satisfacerla.

Por último, para efectuar los cálculos, era necesario fijar las condiciones financieras básicas.

En este punto, se ha tenido en cuenta, las posibilidades - que ofrece la legislación en cuanto a subvenciones, por tratarse de la explotación de un recurso energético. Este tipo de actividad podría, acogiéndose a la Ley de Fomento a la Minería y a la Ley de Conservación de la Energía, obtener subvenciones a

fondo perdido. Se ha supuesto que éstas subvenciones pueden alcanzar el 25% de las inversiones totales.

Como aportación de capital se ha tomado el 20% de la inversión, quedando el 55% restante como recursos a cubrir mediante crédito.

Se ha considerado que, puesto que es la primera operación geotérmica que se va a desarrollar en España, este crédito podría ser cubierto con fondos del Plan Energético Nacional, en condiciones similares a los créditos que se conceden en Francia a operaciones similares, por las entidades financieras oficiales. Así se ha considerado que el crédito se amortizará en 15 años - con 2 años de carencia y un interés del 9% anual.

Establecidos ya todos los datos de partida, se comenzó el estudio de viabilidad propiamente dicho.

Las primeras pasadas con el programa de cálculo se hicieron, considerando como inversiones totales la suma de las inversiones necesarias para la solución geotérmica más las inversiones correspondientes a las calderas de la solución convencional. Hay que advertir que esta hipótesis no es real pues para comparar con soluciones convencionales no se debería considerar la inversión en las calderas ya que ésta es una inversión cubierta por los propietarios de las viviendas en cualquier solución.

Los resultados en este caso, según indica el informe de METRA/SEIS, sólo serían moderadamente factibles las operaciones en que la temperatura de retorno fuera 35°C y el precio de la kilotermia 5.000 ptas.

Las restantes soluciones (80/35 con 4.000 pts/Kth y 80/60 para 5.000 y 4.000 pts/Kth) obtienen rentabilidades inaceptables.

Ante estos resultados se decidió no considerar las inversiones de las calderas, con lo que se haría más comparable a la solución convencional.

Tras realizar los cálculos correspondientes con el programa, se decide seleccionar como soluciones más aceptables e hipótesis básicas para el estudio de sensibilidad, las correspondientes a emisión 80/35 para 3.200 con utilización de bomba de calor y 2.400 viviendas, ambas con precios de venta de la kiloter_mia de 5.000 ptas. No se han considerado las soluciones de 4.000 viviendas por las dificultades que se piensa puedan existir para su desarrollo (supone que se daría calefacción a todas las viviendas posibles).

Las tasas internas de rendimiento obtenidas para ambas soluciones son: 10,3% en la primera y 9,40% en la segunda. Estos datos se refieren a cálculos efectuados a pesetas constantes.

Se han ensayado los cálculos a pesetas corrientes, considerando que el precio de venta de la termia variaba, de un año a otro, dos puntos menos que la inflación, que ha sido estimada - según valores muy conservadores que se señalan en el informe. Los resultados de este ensayo muestran que las tasas de rendimiento interno suben a 15,3% y 14,7% respectivamente.

En cuanto a la rentabilidad del capital se obtienen valores también aceptables. Así para pesetas constantes, la renta anual equivalente para una tasa de preferencia por la liquidez del 7% es de 16,49% y 13,98% respectivamente.

A continuación se realizó el estudio de sensibilidad para la rentabilidad del proyecto a las variables más relevantes, tales como:

- Volumen de inversión
- Subvención
- Coste de financiación
- Coste del combustible
- Precio de venta
- Volumen de demanda
- Tasa de preferencia por la liquidez

Como resultado de este estudio de sensibilidad se puede decir:

- La variable más crítica es la demanda energética, es decir, el volumen de venta de kilotermias.
- Igualmente tiene gran influencia el precio de venta de la kilotermia.
- Todas las restantes variables influyen en mucho menor grado en la rentabilidad del proyecto de manera que la sensibilidad es muy baja.

Hay que volver a señalar que la demanda energética ha sido el factor que más se ha chequeado, de manera que parece difícil que en la realidad descienda más del valor tomado como base en las hipótesis de trabajo.

