



Tierra y tecnología

REVISTA DE ACTUALIDAD E INFORMACION GEOLOGICA

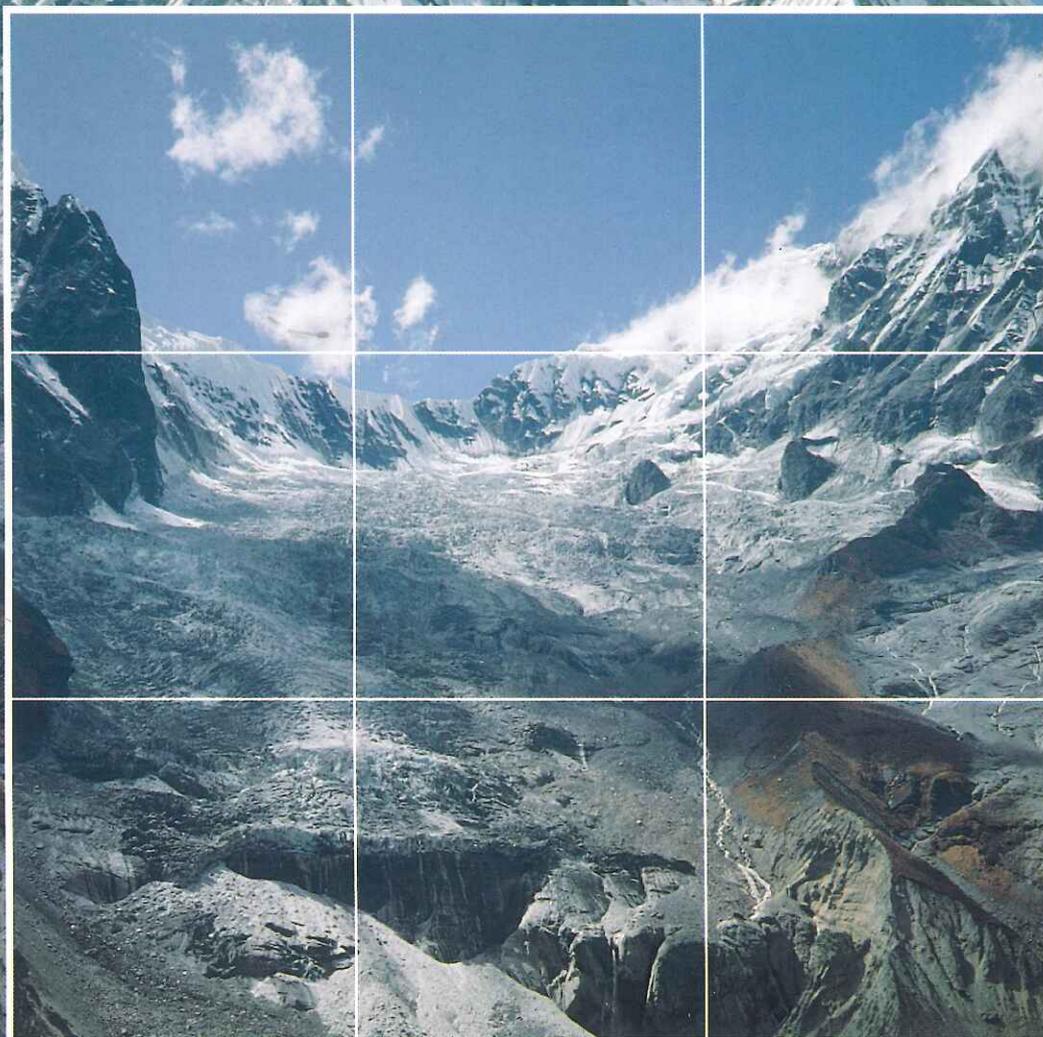
CUARTO TRIMESTRE. 750 PTAS.

Impacto ambiental
del trekking
al Santuario del
Annapurna

Control geológico
de perforaciones
petrolíferas

Aguas de Loeches

Criterios de valoración
económica de
minerales



NUMERO 8. 1994



INSTITUTO GEOLOGICO ESPAÑOL

VEINTIOCHO AÑOS DE EXPERIENCIA DIDACTICA

PROGRAMAS DE ENSEÑANZA



1.- CURSOS GENERALES DE GEMOLOGIA

TITULACION

Diplomado en Gemología por el IGE. Este título está avalado por el Instituto Tecnológico Geominero de España, del Ministerio de Industria y Energía.

DURACION DE LOS MISMOS

Dos cursos escolares de octubre a junio.

MODALIDADES DE ENSEÑANZA

ASISTENCIA

Mediante clases periódicas. Las teóricas, de 20,45 a 21,45, los lunes y jueves para 1.º curso y martes y miércoles para 2.º curso. Las clases prácticas, en horarios de mañana o tarde, según conveniencia.

INTENSIVO

Fundamentalmente para residentes en Comunidades distintas a la de Madrid. Hay que realizar siete desplazamientos en el curso, de dos días y medio cada uno, además de otros dos para exámenes, en sábados.

2.- ESPECIALISTA EN DIAMANTE

TITULACION

Especialista en Diamante, avalado por el Instituto Tecnológico Geominero de España, y el Ministerio de Industria y Energía.

MODALIDADES DE ENSEÑANZA Y

DURACION

ASISTENCIA

El curso comienza en Octubre y termina en Junio.

Existen dos variantes:

-Clases a lo largo de la semana.

-Clases quincenales durante un día completo.

INTENSIVO

El curso se realiza en 15 días en jornadas completas de mañana y tarde, en septiembre.

3.- LAPIDACION

Dos cursos de 30 horas de duración cada uno.

Se pueden realizar en 45 días cada uno, o a lo largo de dos cursos escolares, si está matriculado en los cursos de gemología.

DIRECCIONES DEL INSTITUTO GEOLOGICO ESPAÑOL

Madrid

Víctor Hugo, 1
28004 Madrid

Teléf. (91) 532 62 67 - 532 33 74

Fax: (91) 531 65 03

DELEGACIONES

Sta. Cruz de Tenerife

De la Rosa, 9
38002 Sta. Cruz de Tenerife

Teléf. (922) 24 86 08

Fax: (922) 24 86 08

Palma de Mallorca

San Bartolomé, 15
07001 Palma de Mallorca

Teléf. (971) 71 25 26

EDITA

Ilustre Colegio Oficial de Geólogos

ADMINISTRACION Y REDACCION

Avda. de Reina Victoria, 8-4.º B
28003 MADRID
Teléfono 91-5532403

DIRECTOR

Manuel Rolandi Sánchez-Solís

SUBDIRECTOR

José Casas Ruiz

MARKETING

Enrique Pampliega Higuera

PUBLICIDAD

Xavier Martí Artoy
Fátima Camacho Serna

COORDINACION DE EDICION

José Casas Ruiz

COMITE EDITORIAL

José Casas Ruiz,
Juan José Durán Valsero,
Manuel Regueiro y González-Barros
Jesús Rodríguez Jurado,
Manuel Rolandi Sánchez-Solís
Peter F. Wouters

COLABORADORES

J. C. Pumarega Lafuente
J. Casas Ruiz
A. J. Chacón Auge
P. Alegre Fidalgo
A. E. Fernández Escalante
F. Camacho Serna
C. V. Hein-Jakob Wasser
P. A. García Santiago
J. Lahoz Gimeno
A. García-Orea Alvarez
J. L. Barrera Morate
S. Ordóñez Delgado

FOTOCOMPOSICION E IMPRESION

Gráficas Summa, S. A.

EN PORTADA

Glacial colgado «Annapurna Sur»
Autor: Alvaro E. Fernández Escalante

ISSN: 1131-5016

Depósito legal: M. 10.137-1992

Editorial 5

geología del petróleo

«Control geológico en perforaciones petrolíferas
(Mud Logging)». *Juan Carlos Pumarega Lafuente* 7

recursos mineros

«Criterios de valoración económica de minerales y rocas industriales
y sectores de aplicación (Parte 2.ª)». *José Casas Ruiz* 13

medio ambiente

«Impacto hidrogeológico ante la instalación de una planta de reciclaje
de R.S.U. en el municipio de Mos (Pontevedra)».
Alejandro José Chacón Auge y Paulino Alegre Fidalgo 19

«Impacto ambiental del trekking al Santuario del Annapurna».
Alvaro E. Fernández Escalante 27

«II Congreso Nacional del Medio Ambiente». *Fátima Camacho Serna* 39

«Predicción de sequías en Indonesia mediante la utilización de parámetros
medioambientales». *C. V. Hein-Jakob Wasser* 43

cartografía

«Sistemas de información geográfica». *Pedro Antonio García Santiago* 49

filatelia

«La geología a través de los sellos». *Joaquín Lahoz Gimeno* 55

historia de la Geología

«Descubrimiento de las aguas y origen de los baños de la margarita de
Loeches». *Almudena García-Orea Alvarez y José Luis Barrera Morate* 56

«El geólogo José Royo Gómez». *Salvador Ordóñez Delgado* 63

NORMAS EDITORIALES PARA «TIERRA Y TECNOLOGIA»

– La **temática de los artículos** deberá estar relacionada, en cuanto a contenido, con las Ciencias y Tecnologías de la Tierra, en el sentido amplio de la palabra; considerando incluíbles campos como las Ciencias Medioambientales, la Ordenación del Territorio, la Informática aplicada, la Teledetección, etc. Así mismo, serían aceptables todas aquellas contribuciones de temática no específicamente geológica, pero que incorporen elementos propios de la Geología o cuyo desarrollo pueda aportar conocimientos de interés para ésta, tales como la Arqueología, la Ecología, la conservación del medio ambiente y del patrimonio natural, histórico y artístico, la Ingeniería Civil, etc. Igualmente, sería posible la incorporación de artículos de carácter histórico, geográfico, humanístico, etc., de aplicación no eminentemente práctica, pero que puedan suscitar interés entre el colectivo de geólogos y otros profesionales con los que mantenemos estrechas relaciones.

– La **extensión** no era superior, siempre que sea posible, a 8 hojas DIN A-4 mecanografiados a doble espacio por una sola cara (equivalente a unas 3.500 palabras) y enumeradas correlativamente. Debe incluirse un breve curriculum del autor o autores, indicando además: nombre y dos apellidos, titulación, empresa u organismo que representa (cuando no se haga a título particular) y cargo desempeñado.

– Se incluirá, con el artículo, un breve **resumen** del contenido del mismo en un máximo de 10 líneas en castellano e inglés, si es posible.

– Se seleccionarán unos **4 párrafos entresacados** del texto, que resaltarán los aspectos más significativos del artículo adjuntándolos en una hoja aparte y numerados por orden.

– Las **figuras** ilustrativas del contenido del artículo (fotografías, gráficos, esquemas, mapas, etc.) se entregarán preferiblemente en forma de diapositiva o como copia de papel lo más nítido posible, evitando una coloración en base a lápices de colores. Las ilustraciones irán numeradas por orden y con su correspondiente texto explicativo. Igualmente en el texto de éste se indicará la figura o gráfico que corresponda.

– El artículo deberá ser **inédito**, es decir, no haber sido publicado en España o en extranjero, excepto en aquellos casos que así se acuerde.

– Es conveniente que se facilite un índice previo del artículo a elaborar, con el fin de conocer el contenido y así poder evaluar el interés del mismo para su publicación. El trabajo definitivo deberá contar con la **aprobación del Comité Editorial** de la Revista, trámite imprescindible para su publicación.

– Los artículos se entregarán en **copia de papel** y, siempre que sea posible, en **diskette**.

GEÓLOGO

Anúnciate en el Boletín del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos, sección agenda de profesionales, desde 5.000 ptas.

Para más información: **El Geólogo**
Secretaría del ICOG
Teléf. 553-24-03

EDITORIAL

El año 1994 nos ha dejado, junto con la grave crisis económica general del país, que ha debilitado, una vez más, nuestro ya frágil mercado de trabajo, una preocupante sensación de que la geología se encuentra en una situación tan delicada, o más si cabe, que nuestra maltrecha economía.

Los hechos ocurridos durante el pasado año suponen el reconocimiento implícito de que el problema es realmente grave y que afecta de lleno a los organismos y empresas que han venido tradicionalmente desarrollando la investigación geológica de nuestro país (cierre de ADARO, fuerte descenso de competencias y de presupuestos del ITGE, lo que ha favorecido la incertidumbre sobre su futuro y la aparición de múltiples y variopintos rumores sobre su paso al MOPTMA, ya sea de forma íntegra o seccionada, etc.).

Todo ello puede llevar a pesar en un cierto desinterés de la Administración por el futuro de la Geología en nuestro país, lo cual no deja de ser una contradicción con el escenario real, en el que, a pesar de la indudable crisis de la minería, la Geología aplicada está cada vez más presente en sectores claves como las infraestructuras (Plan Hidrológico Nacional y de Autovías), Medio Ambiente, Residuos, etc...

Quizás, antes de nada, convendrá hacer una breve referencia comparativa de cómo se encuentra la Geología en España, con respecto a los países de nuestro entorno socioeconómico. Pues bien, mientras en Europa todos los países de la CEE disponen, desde hace muchas décadas, de Servicios Geológicos estatales, en España, un «estado de las autonomías» que no se atreve a definirse «federal» quizás por el amargo recuerdo de su truncada experiencia de 1873, el ITGE, organismo que ha venido desarrollando en nuestro país a nivel estatal las competencias en materia de Geología desde su fundación a mediados del siglo pasado, ha sufrido en los últimos cinco años un fuerte descenso presupuestario y competencial, sin que paralelamente los distintos Servicios Geológicos Autonómicos y Locales, que han ido surgiendo, hayan cubierto totalmente ni las competencias ni los presupuestos perdidos a nivel estatal.

No es el momento ni el lugar adecuado para analizar en profundidad los posibles desaciertos que han llevado a esta situación actual, aunque siempre es saludable, e incluso necesario, asumir dónde están los males para intentar buscar las soluciones más adecuadas. De cualquier forma, es muy posible que los errores se hayan debido no tanto a actuaciones personales como a ciertas miopías corporativas y al hecho de que, en ningún momento, se haya intentado contar con el respaldo de todos y cada uno de los grupos profesionales implicados en la práctica de la Geología. No hay que olvidar que en España, como decía D. Baldomero Espartero, «(...) siempre ha sido impensable la modificación de cualquier tipo de política (...)» (aunque sea de investigación o profesional) «(...) si no se cuenta con el mayor número posible de apoyos y de voluntades públicas o con el Ejército (...)»

En resumen, y de cara al futuro, hay que plantearse la necesidad de ser coherentes, profesional y socialmente, a corto y medio plazo. En los próximos diez años estarán en pleno desarrollo el Plan Hidrológico Nacional, el de Infraestructuras y el de Emplazamiento de Residuos, y para entonces es imprescindible que exista en nuestro país un «Servicio Geológico Estatal» fuerte y eficaz, así como diversos «Servicios Geológicos Autonómicos» en aquellas autonomías que por sus especiales características así lo requieran (territorio, economía, recursos, etc...), en los que se disponga de profesionales válidos que entiendan y comprendan los problemas y que colaboren en la búsqueda de sus soluciones más eficaces.

Por último, y sin tener que recurrir a recordar el importante papel que la Geología puede jugar en algunos aspectos del desarrollo tecnológico y de creación de empleo, es evidente que en estos momentos hay que hacer un verdadero esfuerzo por conseguir, entre todos, el «Servicio Geológico Español» del año 2000 y plantearnos seriamente la pregunta de ¿Cuál queremos que sea la Geología del siglo XXI en España? En este importante cometido, el colectivo de Geólogos estará siempre dispuesto a aportar su más sincera y leal colaboración y ayuda, asumiendo el protagonismo que indudablemente merece y del que ha sido acreedor.

AB Asesores

10 años a su servicio

El Ilustre Colegio Oficial de Geólogos ha negociado con AB Asesores para sus ilustres miembros unas excepcionales condiciones para acceder a los servicios de la primera gestora independiente dentro del mercado de capitales español.

AB Asesores esta presente en el mercado de capitales desde hace 10 años.

AB Asesores gestiona 10 Fondos de Inversión.

El patrimonio gestionado por AB Asesores es superior a 170.000 MM de pesetas.

AB Asesores es especialista en mercados nacionales y extranjeros de Renta Fija y Renta Variable.

AB Asesores persiguiendo la obtención de la máxima rentabilidad financiero/fiscal aconseja diversificar las inversiones del patrimonio en Fondos de Inversión siguiendo un esquema piramidal que debe personalizarse en cada caso en función del perfil de riesgo que cada inversor esta dispuesto a asumir.

Llamos al 900.200.106 y elaboraremos sin coste alguno para Usted la Piramide de la inversión personalizada.



Si desea recibir información trimestral de los mercados financieros envíenos el cupon adjunto a AB Asesores, Alfonso XI, 12, 28014 Madrid.

Deseo recibir el informe trimestral de AB Asesores y su publicación "¿Por que se invierte en Fondos de Inversión?"

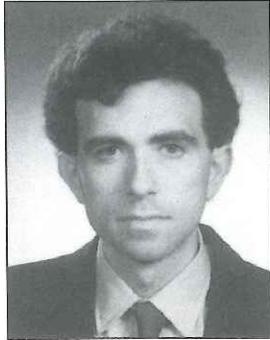
Nombre.....

Dirección.....

Población..... Código Postal.....

Teléfono.....

CONTROL GEOLOGICO EN PERFORACIONES PETROLIFERAS (MUD LOGGING)



Juan Carlos Pumarega Lafuente

Geólogo colegiado n.º 1.496.
Presta sus servicios en la empresa
Explotación Logging (Reino Unido).

El control geológico de pozo o mud Logging es una actividad creciente que juega un papel clave durante la perforación, consiste en la recogida, almacenamiento e interpretación de los datos tanto geológicos como ingenieriles que se obtienen durante la perforación e informar inmediatamente de cualquier cambio importante en el transcurso de la perforación.

Mud Logging is an important activity in the oil field and it is a key job in drilling operations, our duties are the acquisition, collection and interpretation of the geological and engineering data at the wellsite, also inform the client immediately of any significant changes in the well.

1. Introducción

Somos muy pocos los geólogos españoles que desempeñamos esta labor en la actualidad y no muchos más los que realmente saben en qué consiste, sus implicaciones y gran importancia, jugando un papel clave en el desarrollo de una perforación.

La función del geólogo es bastante desconocida dentro de la sociedad española, casi todos cuando hemos manifestado nuestra profesión hemos oído exclamaciones como ésta: «¡Geólogo! sí esos que estudian las piedras». Algo similar ocurre dentro de la sociedad geológica con respecto al control geológico del pozo, posiblemente debido a que esta actividad aunque presente en otras áreas, se ha desarrollado fundamentalmente a remolque de la exploración y explotación petrolífera la cual es mínima en nuestro país y por tanto hace que el resto de la comunidad geológica tenga una vaga idea de nuestra actividad en este campo. Es por ello que el objetivo de este artículo es dar a conocer un poco más esta actividad sin ánimo de hacer una descripción muy detallada que podría llevar a la confusión a muchos profesionales que nunca han visitado una torre de perforación en vez de aclararles esta actividad.

