

PROYECTO EFEDA ESTUDIO DE UNA REGION TESTIGO EN ZONA DE RIESGO DE DESERTIZACION

*Luis Sánchez Muniosguren
Dr. en Ciencias Físicas. Meteorólogo*

1. Introducción

En las jornadas anteriores del Seminario han tenido Vds. la oportunidad de comentar y discutir distintos aspectos de eso tan complejo y tan de moda como es el clima. Hasta hace unos años el clima era considerado por la mayoría de las personas como algo estático e inerte; a cada región le correspondía un clima perfectamente determinado y casi nadie pensaba que esa clasificación, de acuerdo con lo establecido por los grandes climatólogos, pudiera cambiar.

Pero recientemente, y en virtud de nuestro empeño por acortar el tiempo y el espacio, parece que nuestro planeta se ha hecho más pequeño y débil y se ha extendido, con razón, la idea de que es muy vulnerable y, precisamente, por el hombre.

Por una parte, estamos descubriendo la enorme complejidad del sistema climático con todo el conjunto de interacciones entre sus partes. Por otra, no cejamos en modificar aceleradamente la composición de la atmósfera y transformar la superficie del suelo. Y ahora comenzamos a plantearnos, con cierto fundado temor, el arduo problema de los efectos climáticos de nuestras actividades. Y no es, como puede suponerse, que haya surgido un interés altruista y científico por el tema, no. Es que los estudios realizados van sembrando la alarma, y alarma cada vez más cercana, al gran público. Cánceres de piel, inundaciones costeras, sequías, contaminaciones, variación de la producción de alimentos, desertizaciones y otras desgracias son las plagas con las que

nos sentimos amenazados por doquier. Esta preocupación va calando en las sociedades que llamamos «desarrolladas», y somos precisamente las que transformamos el planeta, porque la parte «no desarrollada» de la humanidad tiene otros problemas más acuciantes e inmediatos.

No se crea, sin embargo, que el tema acaba de descubrirse. El físico británico John Tyndall afirmó en 1861 que podrían producirse fluctuaciones climáticas a causa de las variaciones del contenido de CO₂ en la atmósfera.

Parece ser que fue Callender en 1938 el primero en afirmar que el incremento de CO₂ debido a las actividades económicas humanas, traería como consecuencia un calentamiento atmosférico mundial. También los fenómenos naturales, como las erupciones volcánicas, pueden producir bruscas e impensadas modificaciones temporales del clima. A principios de este siglo, en los famosos años veinte, Humphreys se dio cuenta de que las erupciones volcánicas contribuían a los cambios climáticos. Esta posibilidad no pasó desapercibida tampoco a ese buen meteorólogo que fue D. José M.ª Lorente, quien en un artículo sobre «La importancia del polvo atmosférico», publicado en el número de septiembre-octubre de 1928 de los Anales de la Sociedad Española de Meteorología decía: «La horrenda explosión del volcán Krakatoa el año 1883, lanzó al espacio unos cuatro kilómetros cúbicos de rocas en forma de pedruscos y polvo. Este se elevó a unos 27 kilómetros de altura, y las corrientes superiores de aire lo distribuyeron por todo el mundo, con lo que dio origen a una serie de

fenómenos ópticos, al aumento de lluvias y a la disminución de temperatura, pues el velo tenuísimo que ese polvo formó alrededor de la Tierra fue causa de que parte del calor recibido del Sol quedase absorbido en la atmósfera superior y no llegase al suelo».

Los volcanes producen en efecto una modificación atmosférica de la composición de la atmósfera mediante la gran cantidad de materias sólidas, líquidas y gaseosas que inyectan en la atmósfera pero que, dado su origen natural, no podemos calificar de contaminación. Es más, las teorías más recientes sobre el origen de la atmósfera (Walker, 1977) son partidarias de un origen volcánico de la atmósfera actual, habiendo llegado a la conclusión de que nuestro planeta perdió su atmósfera primitiva.

Pero es quizá en la década de los sesenta cuando comienza a suscitar más interés el tema de los cambios climáticos. Los estudios de Budyko, iniciados en 1961, contribuyen decisivamente a sembrar la inquietud por el problema. Los trabajos se multiplican en los países más avanzados y la preocupación por las posibles variaciones del clima puede decirse que adquiere un reconocimiento internacional en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente celebrada en 1972 en Estocolmo.