Se puede decir como conclusión final que este proyecto de operación geotérmica, en las hipótesis establecidas, resulta con

una rentabilidad aceptable tanto del proyecto en sí, como del capital social.

Para mayor disposición de datos se ha realizado por parte de ENADIMSA un análisis de la rentabilidad del proyecto, considerando un tipo de interés en la devolución del préstamo del 10% en lugar del 9% y considerando los beneficios del factor de agotamiento (parte de los beneficios brutos que se puede deducir de la base imponible) a los que se puede acoger este proyecto.

Los resultados son, para el caso de 3.200 viviendas, una tasa interna de retorno absoluta o intrínseca del proyecto del 9,5% y una tasa interna de retorno ponderada (que equivaldría aproximadamente a la remuneración del capital social) del 19,3%. Para el caso de 2.400 viviendas estos valores son de 8,6% y 17% respectivamente.

Por último, se ha considerado una hipótesis de devolución del crédito distinta, más parecida a lo que son los créditos oficiales actualmente vigentes: 14% de interés con un plazo de 10 años para la devolución: 3 de carencia y 7 de amortización. Se ha aplicado al caso de 2.400 viviendas con el siguiente resultado: tasa interna de retorno absoluta 8,5% y tasa interna de retorno ponderada del 11,6%.

En el cuadro nº 3 se presenta un resumen del esquema financiero de la operación, así como los resultados económicos para los dos casos más probables.

Para el planteamiento de las hipótesis financieras y esquema general de la operación, se ha seguido el modelo utilizado en Francia, que se presenta en el Anexo 1.

En el Anexo 2 se presentan las empresas interesadas en la operación.

CUADRO N° 3 ESQUEMA FINANCIERO Y RESULTADOS ECONOMICOS

ESQUEMA FINANCIERO

- Origen y aplicación de fondos para las dos soluciones más probables.

- 1^{er} Caso: 3.221 viviendas con bomba de calor

| <u>Origen de fondos</u> | | <u>Inversiones</u> | |
|-------------------------|----------|--------------------------------|----------|
| Subvención: | 207,5 MP | Perforación sondeo: | 340 MP |
| Fondos propios: | 166 MP | Central e intercambiadores: | 110,2 MP |
| Crédito a largo: | 456,8 MP | Red distribución y subestac.: | 329,9 MP |
| | | Bombas de calor: | 27,2 MP |
| | | Bombas de extracción e inyec.: | 23 MP |
| Total | 830,3 MP | | 830,3 MP |

- 2° Caso: 2.416 viviendas sin bomba de calor

| <u>Origen de fondos</u> | | <u>Inversiones</u> | |
|-------------------------|----------|--------------------------------|----------|
| Subvención: | 181 MP | Perforación sondeos: | 340 MP |
| Fondos propios: | 144,8 MP | Central e intercambiadores: | 87,9 MP |
| Crédito a largo: | 398 MP | Red distribución y subestac.: | 272,9 MP |
| | | Bombas de calor: | - |
| | | Bombas de extracción e inyec.: | 23 MP |
| Total | 723,8 MP | | 723,8 MP |

RESULTADOS ECONOMICOS

1. Hipótesis pesetas constantes

| | <u>1^{er} Caso</u> <u>3.221 viviendas</u> | <u>2° Caso</u> <u>2.416 viviendas</u> |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Tasa Interna de Retorno | 10,3 | 9,4 |
| Renta Anual Equivalente (3%)* | 26,42 | 23,60 |
| Renta Anual Equivalente (5%)* | 21,03 | 18,57 |
| Renta Anual Equivalente (7%)* | 16,49 | 13,98 |
| Tasa Interna de Retorno Ponderada (Remuneración del Capital)** | 19,3 | 17,0 |

2. Hipótesis pesetas corrientes

| | <u>1^{er} Caso</u> <u>3.221 viviendas</u> | <u>2^o Caso</u> <u>2.416 viviendas</u> |
|--------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Tasa Interna Retorno | 15,30 | 14,70 |
| Renta Anual Equivalente (13%)* | 19,50 | 17,25 |
| Renta Anual Equivalente (15%)* | 15,04 | 12,85 |
| Renta Anual Equivalente (17%)* | 10,99 | 8,86 |