2. Historia

El control geológico de pozo, más conocido como Mud Logging, es una actividad reciente, su historia ha sido corta y su evolución casi tan rápida como los avances de la técnica.

Herodoto en el 450 A.C. ya describió la extracción de petróleo en Persia que luego era empleado en medicina e impermeabilizaciones. El primer pozo perforado para buscar petróleo se realizó en Francia en el año 1745 y no fue hasta comienzos de este siglo cuando se empezaron a usar los fluidos de perforación, que entre otras de sus muchas funciones nos permitió medir la existencia de hidrocarburos en el pozo a medida que progresaba la perforación, utilizando métodos de análisis muy rudimentarios que básicamente se limitaban a la pura observación directa ocular de la existencia de rastros de petróleo flotando en el lodo y a la percepción de olor a hidrocarburos que se pudiese desprender del lodo de perforación. En los años treinta, se descubrió cómo calcular la profundidad de procedencia de los detritos transportados por el lodo mediante unas sencillas operaciones matemáticas y se desarrolló el primer método para determinar la cantidad de hidrocarburos desprendidos del fluido de perforación. Así comenzó el control geológico de pozo, que ha evolucionado notablemente desde entonces, incorporando nuevas técnicas de análisis de hidrocarburos, registrándose hoy en día no sólo parámetros puramente geológicos, sino además todos los parámetros de perforación que son reflejo de los condicionantes litológicos del pozo. Toda la información se centraliza en la unidad de control geológico, que hoy en día se está convirtiendo además en un centro de recopilación y análisis de muchos otros datos técnicos de control de perforación como los obtenidos por

3. Funciones

Como ya he dejado entrever en los párrafos anteriores las funciones que se desarrollan dentro de una unidad de control geológico son múltiples y estas se pueden agrupar en dos:

- Control geológico.
- Recopilación e interpretación de parámetros de perforación.

Obviamente ambas funciones han de correlacionarse y complementarse para alcanzar el objetivo previsto del modo más económico y seguro posible además de obtener toda la información posible (geológica y técnica).

3.1 Control geológico

Consiste en la recolección de muestras sucesivas a lo largo de la perforación a intervalos normalmente pre-determinados y su análisis inmediato. La muestra está compuesta por una parte detrítica y por otra parte gaseosa, ambas transportadas desde el fondo del pozo a la superficie por el lodo de perforación y separadas de éste por diferentes métodos (tamices vibradores pa-

Consiste en la recolección de muestras sucesivas a lo largo de la perforación.

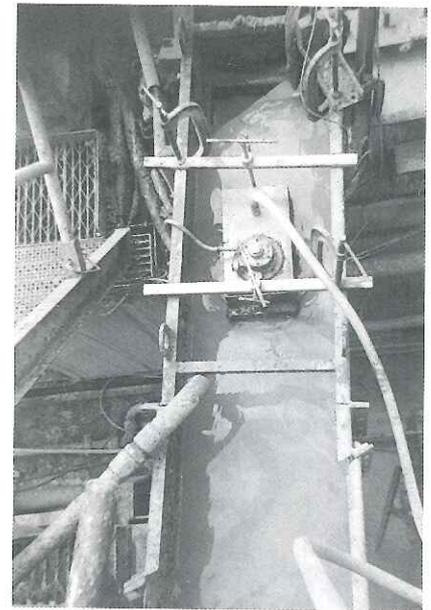


Foto 3. Trampa de gas.

ra los sólidos y trampa de gas para los gases) (Foto 2 y Foto 3). Los detritos son lavados para eliminar el lodo que los impregna y así permitir un posterior estudio y descripción, normalmente bajo la lupa binocular y en ciertas ocasiones (especialmente en calizas) preparados en láminas delgadas para una descripción más detallada de los granos. La parte gaseosa es analizada pasándola a través de una columna de detectores de hidrocarburos, anhídrido carbónico, sulfhídrico e hidrógeno además de a través de un cromatógrafo de gases que permite diferenciar hidrocarburos desde metano hasta pentano lo que es de gran utilidad para diferenciar entre reservorios de gas y de petróleo.

Los hidrocarburos líquidos presentan la propiedad de ser fluorescentes al ser observados bajo la luz ultravioleta y presentan diferente color e intensidad de luminosidad en función del grado del hidrocarburo. Esta propiedad nos es de gran utilidad a la hora de identificar posibles zonas productivas, para ello además nos ayudamos de un potente disolvente orgánico que es el Tricloroetano para liberar los hidrocarburos de la roca. Calcimetrías y medidas de densidad de los detritos son otras pruebas que se realizan normalmente.

En zonas de mayor interés se toman testigos de perforación que proporcionan una información detallada y puntual de la formación, estos testigos son generalmente analizados sólo parcialmente en el pozo describiendo únicamente pequeños trozos desprendidos

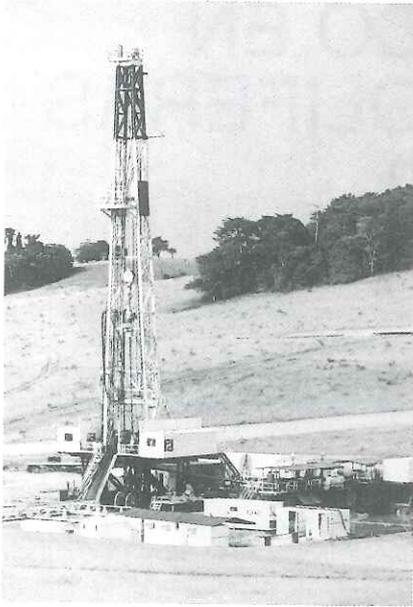


Foto 1. Moderna instalación de una torre de perforación en tierra.

MWD, LWD, DEAP, etc. que hasta hoy día se han venido realizando en unidades de trabajo independientes con lo que la correlación de los resultados de estos servicios era más complicada. Es decir, nuestro papel está pasando de ser puramente geológico para convertirnos además en técnicos de alta especialización siguiendo la tendencia que hoy en día se sigue en todos los campos que abarca nuestra disciplina. La sociedad cada vez nos pide más y nosotros tenemos que esforzarnos para ser competitivos con otras disciplinas y dar lo que la sociedad requiere de nosotros. (Foto 1).

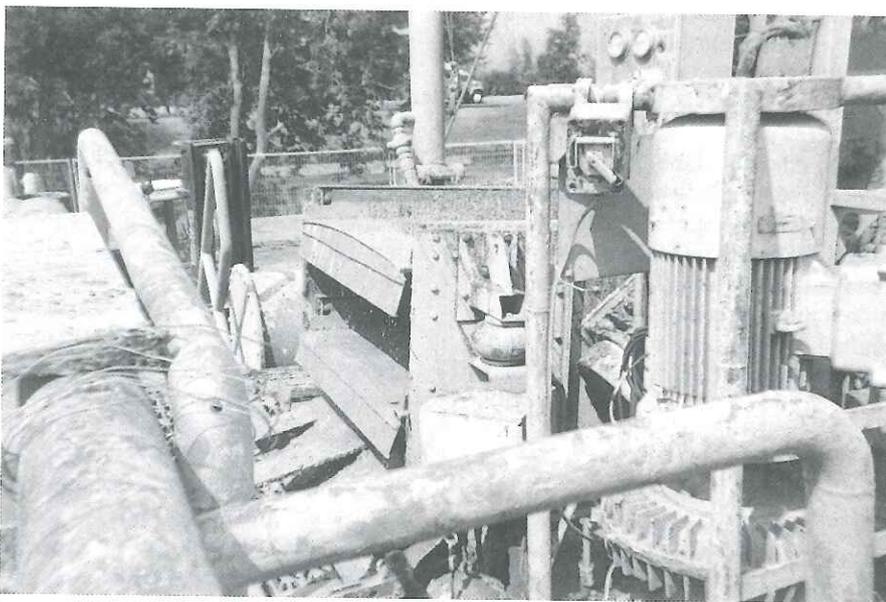


Foto 2. Vibradores para separar los sólidos del lodo.



Foto 4. Muestras empaquetadas.

de los extremos de cada trozo de testigo en los que se corta el testigo para su almacenaje pues la tendencia general es empaquetarlo lo más rápidamente posible y enviarlos de inmediato a laboratorios especializados en los que se pueden hacer ensayos mucho más detallados y cuidadosos sin las limitaciones de una unidad geológica móvil.

A menudo las muestras de detrito están contaminadas por otros materiales procedentes de derrumbes en formaciones superiores previamente perforadas y en ocasiones procedentes de los aditivos que vienen a formar parte del lodo de perforación, por otro lado los detritos a veces están pseudometamorfizados a causa de la acción de las herramientas de perforación haciendo difícil reconocer la litología. El geólogo ha de ser capaz de identificar estos contaminantes y discriminarlos a la hora de describir la muestra, de otro modo la columna estratigráfica obtenida puede no ser representativa de la secuencia real, pudiendo llevar a graves y costosos errores tanto en la perforación en curso como en posteriores pozos que se planifiquen en base a una litología incorrecta.

Los indicios de hidrocarburos son también en ocasiones mal interpretados como consecuencia de las variaciones en el proceso de perforación así por ejemplo estos son fácilmente enmascarados por ciertos tipos de lodos (lodo de base de aceite o lodos muy pesados que pueden lavar los fluidos de la zona perforada) pudiendo hacer pasar por improductivas zonas que po-

El conocimiento de la geología local es una herramienta muy importante.

tencialmente lo son. El geólogo una vez más es quien basándose en su experiencia tiene que sobrepesar los diferentes factores que concurren en cada momento para interpretar la representatividad de las muestras que se recuperan en superficie.

El correcto empaquetado de las muestras es otra responsabilidad más que no hay que menospreciar (Foto 4), pues de ello va a depender que posteriormente se puedan realizar análisis más detallados (geoquímica, etc.) que se puedan contrastar con el resto de la información. Un pozo, sólo se perfora una vez y por tanto estas muestras son las únicas con las que solventar cualquier duda que pueda sobrevenir posteriormente.

El conocimiento de la geología local es una herramienta muy importante a la hora de tomar decisiones, es por ello por lo que todo el trabajo suele estar coordinado por un geólogo representante de la compañía de petróleos y conocedor de la geología de la zona, que ha de identificar los puntos claves en la perforación (casing, toma de testigos, etc.), correlacionando los datos obtenidos durante la perforación con estudios sísmicos

previos y datos de otros pozos perforados en la zona, además hoy en día está tomando auge la presencia durante la perforación del micropaleontólogo en ciertos tramos muy delicados de la perforación en los que el estudio litológico por sí solo no es suficiente para ubicarse con la exactitud deseada, como es el caso cada día más común de las perforaciones horizontales, donde solamente mediante el estudio de los microfósiles, somos capaces de conocer a qué altura de la capa que queremos seguir nos encontramos y donde cualquier error puede necesitar incluso semanas hasta corregirlo y por lo tanto con un costo muy elevado por cada día de retraso.

3.2 Recopilación e interpretación de parámetros de perforación

Es evidente que hay una relación intrínseca entre las variaciones en los parámetros de perforación y la litología perforada y por ello su control y registro es de gran importancia para tener un completo y más exacto control de la geología del pozo, pero además es también de gran utilidad para la optimización y menor coste de la perforación en curso y de perforaciones posteriores. Con todos los datos se hacen estudios de postanálisis que ayudan en la elección de herramientas, parámetros de perforación a usar y tipos de lodos más adecuados para perforar las distintas formaciones de regiones de-

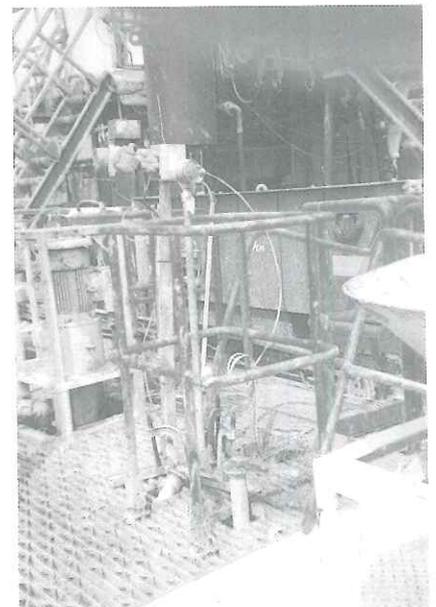


Foto 5. Grupo de sensores en la balsa de succión.



FORMATION EVALUATION LOG

Scale 1: 1000

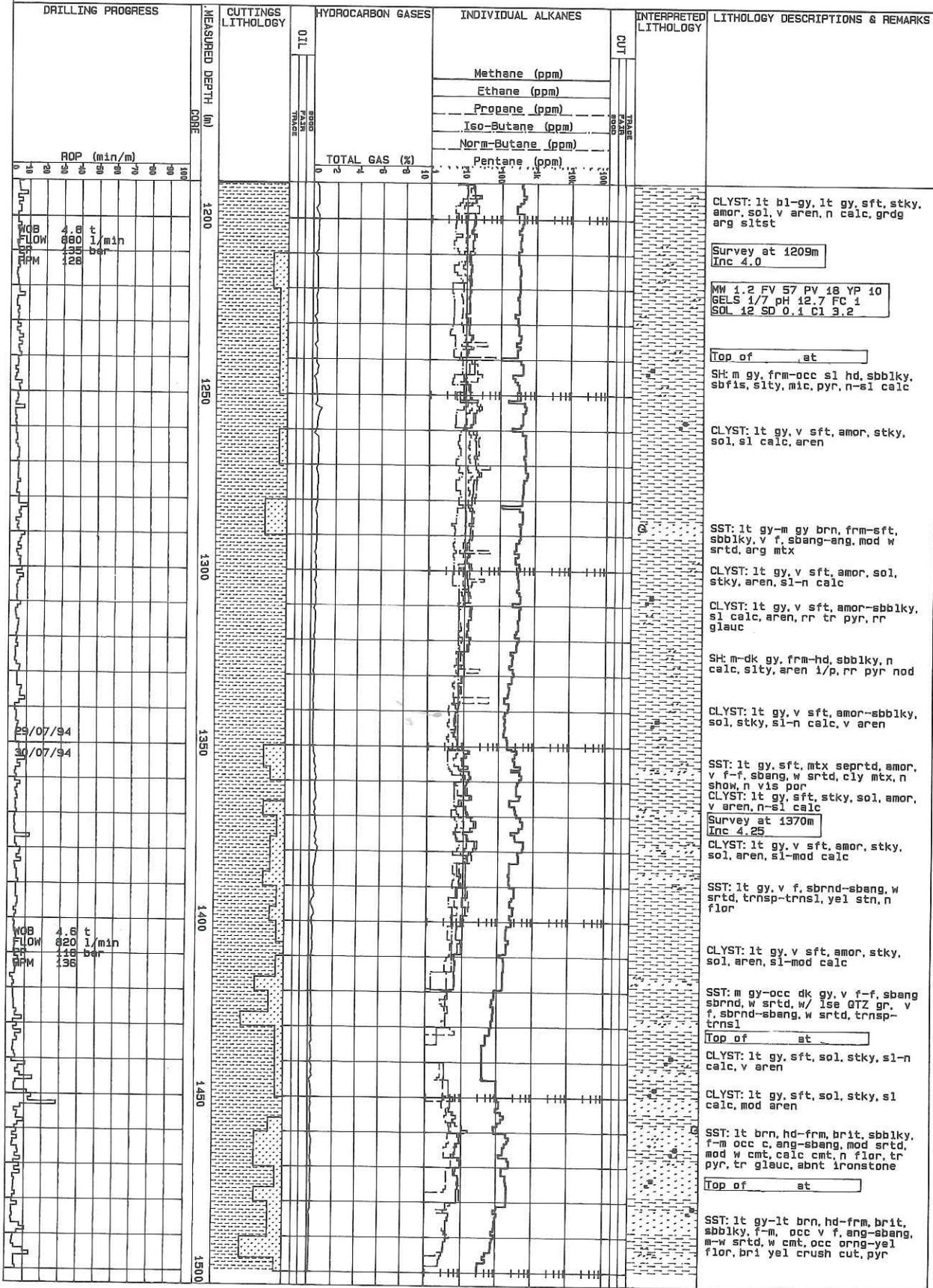


Foto 6. Aspecto final de la columna estratigráfica parámetros de perforación.

terminadas, permitiendo en definitiva una planificación adecuada que minimice el tiempo empleado y los riesgos en perforaciones sucesivas que se realicen en una misma área y por lo tanto disminuir sensiblemente el coste por metro perforado. Es por ello que el control y registro de estos parámetros ha tomado un mayor peso dentro del control geológico.

Los parámetros normalmente controlados desde la cabina de geología son:

- Velocidad de avance
- Peso de la sarta y peso sobre el trépano
- Velocidad de rotación
- Resistencia a la torsión
- Presión de la bomba de inyección
- Presión del anular
- Velocidad de la bomba
- Niveles de las balsas de lodo
- Caudal de entrada y salida
- Propiedades del lodo de entrada y salida (densidad, temperatura y resistividad).

La función del geólogo ha de ser por tanto multidisciplinaria

Estos se miden por medio de una red de sensores (Foto 5) distribuidos en distintos puntos del equipo de superficie. Hoy en día se están incorporando nuevas técnicas que permiten medir muchos de estos parámetros en profundidad (in situ), lo que conlleva obvias ventajas, especialmente en sondeos direccionales, en los que los valores reales pueden diferir considerablemente de los medidos en superficie por arrastre de la sarta sobre las paredes del pozo, lo cual puede llevar a interpretaciones erróneas a la hora de corregir un problema determinado y tomar decisiones equivocadas.

Las variaciones de los parámetros de perforación suelen estar relacionados con cambios en la formación además de con distintos problemas en la perforación, es por ello por lo que han de estar vigilados constantemente para así identificar inmediatamente cualquier anomalía (Ej. incremento de la presión de poros, desgaste del trépano, etc.) que ha de ser comunicada a los responsables en cada caso y actuar en

Las variaciones de los parámetros de perforación suelen estar relacionados con cambios en la formación.

consecuencia. Estas variaciones en los parámetros es el modo que tiene el pozo de comunicarse con nosotros y decirnos cómo evoluciona y qué es lo que necesita. Ignorar estos mensajes cifrados puede llevar a situaciones catastróficas que en ocasiones culminan con grandes pérdidas económicas e incluso humanas. Para una más fácil interpretación de toda esta información se hacen listados completos y en muchas ocasiones gráficos en relación a la profundidad, que permiten hacer estudios comparativos usando tanto datos puramente geológicos como ingenieriles (Foto 6).