Gran parte de los temas que hoy día nos sigue preocupando se encuentran ya recogidos en un libro publicado en 1970 con el título «Man's Impact on the Global Environment» (Impacto del hombre en el medio ambiental mundial). La publicación es el resultado de una reunión mantenida, durante todo el mes de julio de 1970, por unos cuarenta científicos y profesionales, con objeto de hacer un estudio de los problemas más cruciales del medio ambiente que fuera de utilidad para la Conferencia de las Naciones Unidas antes citada. Se habla en ella, entre otros, del problema del CO₂, de los posibles efectos de la aviación y de los transportes supersónicos sobre la atmósfera, de los contaminantes, de los residuos nucleares, de los pesticidas y, por supuesto, de las relaciones entre los cambios en la super-

ficie terrestre y el clima que, en los próximos minutos nos va a interesar especialmente. Respecto a estas relaciones entre la superficie terrestre y el clima se recomendaba en ese trabajo que, antes de emprender la modificación de superficies muy extensas, se construyeran modelos matemáticos que simulasen sus efectos sobre el clima de la región o, posiblemente, sobre toda la Tierra. Vemos pues, que hace veinte años ya se había identificado la importancia de este tema.

2. Importancia de la superficie terrestre en el clima

Sobre el tiempo atmosférico y, por consiguiente, sobre el clima saben Vds., que influyen una serie de factores de carácter astronómico y otros elementos propios del planeta: la naturaleza de la atmósfera con su peculiar composición y masa, y las características de la superficie, tanto líquida (mares, lagos, ríos) como sólida. Planteada la circulación general atmosférica de manera matemática, la superficie terrestre actúa como condición de contorno del problema, y la solución depende en gran medida de los supuestos que se introduzcan sobre la naturaleza y comportamiento a lo largo del tiempo de la superficie terrestre. Ya pueden Vds. adivinar lo difícil y complejo que es la introducción de unas buenas condiciones de contorno superficiales en los modelos matemáticos climáticos; requerirán, entre otras cosas, de un buen modelo de circulación oceánica y de modelos criosféricos, los cuales, por otra parte parece que están más atrasados que los modelos atmosféricos. Pero es que además, el sistema atmosférico no está cerrado de manera estanca por el suelo. Hay un continuo e incesante intercambio de materia y energía a su través. Nos referíamos antes de la actividad volcánica, pero hay otros fenómenos naturales y también antropogénicos que alteran la capa de aire junto al suelo, alteración que influye posteriormente en toda la atmósfera y cambia su comportamiento.

Cada vez se da más importancia al papel que la superficie terrestre tiene sobre el clima y sus posibles variaciones, pero ya habrán advertido ustedes el amplio sentido que hay que dar aquí

al término «superficie terrestre». Están comprendidos en él los aspectos de la biosfera que influyen sobre la atmósfera (como la vegetación), los aspectos radiactivos, de intercambio de calor y cantidad de movimiento e incluso, la naturaleza del suelo y del subsuelo por cuanto influyen en el flujo de calor y del agua.

Recíprocamente, es preciso tener en cuenta la decisiva acción que el clima tiene sobre el suelo y su transformación.

La variedad de interacciones entre la capa atmosférica en contacto con la superficie terrestre y ésta, junto con los distintos especialistas científicos que es preciso tener en cuenta (meteorólogos, biólogos, geólogos, edafólogos, hidrólogos, oceanógrafos, químicos...) hacen difícil el tratamiento del problema, siendo preciso un esfuerzo de coordinación y síntesis de resultados. La pequeña escala a la que suelen ocurrir las interacciones añaden dificultad al tema y se hace necesaria una integración a mayor escala de los procesos que permiten su cuantificación e incluso el seguimiento de los cambios que puedan ocurrir.

Para concretar ideas tomemos un ejemplo, el de la desertización de una zona. La desertización, determinada últimamente por un deterioro y degradación de la capacidad biológica del suelo, es fenómeno que ocurre ante nuestros ojos pero que es difícil ver con claridad y mucho más difícil medir. Está enmascarado por la variación anual del tiempo y por las fluctuaciones climáticas naturales. Sólo en casos de actividades humanas a gran escala, como la deforestación de grandes extensiones, queda de manifiesto de manera indiscutible el proceso de desertificación. Sin embargo, en la mayoría de los casos, y aún cuando el proceso tarda pocos años o décadas, transcurre con la suficiente lentitud para que sólo sea patente cuando ya no tiene fácil solución. El caudal de un manantial o el nivel de una laguna sufren oscilaciones naturales de un año a otro, pero superpuesta a éstas se puede encontrar el efecto de una sobreexplotación de los acuíferos que queda enmascarada o que, en muchos casos, no

quiere verse. El proceso de desertización está íntimamente relacionado con la evolución de la cubierta vegetal que, puede usarse precisamente como medida de esa desertización.