* Entre paréntesis la tasa de preferencia a la liquidez

** Calculado en el estudio realizado por ENADIMSA

4.- CONCLUSIONES

Los estudios de factibilidad técnica y rentabilidad económico-financiera, realizados de una posible operación geotérmica en Tres Cantos, han conducido a las siguientes conclusiones:

1. Desde el punto de vista del recurso disponible y la demanda que existirá en la zona, es factible técnicamente llevar a cabo la operación geotérmica de suministro de calefacción y agua caliente sanitaria a viviendas y edificios complementarios.
2. Se pueden plantear hasta 10 soluciones técnicas a la operación, variando número de viviendas, empleo o no de bomba de calor y temperatura de retorno de los elementos calefactores.
3. Las relaciones entre los parámetros económicos de la operación, son favorables en prácticamente todos los casos, de temperatura de retorno igual a 35°C.
4. Para temperaturas de retorno de 60°C estas relaciones sólo serían favorables en los casos de 4.000 viviendas equivalentes, que por otra parte son los casos considerados con menor posibilidad de realizar, ya que suponen el enganche de todos los usuarios posibles en la zona.
5. El desarrollo de la operación llevará consigo la sustitución del orden de 4.000 a 5.000 T.E.P. al año, con una inversión por T.E.P. sustituida de 155.000 a 170.000 pesetas.

6. Los valores de rentabilidad calculados, tanto para el proyecto en sí, como para el capital social aportado, muestran que la operación es rentable y por lo tanto su realización recomendable.
7. En el planteamiento de las hipótesis financieras se ha seguido el modelo utilizado en Francia. Dicho modelo implica créditos a largo plazo y bajo interés, no existentes en el mercado de capitales español, por lo que con las condiciones actuales de los créditos, la operación sería dudosamente rentable desde el punto de vista económico.

Por este motivo y siendo congruentes con los objetivos del PEN respecto a nuevas fuentes de energía, que, entre otras cosas, pretende la puesta en marcha de instalaciones de demostración, se propone una financiación que se aproxime a las de los países de la Comunidad Económica Europea para la primera operación de Tres Cantos. Esta puede obtenerse a través de los fondos asignados al Programa de Investigación de Otras Fuentes de Energía incluido en el PEN.

ANEXO 1.- MODELO FRANCES. ESTADO ACTUAL
DE DESARROLLO EN FRANCIA

1.- GENERALIDADES

Parece interesante por su proximidad geográfica, similitud geológica y reciente desarrollo, analizar brevemente la situación francesa. La investigación de sus recursos es llevada a cabo, en sus fases iniciales, por el Estado a través del B.R.G.M.

En cuanto a los recursos de baja entalpía, el criterio - seguido ha sido el siguiente: Una vez conocidas en primera aproximación las posibilidades generales de cada área, se procedió por parte del B.R.G.M. en colaboración con Elf Aquitaine, a la elaboración de unos informes sobre la evaluación del potencial geotérmico de cada cuenca en base a los datos disponibles de la investigación petrolera. Estos informes suministraban un conocimiento claro de cuáles eran los acuíferos existentes, a qué temperatura se encontraban, su distribución en el espacio, así como las características que se podían esperar en cada zona.

Concluidos estos informes, fueron difundidos y presentados por el B.R.G.M. a los entes y organismos regionales, así como a las entidades que pudieran estar interesadas en la explotación del recurso (promotores de edificaciones, empresas de servicio de calefacción, cooperativas de sindicatos de agri

cultores, asociaciones industriales, etc.) con campañas en los medios de difusión. Esta información sobre el recurso, iba acompañada de otra relativa a los sistemas de explotación.

Como consecuencia de todo ello, y coincidiendo con la crisis energética, se producen las primeras iniciativas de entidades dispuestas a estudiar la posibilidad de aplicación de este recurso a la calefacción de viviendas.

El paso siguiente fue demostrar que para un lugar concreto se cumplen dos requisitos:

- Existe el recurso y se conocen sus características
- Su explotación es posible técnicamente y rentable económicamente.

El estudio de factibilidad, para cuya financiación se pueden obtener ayudas sustanciales del Estado, es imprescindible para la obtención posterior de subvenciones y préstamos con el fin de complementar los fondos propios para la operación.