4. Conclusiones

En el control geológico de pozo el geólogo ha de abarcar campos mucho más amplios que el puramente geológico, ha de entender además los parámetros de perforación, sus variaciones y cómo se ajustan estos a los cambios de formación o a otros problemas. Para ello nos ayudamos de

una compleja red de sensores distribuidos por todo el pozo y cuya información es centralizada, procesada y distribuida por un moderno software bajo la supervisión del geólogo, que permitirá realizar el análisis de los datos casi inmediatamente, además de asegurar un correcto archivo de todos los datos que permita su uso posterior en caso de ser necesario (Foto 7). La función del geólogo ha de ser por tanto multidisciplinaria de modo que además de desarrollar su función como geólogo tiene que:

- Tener amplios conocimientos en los aspectos ingenieriles relacionados con la perforación.
- Encargarse del mantenimiento del equipo.
- Agilidad en el uso de ordenadores.
- Buenas dotes organizativas para coordinar todo el trabajo en momentos críticos.
- Rapidez en la toma de decisiones.
- Facilidad de integración en un equipo de trabajo multidisciplinario y que con frecuencia es cambiante.

Todo ello hace que nuestro trabajo dentro de la operación se convierta en el centro de atención del pozo en los momentos más críticos. Como veréis los geólogos una vez más y siguiendo la tendencia de todo nuestro colectivo, hemos de ser competitivos y abarcar otros campos fuera de nuestra profesión para entrelazar nuestros conocimientos con los de otras disciplinas y ser útiles a la sociedad. ■

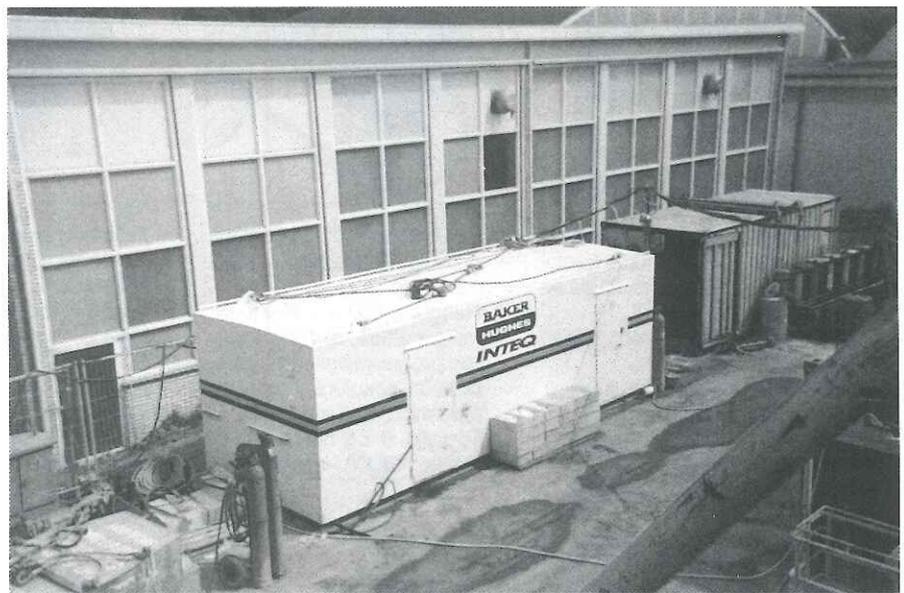


Foto 7. Aspecto exterior de una cabina de geología.



*** ESTUDIOS GEOTECTONICOS * IMPACTO AMBIENTAL Y RESTAURACION DEL MEDIO NATURAL * RIESGOS NATURALES * MEDIO AMBIENTE INDUSTRIAL * ORDENACION DEL TERRITORIO Y PLANES ESPECIALES**

Otras áreas de actividad de BESEL, S. A.

- Estudios energéticos
- Ingeniería de servicios financieros

Ríos Rosas, 32, 2.º izqda. 28003 MADRID
Tels.: 91/4425833-44. Fax 91/4427075

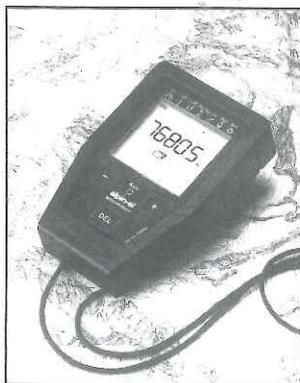
Espíritu Santo, 9, 1.º B. 47006 VALLADOLID
Tel. 983/355466. Fax 983/3559886

EQUIPO GPS SATELITE



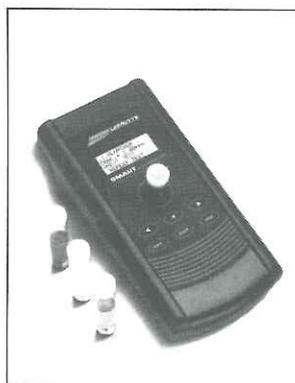
- Con Plotter: una luz indica sobre su propio mapa topográfico o geológico, la posición que Vd. ocupa en cada momento.
- Indica en pantalla: coordenadas geográficas y UTM.
- Opera con 5 satélites simultáneos.
- Brújula digital interna.
- Salida RS 232 para ordenador.
- Precio: 145.000 + I.V.A.
(plotter: 79.500 + I.V.A.)

ALTIMETRO PRECISION



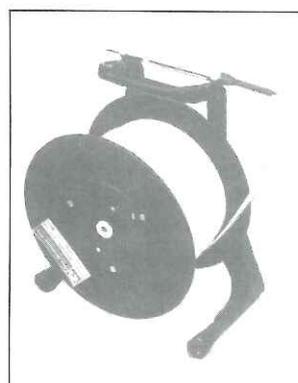
- Alta precisión: 50 centímetros (muy útil en hidrología, cuaternario, etc...).
- Rango: —500 a + 10.000 m.
- Indica: altura, alarmas sonoras programables en altura, presión absoluta y relativa, tendencia de tiempo, etc...
- Tamaño: 9 x 5 cm.
- Precio: 48.000 + I.V.A.

ANALIZADOR AGUAS PORTATIL



- Indica las ppm de cada elemento en el agua.
- Válido para: Al, Br, Cl, I, Cr, Cu, Fe, F, Mn, Mo, N, Nitratos, Nitritos, Ozono, Fosfatos, K, Sulfatos, Sulfuros, Zn, pH, Oxig. dis., etc...
- Salida RS232 para ordenador.
- Automático: no precisa cambiar de filtros.
- Portátil para campo.
- Precio: 199.500 + I.V.A.

HIDRONIVEL PARA POZOS



- Alarma sonora al tocar el agua.
- Fabricación alemana, con cable de acero reforzado.
- Opcional: sensor para fondo de pozo, botella tomamuestras de agua (1/2 litro) acoplable.
- Disponible en longitudes: 30, 100, 200, 300 y 500 metros.
- Precios:

30 m.:	<u>48.800 + I.V.A.</u>
100 m.:	<u>83.300</u> »
200 m.:	<u>127.975</u> »



GEONATURA

C/ García de Paredes, 20 - 28010 MADRID
Tels. (91) 593 06 34 - 593 03 71 - Fax 446 76 92

... y cientos de artículos para Geología e Ingeniería
(martillos, brújulas, estereoscopios, etc...)

CRITERIOS DE VALORACION ECONOMICA DE MINERALES Y ROCAS INDUSTRIALES Y SECTORES DE APLICACION (PARTE 2.^a)



José Casas Ruiz
(Vocal Junta de Gobierno del ICOG)

Colegiado n.º 279. 43 años. 14.^a Prom. Granada, 1974. Ha trabajado en Investigación de Recursos Mineros en CHEVRON EXP. CORP. En la actualidad es Jefe de Geología de la Empresa TOLSA, S. A. Durante varios años ha sido asiduo colaborador de la revista y posterior Boletín Informativo *El Geólogo*, siendo en la actualidad Subdirector de la revista *Tierra y Tecnología*.

En el presente artículo se exponen algunos criterios de valoración económica de yacimientos de minerales y rocas industriales y se analizan los principales sectores de aplicación.

At the present paper some criteria of economic evaluation of industrial mineral, and rock deposits are exposed and the main sectors of application are analyzed.

1.-Introducción

El presente artículo es continuación del publicado en el anterior n.º de la revista. Continuamos con el análisis de los principales sectores industriales que utilizan ampliamente minerales y rocas como materia prima en sus procesos de fabricación. Igualmente se apuntan las características que deben reunir los diferentes minerales y rocas para su aplicación en cada uno de los sectores industriales.

En la 1.^a parte ya se analizaron los sectores de cargas y pigmentos, vidrio y alimentación animal. A continuación se tratarán los sectores siguientes: Cerámica, industria química, refractarios, absorbentes, tratamiento de residuos, efluentes y construcción.

2.-Sectores industriales de aplicación de los minerales y rocas industriales

2.1.-Sector de la cerámica

Actualmente el espectro de los productos cerámicos y las compañías que los producen es enorme y se expande a todos los niveles de tecnología, tanto a pequeña como a gran escala. Este liderazgo del mundo de las cerámicas está rompiendo las tradicionales barreras de los materiales, partiendo de compuestos de alta pureza, son procesados hasta obtener productos cerámicos con propiedades únicas. Simplificando, el mundo de la cerámica se puede dividir en tres grandes grupos:

- Cerámicas estructurales (ladrillos, azulejos).

- Cerámicas blancas manufacturadas (sanitarios, porcelana).
- Cerámicas técnicas (fibra cerámica, cerámicas avanzadas).

2.1.1.-Cerámicas estructurales

Es conocida como la industria pesada de la arcilla. Es el mayor consumidor de arcillas en la mayor parte de los países. (En España 12,5 M. de Tm. en 1992).

Las arcillas utilizadas en este sector deben reunir las siguientes características:

- Plasticidad suficiente para ser moldeadas.
- Alta resistencia mecánica en seco.
- Temperatura de vitrificación alrededor de 1100° C.
- Contracción al secado inferior al 10 %.
- Adecuado color tras la cocción.

El mineral dominante es el Cuarzo, que proporciona al producto fabricado, resistencia mecánica y durabilidad. Las arcillas actúan como ligantes al vitrificar en la cocción.

Se pueden diferenciar dos grupos:

- *Arcillas de Alfarería*. Caracterizada por un bajo contenido en Alúmina (16-23 %) y una alta proporción de hierro.
- *Arcillas de Ladrillería*. Altos contenidos en sílice, hierro e incluso CaO.

2.1.2.-Cerámica blanca

Este sector consume gran cantidad de minerales industriales que han ido mejorando en calidad y grado de adap-

tación a los cambios en la tecnología de fabricación (1,7 M. Tm. en Europa en 1986).

La mezcla de minerales usados en cerámica es conocida como «cuerpo» y su composición y tratamiento determina de qué grado o tipo de cerámica blanca se trata.

a) Cerámica doméstica.

Se divide a su vez en:

- *Cerámicas Gruesas.* Mezcla de arcillas que puede contener hasta el 50 % de arena o margas y un 10 % de compuestos de hierro.

- *Cerámicas Finas.* Hecha de Caolín y Ball Clay, junto con pequeñas cantidades de talco y pirofilita.

- *Sanitarios.* Caolín, Ball Clay, Sílice y Feldespato potásico.

b) Porcelana

Fabricada a partir de Caolín, Ball Clay, Feldespato potásico, arena silíceo. Hay diferentes tipos de porcelana en función de su composición (porcelana fina, porcelana de Sevres, porcelana china y japonesa, porcelana dental, eléctrica, etc.).

c) Gres

Se usa arcilla plástica en vez de caolín.

Las materias primas usadas consisten básicamente en arcillas y un variado rango de cargas blancas principalmente sílice y fundentes.

Arcillas

Constituyen aproximadamente la mitad del cuerpo de las cerámicas.

Los materiales mayormente usados son:

- *Ball Clays.* Son unas arcillas de grano fino, con alta plasticidad y compuestas de caolinita, cuarzo, mica, illita, esmectita, clorita y materia carbonosa coloidal.

- «*China Clay*». Es una arcilla caolinífera, con menor plasticidad que la anterior pero un mejor índice de blancura.

Las características típicas de estas arcillas cerámicas comerciales se exponen en la **figura n.º 1**.

Typical characteristics for commercial ceramic clays (%)

	Kaolin clay	Ball clay
+ 10µm %	2-20	-
- 2 µm%	35-70	60-86
- 1 µm%	-	45-80
Modulus of rupture (Kg/cm ²)	4-15	20-40
Casting concentration %	55-70	60-65
Casting rate	0.3-2.0	-
Fired brightness	85-92	50-70
1180°C Absorption	15-20	3-13
Contraction	5-10	5-15
Fired brightness	87-93	50-70
Kaolinite content	85-97	50-70

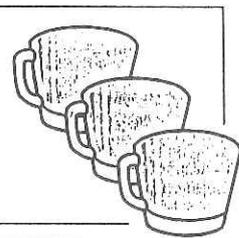


Fig. 1

Cargas blancas

Llegan a constituir el 40 % del total de cuerpo.

Los materiales utilizados son:

- Sílice.
- Arenas silíceas.
- Fosfato cálcico.

Fundentes

Se usan minerales que contienen K₂O, Na₂O, Li₂O:

- Feldespato potásico.
- Nefelina.
- Micas líticas.
- Espudemena.

También se utilizan otros minerales, tales como Talco, Wollastonita y Pirofilita.

2.1.3.-Cerámicas vidriadas

Están compuestas de un cuerpo cerámico recubierto de una fina capa de vidrio.

Es muy demandada para decoración por la variedad de coloraciones del vidriado usado. Por esta razón el número de productos minerales usados es muy elevado:

- Sílice.
- Borax.
- Carbonato sódico.
- Feldespato potásico.
- Carbonato de Bario.
- Zircón.
- Colemanita.
- Óxidos de Co, Ni, Li, Ti, Ba, Zn, Rb.

2.1.4.-Fibras cerámicas

Se utilizan como aislantes, protección contra el fuego, refractarios, en automoción y el plástico.

En general se utilizan minerales tratados tales como: sílice, caolín calcinado, esmectita y attapulgita.

2.1.5.-Cerámicas avanzadas

Este término abarca una clase de materiales cuyas propiedades hacen de ellos uno de los grupos con mayor atractivo potencial y tecnológico. Son materiales extremadamente duros y resistentes, inertes a los ataques químicos y a las altas temperaturas y con un amplio rango de propiedades eléctricas.

Representan un mercado que ya en 1985 era superior a 5.000 millones de dólares, dominado principalmente por U.S.A. y Japón. Están clasificados según su composición química:

- Óxidos-cerámicas (Aluminio, Zirconio, Berilio).

- No óxido-cerámicas (carburo Si y B, Nitruro Si y B, Sialones).

Los materiales utilizados para su fabricación son compuestos químicos de alta pureza:

- Nitruro de Silicio.
- Sialones.
- Carburo de Silicio.
- Aluminio.
- Zirconio.

En general los elementos químicos que se utilizan son muy abundantes en la naturaleza. Los componentes que se utilizan necesitan ser sintetizados con un coste energético elevado.

2.2.-Industria química

La industria química es uno de los más importantes mercados para minerales industriales. Muchas de las aplicaciones de los minerales industriales lo son en función de sus propiedades físicas específicas y puede haber muchas sustituciones dependiendo del nivel de precios. En la industria química se requieren propiedades químicas específicas y la sustitución de un mineral por otro no es común.

La industria química, tal como actualmente se entiende, se puede dividir en dos sectores diferentes:

- Orgánica.
- Inorgánica.

Los minerales industriales fueron y son los materiales básicos del sector de la industria química inorgánica. Muchas veces es difícil marcar una separación entre mineral y producto químico. En efecto algunos materiales pueden considerarse como ambos, por ejemplo la sal que puede ser producida a partir de yacimientos o por evaporización del agua de mar.

El tonelaje de la amplia variedad de minerales usados es muy grande, alguno de los cuales constituye una necesidad básica de esta industria.

En la tabla de la Fig. n.º 2, los números apuntados son estimaciones basadas en los datos del US Bureau of Mines de principios de los años 80 y están sólo para dar una idea de la escala de utilización.

Aparte de los minerales incluidos en la tabla (utilizados por sus propiedades químicas), hay otros minerales usados en la industria química por sus propiedades físicas:

- Cargas: Caolín, Carbonato cálcico, Talco, Micas.
- Filtros: Perlita, Diatomita, Asbestos.

Los minerales de uso en química se pueden agrupar de diferentes formas según el tipo de proceso, aplicaciones u otras relaciones:

1) Cloroálcalis

Los minerales básicos para este sector son:

- Sal.
- Carbonato sódico.
- Natural
- Sintético (a partir de CO_3Ca y $CINa$)
- Sulfato sódico.
- Natural
- Sintético (a partir de SO_4Na y $CINa$).

2) Fertilizantes

Hay trece nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. De ellos solamente tres son minerales nutrientes primarios:

- Fósforo. (Fosfatos).
- Potasio. (Potasas).
- Nitrógeno. Extraído de la atmósfera y de los nitratos de sodio y potasio. (Sólo en Chile).

Los nutrientes secundarios son:

- Calcio.

MINERAL	CONSUMO INDUSTRIA QUIMICA (Tm. x 1000)	PRODUCCION MUNDIAL	USOS QUIMICOS	USOS NO QUIMICOS
Cloroalcalis				
- Sal	120.000	70	Sosa cáustica, cloro carbonato sódico.	Procesos alimentación
- Carbonato sódico · natural · sintético	8.000	25	Detergentes fosfatados	Vidrios
- Sulfato sódico · natural · sintético	1.500	30	Detergentes	Papel, vidrio
Fertilizantes				
- Fosfatos	110.000	100	Agricultura (85%), Química (15%)	-
- Potasa	25.000	100	Agricultura (94%), Química (6%)	-
- Nitratos (Caliche)	500	75	Agricultura, explosivos	Vidrio
- Azufre	45.000	100	Acido sulfúrico (90%)	-
- Bauxita	8.000	10	Alumina	Aluminio dental
Salas de calcio				
- Caliza			Obtención CO_3Na	Construcción, metalurgia
- Dolomía	?	?	Producción Magnesita	" "
- Yeso			Obtención de Azufre	" "
- Magnesita · natural · sintético	3.000	21	Magnesita cáustica calcinada	Refractarios
- Minerales de Tatinio · Ilmenita · Rutilo	4.000 350	100 87	Pigmentos	Soldadura
- Boratos	2.500	100	Borax, ácido bórico	-
- Cromita	1.200	14	Cromatos y carbonatos de Bario	Cromo, arenas de fundición
- Barita	750	15	Carbonato de Bario	Lodos sondeos
- Celestina	45	100	Carbonatos y nitratos de Estroncio	-
- Fluorita	1.500	30	Acido fluorhídrico	Metalurgia
- Manganeso	1.000	4	Dióxido Manganeso	Metalurgia
- Tierras Raras	30	100	Oxidos TR, cloruros TR	-
- Minerales de Litio	23	100	Carbonato de Litio, hidróxido de Litio	-

Fig. 2

- Magnesio.
- Azufre.
- Micronutrientes:
 - Boro.
 - Cloro.
 - Cobalto.
 - Cobre.
 - Hierro.
 - Manganeso.
 - Molibdeno.
 - Sodio.
 - Zinc.

3) Azufre

Es una de las materias primas más importantes en la industria química.

Alrededor del 75-80 % de la producción mundial es convertida en SO_4H_2 y todos conocemos el amplio uso de este ácido en todos los procesos.

La industria de fertilizantes es la mayor consumidora, principalmente por la manufacturación de fosfatos. También la industria de pigmentos en la manufactura de titanio.