El estudio de los procesos de interacción entre la superficie terrestre y la adyacente capa atmosférica, también llamada capa límite o frontera, es un tema clásico en Meteorología pero que ha adquirido en la década de los años 80 un nuevo auge por el doble motivo de necesitar una mejor modelización de los procesos y por ser posible utilizar nuevos métodos de medida a microescala y a macroescala. Cabe resaltar aquí los siguientes tres temas fundamentales:

- a) Conocimiento a pequeña escala de los procesos físicos, químicos y biológicos en la capa límite y subsuelo.
- b) Desarrollo y evaluación de sistemas de medida de dichos procesos a macroescala, fundamentalmente, desde satélites.
- c) Modelización o parametrización de estos procesos para su utilización en modelos numéricos de predicción y modelos climáticos.

Pues bien, hay una creciente actividad en este campo a nivel internacional. Se han desarrollado ya experimentos y estudios con este enfoque y existe toda una línea de investigación en este sentido apoyada por Organizaciones como el CIUC, OMM, PNUMA, IAMAP y las Comunidades Europeas, entre otras.

3. Recientes estudios y experimentos

Los estudios de evaluación, interpretación, corrección y aplicación de la información obtenida por los satélites en la investigación climática son prometedores, pero pueden considerarse todavía en un estado primario de desarrollo. Es necesario relacionar las medidas hechas en el satélite con medidas simultáneas realizadas junto al suelo, por lo que es preciso llevar a cabo complejos experimentos que también dependerán de la escala de los fenómenos a estudiar.

El Proyecto climatológico internacional para estudio del suelo mediante satélite (ISLSCP) tiene como objetivos principales los siguientes:

— Mejora de la utilidad de los datos de satélite para estudios de cambio de clima, mediante el desarrollo y uso en estudios piloto de algoritmos de evaluación, para deducir las características del suelo y la vegetación que son esenciales para el conocimiento de las interacciones entre el suelo, la atmósfera y la vegetación.

— Organización de experimentos de campo para estudiar estas interacciones. Los experimentos producirán conjuntos de datos que servirán para validar las informaciones promediadas en el área de estudio mediante satélites. También valdrán para mejorar la parametrización de los modelos de interacción.

— Puesta en marcha de la producción operativa de conjuntos de datos a nivel mundial que se necesitan para los modelos climáticos y estudios de variabilidad natural del sistema Tierra así como del impacto de las actividades humanas en dicho sistema.

Dentro de este Proyecto ISLSCP ya se han llevado a cabo experimentos como el FIFE (primer experimento de campo ISLSCP) en 1987, La Crau, Níger 88, Groenlandia 87/88 y LOTREX (FRG 1988).

Otro tipo de experimentos de campo parecido lo constituyen los del tipo HAPEX (experimento piloto atmosférico e hidrológico) con una componente importante en el estudio del balance hídrico y los procesos de evaporación. La escala de los experimentos de este tipo es mayor que la de los ISLSCP pues, mientras en éstos el área de trabajo es del orden de $10 \times 10 \text{ km}^2$, en el HAPEX es de $100 \times 100 \text{ km}^2$ lo que coincide aproximadamente con la rejilla de los modelos climáticos. El primer experimento tipo HAPEX, el HAPEX-MOBILHY se llevó a cabo en Francia en 1986.

La situación actual de los conocimientos aconseja continuar la realización de experimentos del

tipo de los descritos en distintas condiciones climáticas con vistas a la mejora de los procedimientos que permitan ser usados operativamente en los estudios climáticos. En particular, sería muy interesante poder detectar y realizar el seguimiento por satélite de los cambios en el suelo y el avance o retroceso de la desertización en un área determinada.

4. Planificación del programa EFEDA como contribución al programa EPOCH

Acabamos de esbozar un problema científico —el de la interacción atmósfera suelo— y hemos dicho que ya se han realizado experimentos pero que es conveniente su continuación. Los resultados tendrán aplicación en la meteorología, climatología, edafología, hidrología, etc. y se espera que puedan servir para un mejor seguimiento en el tiempo de los procesos de transformación del suelo, y en particular, de la desertización. Cabe añadir ahora que hay muchos científicos interesados en el problema; unos han trabajado muy activamente en él y tienen una gran experiencia y otros están interesados también, pero no han trabajado en esta dirección dentro de sus especialidades. Dado que la problemática es muy amplia, hay que tener en cuenta que el objetivo de los distintos investigadores tampoco es exactamente el mismo. Unos están interesados en unos aspectos y otros en aspectos distintos. Podríamos decir que tienen intereses complementarios, no comunes. La realización de experimentos conjuntos, cuando estos experimentos implican superficies de $100 \times 100 \text{ km}^2$ y objetivos no exactamente comunes, es difícil de conseguir y organizar.

Y existe otro problema importantísimo que es el de la financiación. Los gastos de estancias prolongadas en otros países, los de transporte y mantenimiento de equipos, en el supuesto de que se disponga de ellos, y los de operación de aviones especiales y obtención de datos de satélite son los suficientemente elevados como para que sea difícil obtener los recursos necesarios.