2.- DERECHO APLICABLE A LOS RECURSOS GEOTERMICOS

De acuerdo con el Code Minier francés, y por aplicación del régimen general que establece la propiedad del suelo a favor del Estado, quienes realicen trabajos de investigación de recursos geotérmicos deben solicitar un permiso de investigación.

Antes de otorgarse el permiso es necesario cumplimentar dos

requisitos:

- a) Periodo de información pública, con el fin de que cualquier afectado pueda alegar lo procedente.
- b) Realización de un estudio de evaluación del impacto ambiental de los trabajos, ya que los proyectos sobre geotermia presentan en Francia problemas de ruidos y residuos, debiendo preverse en el estudio las medidas que se adopten para disminuirlos o eliminarlos.

Si estos trámites son superados, se otorga un permiso con derecho exclusivo a realizar los sondeos en el perímetro determinado. El permiso se concede por un periodo de dos o tres años.

Si el recurso es explotable, se solicita la oportuna autorización de explotación, cuya duración puede ser de hasta cincuenta años, aunque lo normal sean periodos de 20 ó 30 años. Es importante destacar que, juntamente con la autorización de explotación, se delimita un perímetro de protección, en el cual nadie que no sea el titular del permiso pueda llevar a cabo sondeos con fines geotérmicos.

También debe consignarse la obligación legal, que pesa sobre todos aquellos que realizan trabajos en el subsuelo, de suministrar al Estado los datos que obtengan en los mismos, lo que posee indudable importancia, ya que en base a anteriores prospecciones con fines petrolíferos, han podido extraerse datos básicos para la investigación de recursos geotérmicos en Francia.

3.- ORGANISMOS RELACIONADOS CON LOS RECURSOS GEOTERMICOS

Con anterioridad a una reciente organización, había varios organismos que se relacionaban con los distintos sectores de la energía, uno de los cuales era el Comité de Energía Geotérmica, a través del cual se canalizaban las ayudas económicas.

La Agencia para las economías de energía, que depende del Ministerio de Industria, agrupó a la mayor parte de los organismos dispersos, entre ellos al Comité de Energía Geotérmica.

Por otra parte funciona desde 1975 la Delegación para las nuevas energías, cuyo fin es apoyar las operaciones que presentan un cierto carácter de novedad, suministrando información al público sobre aspectos energéticos y realizando una cierta labor de coordinación de los organismos estatales que se ocupan del tema energético.

No debe dejar de mencionarse la profunda reforma operada recientemente en el sistema administrativo francés, a partir de la cual se va a descentralizar en favor de las regiones buena parte del elenco de competencias que poseía la Administración Central, en especial a través de la institución de la prefectura. Esta descentralización va a suponer una fuerte disminución de los poderes del prefecto y un paralelo aumento de las competencias regionales, lo que sin duda va a afectar al sistema que en la actualidad se sigue en relación con los recursos geotérmicos: autorizaciones, incentivos, etc.

4.- SUBVENCIONES Y CREDITOS

1.- Subvenciones específicas a operaciones geotérmicas

Antes de la última reforma, la Administración francesa sub

vencionaba hasta un 80% del primer sondeo. Si éste ofrecía resultado positivo, el titular del proyecto venía obligado a reintegrar la suma recibida a bajo interés y plazo a convenir.

Sin embargo, el sistema no rindió buenos frutos debido a varias razones: En primer lugar, no era fácilmente asimilable que la Administración se convirtiera en algo parecido a un instituto bancario de cobros y pagos; pero sobre todo, existía el hecho de que el presupuesto destinaba unos fondos para subvencionar la investigación geotérmica, fondos lógicamente limitados. Al entregarse dotaciones tan importantes para los proyectos, sólo algunos de ellos accedían a la subvención.

Por todo ello, el sistema fue modificado y en la actualidad rige el siguiente:

- La Administración entrega una subvención del 30% del primer sondeo, a fondo perdido. Esta cantidad se entrega con carácter definitivo y no es reintegrada, tanto si el sondeo es positivo como negativo.

Si el sondeo es negativo, la Administración entrega al titular una subvención adicional del 50%, con lo cual el total aportado asciende, como en el sistema anterior, al 80%.