4) Salas de Calcio

- Caliza. Obtención de CO_3Ca .
- Dolomía. Producción de Magnesio.
- Yeso y anhidrita. Obtención de azufre.

La mayor parte de la producción de estos minerales se utiliza en construcción, pero además tienen aplicaciones químicas importantes.

5) *Magnesita*

El mayor consumidor de Magnesita es la industria de los refractarios (80 % total producción mundial). El resto de la producción se usa como magnesita cáustica calcinada en diferentes campos.

- Fertilizantes.
- Aplicaciones medioambientales (tratamientos de agua, desulfuración de gases de combustión).
- Plásticos.
- Cemento.

6) *Bario y Estroncio*

Se obtienen a partir de Baritas y Celestinas.

- Bario: carbonato de Bario.
- Estroncio: Nitratos
- Pirotecnia.
- Tubo para TV color.
- Jabones, farmacia, metalurgia.

7) *Fluorita*

El 56 % de la producción va a la industria del acero.

El 24 % en la producción de fluorocarbonados (afectada por la prohibición de los C.F.C.).

El 16 % en la producción de compuestos para la metalurgia del aluminio.

El resto es usado en vidrios cerámicos y otros campos.

8) *Minerales de Li*

- Sales de Litio.
- Minerales de Litio.
- Espodumena.
- Petalita.
- Lepidolita.
- Ambigonita.

9) *Tierras raras*

Los minerales más importantes a partir de los que se obtienen los óxidos de T.R. son:

- Bastnasita.
- Monacita.
- Xenotima.

El principal uso final es la industria metalúrgica. Una de las más importantes de las aplicaciones químicas es como catalizadores, en combinación con aluminio, silicatos, para el Cracking catalítico del petróleo.

2.3.-Refractarios

El mercado de los refractarios está gobernado por los requerimientos de tradicionales industrias pesadas tales como:

- Hierro y acero.
- Cemento.
- Vidrio.
- No ferrosos.
- Cerámica.
- Química y petróleo.

De ellas, la del hierro y acero es la mayor consumidora de refractarios.

En los últimos tiempos, ha habido una fuerte reducción del uso de refractarios en esta industria debido a varios factores:

• *Proceso usado.* (Desaparición de los hornos altos que usaban grandes cantidades de ladrillos refractarios).

• *Mejoras tecnológicas.* (Mejora de los materiales).

• *Demanda de productos:* (Fueres especificaciones).

Por ejemplo en U.K. el consumo de refractarios por tonelada de acero era de 49-50 Kg. en 1974, en 1989 era de 14-15 Kg. y se espera que en el año 2000 sea de 10-11 Kg.

Para supervivir en el mundo de los refractarios hay que producir a menor costo y mejorar la calidad. La demanda irá orientada a menores volúmenes de nuevos o mejorados refractarios de alto rendimiento.

Los principales minerales refractarios son:

- a) Zircón. (386.000 Tm./año).
- b) Grafito. (140.000 Tm./año).
- c) Magnesita. (18,9 M. Tm./año).
- d) Minerales del grupo de la Sillimanita (751.000 Tm./año).

- Andalucita (338.000 Tm./año).
- Cyanita (249.000 Tm./año).
- Sillimanita (147.500 Tm./año).

- e) Alúmina de alta pureza.
- f) Bauxita.

La tendencia de la demanda es hacia menores volúmenes de alto contenido en óxidos sintéticos y un incremento de la cantidad de materiales no-óxidos especializados.

2.4.-Industria de los absorbentes

Las aplicaciones de los minerales arcillosos en los diferentes procesos industriales están directamente relacionados con su estructura y composición. Las características más importantes de las arcillas, en relación con sus aplicaciones son:

- Tamaño de partícula.
- Forma de partícula.
- Propiedades químicas de superficie.
- Superficie específica.
- Color.
- Abrasión.
- Viscosidad.
- Plasticidad.
- Absorción.

Las arcillas son usadas como materiales absorbentes para usos domésticos (Cat-Litter), clarificación de aceites y grasas (tierras decolorantes), farmacia, soporte de pesticidas y abonos líquidos, papel, etc.

El consumo en Europa para las diferentes aplicaciones de las arcillas absorbentes se puede estimar en 2 millones de Tm.

Las arcillas tradicionalmente usadas como absorbente son: Esmectita, attapulgita, sepiolita y fuller's earth (Fig. n.º 3).

USOS INDUSTRIALES DE BENTONITA, SEPIOLITA Y ATAPULGITA

GRANDES VOLUMENES	PEQUEÑOS VOLUMENES
• Aranas de moldeo	• Medicina Farmacia
• Lodos de sondos.	• Cosmética.
• Pelletización.	• Pintura
• Alimentación animal	• Construcción (ladrillos, azulejos)
• Filtración, clarificación y decoloración	• Sellado de vertederos de productos radiactivos.
• Ingeniería civil.	• Vidrio.
• Soporte de pesticidas.	• Cerámica.
• Granuleros absorbentes.	• Lubricantes.
	• Fertilizantes.
	• Detergentes.
	• Papel.
	• Catalisis.
	• Adhesivos.
	• Purificación de aguas.

FUENTE: J.SANTAREN (1993)

Fig. 3

2.5.-Tratamiento de residuos y efluentes

La cada vez más restrictiva legislación ambiental está requiriendo a las compañías el depurar y controlar sus productos de deshecho. La disposición de los vertederos es cada vez más costosa y su control más estricto.

Para el Tratamiento y disposición de los vertederos de desechos líquidos



Explotación de Espodumena King-Mountains. Carolina del Norte. (U.S.A.).



Explotación de Caolín (English China Clay. St. Austell. Inglaterra).

y sólidos, se utiliza una amplia variedad de minerales, tales como Bentonita, Caliza, Carbonato sódico, Hidróxido de magnesio y Ceolitas.

La Bentonita, fundamentalmente sódica, se utiliza para el recubrimiento de vertederos, con el fin de impermeabilizarlos.

Para el tratamiento de efluentes y aguas residuales se utilizan compuestos químicos, orgánicos e inorgánicos y minerales industriales. Los minerales mayormente usados son Caliza, Carbonato sódico, Hidróxido de magnesio y Ceolitas. Las industrias que mayormente realizan el tratamiento de sus efluentes son las químicas, del acero y del azúcar.

Los tratamientos que se aplican a las aguas residuales y efluentes, y los minerales que se utilizan son:

- Filtración
 - Arena sílicea.
 - Antracita.
 - Magnesita.
 - Diatomita.
- Tratamiento químico
 - Cal.
 - Carbonato sódico.
 - Bentonita.
 - Magnesita cáustica.
 - Dolomita.
 - Perlita.

2.6.-Industrias de la construcción

2.6.1.-Industria del cemento

La producción de cemento en España en 1989 fue de 27,4 M. Tm., con un crecimiento de 12,3 % respecto del año anterior.

La producción de Clinker fue de 22,9 M. Tm., con un aumento del 9,74 % con respecto de 1988.

El consumo medio de cemento por habitante fue de 658 Kg. en 1989.

El consumo de materias primas alcanzó un total de 40,9 M. Tm. con un valor de 15.349 M. de pesetas. En el cuadro de la figura 4 se puede ver el consumo para cada uno de los materiales utilizados, destacando en cuanto a tonelaje las calizas, margas, arcilla, puzolanas y cenizas.

Esta industria tiene

una utilización vertical, de tal forma que cada cementera se abastece de sus propias canteras, situadas en las proximidades.

2.6.2.-Industria del yeso

Este sector lo comparten numerosas fábricas, a veces, de pequeña capacidad y distribuidas ampliamente por la geografía española.

La marcha de esta industria corre a corde con la tendencia en el ámbito de la construcción en general.

En este capítulo se incluyen tanto el yeso como las escayolas, cuyas producciones españolas en 1988 fueron:

Yeso: 1.877.390 Tm.
Escayolas: 598.482 Tm.

Con un valor de la producción de 7.037 M. de pesetas y 2.470 M. de pesetas, respectivamente.

La materia prima utilizada es exclusivamente el mineral de yeso.

El consumo en 1988 fue de 3.294.000 Tm. con un valor de 1.464 M. de pesetas.

2.6.3.-Otros

En la industria de la construcción se utilizan numerosos tipos de materiales con diferentes aplicaciones, entre los que se encuentran los aislantes y de protección contra el fuego.

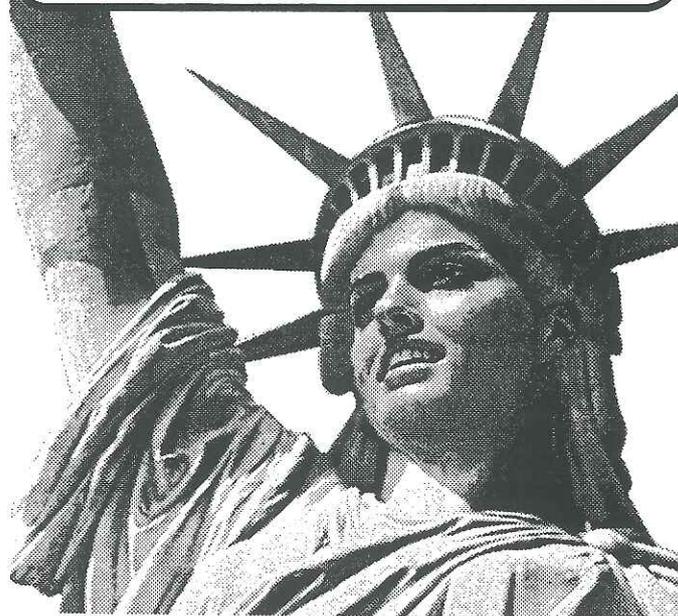
- Perlita.
- Vermiculita.
- Asbestos.
- Fibras de vidrio. ■

MATERIAS PRIMAS EN LA INDUSTRIA DEL CEMENTO (1989)

	Tm.	Valor en M. Ptas.
Arcillas	1.988.314	612.400
Arenisca	915.772	417.591
Bauxita	192.112	779.589
Calizas	26.742.665	5.268.306
Caolín	800.745	2.959.553
Crela	87.731	87.237
Cenizas	1.380.369	898.616
Escoria altos hornos	515.509	835.248
Margas	4.922.057	787.528
Pirritas	349.429	518.901
Pizarras	217.479	76.335
Puzolana	1.347.533	1.130.579
Yeso	1.444.047	977.820
TOTAL:	40.883.782	15.349.503

Fig. 4

*Para dominar el inglés
escoge la libertad !*



Escoge WALL STREET

- * **LIBERTAD DE HORARIO** (A conveniencia del alumno).
- * **LIBERTAD DE RITMO** (Ritmo de estudio personalizado).
- * **LIBERTAD DE ASISTENCIA** (Las mismas clases se repiten cada semana).

Porque a más libertad, más perseverancia y más éxito,
GARANTIZAMOS LOS RESULTADOS POR ESCRITO

Descuento Colegiados: 15 % ó 10 % descuento + 1 mes gratis

Inglés WALL STREET: Cada día más cerca

ALCALA DE HENARES

Teléf.: 883 63 41/42

CUATRO CAMINOS

Teléf.: 553 65 67

LA MORALEJA

Teléf.: 650 76 02

SEVILLA

Teléf.: (95) 492 12 85

ALCOBENDAS

Teléf.: 652 84 22

CUZCO-AZCA

Teléf.: 571 82 22

LAS ROZAS

Teléf.: 636 02 48

JEREZ

Teléf.: (956) 33 23 53

ALONSO MARTINEZ

Teléf.: 319 08 98

CHAMARTIN

Teléf.: 519 47 92

VAGUADA

Teléf.: 323 38 20/47 87

VALENCIA

Teléf.: (96) 395 71 71

ARGÜELLES

Teléf.: 543 29 67

LEGANES

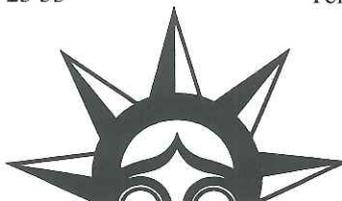
Teléf.: 686 03 33

VELAZQUEZ

Teléf.: 435 18 38

BILBAO

(Próxima apertura)



WALL STREET INSTITUTE

SCHOOL OF ENGLISH

MAS DE 100 CENTROS EN EUROPA

IMPACTO HIDROGEOLOGICO ANTE LA INSTALACION DE UNA PLANTA DE RECICLAJE DE R. S. U. EN EL MUNICIPIO DE MOS (PONTEVEDRA)



Alejandro José Chacón Auge

Licenciado en Ciencias Geológicas por la Universidad de Oviedo. Inicia su trayectoria profesional trabajando para la Universidad de Oviedo en el Dpto. de Explotación de Minas (ETSIMO). Posteriormente se traslada a Centroamérica (Guatemala, Honduras y El Salvador) donde trabaja como profesor de Geología Aplicada y Geotecnia para diversas instituciones públicas tales como la Universidad de San Carlos y el Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas de Guatemala. Igualmente diseña proyectos de gestión y saneamiento de aguas para varias municipalidades y dirige campañas de exploración minera en el Dpto. de Metapán (El Salvador). En España es consultor privado y miembro del equipo multidisciplinar de Ingeniería Medioambiental del Dr. Ing. de Montes Mariano Seoanez Calvo.



Paulino Alegre Fidalgo

Ingeniero de Minas por la Universidad de Oviedo. Actualmente profesor del Departamento de Diseño en la Ingeniería de la Universidad de Vigo. Trabajó en la Oficina Técnica de la Asociación Provincial de Minas de Antracita de León y como Director Facultativo en mina de carbón. Durante más de tres años perteneció a la Mina de Rubiales de Exminesa, en Pedrafita do Cebreiro (Lugo), en Producción, Mantenimiento, Planificación, y Seguridad. Durante año y medio trabajó en Norcontrol (La Coruña), empresa colaboradora de la Administración en materia de Seguridad Minera y Medio Ambiente. Realiza estudios de Doctorado en Medio Ambiente en el Dpto. de Explotación de Minas de la Universidad de Oviedo, dirigido por el Catedrático de hidrogeología Dr. Fernando Pendás.

El presente artículo se extrae del trabajo realizado a petición de Urbanización Santo Antoiño (Mos), Asociación de vecinos de Louredo y Junta de Montes de Louredo, como consecuencia de la posible instalación de una planta de reciclaje, tratamiento y elaboración de combustible a partir de residuos sólidos urbanos (R.S.U.) de la Mancomunidad de Municipios de Vigo y su área de influencia, en el paraje de los Focos del municipio de Mos cercano a Vigo, provincia de Pontevedra.

De entre los argumentos claramente contrarios al lugar elegido, el estudio hidrogeológico destacó desde las primeras observaciones de campo, como factor medioambiental crítico. Otras afecciones también claramente negativas coadyudaron a que finalmente no se realizase el proyecto en este lugar.

El objetivo de la publicación de este artículo además de la divulgación de un minucioso y fructífero trabajo, es también llamar la atención de las autoridades responsables de tomar decisiones relacionadas con la ubicación de instalaciones de R.S.U., de gran trascendencia ambiental y sociológica, para que se utilice el conocimiento y metodología de los profesionales de las ciencias de la tierra en la planificación de estos proyectos.

This article is addressed to responsible persons who decided about the urban solid residual location, for to use the knowledge and methodology of Earth Sciences Professionals in the to plan design.

Palabras clave: Hidrogeología, contaminación, acuífero, residuos sólidos urbanos, lixiviados, ingeniería medioambiental, Mos (Pontevedra).

Introducción

Vigo es la mayor ciudad de Galicia, con casi 300.000 habitantes censados y es cabecera de la comarca cuya mancomunidad de municipios supera los 400.000 habitantes.

El vertedero de R.S.U. en la fecha en que se realizó este proyecto estaba completamente saturado y las autoridades locales buscaban la ubicación para instalar una planta de reciclaje de basuras de acuerdo con el plan de tratamiento de los residuos urbanos de la Xunta de Galicia.

En este contexto la disponibilidad de una finca grande, de un solo propietario y relativamente escondida en el Municipio de Mos pareció a priori, un buen lugar para llevar las basuras. (Fig. 1).

Se iniciaron trabajos de desbroce, relleno y explanación, antes de efectuar un estudio ambiental minucioso sobre la idoneidad del lugar.

Por ello los afectados por el proyecto, contrataron al equipo de Ingeniería Medioambiental del Dr. Ing. de



Fig. 1. Movimiento de tierras en la finca donde se pretendía ubicar la Planta de R.S.U. Al fondo Macizo de «As Sete Paredes».

Montes Mariano Seoáñez, para diagnosticar sobre la adecuación del lugar como idóneo o no para una planta de R.S.U.

El equipo está formado por Geólogos, Biólogos, Ingenieros y Doctores Ingenieros de Minas, de Montes, Químicos y Abogados dentro de la más ortodoxa disciplina medioambiental de equipos multidisciplinarios.

Con las conclusiones basadas en todos los estudios medioambientales realizados se emitió un diagnóstico negativo sobre la idoneidad de la ubicación y el lugar fue finalmente rechazado.

En este artículo se recoge parte de la investigación efectuada sobre los factores ambientales físicos de caracterización del medio ambiente, concretamente los relacionados con geología, tectónica e hidrogeología.

El estudio previo de estos factores, con un coste relativamente pequeño, hubiera puesto de manifiesto el riesgo elevado ante los impactos del proyecto y desaconsejado el lugar, sin llegar a la situación de conflicto y alarma social desde la que se planteó nuestro trabajo.

Descripción general del proyecto

Además del correspondiente estudio documental exhaustivo, se captó toda la información disponible sobre la zona en las Universidades Gallegas, Institutos de Investigación, Xunta de Galicia y bibliotecas de la Comunidad Gallega y también en organismos similares en Madrid.

Asimismo se mantuvieron diversas reuniones con habitantes del lugar y con técnicos de los Centros Universitarios y administrativos de la región.

Se realizó un detallado trabajo de Análisis verdad-terreno, con 9 inspecciones y recorridos de la zona, con la correspondiente toma de datos (suelos y topografía, aguas superficiales y sub-

terráneas, botánica, zoología, paisaje, etc.) y acciones humanas (infraestructura de vías de comunicación, aeropuerto próximo, pistas forestales etc.).

Especialmente se realizó una prospección en el terreno sobre orientación de fracturas, circulación de las aguas subterráneas y afloramientos existentes, para determinar las direcciones y sentidos del movimiento hídrico.

El objetivo de partida que se planteó era saber si este ecosistema y entorno humano, tenían capacidad de soportar la P.R.S.U., es decir, si la planta suponía un desarrollo sostenible para el medio natural afectado. En base a ello se desarrolló el análisis ambiental del medio físico receptor antes de implantar la instalación.

Se describe a continuación, de forma resumida, la parte correspondiente al potencial impacto hidrogeológico derivado de la ubicación de la planta en ese lugar.

Topografía y relieve

El área elegida está en pleno macizo montañoso, en la vertiente Oeste de la sierra que, con dirección N-S, enlaza El Galeiro al Norte con el Monte Salgueirón en el centro, y que termina hacia el Sur en el Monte Castelo. Esta sierra separa los valles del Louro y Tea, ambos afluentes del Miño.