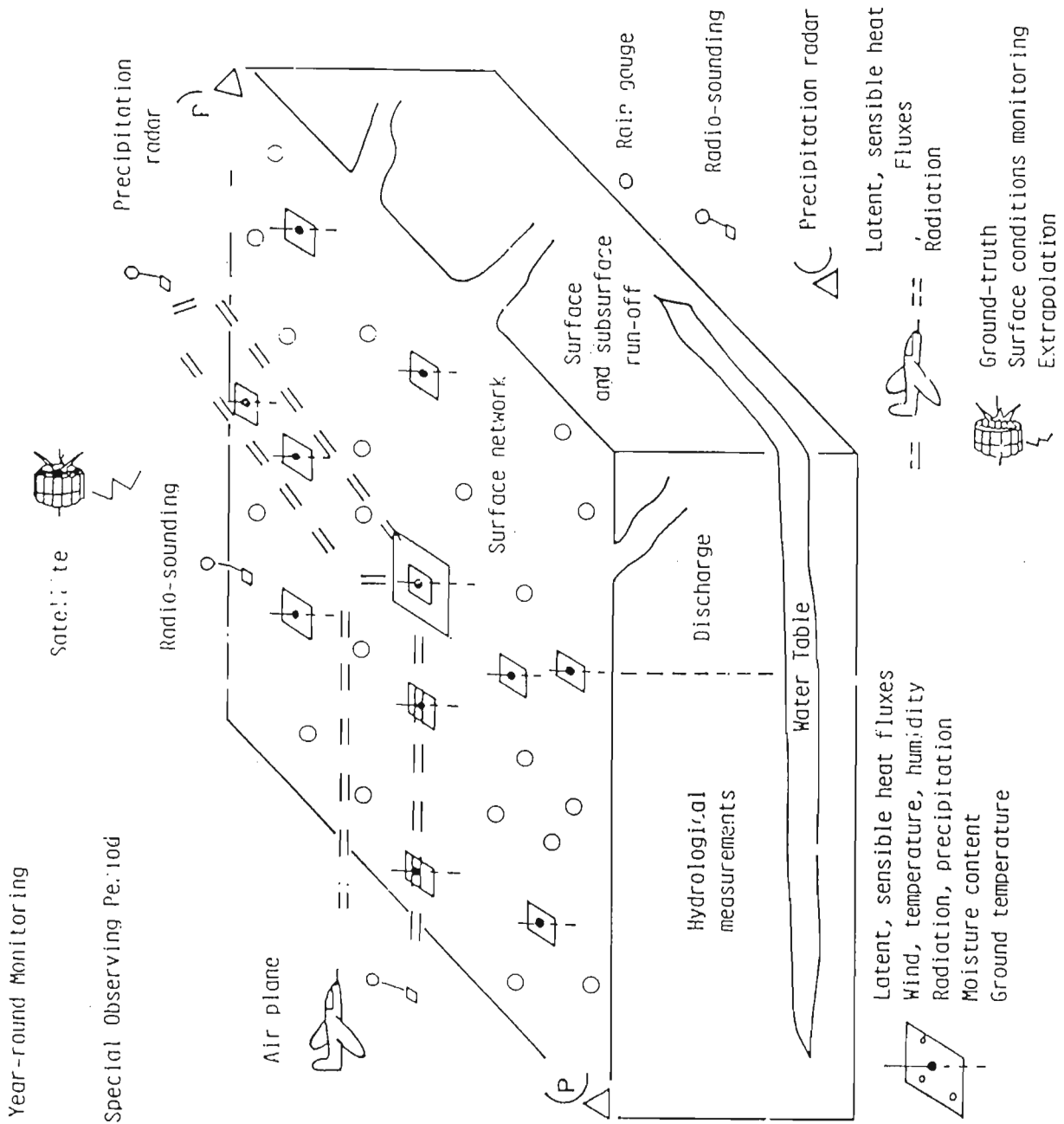


Figura 1.—Vista esquemática del HAPEX-MOBILHY en el área del experimento. Los símbolos convencionales son para medida de los diversos parámetros a considerar.

Afortunadamente, cuando los problemas son de suficiente importancia siempre es posible encontrar medios para emprender su resolución.