2.- Otras subvenciones y créditos

a) Subvenciones

Cuando se plantea una operación de investigación de recursos geotérmicos, pueden obtenerse otras subvenciones, como las siguientes:

a.1.- Agencia para la economía de la energía

Subvenciona cualesquiera proyectos que tengan por finalidad ahorrar petróleo. La cuantía de la subvención depende de la economía de petróleo prevista, estando en la actualidad aproximadamente en 400 FF por tonelada de equivalente de petróleo.

a.2.- En el caso de investigación geotérmica destinada a edificios, existe en Francia un organismo gestor de grandes edificios que otorga subvenciones por economías de energía.

a.3.- Subvenciones regionales

Algunas regiones interesadas en las economías energéticas, tienen previstas algunas subvenciones para proyectos que persigan esa finalidad, como es el caso de los geotérmicos.

a.4.- En el último grupo, pueden incluirse algunas subvenciones que otorga anualmente la Comunidad Económica Europea a proyectos seleccionados por su interés.

b) Créditos

En Francia existen tres instituciones semipúblicas que otorgan créditos para la financiación de operaciones de investigación de recursos geotérmicos:

b.1.- C.D.C. (Caja de Depósitos) puede otorgar hasta el 70% de crédito para la financiación del primer sondeo geotérmico. El plazo de devolución es de quince años y el interés es del 11,75%.

b.2.- C.A.E.C.L. Equivalente a un Banco de Crédito Local, otorga créditos para estas operaciones a quince años y al 15,5% de interés.

b.3.- Créditos otorgados por el organismo gestor de viviendas sociales, aproximadamente al 11% de interés.

Sin perjuicio de todo lo anterior, el problema más importante con que cuenta la investigación geotérmica en Francia es, pese a las ayudas y subvenciones, las altas inversiones iniciales que se precisan. Por ello la Administración trabaja en estos momentos en el intento de agrupar todas las iniciativas geotérmicas existentes cada año, con el fin de presentar una demanda única a las empresas que realizan los sondeos y prospecciones. Ello permitiría abaratar el coste de las perforaciones, al actuar desde una posición de mayor fuerza y al permitir además a las empresas prospectoras realizar programaciones a más largo plazo.

5.- OPERACIONES DE INVESTIGACION Y EXPLOTACION DE RECURSOS GEOTERMICOS

5.1.- INVESTIGACION

1.- Titular del proyecto

El titular del proyecto o "maitre d'ouvrage" es el principal interviniente en la operación, siendo la entidad más directamente interesada en la ejecución del proyecto. Este titular puede ser público o privado:

1.1.- Titular privado. En este caso la operación puede responder a dos objetivos:

a) Operación para vender calor. En este caso el titular realiza la investigación y puesta a punto del sistema y negocia comercialmente la venta del calor generado.

b) Operación realizada por un grupo de utilizadores.

Es el supuesto de una asociación de industriales de una zona, sindicatos, propietarios de edificios, etc. que se agrupan para financiar la operación con la finalidad de utilización propia.

1.2.- Titular público. Más frecuente es el supuesto de que la operación sea promovida por establecimientos de derecho público, como municipalidades, organismos paraestatales, organismo administrativo gestor de los grandes edificios en Francia, etc. que pueden funcionar como sociedad de economía mixta, como consorcio o sindicato de interesados, etc.

Debe tenerse en cuenta que en ocasiones el titular de la operación no es un único ente a lo largo de toda ella, ya que puede haber una separación existiendo entonces:

- a) Titular de la operación en el subsuelo. Es la entidad que asume la investigación y sondeos geotérmicos.
- b) Titular de la operación en superficie. Lleva a cabo la instalación exterior necesaria para llevar el calor a los centros de consumo. Generalmente esta entidad es la concesionaria de la distribución del calor, quien recibe para ello un permiso del Prefecto, y contrata con los usuarios y con el titular de la operación en el subsuelo, a efectos del reintegro de las cantidades invertidas por éste.

2.- Ente técnico de la operación

Normalmente el titular de la operación carece de la competencia técnica necesaria para llevar a cabo la misma, y ello le obliga a apoyarse en entidades especializadas, realizando -

algo semejante a una delegación de la titularidad (maitrisse d'ouvrage delegué).