El punto elegido de emplazamiento de la P.R.S.U. tiene una pendiente media de un 14 % en dirección N-S y de un 11 % en el cauce del torrente Torroeira en sentido E-W. (Fig. 2).

Hacia el Oeste el valle se abre directamente al aeropuerto de Peinador.

Geología y tectónica local

La localización exacta es la Parroquia de Louredo (Municipio de Mos), que se encuentra en el sector SE de la Hoja de Vigo, 04-11(223) del Mapa Geológico de España (1:50.000). ITGE.

Los rasgos geológicos fundamentales recogidos en la memoria de esta Hoja vienen definidos por la formación de un sustrato antiguo constituido por metasedimentos que sufrieron el emplazamiento de granitoides, actualmente convertidos en gneises.

En el Paleozoico, la Orogenia Hercínica actuó sobre estos materiales simultáneamente a la intrusión de cuerpos graníticos para-autóctonos.

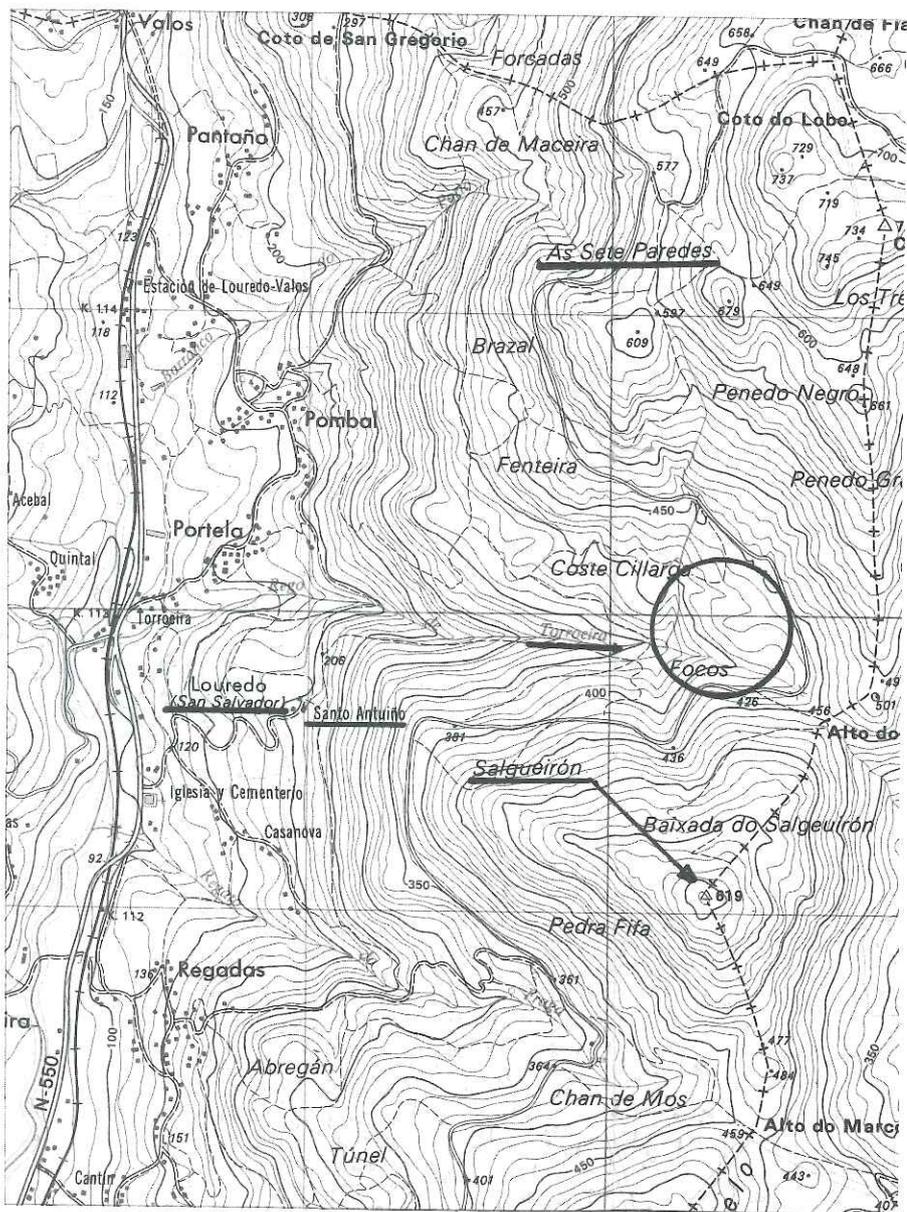


Fig. 2. Localización topográfica del lugar de emplazamiento de la P.R.S.U. E-1:25.000 (IGN).

Posteriormente, una etapa de descompresión cortical produjo importantes sistemas de facturación.

El estudio fotoaéreo evidencia la existencia de importantes sistemas de fallas que afectan de manera especial a los materiales graníticos que afloran en la zona.

Se observa que el área elegida para el enclave de la P.R.S.U. está precisamente sobre una fractura que cruza el macizo de N-NW a S-SE. Además, en el mismo paraje de Los Focos confluyen una serie de grandes fracturas con la orientación NW-SE y WNW-ESE.

Hidrogeología

Aguas superficiales

Los Focos es un paraje hidromorfo marcado por el nacimiento del torrente Torroeira.

El nombre en gallego de «Focos» hace referencia a huecos por donde sale el agua.

El Torroeira es un torrente o arroyo de montaña, con cauce fijo, de escasa longitud y fuerte pendiente, en el que la cuenca de recepción coincide precisamente con el lugar de ubicación de la P.R.S.U., el canal de desagüe es

El nombre en gallego de «Focos» hace referencia a huecos por donde sale el agua.

el cauce principal del Torroeira, y el cono de deyección, lugar donde el torrente deposita los materiales arrastrados y que geográficamente corresponde al área de emplazamiento de las localidades de Portela y Torroeira.

A partir de la cota 500 se midió un caudal superior a los 5 l/s procedente de los manantiales más elevados en la ladera de las Siete Paredes.

La superficie por encima de la cota de instalación proyectada es de 55 Ha. en la ladera del lado de las Siete Paredes, y de 10 Ha. en la del Salgueirón. En esta cuenca, además del agua de escorrentía existen multitud de pequeños manantiales que discurren hacia la zona en cuestión.

A la altura de la cota 365 se produce un encajonamiento del cauce de forma que en este punto se concentran todas las aguas de la cuenca de recepción del torrente. La superficie aproximada de esta cuenca es de 130 Ha.

En esta cota 365, donde se encajona

el torrente Torroeira, justo en el canal de desagüe, se midió un caudal de 90 l/s, procedente de toda la cuenca citada.

Aguas subterráneas

El modelo de funcionamiento del acuífero es de ladera intercomunicado por facturación con el sustrato.

La recarga del acuífero se produce por las precipitaciones sobre el macizo rocoso.

La descarga superficial se hace a través de los manantiales que dan origen a numerosos arroyos de montaña y que desembocan en el torrente Torroeira.

La descarga subterránea se efectúa de forma natural hacia los coluviones y la propia llanura aluvial del río Louro, y de forma artificial por bombeo de los pozos utilizados para el abastecimiento de las poblaciones próximas.

La porosidad y la permeabilidad de las distintas litologías existentes en la ladera son el soporte de un acuífero o sistema de acuíferos interconectados entre sí.

Las formaciones permeables son el suelo edáfico, el Xabre (denominación gallega del suelo residual sobre granito), el coluvión de ladera y el sustrato rocoso fracturado. (Fig. 3).

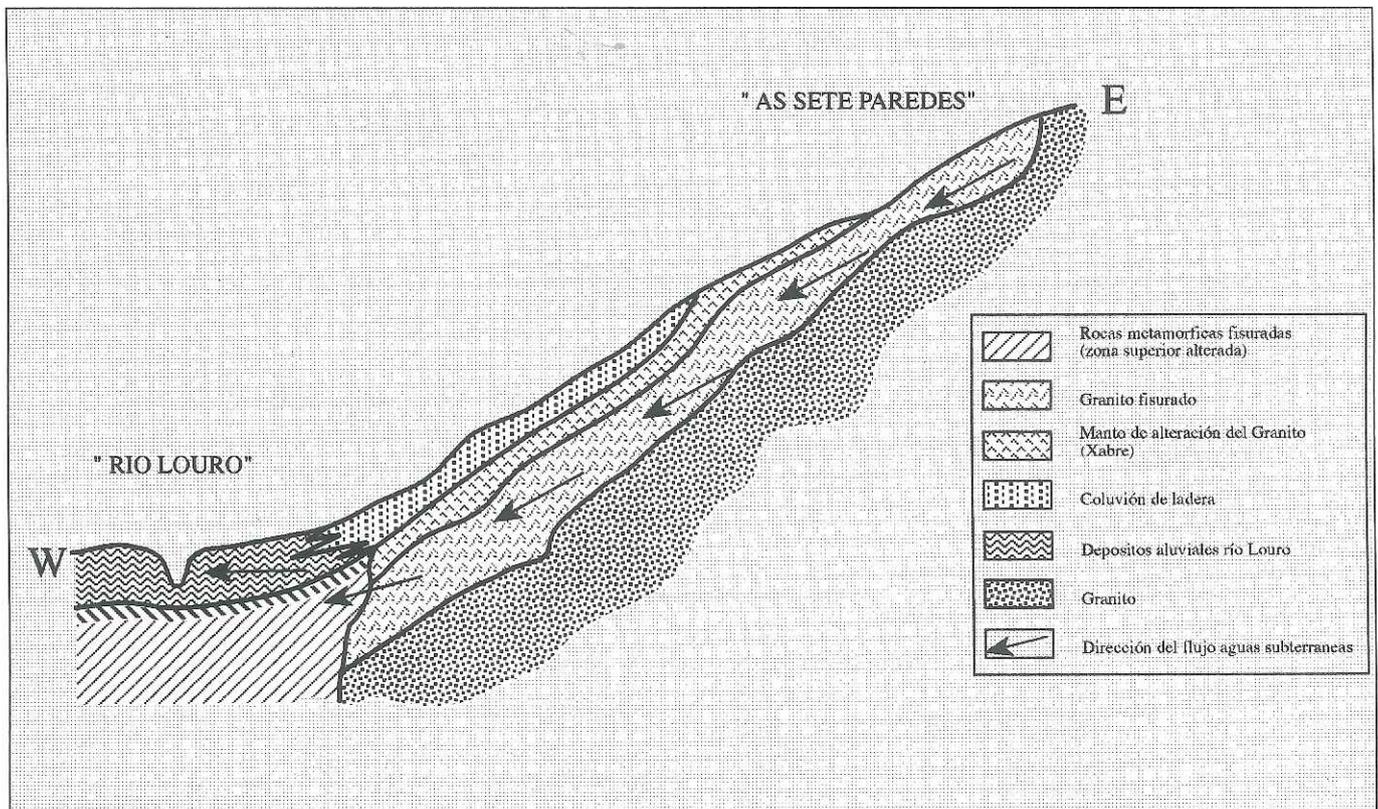


Fig. 3. Corte geológico genérico. Disposición en el subsuelo de los distintos materiales que componen el acuífero.



Fig. 4. Desmante mostrando el suelo edáfico, el xabre, y el granito fisurado.

Las características texturales del suelo favorecen de manera radical los fenómenos de percolación e infiltración del agua, hecho de suma importancia si se tiene en cuenta el alto índice de pluviosidad de la región.

Los recursos hídricos, como aguas subterráneas más superficiales en esta zona, son al menos de: 13,3 millones de m³, para una superficie de 10,2 millones de m².

La situación por tanto es la de un acuífero que comprende no sólo el coluvión de ladera, sino también las zonas de Xabre y parte del sustrato granítico, debido a las redes de fracturas, fallas y diaclasas existentes en él. (Fig. 4).

La parte superior del zócalo presenta permeabilidad secundaria que da una mayor profundidad al acuífero, y mayores posibilidades en cuanto a aprovechamiento y regulación futura de recursos hídricos.

Las grandes fracturas del zócalo pueden adquirir excepcional importancia en el funcionamiento de los flu-

jos subterráneos, pudiendo suceder que existan interconexiones desde uno al otro lado de la sierra o entre la ladera Este y la Oeste, lo que a priori no se puede rechazar para la determinación de las direcciones de flujo subterráneo.

Así, el volumen de acuífero potencialmente contaminable abarca en principio todo el macizo, desde la ladera norte del Galeiro hasta la sur del monte Castelo.

Control geoestructural del flujo subterráneo

La dirección de la circulación del agua subterránea en el sustrato se ve directamente condicionada por las discontinuidades estructurales que presenta.

Un análisis detallado de estas discontinuidades (litoclasas) nos permite predecir cuál va a ser la dirección del flujo subterráneo en el interior del macizo rocoso.

Para evaluar este extremo se tomaron una serie de medidas sistemáticas sobre las litoclasas del sustrato granítico a lo largo del perímetro de la

«LA TIENDA VERDE»

C/. MAUDES, N.º 38 - 28003 MADRID

TELS.: 533 07 91 - 533 64 54

FAX: 533 64 54

«LIBRERIA ESPECIALIZADA EN CARTOGRAFIA, VIAJES Y NATURALEZA»

- | | | |
|---|--------------------------|---------------------------------|
| - MAPAS TOPOGRAFICOS: S. G. E. I. G. N. | - MAPAS METALOGENETICOS. | - MAPAS MONTADOS EN BASTIDORES. |
| - MAPAS GEOLOGICOS. | - MAPAS TEMATICOS. | - FOTOGRAFIAS AEREAS. |
| - MAPAS DE CULTIVOS Y APROV. | - PLANOS DE CIUDADES. | - CARTAS NAUTICAS. |
| - MAPAS AGROLOGICOS. | - MAPAS DE CARRETERAS. | - GUIAS EXCURSIONISTAS. |
| - MAPAS DE ROCAS INDUSTRIALES. | - MAPAS MUNDIS. | - GUIAS TURISTICAS. |
| - MAPAS GEOTECTONICOS. | - MAPAS RURALES. | - MAPAS MONTAÑEROS. |

«VENTA DIRECTA Y POR CORRESPONDENCIA»

«SOLICITE CATALOGO»

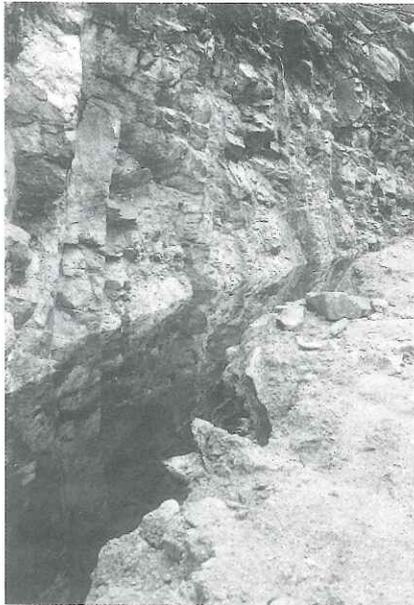


Fig. 5. Sustrato granítico intensamente diaclasado. La cuneta perimetral de la explanación se encontraba completamente inundada por la descarga de aguas procedentes de la circulación subterránea.

explanación en la que se proyectaba ubicar la planta. (Fig. 5).

Se obtuvieron cuatro familias de

litoclasas que conforman las direcciones preferentes de fisuración del macizo granítico:

- FAMILIA I: N 50 W Buzamiento 77 E
- FAMILIA II: N 46 E Buzamiento 82 N
- FAMILIA III: N 11 E Buzamiento 34 W
- FAMILIA IV: N 6 E Buzamiento 57 E

La configuración tridimensional del conjunto de las familias está muy próxima a la ortogonalidad. Así, la I y II Familia son subverticales, mientras que la III es subhorizontal.

En el caso que nos ocupa, la Familia III, subhorizontal, buza hacia el W, con un valor de 34°, es decir, coincide con la dirección de inclinación del valle excavado por el arroyo Torroeira.

Esto pone de manifiesto la vulnerabilidad del acuífero y el riesgo para la salud pública, en el caso que los lixiviados lleguen a él, debido a que precisamente esta dirección W marca el emplazamiento de las localidades de San Antoiño, San Salvador, Portela, Torreira y Pombal, donde gran parte de la población se abastece de pozos de agua excavados en roca a distintas profundidades y por supuesto muy próxi-

mos al lugar de emplazamiento de la Planta de R.S.U.

Recursos hídricos

De acuerdo con los datos utilizados de las estaciones termopluviométricas más cercanas, Vigo, Puenteareas y Peinador, se realizó el cálculo de la evapotranspiración real para las tres estaciones con determinación del BALANCE HIDRICO DE PEINADOR, PUENTEAREAS Y VIGO.

La estación de Peinador es la más próxima al lugar, unos 5 Km, y su altitud es algo inferior, por lo que se consideró como representativa de un mínimo de lluvia al año.

Se calcularon los recursos potencialmente utilizables por los habitantes de la zona, este cálculo se hizo con los datos de pluviometría, de acuerdo con la ecuación: $P = ETR + Ex$ obteniendo los resultados que se reflejan en la **Tabla 1.**

El balance anual supone una lluvia útil de 1305 mm, como mínimo.

Los Recursos hídricos, como aguas subterráneas más superficiales

ME	ETP	P	dW	R	D	Ex	ETR
EN	22	233	0	100	0	211	22
FB	25	240	0	100	0	215	25
MR	40	218	0	100	0	178	40
AB	47	169	0	100	0	122	47
MY	72	145	0	100	0	73	72
JN	91	74	-17	83	0	0	91
JL	108	30	-78	5	0	0	108
AG	100	59	-5	0	-36	0	64
SP	78	126	48	48	0	0	78
OC	60	193	52	100	0	81	60
NV	32	222	0	100	0	190	32
DC	21	256	0	100	0	235	21
	696	1965				1305	660

Tabla 1.- Balance Hídrico, estación del Peinador. Altitud 250 m.



Fig. 6. Aprovechamiento a nivel comunitario de las aguas de manantial.

lizadas y otro mediante pozos excavados en el borde del valle del río Louro, próximos al macizo montañoso.

El sistema tradicional de abastecimiento de agua en estas poblaciones es mediante pequeñas captaciones en fuentes y riachuelos, y mediante la construcción de sondeos y pozos manuales realizados en las proximidades de las viviendas y que garantizan el suministro de agua durante todo el año.

Las captaciones subterráneas, en verano permiten el aprovechamiento de estos recursos y garantizar la disponibilidad de agua para las poblaciones asentadas en el área.

Aunque es de conocimiento general que casi todas las viviendas de la zona tienen su propia captación de agua subterránea, se realizó un inventario de 33 pozos con registro de características geométricas, de posición, geológicas, de caudales y usos del agua, todo ello para contrastar el interés real del uso del agua.

El resultado fue el registro, para estas captaciones de un volumen de agua consumido de 273 m³/día, equivalentes a 100.000 m³ estimados al año.

No se estudió la estacionalidad de usos y el volumen de recursos utilizados por este método resulta proporcionalmente pequeño respecto a los recur-

en esta zona, son al menos de: 13,3 millones de m³, para una superficie de 10,2 millones de m².