El programa marco de actividad de las Comunidades Europeas en el ámbito de la investigación y desarrollo tecnológico contempla la realización de programas específicos sobre medio ambiente. Uno de estos programas es el programa de Investigación en el campo de la Climatología y los Desastres Naturales (EPOCH). El plazo de realización de este programa comprenderá prácticamente 1990, 1991 y 1992. En líneas generales podemos decir que el programa EPOCH pretende mejorar el conocimiento sobre los cambios climáticos y sobre los impactos que estos cambios pueden producir en nuestra Sociedad. Trata de precisar los cambios más inmediatos en los regímenes de temperatura y precipitación, los cambios en el nivel del mar, el efecto sobre las plantas —y en particular sobre la agricultura— del incremento del CO₂ y los cambios del clima y, la posibilidad de un incremento de los fenómenos atmosféricos extremos como son las precipitaciones intensas y las situaciones de sequía.

El programa EPOCH se estructura en cuatro áreas de investigación:

- Climas anteriores y cambio climático.
- Proceso y modelos climáticos.
- Repercusiones climáticas y fenómenos relacionados con el clima.
- Fenómenos sísmicos.

Vemos que el tema de investigación que nos preocupaba —desarrollo y prueba de modelos que describan los procesos hidrológicos y atmosféricos y su interacción con el clima, así como los métodos de observación que permitan la detección de cambios climáticos— cae dentro de la segunda y tercera áreas de investigación de EPOCH. Gracias a esto, podría resolverse, al menos parcialmente, el problema de la financiación.

Pero la preparación del Proyecto de investigación que hoy nos reúne aquí, y cuyos antecedentes e intereses científicos acabamos de esbozar, no ha sido sencilla ni corta. Permítanme que les cuente la historia aunque sea de forma abreviada.

Es preciso que nos remontemos a 1987. La Comisión de las Comunidades Europeas, al objeto de ir coordinando los grupos de investigación europeos que trabajan en climatología, con vistas a que se presentasen Proyectos de interés cuando se publicase el Programa EPOCH, encargó a un grupo de investigadores que preparase un programa de investigación sobre los cambios del suelo y sus efectos sobre el clima, con especial énfasis en la erosión y desertificación en el sur de Europa. Coordinaba el Grupo el Profesor Bolle de la Universidad Libre de Berlín.

Estaba claro que el Programa de investigación debería incluir uno o varios experimentos de campo y era preciso acometer la labor de seleccionar el dónde, cuándo y cómo de los experimentos junto con el diseño general del Programa. El grupo consideró que era importante elegir lo antes posible el lugar de las experiencias que, en principio, podrían realizarse en España, Grecia e Italia se inició una serie de contactos y vistas para la selección del lugar. Las especificaciones del lugar buscado eran en aquel momento las siguientes.

- La zona debía ser vulnerable respecto a las variaciones climáticas.

- La zona debía ser homogénea de manera que la topografía no fuese dificultad para la interpretación de los resultados.

- Sería preferible una zona en la que pudiesen estudiarse los cambios entre un período húmedo y uno muy seco, siendo preferible que la zona estuviese comprendida en la cuenca de un río.

- Sería necesaria una superficie de, al menos, 10 x 10 km²

— Debería disponerse de un archivo retrospectivo de datos meteorológicos y climatológicos.

— La zona debía ser accesible en coche para permitir instalar y mantener los instrumentos.

— No debería haber en la zona problemas de alojamiento ni telecomunicaciones. Debía haber un aeropuerto suficientemente cerca.

En aquel entonces, en nuestro país, las Instituciones que resultaron interesadas en el Proyecto fueron la Universidad de Valencia y el Instituto Nacional de Meteorología. Tras una serie de contactos por carta, se organizó una visita del Profesor Bolle y otros 3 científicos europeos a zonas del levante y sureste de España que podían cumplir las especificaciones antes citadas. La visita se realizó la semana del 12 al 17 de junio de 1988 y en ella participaron investigadores de la zona que pudieran estar interesados en el Proyecto. En Murcia se visitaron las zonas de Fortuna, Los Baños, Abanilla, Mula y El Niño donde la erosión y la degradación del suelo está patente por todas partes. Desde Valencia se efectuaron visitas a Almansa, Requena, Utiel y Liria. Todas las zonas visitadas tienen un claro interés desde el punto de vista de la desertización pero la interpretación de las medidas que se realizasen desde satélite sería difícil debido a su compleja orografía. Por ello no se llegó a ninguna conclusión sobre los lugares visitados.

La última semana de septiembre de 1988 y, aprovechando la reunión de usuarios de METEOSAT que se celebró en Madrid, tuvimos varias reuniones de trabajo sobre el Proyecto en las que se estudiaron las contribuciones de cada uno de los distintos grupos interesados. Por entonces, ya se había decidido realizar el experimento en nuestro país. Pocos días después, los responsables del Programa Mundial de Investigaciones Climáticas recomendaban que se añadiese una componente hidrológica al experimento, es decir, que se fuese hacia un experimento tipo HAPEX, lo que implicaba considerar un área para el experimento de 100 x 100 km².