Estas entidades no asumen el riesgo de la operación, sino que son meramente oficinas técnico-consultoras que asisten al titular. Estas consultoras pueden ser de subsuelo o de superficie y dentro del primer grupo puede citarse al B.R.G.M. quien interviene como titular delegado de la operación pero no asume los riesgos, es decir, no participa en la eventualidad de los beneficios o pérdidas de la misma; todo lo más, participa con un pequeño porcentaje en sociedades de economía mixta creadas para montar una operación, pero ello en casos muy aislados y con una participación débil.

Además del titular y del ente técnico existen las entidades que materialmente ejecutan las operaciones por contrato: perforadores, equipos de sondeos, etc.

5.2. -- ~~EXPLOTACION~~

Como en el caso anterior, es necesario distinguir el supuesto de titular privado y público de la operación de investigación.

- Titular privado. Si es una entidad privada la que ha ejecutado la investigación para vender la energía resultante, el recurso será explotado por ella misma comercialmente; si es un grupo que se asoció para realizar la operación, el recurso será utilizado por los socios agrupados.
- Titular público. En este caso, la cuestión se complica puesto que existen diversos aspectos a considerar: gestión del recurso, concesión del servicio, mantenimiento, etc., debiendo hacerse la consideración de que hay compañías privadas especializadas en cada una de estas facetas de la explotación.

Normalmente, cuando la operación es promocionada por las municipalidades (caso más frecuente), existe el problema de la concesión del suministro de energía geotérmica. En este caso intervienen los siguientes entes:

1) Autoridad concedente del servicio. Es el municipio, quien otorga la concesión, con aprobación del Prefecto. (Probablemente, esta última aprobación desaparezca tras la reciente reforma administrativa francesa).

2) Concesionario. Esta entidad financia los trabajos de la red de suministro de energía geotérmica en la zona delimitada por la concesión. Posee el monopolio de distribución de calor geotérmico en esa zona y todos los constructores de nuevos edificios - dentro de la misma están obligados a realizar la conexión a la red geotérmica. Esta obligación no recae en cambio sobre los edificios anteriores.

El documento por el que se otorga la concesión contiene los términos económicos de la misma, especialmente:

- a) reintegro por el concesionario de las cantidades invertidas - por el titular de la operación de subsuelo en la investigación de los recursos geotérmicos.
- b) Tarifas previstas para la venta de la energía a los usuarios. En especial, se prevé la modificación a la baja de dichas tarifas, una vez que la operación de investigación ha sido amorizada.
- c) Plazo por el que se otorga la concesión, generalmente entre 25 y 30 años.

3) Usuarios. Reciben el calor geotérmico y abonan al concesionario las tarifas correspondientes.

Debe también tomarse en consideración un aspecto interesante de la explotación de los recursos geotérmicos en Francia: el mantenimiento de la explotación puede tropezar con algunos problemas como la corrosión, etc. Para disminuir este riesgo se encuentra previsto un sistema mediante el cual cada explotación abona un pequeño canon por unidad geotérmica extraída. Estas cantidades alimentan un fondo mediante el cual se procedería a asegurar la financiación de los riesgos de explotación.

6.- EJEMPLO DE MONTAJE ECONOMICO DE UNA OPERACION

1.- Inversiones previstas:

| | | |
|-----------------------------|----------------|---------|
| - Sondeos | 20.000.000 | francos |
| primer sondeo | 12.000.000 | " |
| segundo sondeo | 8.000.000 | " |
| - Estación geotérmica | 5.000.000 | " |
| - Red de instalación | 10.000.000 | " |
| - Adaptaciones | 5.000.000 | " |
| TOTAL OPERACION | 40.000.000 | " |

2.- Financiación de las operaciones

2.1.- Subvenciones

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------|-------|
| 2.1.1.- Subvención del Comité de Geotermismo (30% del primer sondeo) | 3.600.000 | " |
| 2.1.2.- Agencia de economías de la energía | 1.200.000 | " |
| 2.1.3.- Otras subvenciones | 2.000.000 | " |
| TOTAL SUBVENCIONES | 6.800.000 | " |