Recursos hídricos disponibles, hidrogeológicos y superficiales en conjunto, potencialmente utilizables como recurso natural, o por contra, susceptibles de ser contaminados.

De estos, los correspondientes exclusivamente a la cuenca de recepción y el canal de desagüe del torrente To-

rroeira, por encima de los 200 m.s.n.m., son 2,3 millones de m³.

Explotación actual de recursos hídricos

Se dispone en la actualidad de dos sistemas de aprovechamiento del agua subterránea, uno en la ladera, desde los manantiales por medio de traídas cana-

Gestión e Ingeniería de Agua y Medioambiente

DHV España SL
Avenida de los Madroños, 55
28043 Madrid

tel (91) 300 38 78
fax (91) 388 08 01

osos hidráulicos totales, aunque su importancia es capital ya que estas captaciones son la garantía de suministro durante el estiaje.

No sólo hay aprovechamientos individuales del recurso hidrogeológico, sino que también existen colectivos sociales organizados como usuarios de aguas (Fig. 6). Sólo en la cuenca del torrente Torroeira hay dos Comunidades de Usuarios y además, existe un Proyecto de Captación de Agua de Manantial, Recogida y Conducción, que tiene por objeto el aprovechamiento de aguas minerales para envasado. Este proyecto tiene previsto el embotellado y comercialización de 100.000 l/día.

Los manantiales para agua mineral están situados a cotas inferiores respecto al área de la planta, en torno a los 385 m, a una distancia de 900 m. del Pico Salgueirón, en dirección S-SW, y a unos 1450 m del área hipotética de ubicación de la planta de residuos.

Calidad de las aguas

Para constancia de la calidad del agua en la fecha de realización del presente Diagnóstico, se tomaron una serie de muestras, tanto de las aguas del acuífero como de las aguas que fluyen hacia el cauce del Torroeira, se analizaron por un Laboratorio de Análisis Clínicos y por el Departamento de Química Analítica y Alimentaria de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Vigo.

Los resultados obtenidos son siempre de agua potable, amén de que existe constancia de análisis históricos que controlan especialmente la potabilidad de las aguas, realizados por los usuarios de las mismas.

Conclusiones

El punto elegido para la instalación de la Planta esta sobre un acuífero de ladera del que se abastece la población asentada en el valle.

La alteración del régimen de las aguas superficiales y subterráneas será un impacto severo, de larga duración o irreversible.

Existe riesgo elevado de contaminación. Constituye un impacto crítico e inadmisibles en la calidad de estas aguas a través de lixiviados de los desechos y productos almacenados.

Un escape accidental y generalizado de lixiviados supondría una catástrofe ecológica, que afectaría irreversiblemente a la explotación del acuífero.

Las labores de impermeabilización artificial efectiva de la zona de trabajo suponen tal dificultad y sobrecoste al proyecto, que lo hacen inviable técnica y económicamente.

Las labores de impermeabilización artificial efectiva de la zona de trabajo suponen tal dificultad y sobrecoste al proyecto, que lo hacen inviable técnica y económicamente.

El valor de permeabilidad para vertederos exigido en la Propuesta de directiva de las Comunidades Europeas, 91/C 190/01, es $K = 1,0 \cdot 10^{-9}$ m/s, mientras que el valor para el material que va a conformar el sustrato de la Planta y zonas de almacenamiento oscila entre $1,0 \cdot 10^{-5}$ m/s y $1,0 \cdot 10^{-8}$ m/s, por lo que no es admisible la ubicación de la Planta.

Se utiliza el valor para vertederos, ya que aunque lo que se proyecta construir sea una Planta de reciclaje y almacenamiento de basura, va a traer emparejada la construcción de un vertedero para rechazos, productos incinerables no recuperados e incluso basura cruda en caso de averías en la planta de recuperación o de la central térmica, así como el vertido bruto hasta la construcción de la Planta.

Igualmente según el Proyecto de Directrices del Plan Hidrológico de las Cuencas de Galicia-Costa, Xunta de Galicia 1993, el Concello de Mos se encuentra en el grupo de Municipios Gallegos que presentan el máximo valor de recursos potenciales de agua subterránea, superando los 100 hm³/año.

La realización de esta planta cuestiona las posibilidades de estos recursos hídricos como generadores de recursos económicos.

También se destaca lo recogido en el Estudio de Recursos de Aguas Subterráneas de Galicia (Plan Hidrológico Xunta de Galicia, 1991), en el que se señala que de todas las rocas ígneas y metamórficas que aparecen en el territorio gallego, las que presentan los mayores caudales medios de extracción, son los granitos alcalinos muy alterados

(que son precisamente los que aparecen en la zona de estudio), con un valor que oscila entre 3 y 10 l/s, cifra que contrasta con otras variedades de granitos de tendencia calcoalcalina cuyos caudales medios se sitúan entre 0,3 y 3 l/s.

Esto demuestra las buenas actitudes que presentan estos granitos para su explotación como acuífero, respecto a otros tipos petrológicos de naturaleza análoga, aunque de claras diferencias composicionales.

La migración de lixiviados en el interior del granito se va a ver muy favorecida por la alta densidad de fisuración que presenta.

Es obvio que los lixiviados van a ser transportados siguiendo la dirección de flujo de las aguas subterráneas hacia las zonas de descarga del acuífero, es decir, los manantiales de los que se abastece la población mediante traídas canalizadas, o por pozos perforados directamente sobre el sustrato rocoso.

LA CONCLUSIÓN del DIAGNÓSTICO AMBIENTAL fue muy clara y en lo referente a la parte desarrollada en este artículo se dijo:

«EL DIAGNÓSTICO MEDIO-AMBIENTAL ANTE LA POSIBLE INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE RECICLAJE, TRATAMIENTO Y ELABORACIÓN DE COMBUSTIBLE A PARTIR DE R.S.U. EN LA ZONA DE LOS FOCOS, DEL MUNICIPIO DE MOS (PONTEVEDRA), ES TOTALMENTE NEGATIVO, Y SE DESACONSEJA DICHA ACTIVIDAD EN ESA ZONA, ADVIRTIENDO ENCARECIDAMENTE DEL PELIGRO GRAVE QUE PUEDE SUPONER PARA LA SALUD PÚBLICA POR LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS DE ABASTECIMIENTO, ...»

Recomendación

Los autores y el equipo que representan, llaman la atención de las autoridades políticas y administrativas, sobre la existencia de métodos de investigación y caracterización del medio físico apropiados con la toma de decisiones sobre la ubicación de plantas o industrias con alto potencial contaminante.

El uso de estas técnicas, con gran tradición en la ingeniería medioambiental y minería, evitará errores de gran magnitud, como el descrito en este artículo, además de suponer un ahorro económico considerable en la planificación de este tipo de proyectos. ■

PLAN DE PENSIONES DE LOS GEOLOGOS



ESTAS SON ALGUNAS DE SUS VENTAJAS:

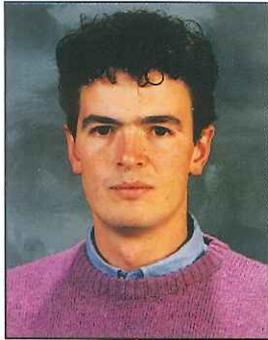
- * Le ayudará a mantener su nivel de vida cuando se jubile
 - * Las aportaciones efectuadas son fiscalmente deducibles
 - * Por ser exclusivo para los geólogos, el Plan tiene una reducción de gastos, de este modo su ahorro es más rentable
 - * El Plan está gobernado por los geólogos
-
- SI USTED YA TIENE UN PLAN DE PENSIONES INDIVIDUAL, PUEDE TRASPASARLO AL PLAN DE LOS GEOLOGOS Y BENEFICIARSE ASI DE SUS VENTAJAS.
 - SI USTED TODAVIA NO TIENE UN PLAN DE PENSIONES, ESTA ES UNA VENTAJOSA OPORTUNIDAD.

Para ampliar información sobre alguno de estos servicios, diríjase al Colegio Oficial de Geólogos o bien a cualquier sucursal del Grupo Banco Popular.

tu futuro, nuestro futuro

IMPACTO AMBIENTAL DEL TREKKING AL SANTUARIO DEL ANNAPURNA

UNA BATALLA ENTRE EL CONSERVACIONISMO Y EL INTERES



Alvaro E. Fdez. Escalante

Lic. en Cc. Geológicas, especialista en hidrogeología (UCM-1990) y técnico en medioambiente (UPM-1993). Ha ejercido laboralmente en Dames & Moore, Ingiopsa e Ingemisa. Participante en tres expediciones al Himalaya, de las que ha escrito cuatro artículos.

El Santuario del Annapurna y sus inmediaciones son considerados el «Área de conservación» geográfica y culturalmente más diversa del globo. En la última década este camino ha sido visitado por una media de 25.000 personas al año. La enorme problemática medioambiental suscitada atrajo una política proteccionista con carácter de emergencia: el proyecto ACAP. El principal objetivo de este escrito es analizar las líneas de actuación inicialmente planteadas, y el grado de eficacia alcanzado años después.

The main objective of this treaty is to discuss the ACAP project's efficacy, eight years after its establishment. This project was introduced as a consequence of the enormous environmental problematical, generated by the 25000 tourists per year who visit the nepali Annapurna Sanctuary. This is considered the most diverse area all over the world.

Hay quien dice que el culto religioso del Nepal contemporáneo oscila en torno a sus tres principales religiones: el hinduismo, el budismo y el turismo. Esta afirmación, quizá exagerada, no deja de ser cierta desde la colosal explosión turística iniciada en la década de los setenta. El descomunal incremento en el número de visitantes que recorren las principales zonas de *trekking* de Nepal, ha sometido a estas áreas a un progresivo y desmesurado desgaste, especialmente en las regiones del Annapurna y Everest.

Los nepaleses, portadores de una herencia cultural milenaria, han tenido que encarar de forma acelerada una problemática típica de países industrializados, un reto poderoso para el octavo país más pobre del mundo, ante el que estaban indefensos.

Encuadre

Nepal es un país con forma rectangular de casi 141.000 Km² ubicado entre los dos gigantes de Asia: China e India.

La zona norte es eminentemente escarpada, mientras la sur es una llanura aluvial de carácter tropical, regada por los ríos procedentes del Himalaya: el Terai.

El Santuario del Annapurna y sus alrededores comprenden el paraje que aborda este escrito. Emplazado en el Nepal Central, y con una extensión de 2.600 Km², es considerada el «Área de conservación» geográfica y culturalmente más diversa del planeta.

Está limitado al norte por la frontera con el Tíbet, borde político más que estructural, puesto que antes de llegar a la llanura tibetana se suceden amplias cordilleras. Al sur por el valle de Pokhara, al este por la barrera del río Marsyangdi y al oeste la del Kali Gandaki.

El *trek* al Santuario del Annapurna resulta ser un trayecto corto y de los más atractivos en Nepal. Ello es debido a la inmensa variedad presente en los terrenos atravesados, tanto desde el punto de vista medioambiental como étnico y sociológico.

El camino atraviesa varias unidades morfo-climáticas, tales como tierras bajas subtropicales, llanuras con cultivos de arroz, bosques de coníferas, frondosas y bambú, pastos alpinos y desiertos. Cada unidad alberga distintos hábitats, así como etnias arraigadas a sus comarcas, por inhóspitas que sean.

Los asentamientos humanos en este territorio, especialmente en zonas bajo condiciones climatológicas hostiles y separadas por fuertes contrastes topográficos, conducen al aislamiento como una consecuencia directa del medio. Por ello a lo largo del *trek* cada etnia posee un lenguaje y una estructura ideológico-social propia.

En esta ruta hay ocasión de contemplar destacados rasgos geográficos como el Dhaulagiri y el Annapurna, séptimo y décimo techos del planeta respectivamente; la garganta del Kali Gandaki, que al salvar un desnivel superior a los seis Kms se la ha otorgado



Foto A.— Lodge en la garganta del Kali Gandaki.

el título de la «garganta más profunda del mundo», y varios elementos con atributos menos pomposos.

Historia reciente

Desde que el británico Jimmy Roberts se adentró en el Santuario del Annapurna en 1956, el número de visitantes se ha incrementado en una proporción aritmética primero y geométrica después, hasta estabilizarse.

La mejora de las vías de acceso, la creación progresiva de una infraestructura adecuada para albergar ingentes sumas de turistas, y el carácter de la caminata que no presenta grandes obstáculos, ha hecho saltar esta zona a la popularidad en la década de los ochenta.

En este decenio, el camino al Santuario es visitado por una media de 25.000 personas por año, enorme desproporción frente a los 40.000 residentes. Los problemas no se hicieron esperar, y en 1986 hubo que implantar una gestión de asuntos públicos con carácter de emergencia, como veremos más tarde.

Materiales e Historia Geológica

A grandes rasgos, el basamento cristalino del Himalaya, está constituido por gneises, cuarcitas, esquistos y pizarras de edad precámbrica y paleozoico temprano. Están dispuestos se-

gún el modelo de metamorfismo barroviense, con aumento del gradiente hacia la zona axial de la cadena, donde hay intrusiones graníticas. Sobre estas yacen series sedimentarias paleozoicas y mesozoicas, fuertemente plegadas en la orogenia alpina, formando una cadena de carácter bicontinental.

Nuestra zona de estudio encaja en este modelo general, no obstante requiere algunas puntualizaciones.

A lo largo del trek afloran tres formaciones: una arenosa constituida por cuarcitas y filitas, una calcárea integrada por dolomías y calizas, y una arcillosa formada por pizarras verdes y negras, micacitas y esquistos. Además aparecen localmente intrusiones tardías de gabros y diabasas interestratificadas a favor de fallas, granitos ricos en turmalina de carácter metasomático acompañados por migmatitas; y pegmatitas y dioritas intercaladas con bandas calcáreas.

Dos importantes discontinuidades estructurales de la orogenia alpina, trastocan estas formaciones, originando la enorme complejidad geológica de los «Altos Himalayas»: El MCT (*Main Central Thrust*) base del gneis glandular diferenciado, y el MBF (*Main Boundary Fault*) base de meta-sedimentos.

En el valle de Pokhara podemos observar los sedimentos cuaternarios. En los ríos Trišuli y Kali Gandaki afloran las intrusiones de gabros y diabasas emplazadas a favor de fallas profundas. En las primeras jornadas del

trek aparecen micacitas y pizarras de las formaciones arenosa y arcillosa. En Kuldighar y Deurali, localidades adyacentes al Santuario, aparecen fuertes pliegues y grupos de fallas en relevo inducidos por la extensión en sentido este-oeste que acompaña al plegamiento en sentido norte-sur. El Machhapuchhre está constituido por gneis bandeado del situado sobre el MCT buzando hacia el norte. El Annapurna y Dhaulagiri están integrados por filitas y calcoesquistos junto con cuarcitas calcáreas interestratificadas. Esta variedad geológica patente a lo largo del trek es una vitrina más del museo de ciencias naturales que constituye globalmente el Himalaya.

Fauna y vegetación

La orografía y variedad de climas del Himalaya ha condicionado su flora y fauna; bien actuando como puente, o bien produciendo un efecto barrera para la migración. Esto origina una diversidad extrema, fruto de la adaptación a los diversos hábitats.

En el caso del Santuario del Annapurna existen unos corredores de fauna, que son las abruptas gargantas de los ríos que le confinan, cuyo progresivo descenso altitudinal conecta ecosistemas muy diferentes. En el norte, los macizos hacen el papel de frontera natural.

Hay especies llamadas eurioicas que gracias a su gran capacidad de



Foto B.— Pastoreo y deforestación en las inmediaciones del Santuario.

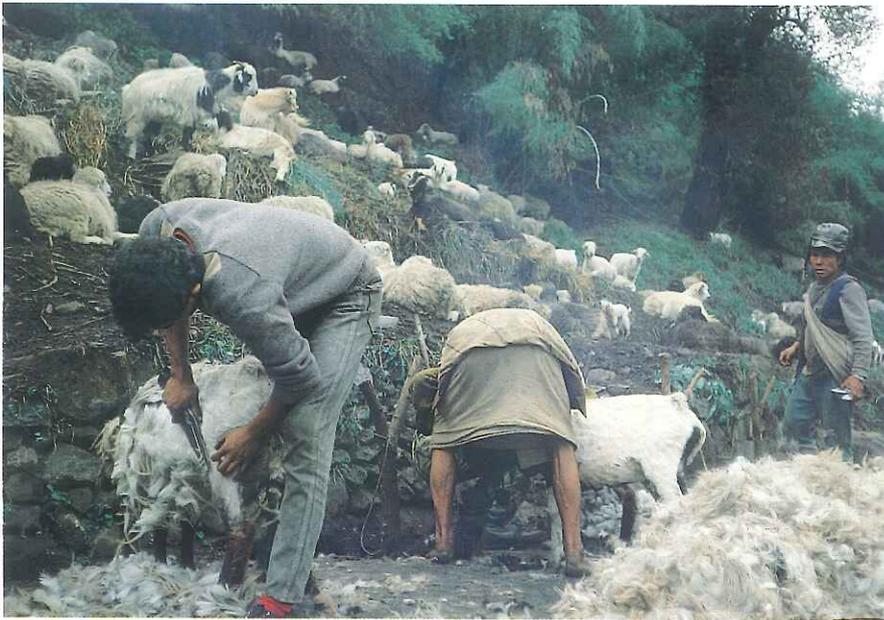


Foto C.- Economía consuntiva.

adaptación ocupan prácticamente todos los ecosistemas, como ciertos roedores, gatos...etc; pero la gran mayoría son estenoicas, es decir, características de su rango altitudinal.

En los hábitats de baja a media altitud conviven monos, el macaco (*Rhesus sp.*), el jabalí, felinos, la ardilla, roedores, el búfalo... concentrados de acuerdo con la vegetación.

En el rango de media a alta elevación, con menor cubierta vegetal, habitan el ciervo, el oso negro del Himalaya, el yak, la marmota, el leopardo de las nieves...

Hay catalogadas aproximadamente 440 especies de aves. El valle del Kali Gandaki es un corredor importante para los movimientos migratorios estacionales de al menos 40 especies de pájaros. Cabe destacar el martín pescador, el faisán, el colirrojo, el cernícalo, la chova, los patos, la paloma, el gallo nival, la perdiz nival y común...etc.

Los peces también son abundantes, predominando los salmónidos en el curso alto de los ríos de aguas frías, desplazados por barbos y carpas con el descenso de altitud y el aumento de temperatura del agua.

La **vegetación** está adaptada al clima, a la catena altitudinal y a la unidad morfoclimática que ocupa. Así, a lo largo del *trek* se puede observar diversas agrupaciones de especies.