A finales de noviembre de 1988 tuvimos una reunión de coordinación en Valencia entre representantes de la Universidad de Valencia y el Instituto Nacional de Meteorología. Se definieron con claridad los intereses de ambas Instituciones y se redactó un documento conjunto sobre el experimento que, en aquel momento, se llamaba IFEDA (ISLSCP Field Experiment in Desertification Threatened Areas).

Hay otra reunión en Barcelona aprovechando la Asamblea de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica en marzo de 1989 y en ella se acuerda básicamente:

1.º Redactar una propuesta (ECHIVAL) de Proyecto europeo sobre interacciones climáticas e hidrológicas entre la vegetación, la atmósfera y el suelo que incluya el experimento en España y otra en Níger, ambos tipo HAPEX.

2.º Definir un programa de actividades en el tiempo que permita la mejor utilización de los científicos y los equipos disponibles en los distintos experimentos previstos como, por ejemplo, los aviones equipados de la NASA.

3.º Que el experimento en España se realice en Castilla-La Mancha. Para ello será necesario la ayuda y colaboración de Organismos e Instituciones locales.

4.º Que el INM organice una reunión para unas 40 personas en Castilla-La Mancha, a finales de junio, para revisar las propuestas finales y para visitar la zona elegida.

La Universidad de Valencia se interesó en el Proyecto y consiguió la colaboración de la Universidad de Castilla-La Mancha y de la Comunidad Autónoma. Esta última a través del Consejero de Agricultura.

La reunión de junio se celebró del 25 al 28 de ese mes en Cuenca, en el incomparable marco del Rectorado de la Universidad. El día 26 se recorrieron 600 km por La Mancha con visitas detalladas a la finca de las Tiesas, cerca de Alba-

cete, y al Centro de Capacitación y Experiencias Agrarias de Tomelloso, como posible futuro emplazamiento de estaciones principales de observación. Durante esta última reunión general se discutieron los detalles organizativos de la experiencia. Según lo acordado en esta reunión cada organización participante en el Proyecto envió al Profesor Bolle, como coordinador de todo el Proyecto su aportación particular al mismo. La propuesta fue entregada en la Comisión de las Comunidades Europeas antes del 30 de noviembre de 1989, fecha límite para entrega de propuestas al Programa EPOCH.

El proyecto se llamó finalmente EFEDA (ECHIVAL Field experiment in a desertification-threatened area).

5. ECHIVAL y EFEDA

Como he indicado anteriormente, en la reunión de Barcelona se acordó redactar una propuesta para presentar el Programa EPOCH con objeto de investigar las interacciones climáticas e hidrológicas entre la vegetación, la atmósfera y el suelo que recibió el nombre de ECHIVAL (European international project on climatic and hydrological interactions between vegetation, atmosphere and land-surfaces). La propuesta fue preparada por el Profesor Bolle y los Drs. André y Shuttleworth del Centro Nacional de Investigaciones Meteorológicas de Francia y del Instituto de Hidrología del Reino Unido respectivamente. El Proyecto ECHIVAL estaba disponible para la reunión de Cuenca.

No vamos a entrar en los detalles de ECHIVAL pero sí que vamos a transcribir el programa experimental que incluye desde 1990 a 1996 y en el que se compaginan los distintos experimentos.

1990. Desarrollo de un plan experimental detallado. Intercambio de científicos para entrenamiento y familiarización con instrumentos o datos. Instalación de dos o tres estaciones de referencia en Castilla-La Mancha en zonas de dis-

tintas características. Instalación de una red hidrológica y mejora de la red pluviométrica en el Níger. Preparación de las estaciones de medida de humedad junto al suelo.

1991. Experiencia piloto en Castilla-La Mancha con objeto de conocer los problemas específicos de la zona. Este experimento, que no tendrá una componente hidrológico importante, servirá para estudiar los datos de satélite y puede considerarse como un experimento tipo ISLSCP. Se realizarán medidas en zonas de 10 x 10 km² alrededor de cada uno de las dos estaciones de referencia. Esta experiencia piloto servirá también de preparación para el experimento en el Níger en 1992. Algunos de los equipos que se usarán durante esta fase serán estaciones automáticas preparadas para el experimento del Níger. Parte del potencial europeo será absorbido en 1991 por dos experimentos en la RFA.

1992. Se realizará el experimento HAPEX-Sahel en el Níger, en un área de 1° x 1°. Durante este año las observaciones continuarán en Castilla-La Mancha. Los datos que se obtengan en 1991 serán evaluados y puestos a disposición para la planificación del principal experimento en España en 1994. También continuará la calibración de los datos de satélite en España.

1993. Este año está prevista la realización por parte de los Estados Unidos y Canadá de un experimento sobre un bosque boreal. En consecuencia, no habrá actividades importantes en Europa ni Africa. Continuarán las observaciones en Castilla-La Mancha se terminará la evaluación de los datos obtenidos en 1991. Se planificará en detalle el experimento principal en España.