2.2.- Créditos

| | | |
|--------------------------------------------|-----------|---|
| 2.2.1.- C.D.C. (70% del primer sondeos) .. | 8.400.000 | " |
|--------------------------------------------|-----------|---|

| | |
|-------------------------|--------------------|
| 2.2.2.- C.E.E.C.L. | 24.800.000 francos |
| TOTAL CREDITOS | 33.200.000 " |

7.- EJEMPLO DE MONTAJE ADMINISTRATIVO DE UNA OPERACION

(Supuesto de que exista separación entre titulares, en cuyo caso hay dos figuras: titular de la operación en el subsuelo y titular en superficie).

| INVESTIGACION Y EXPLOTACION | DISTRIBUCION | CONSUMO |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Sociedad de economía mixta | Distribuidor | Usuarios |
| 55% la municipalidad | Financia la red de instalación. | |
| 30% capital privado | y obtiene la concesión para el suministro de energía geotérmica. | |
| 5% oficina de estudio (ej. B.R.G.M.) | | |
| 10% Bancos | | |
| Esta sociedad realiza los dos sondeos, recibiendo las subvenciones y créditos previstos. | Abona a la Sociedad de Economía mixta la inversión realizada en los términos estipulados previamente. | Abonan al distribuidor las tarifas correspondientes. |

8.- RENTABILIDAD ECONOMICA DEL PROYECTO

A fin de definir la rentabilidad económica de un proyecto, se realiza el balance financiero de la operación. Con él se trata de conocer los siguientes puntos:

- Cómo y cuándo obtener las subvenciones y préstamos necesarios.

- Si los márgenes a obtener en la explotación, permiten hacer frente a las anualidades de los préstamos.

Se define como economía de explotación, la diferencia entre los costos de explotación de una solución de calefacción clásica por combustibles tradicionales (derivados de petróleo) y los costos de explotación para la solución geotérmica; y economía final, la diferencia entre la economía de explotación y la anualidad de los préstamos.

Desde julio de 1980, existe una ley por la que el 25% de la economía de explotación debe retornar a los consumidores, disminuyendo sus costos de calefacción; por ello, sólo se dispone del 75% de la economía de explotación para hacer frente a las anualidades.

Ratios generalmente utilizados

a) Ratio Economía/Inversiones

Es la relación entre la economía conseguida el primer año de explotación y las inversiones y se considera bueno a partir de 0.10.

Su inverso es conocido como tiempo de retorno bruto de las inversiones.

b) Ratio Inversión/T.E.P. anuales

Es la relación entre la inversión total y el número de T.E.P. sustituidas. Este ratio se considera bueno cuando su valor se encuentra por debajo de 12.000 F.F. (1981), es decir, unas 205.000 ptas por tonelada equivalente de petróleo sustituida.

9.- DURACION MEDIA DE LAS OPERACIONES

A título orientativo se pueden dar los siguientes plazos de tiempo para cada fase en el desarrollo de una operación geotérmica:

- Decisión de estudiar una operación
- Estudio de factibilidad 4-5 meses
 - Estudio de recurso
 - Inventario de demanda
 - Soluciones técnicas
 - Balances energético y financiero
 - Estudio del montaje jurídico y financiero
- Decisión del promotor
- Decisión del Comité de Geotermia 1 mes
 - Trámites jurídico, Administrativos y Financieros
 - Montaje jurídico y financiero
 - Obtención de los permisos administrativos
 - Obtención de las subvenciones y créditos
- Realización de la operación
 - Perforación del primer sondeo y pruebas 4 meses
 - Estudio completo de las instalaciones 1 mes
 - Perforación del segundo sondeo, trabajos de superficie, instalaciones 6 meses
- Puesta en servicio

OPERACIONES ACTUALMENTE EN MARCHA

Las operaciones geotérmicas que actualmente funcionan en Francia son las siguientes:

| | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| Melun | 3.000 viviendas |
| Creil | 4.100 " |
| Mee sur Seine | 3.000 " |
| Coulomiers | 2.200 " |
| Meaux | 6.000 " |
| Aulnay sous Bois | 4.200 " |
| La Curneuve Sud | 2.000 " |
| Villeneuve La Garenne | 1.800 " |
| Cergy Pontoise | 3.500 " |
| Bruyere La Chatel | 1.200 " |
| Jonzac | 2.500 " |
| Dax | 2.000 " |
| Mont de Marsans | 2.200 " |
| Bourdeaux-Benanges | 2.000 " |
| Bourdeaux | 500 " |
| Bourdeaux Merriadec | 3.400 " |
| Blagnac | 1.000 " |
| Mellerey | Invernaderos - 2.500 v.e.g. |
| Clichy sous Bois | 3.000 " |

Están desarrollándose actualmente en fase de sondeos, instalaciones, etc, con un total de 50 nuevas operaciones.