En la zona subtropical hay destacables extensiones de bosque de coní-

feras y frondosas. Entre las primeras se ha desarrollado el abeto (*Abies spectabilis*), abeto del Canadá (*Tsuga dumosa*), pino azul (*Pinus wallichiana*), (*Pinus roxburghii*)...etc. Entre las frondosas cabe destacar el *Castanopsis indica* y el *Schima wallilichii*. En laderas de fuerte inclinación aparece el aliso (*Alnus nepalensis*) y en la ribera de los ríos la vegetación riparia típica. Además abundan los bosques mixtos de roble (*Quercus lamellosa*, *Quercus lanata* y *Quercus semecarpifolia*), el rododendro (*Rhododendrus sp.*), y el bambú (*Dendrocalamus hamiltoni* y *Pseudostachym polymorphum*).

En la zona subalpina es característico el abedul (*Betula utilis*), el pino azul, y juníferos: sabinas y enebros, junto con bosques de bambú.

La catena alpina está representada por el rododendro, enebros arbustivos, así como el pastizal de altura.

En el desierto habitan enebros arbustivos adaptados a la sequía y un arbusto espinoso amarillento muy específico (*Caragana*).

Impacto ambiental. El proyecto ACAP

El proyecto ACAP (Annapurna Conservation Area Project) fue elaborado en 1986 a cargo de una entidad de carácter no gubernamental, la KMTNC (King Mahendra Trust for Nature Conservation). Colaboraron otros organ-

ismos extranjeros especialistas en organización y gestión para la conservación del medio ambiente, en concreto el German Alpine Club y el King Mahendra United Kingdom Trust.

Su puesta en funcionamiento tuvo un carácter acelerado debido a la alarmante degradación del entorno preoperacional, como consecuencia del excesivo turismo y los impactos que este conlleva, pues empezaba a ser superada la capacidad de acogida del medio físico.

En principio, las pretensiones generales son correlacionables con las de otros proyectos medioambientales: elevar la calidad de vida sin sobrepasar la capacidad de carga, y llevar a cabo un desarrollo sostenible, capaz de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las de generaciones futuras.

Las tres primeras fases podrían citarse de acuerdo con las etapas convencionales de gestión ambiental:

- Planteamiento del problema: la amenaza de la integridad ecológica y cultural.

- Delimitación del área de actuación: el entorno del Santuario del Annapurna.

- Fijación de objetivos: compenetrar conservación y desarrollo, además de solucionar problemas sociales y ambientales sin perder la integridad cultural.

Es la cuarta fase la más importante del proyecto ACAP: las alternativas de actuación, con iniciativas elaboradas a la medida de las posibilidades de

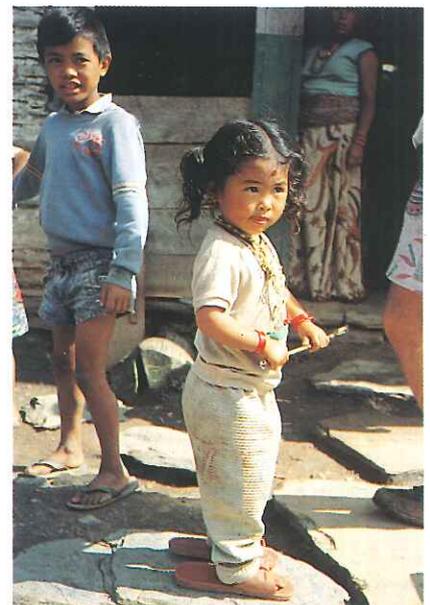


Foto D.- Los jóvenes están en contacto con los extranjeros desde temprana edad.

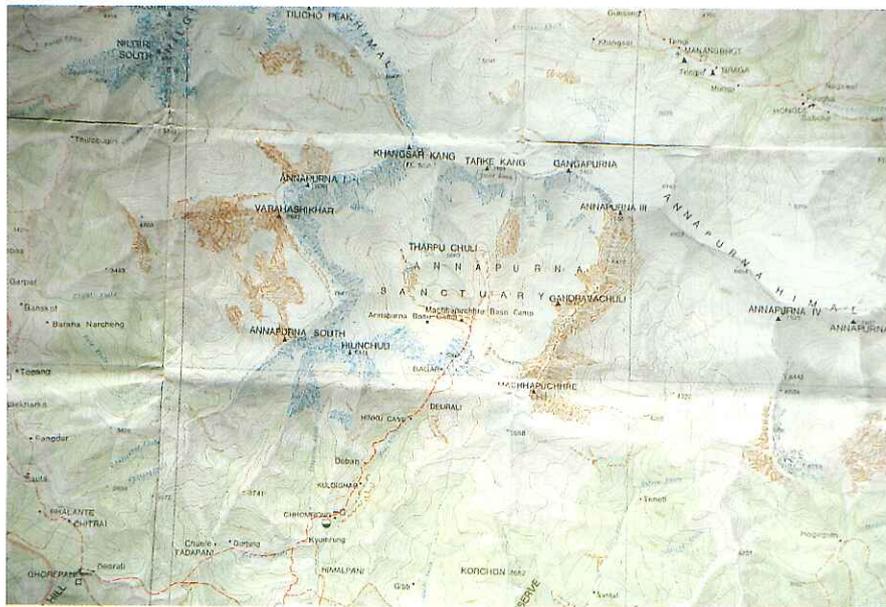


Foto E.- Mapa de Santuario (Extraído del mapa ACAP).

un país tercermundista. Es especialmente destacable el novedoso y eficaz concepto de la dirección de recursos, centrado en el potencial del ser humano. La estrategia es simple: depositar la confianza y el protagonismo en la participación de la gente, directriz que apunta mas allá de la simple regeneración de un área trastornada.

Los proyectos inicialmente planteados se pueden agrupar en tres grupos que enunciamos a continuación, para finalmente desglosarlos y ver su grado de efectividad años después, principal objetivo de este escrito.

El primer bloque trata de la educación conservacional. Para ello requiere unas vías de implantación tendentes a involucrar a la población local y visitantes, educándoles, informándoles y en general motivándoles para que su conciencia conservacional sea más preventiva que curativa; además exigiendo a estos últimos una tasa de conservación. El ACAP contempla la construcción de escuelas y uso de medios incentivos audiovisuales: carteles, posters, folletos, programas específicos, mapas, campañas públicas de limpieza...etc.

Para centrar las líneas de actuación se ha establecido unas localidades «cabezas de territorio», atendiendo a la distinta probabilidad de afección de cada zona, y se han construido puntos dotados de radio para cualquier emergencia, puestos de salud, primeros auxilios y de información-concienciación al caminante.

El segundo módulo se centra en las líneas de actuación y el desarrollo comunitario, y se lleva a cabo en varios frentes:

- La planificación familiar y la concentración de la población en áreas predeterminadas.
- Mejora y acondicionamiento de las vías de comunicación, que incide en el desarrollo hotelero, del sector servicios, e industrial: creación de nuevos mercados y mayor facilidad de suministro, herrerías, ganadería...
- Construcción de clínicas para evitar la automedicación de la población y dependencia del botiquín del vi-

sitante, y mantenimiento de una planilla de personal sanitario.

- Vigilancia y control del agua; tratamiento de los residuos y construcción de letrinas.

- Habilitación de terrenos inhabitables; control de la erosión y capacidad de respuesta ante ciertos riesgos geológicos.

El tercero y último aborda la conservación de la fauna y flora, la reforestación, el uso de energías alternativas a la madera como molinos de agua, energía solar y queroseno; y la puesta en marcha de comités informativos. Todo ello integrado en un programa de vigilancia y control.

De todos los módulos y contenidos mencionados, algunos requieren comentarios adicionales acerca de sus alternativas de base y funcionamiento: **Alteraciones producidas por el turismo.** La grandísima eficiencia del turismo de montaña en Nepal ha sido el desencadenante básico del ACAP.

Al principio, nepaleses mentalizados del grado de afección que empezaban a sufrir adoptaron un lema que decía: «Lleva sólo tus fotos, deja sólo tus pisadas, ¿tendrán que asfaltar algún día los caminos?». Era el primer ensayo de conseguir un turismo armonioso sin renunciar a los ingresos de este sector.

La creación de nuevas vías de comunicación, y el desarrollo del sector servicios atrajo nuevos y serios problemas. Al principio de ínfima cuantía comparada con las ventajas sociales obtenidas a cambio, pero la afección se incrementó de forma espectacular co-

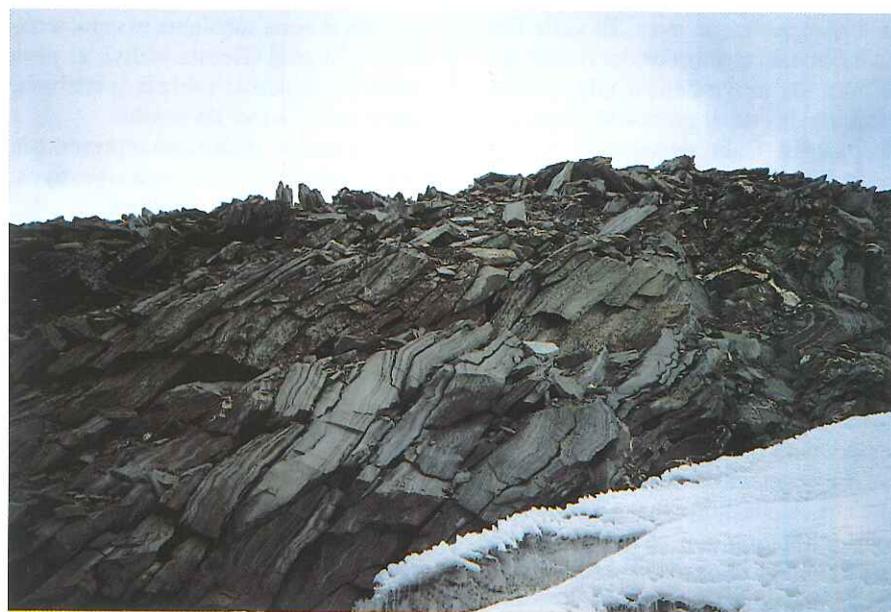


Foto F.- Cuarcitas ordovícicas por encima de los 5.000 m.

!!! SUSCRIBASE a . . . !!!



tierra y tecnología *tierra y tecnología* *tierra y tecnología* **una publicación especializada en temas relacionados con ...**

tierra y tecnología - Medio Ambiente

tierra y tecnología - Ingeniería Geológica

tierra y tecnología - Teledetección y SIG

tierra y tecnología - Exploración Minera

tierra y tecnología - Recursos Minerales

tierra y tecnología - Hidrogeología

tierra y tecnología - Hidrocarburos

tierra y tecnología - Geofísica

tierra y tecnología - Mineralogía

tierra y tecnología - Construcción y auxiliar

tierra y tecnología - Energía eléctrica, agua y gas, así como ...

tierra y tecnología *tierra y tecnología* *tierra y tecnología* *tierra y tecnología* *tierra y tecnología*

... otros sectores relacionados con las Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente

SOLICITUD DE SUSCRIPCION



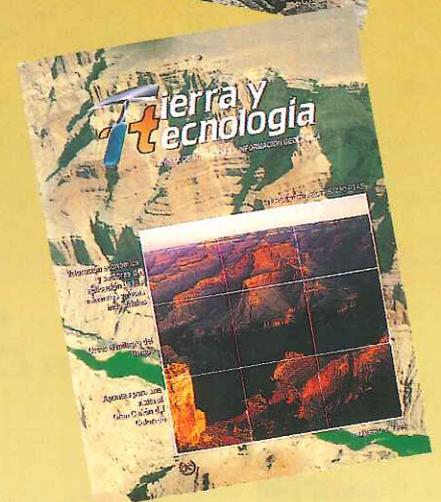
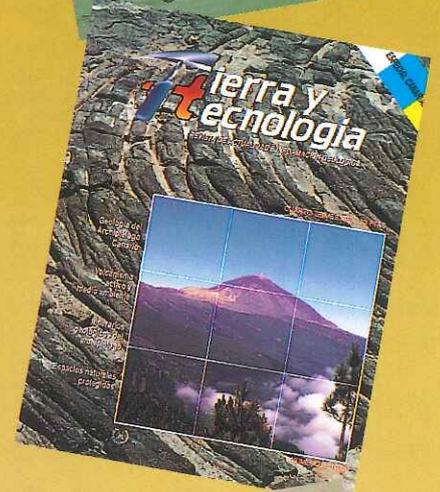
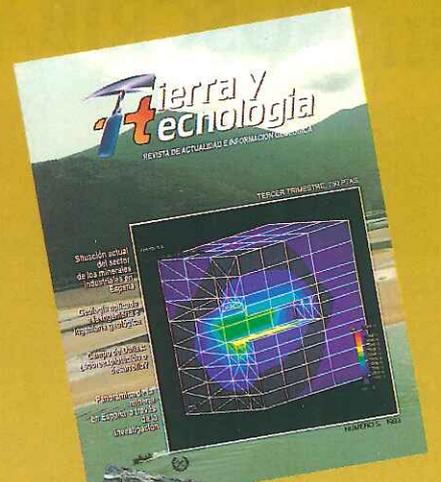
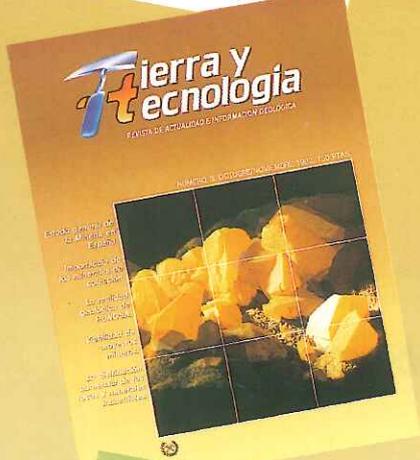
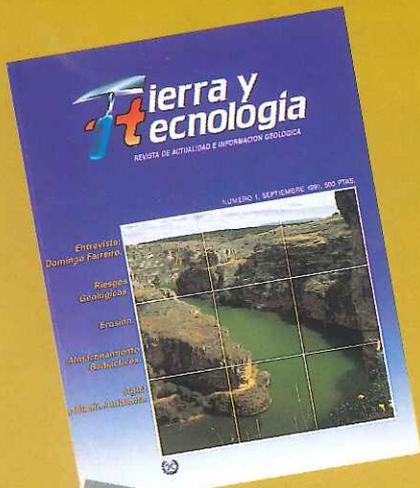
REMITIR A:
Ilustre Colegio Oficial de Geólogos
 Avda. Reina Victoria, 8 - 4º B - 28003 MADRID
 Telf.: 91 - 553 24 03 - Fax : 91 - 533 03 43

Nombre	DNI
Empresa	CIF
Actividad	
Calle	
C.P. Población	Provincia
Telf.	Fax

Formas de Pago:

- Cheque bancario adjunto nº
 - Giro Postal nº
- (Suscripción anual 2.500,- ptas.)

Conforme:
 (Firma y sello de la empresa)



TIERRA Y TECNOLOGIA

3.000

Ejemplares que se distribuyen a entidades Públicas y Privadas de los siguientes sectores:

- Medio Ambiente
- Ingeniería Geológica
- Teledetección y SIG
- Exploración Minera
- Recursos Minerales
- Hidrogeología
- Hidrocarburos
- Geofísica
- Mineralogía
- Construcción y auxiliar
- Energía eléctrica, agua y gas
- así como a otros sectores relacionados con las Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente

**Pero...,
¿no sabe como
anunciarse?
no lo piense más**

contacte con:
Dpto. Publicidad
Telf.: (91) 553-24-03 (3) líneas

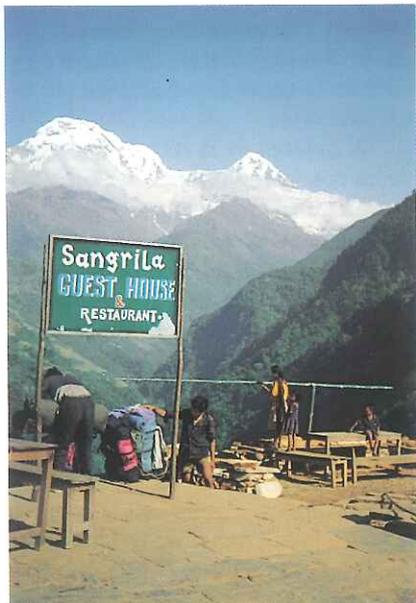


Foto G.- Las casas de té abundan en los alrededores del Santuario.

mo ya hemos citado y veremos con el impacto social.

Para aminorar el impacto producido por las expediciones de alpinistas, en 1978 se declararon 18 picos de *Trekking*. Son montañas óptimas para ser escaladas, ya que la mayoría se encuentran en zonas protegidas y pueden

soportar las consecuencias de potentes incursiones. Son muchos los problemas derivados de éstas, y su control en zonas de elevada altitud resulta dificultoso.

El ACAP aconseja a los *trekkers* una serie de recomendaciones, tales como no ir solo, custodiar los objetos personales, registrarse en los puestos de control, utilizar un equipo apropiado para cada actividad, tratar el agua, prevenir el «mal de altura», hidratarse con frecuencia y planear los itinerarios.

Impacto social: La brusquedad del cambio generalizado en esta zona ha traído de forma paralela una alteración en el esquema social previo, que se traduce como cambios en la política, en las pautas de desarrollo, de consumo y de comportamiento.

El turismo masivo sobre áreas tradicionalmente cerradas, unidas por una red de comunicaciones infraelemental, produce un impacto social difuminante de su identidad cultural. Según la fragilidad de ésta, tendrá un grado de afección determinado en las actividades sociales, tradicionales y culturales de cada etnia.

La prosperidad económica se ha traducido en mayores ingresos, nuevas viviendas, mayor demanda de bienes y



Foto H.- Río Yandi Khola desde Landrug.

aumento del abastecimiento; más la citada mejora de las vías de comunicación. Ello conlleva movimientos migratorios tanto permanentes como temporales (porteadores, guías...) al aumentar el volumen de la mano de obra necesaria. Todo esto unido a los elementos tradicionales de uso con-



Foto I.- Deforestación masiva en las inmediaciones del Santuario.

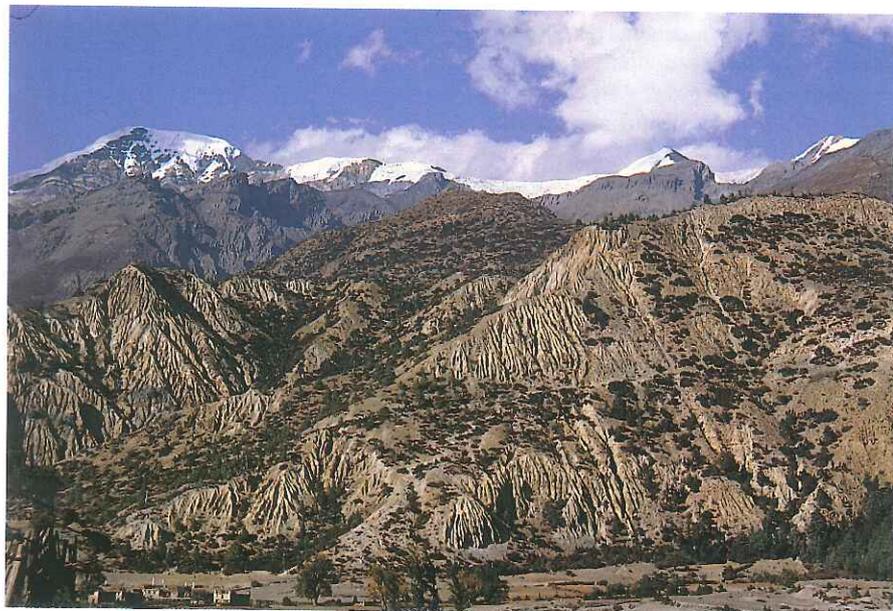


Foto J.- Incipiente acaravamiento y desertización tras deforestar un sabinal.

suntivo (agrícola y ganadero) desemboca en un aumento de la satisfacción humana y del bienestar.