1994. Se realizará el experimento principal en España en un área algo mayor de 100 x 100 km². Puede considerarse que el experimento es de tipo HAPEX.

1995/96. Evaluación de los resultados del experimento.

Toda esta actividad experimental irá por supuesto acompañada de otros trabajos de investigación como son: estudios teóricos y de modelos, evaluación y validación de datos de satélite, estudio retrospectivos y desarrollo de sistemas de información y manejo de datos para las zonas del experimento y observaciones a pequeña escala de la erosión en áreas con riesgo de desertización.

Como ven Vds. el programa ECHIVAL coordina dos Proyectos distintos, uno en el NIGER y el llamado EFEDA en nuestro país. El Proyecto EFEDA en su versión de 1 de junio de 1989 ha sido preparado por el Profesor Bolle y el Doctor Shuttleworth con contribuciones de los doctores de Bruin (Universidad Agrícola de Wageningen), Meliá Miralles (Universidad de Valencia) y Sánchez Muniosguren (INM), jefe Centro de Murcia. La realidad es que han participado muchas más personas en su preparación y, entre ellas, no puedo dejar de citar a mi compañero, el meteorólogo D. Francisco Andrés Pons, jefe del Observatorio de Alicante, a quien agradezco su eficaz colaboración.

El calendario del Proyecto EFEDA lo acabamos de ver. Únicamente habría que añadir una fase posterior a 1995 en que se podrían realizar estudios en zonas con procesos de desertización más acusados pero con topografías más complejas. Quizás en las regiones de Murcia y Valencia que recorrimos en 1988 o en zonas aún más áridas de Almería. No olvidemos que la zona de Castilla-La Mancha fue elegida por la práctica eliminación de los problemas que el relieve introduce en la interpretación de los procesos en estudio y el tamaño de la zona necesaria para el experimento. También contribuyeron a su elección el hecho de que esté dedicada a extensos monocultivos, que haya zonas de secano y de regadío que pueden estudiarse independientemente sin considerables interacciones, que esté lo suficientemente alejada de la costa como para impedir las perturbaciones de las interacciones tierra-océano y también a sus interesantes características hidrológicas.

Es cierto que en La Mancha es patente el riesgo de desertización y, para ello, no hay más que recordar lo que ocurren en las Tablas de Daimiel, en las Lagunas de Ruidera o en los Ojos del Guadiana. La actividad humana seguro que contribuye a ello y es mucho más difícil saber si en el proceso está involucrado un cierto cambio climático. Si el proyecto EFEDA se lleva a cabo, será una contribución indudable al conocimiento del problema de desertización en La Mancha. Pero quiero dejar bien claro que la zona no es precisamente la de más riesgo de desertización en España.

La zona objeto de estudio en el Proyecto EFEDA es sensiblemente rectangular con los vértices en Albacete, Valdepeñas, Villatobas y Palomares del Campo. El experimento se articulará en torno a tres estaciones principales; una en zona de secano (Tomelloso), otra en zona de regadío (en Las Tiesas, cerca de Barrax) y la tercera en una zona de escasos cultivos (posiblemente cerca de Belmonte). Estos puntos serán dotados de instrumental en 1990. En junio de 1991 habrá una fase experimental intensa en la que se intensificarán las medidas y se instalarán estaciones secundarias alrededor de las estaciones principales para permitir determinar la influencia de inhomogeneidades locales y hacer posible la integración horizontal sobre el tamaño de una imagen elemental del AVHRR. En las estaciones principales se harán medidas de flujo de energía y perfiles de temperatura y humedad en el suelo y en el aire. Además de estas medidas se usarán equipos móviles para medir propiedades del suelo y la vegetación así como albedo espectral, reflectividad, emisividad, transparencia y otros parámetros que se necesiten para comparaciones con los datos de satélite.

Durante el citado mes de junio se contará con dos o tres aviones especialmente equipados para realizar medidas especiales, Uno de la NASA y uno o dos más de Alemania. Se dispondrá también de datos de los satélites NOAA, METEOSAT, LANDSAT y SPOT.