ANEXO 2.- SOCIEDAD EXPLOTADORA
EMPRESAS INTERESADAS

MONTAJE JURIDICO: SOCIEDAD EXPLOTADORA

Para la operación de Tres Cantos se propone la formación de una sociedad mixta con participación de entidades y empresas públicas y privadas, que se ocupe tanto de la producción de fluido geotérmico (sondeos y estaciones de bombeo), como de la distribución de calefacción y agua caliente (central de intercambio y redes de distribución). Esta es una de las posibilidades que se dan en las operaciones francesas. Otra posibilidad sería separar ambos términos: producción y distribución. Para una primera operación se estima más conveniente la solución propuesta, aunque en el futuro puedan separarse las funciones.

Las empresas o entidades que podrían entrar a formar parte en dicha sociedad explotadora y que han manifestado su deseo de hacerlo son:

ENISA: Empresa Nacional de Innovaciones, S.A., ha mostrado su interés en participar en operaciones geotérmicas en general, y en ésta en especial, a través de su Director General.

EMICOSA: Empresa española filial de la franco-belga Compagnie - General de Chauffe, que tiene una amplia experiencia en Francia en operaciones geotérmicas.

Ha ofertado la realización de estudios técnico-económicos en los casos de Villalonquénjar, San Sebastian de los Reyes y Estudio de Mercado de la zona Norte de Madrid. Actualmente realiza en colaboración con el B.R.G.M. el estudio técnico-económico de Villalonquénjar, y en colaboración con APLESA el estudio de mercado en la zona Norte de Ma-

drid. A través de su Director General ha manifestado interés en entrar en una sociedad que se dedique a la explotación de recursos geotérmicos de una manera similar a como lo hace en Francia su empresa matriz.

APLESA: Empresa filial de CAMPSA, dedicada a aplicaciones energéticas. CAMPSA le cedió los derechos que contractualmente tenía con ENADIMSA a través de la investigación geotérmica del sondeo de petróleo Pradillo 1. Además de esta posibilidad de entrar en la explotación de la operación de San Sebastian de los Reyes, ha manifestado su deseo de participar en otras operaciones en diversas reuniones mantenidas por su Dirección (Presidente y Director General) con la Dirección de ENADIMSA.

COMPANIA GENERAL DE SONDEOS: Perteneciente al grupo CEPESA, dedicada a la investigación geológico-minera, dispone de un parque de máquinas perforadoras de sondeos geotérmicos y de petróleos. Su interés ha sido manifestado por el Director General. Dispone de un buen equipo de investigación de recursos geotérmicos con amplia experiencia.

TRES CANTOS, S.A.: Sociedad en la que participan la Diputación Provincial de Madrid y el Ministerio de Obras Públicas, que se ocupa de la planificación y gestión de la ciudad Tres Cantos. Ha manifestado a través de su gerencia, el deseo de participar en el desarrollo de la operación, a la Dirección del Instituto Geológico y Minero de España, ENADIMSA, así como a la Comisaría de la Energía en la visita efectuada durante las pruebas de bombeo.

I.G.M.E.: Como organismo investigador ha realizado el primer sondeo que ha servido para realizar la primera evaluación del recurso. Ha mantenido contactos con TRES CANTOS, S.A. a fin de recuperar (si ello es posible), la inversión realizada en caso de explotación del sondeo.

E.N.A.D.I.M.S.A.: Como empresa operadora de la Dirección General de Minas para el Plan Energético Nacional, ha contribuido a la investigación y evaluación de recursos geotérmicos en la zona. Está interesada en la participación en las fases de investigación y extracción del recurso.