En la primera fase de EFEDA participarán grupos de investigadores de las siguientes Insti-

tuciones extranjeras: Universidad de Berlín, Universidad de Hannover, Universidad de Reading, Instituto de Hidrología del Reino Unido, Universidad de Bristol, Universidad de Amsterdam, Centro internacional de estudio, investigación y documentación de Hidráulica aplicada, Hidrología y Ambiente de Italia, Instituto de Construcción Hidráulica de la Universidad de Bolonia, Servicio Meteorológico Italiano, Instituto Nacional de Investigación Agronómica (Italia), Universidad Luis Pasteur de Estrasburgo, Centro Nacional de Investigaciones Meteorológicas (Francia), Universidad de Conpenhague y Universidad de Gesamhochschule Paderborn. Por parte española participarán las Universidades de Castilla-La Mancha, Valencia y Madrid, el Instituto Tecnológico Geominero, la Sociedad Española de Teledetección y el Instituto Nacional de Meteorología. Se cuenta también con el valioso apoyo de la Comunidad de Castilla-La Mancha que tiene gran interés en el desarrollo y los resultados del Proyecto.

6. Objetivos y contribución del INM

¿Cuáles son los objetivos y cuál va a ser la contribución del INM con relación al Proyecto EFEDA?

El INM tiene interés en la investigación de las variaciones climáticas así como en la aplicación de las nuevas tecnologías, como las de satélites y radares, en los estudios de cambio del clima. Un mejor conocimiento del clima de La Mancha es, por supuesto, algo muy deseable a lo cual este Proyecto puede contribuir. Por otra parte, aunque los intereses sean grandes, existen unas obligadas limitaciones de los recursos, tanto de personal como materiales, para atender el sinnúmero de posibles proyectos de indudable interés en el campo de la Meteorología. En consecuencia, se han fijado unos objetivos acordes con la línea general de actuación del INM que, si el desarrollo de los acontecimientos lo recomienda, pueden en cualquier momento ser ampliados.

Los objetivos específicos que se han fijado son los siguientes:

— Alcanzar un mejor conocimiento del clima de La Mancha.

— Mejorar el uso y las aplicaciones de las nuevas técnicas tales como la Meteorología de los satélites y radares.

— Intercambio de métodos y conocimientos con otros científicos.

— Contribuir a la realización de los experimentos de campo.

— Contribuir al desarrollo del plan experimental para la segunda fase del experimento (1993-96).

La actividad prevista del INM en el Proyecto incluye la investigación en cuatro campos:

— Fluctuaciones climáticas en el área de estudio deducidas de la evaluación y análisis de datos meteorológicos retrospectivos y estudio de sus relaciones con aspectos no meteorológicos.

— Contribución del Mediterráneo al balance hidrológico del área de estudio.

— Influencia de la atmósfera sobre los datos de satélites meteorológicos y correcciones necesarias.

— Desarrollo de las relaciones reflectividad-precipitación del radar válidas para diferentes tipos de nubes en el área de estudio.

También incluye actividades de apoyo a los experimentos, que en el caso del del año 1991 se concretarán en:

— Estudio, análisis y evaluación de datos climatológicos.

— Operación durante junio de 1991 de dos estaciones móviles de sondeo y realización de sondeos con globo cautivo.

— Suministro e información de análisis y predicción del tiempo incorporando los sondeos que se realicen.

— Facilitar datos meteorológicos convencionales y de radar.

Creo que estas actividades de apoyo son realmente decisivas para el éxito del experimento.

7. Consideraciones finales

Con mis palabras he pretendido informales a Vds. sobre uno de los muchos campos en que se trabaja con objeto de conocer mejor el complejo sistema del clima. Aunque estos estudios son en sí mismos un placer, nos guía y nos da ánimos a los que trabajamos en ellos, la seguridad de que pueden resultar cada vez de mayor utilidad; por una parte para servir de aviso y alertar sobre las consecuencias de imprudentes actividades humanas y, por otra, para orientar y ayudar a evitar nuevos deterioros o remediar los ya producidos cuando se adopten las decisiones correctas correspondientes. Lo malo es que las medidas preventivas y correctoras para proteger el clima son evidentemente caras e impopulares, tanto en el aspecto económico como por sus implicaciones en modo de vida al uso. Por otra parte, el de-

terioro producido lo sufrirán como pronto nuestro hijos y la realidad es que nos preocupa mucho si van a tener o no carrera, pero nos trae sin cuidado el clima que van a disfrutar o padecer. Podemos decir que, en general, estamos en la etapa de alarma y de concienciación acerca de los efectos negativos que pueden producirse en el clima con motivo de los cambios que el hombre hace en la atmósfera y en la superficie (mar, suelo, vegetación, subsuelo). La modificación de la superficie terrestre debe considerarse como una contaminación atmosférica dado que con ella se altera el tiempo y el clima.

Quisiéramos terminar, destacando que el hecho de que fundamentalmente estemos en la fase de alarma y concienciación es ya algo positivo. Ello puede significar que estamos más cerca de la siguiente etapa, la resolución del problema. Actos como este Seminario son testimonio del interés sobre estos problemas.

No me queda más que agradecer a la AME y a la Caja de Madrid su distinción al invitarme, y a Vds., su amable presencia.