Tanta prosperidad sólo puede ser viable con un incremento de la disponibilidad de los recursos naturales, que

se traduce en mejora de la calidad de vida pero también en perjuicio del medio ambiente. Este punto es el más alejado al control del ACAP, ya que la población local prefiere satisfacer sus necesidades primarias al cuidado del

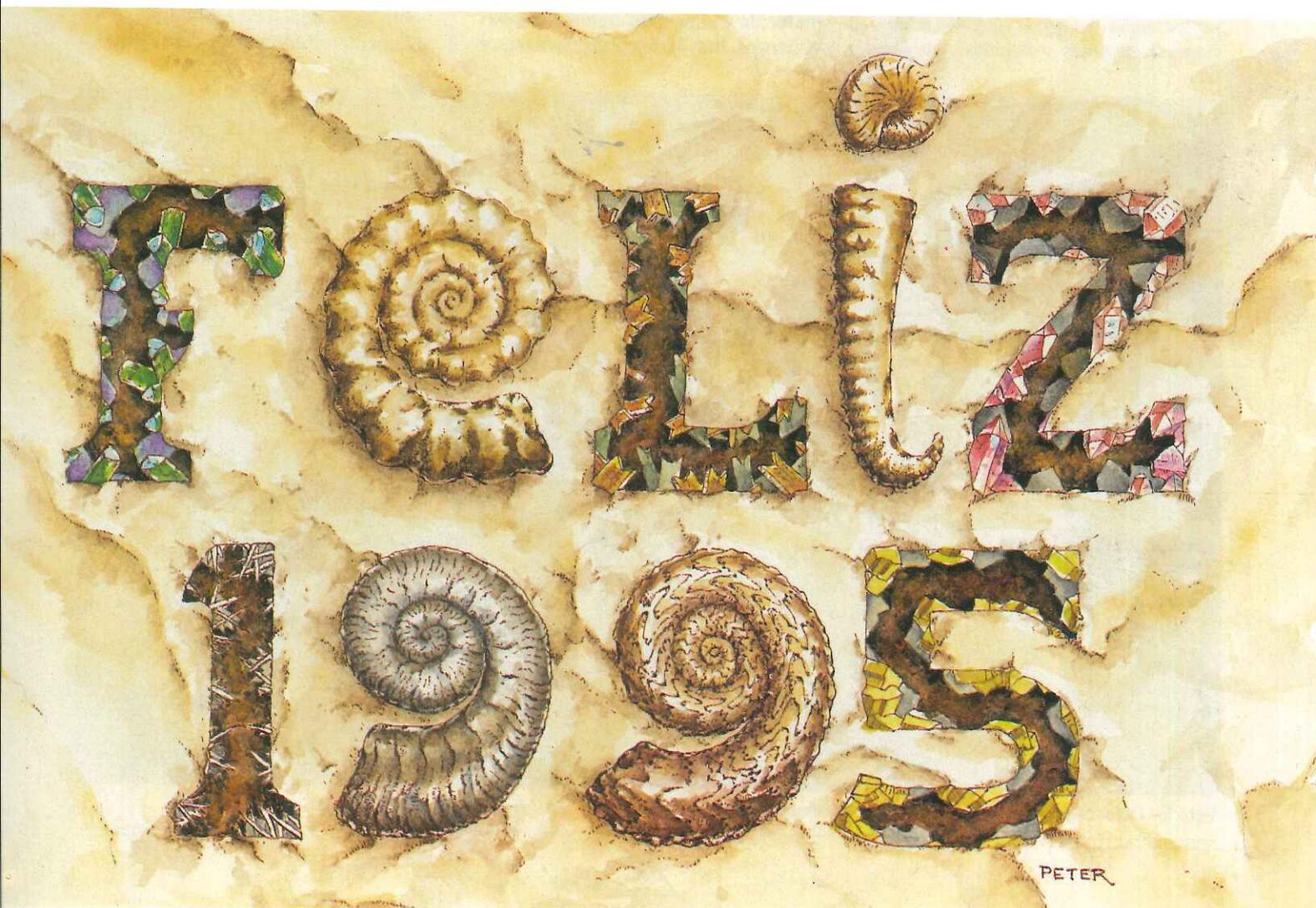
entorno. De momento sí lo ha conseguido con los turistas, que suponen el 63% de la gente que deambula por estos territorios.

A lo largo de la ruta, la población de las comarcas visitadas está acostumbrada a tratar con extranjeros, de los que copia algunas tradiciones y costumbres. Facilitar el asentamiento de tibetanos, más aferrados a la antigua tradición, ha supuesto una reimplantación de costumbres ancestrales en las zonas más trilladas, equilibrando ligeramente la alteración cultural e incluso religiosa.

Las recomendaciones ACAP referentes al impacto social son: respetar las tradiciones, las costumbres, vigilar la apariencia propia, no hacer fotos a gente sin su permiso y fomentar la preservación del «orgullo nepalés» para romper el círculo de dependencia población-turistas.

Impacto sobre la fauna y flora:

La fauna y flora, indicadores ambientales por excelencia, reflejan mejor que nada el grado de éxito alcanzado al acceder a los recursos naturales intentando no dañar al medio ambiente. En algunas zonas ha resultado un fracaso.



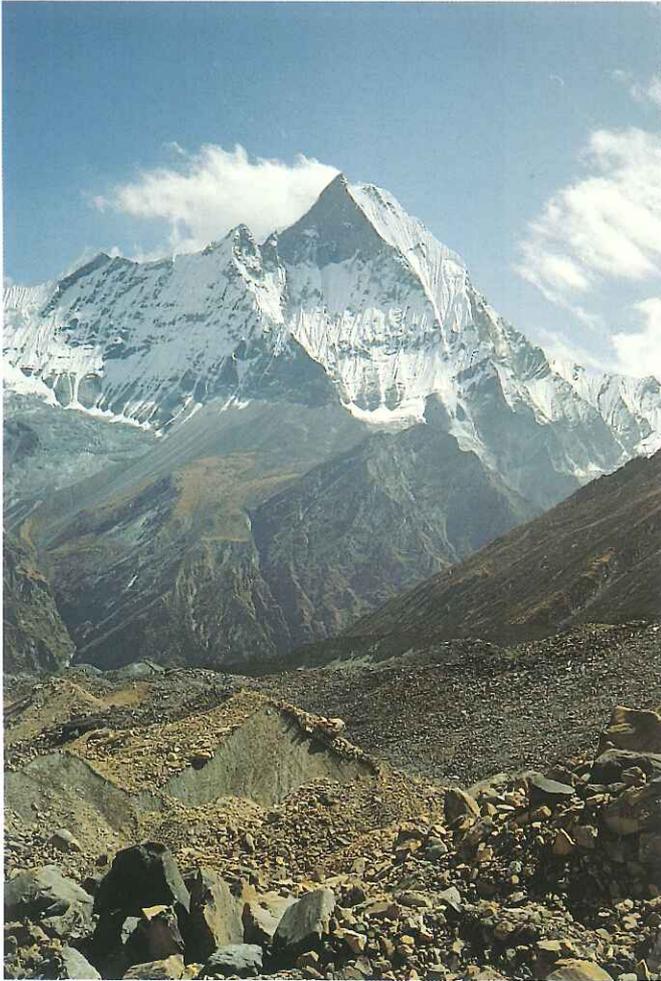


Foto K.- El Macchapuchhare o «Cola de Pez» (6.997 m) desde el glaciar negro del Annapurna.

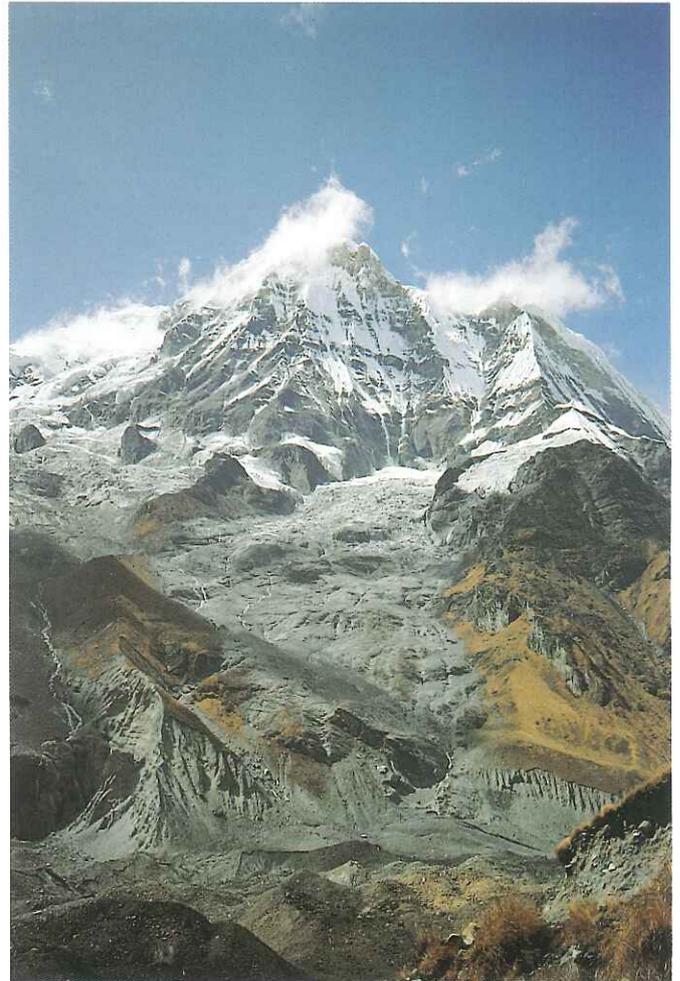


Foto L.- Pared sur del Annapurna I (8.091 m).

El 90% de la energía consumida en este territorio procede de la madera. El bosque es además explotado para la construcción, obtención de frutas, vegetales, fibras, alimentación del ganado...etc

Este impacto, del que podría decirse que es el más «tradicional», es de gran escala aunque de poca intensidad, por lo que la capacidad de carga del medio es sobrepasada sólo en algunos transeptos. La elevada diversidad existente es afectada por la ocupación del ecosistema y alteración del biotopo, sobre todo por el acondicionamiento para el cultivo y ocupación de terrenos vírgenes. Esta invasión bien planificada no sería preocupante gracias a la capacidad de autodepuración, que neutralizaría los impactos asegurando la integridad ecológica. Pero lamentablemente es preocupante, y mucho, al venir acompañada de deforestaciones a mayor escala.

Las talas conllevan la destrucción de los biotopos y el incremento de la erosión. Cuando el proyecto ACAP en-

tró en funcionamiento grandes extensiones estaban clareadas e incipientemente desertizadas. La reparación del daño sólo sería posible a largo plazo, mediante replantaciones y la prohibición de quemar madera.

La puesta en funcionamiento del ACAP tuvo un carácter acelerado, debido a la alarmante degradación del entorno preoperacional, consecuencia del excesivo turismo y los impactos que éste conlleva.

El ACAP recomienda el empleo de energías alternativas, especialmente el queroseno que es facilitado a precios asequibles para cocinas, estufas, calentadores e iluminación. Aconseja abrigarse más para ahorrar energía. Los turistas lo emplean, pero la población local, menos pudiente, sigue quemando leña.

Impacto sobre el paisaje: La integración de la vegetación con el entorno físico, las relaciones luz-sombra, la frondosidad, el colorido, los sonidos, aromas, contrastes y diversidad son los principales elementos del gran valor paisajístico de este territorio. Elementos singulares aumentan este valor, muy elevado de por sí: cascadas, termas...etc

El impacto sobre el paisaje s.s. está representado por los elementos artificiales e intrusos visuales, tales como puentes colgantes y construcciones viarias, que disminuyen el valor estético. Al haber sido construidas con materiales propios del entorno quedan perfectamente integradas, siguiendo la norma del mínimo impacto. Los esca-

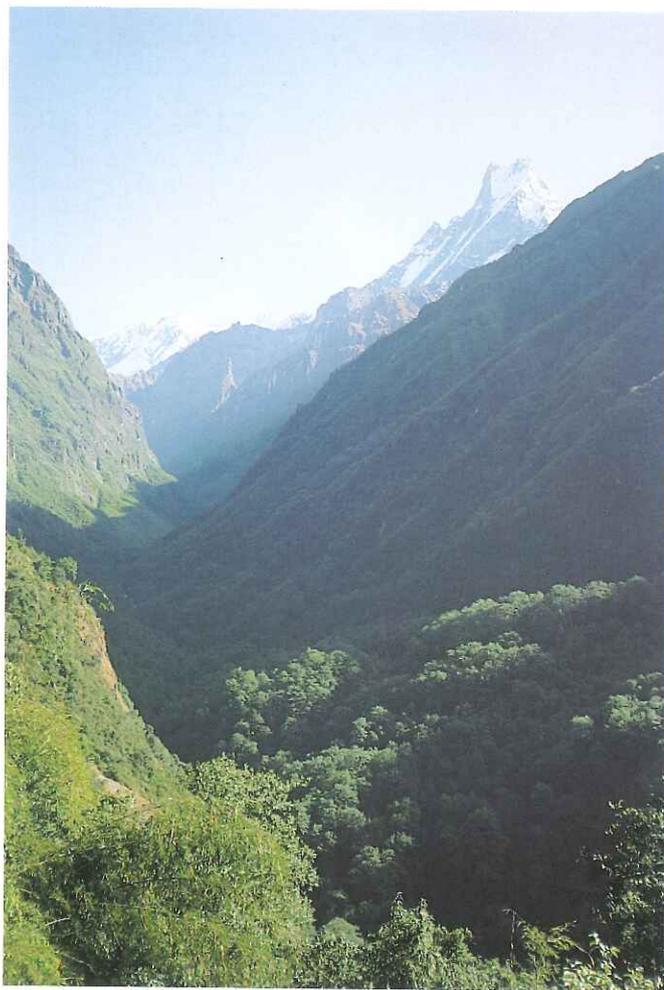


Foto M.- La garganta del Kali Gandaki salva un desnivel superior a los 5 Kms.

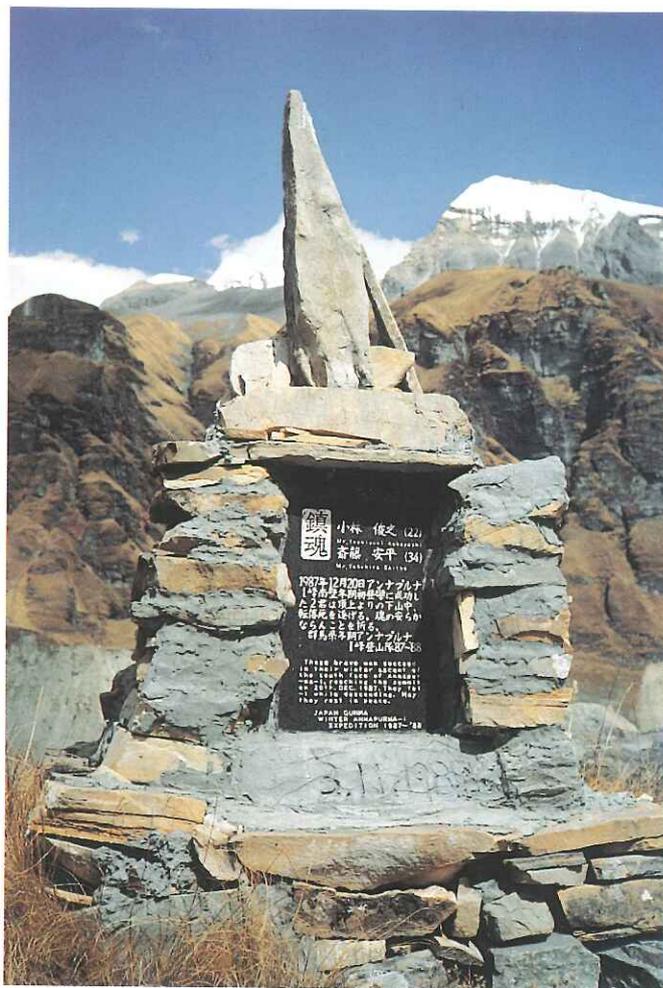


Foto N.- Homenaje japonés a un alpinista.

lones, lodges contruidos de madera, las marcas del camino... provocan una afeción muy baja.

La agricultura intensiva, acondicionamiento de terrenos para plantaciones y el aterrazamiento ha desencadenado la rotura del equilibrio natural, y atraído riesgos geológicos sobre el paisaje s.l. La erosión acentuada en áreas desprotegidas de vegetación que pierden su cubierta edáfica aumenta la erosionabilidad del terreno. Los riesgos geológicos se acentúan, especialmente las inundaciones, deslizamientos y corrimientos. Todo esto desprotege al bosque de su capacidad de reacción frente a plagas e incendios. El ACAP está llevando a cabo reforestaciones para aminorar este impacto. **Impacto sobre las aguas:** Las aguas superficiales de las inmediaciones del Santuario son básicamente lólicas, con una ligera concentración de leníticas, lo que hace que la eutrofización sea mínima. El agua subterránea también es empleada. Los lodges suelen estar establecidos en las inmediaciones de algún

curso fluvial para el regadío y abastecimiento. La construcción de pozos negros produce importantes problemas en cursos de pequeño caudal, por contaminación biológica. La permeabilidad de las

El ACAP es un proyecto tan necesario como eficiente, pues a pesar de su ambiciosa apariencia, ha podido realizarse en un país tercermundista con escasa ayuda exterior.

formaciones geológicas aluviales y coluviales facilita la extensión del foco contaminante, a pesar de su capacidad de autodepuración. El ACAP recomienda evitar en lo posible la contaminación del

agua, tratarla antes de beber para prevenir efectos de la contaminación difusa, y situar los retretes y pozos negros lo más lejos posible de las captaciones. Muchas de las enfermedades que afectan a los extranjeros durante el *trekking* son debidas al consumo de agua. La basura es incinerada. El papel higiénico: «las banderas de oración del hombre blanco», se recomienda que sea quemado. Las metas a largo plazo del ACAP son controlar todos estos elementos tendentes al desarrollo sostenible sin comprometer a las futuras generaciones. Para ello mantienen un plan de seguimiento y control subvencionado con la tasa de conservación que pagan los visitantes, y la venta de mapas, carteles y libros. Decididamente es un proyecto tan necesario como eficiente, digno de elogio, pues a pesar de su ambiciosa apariencia, ha podido realizarse en un país tercermundista con escasa ayuda exterior. Su concepto más novedoso es la exaltación de la importancia del ser humano en el medio ambiente, protagonismo que debe servir de

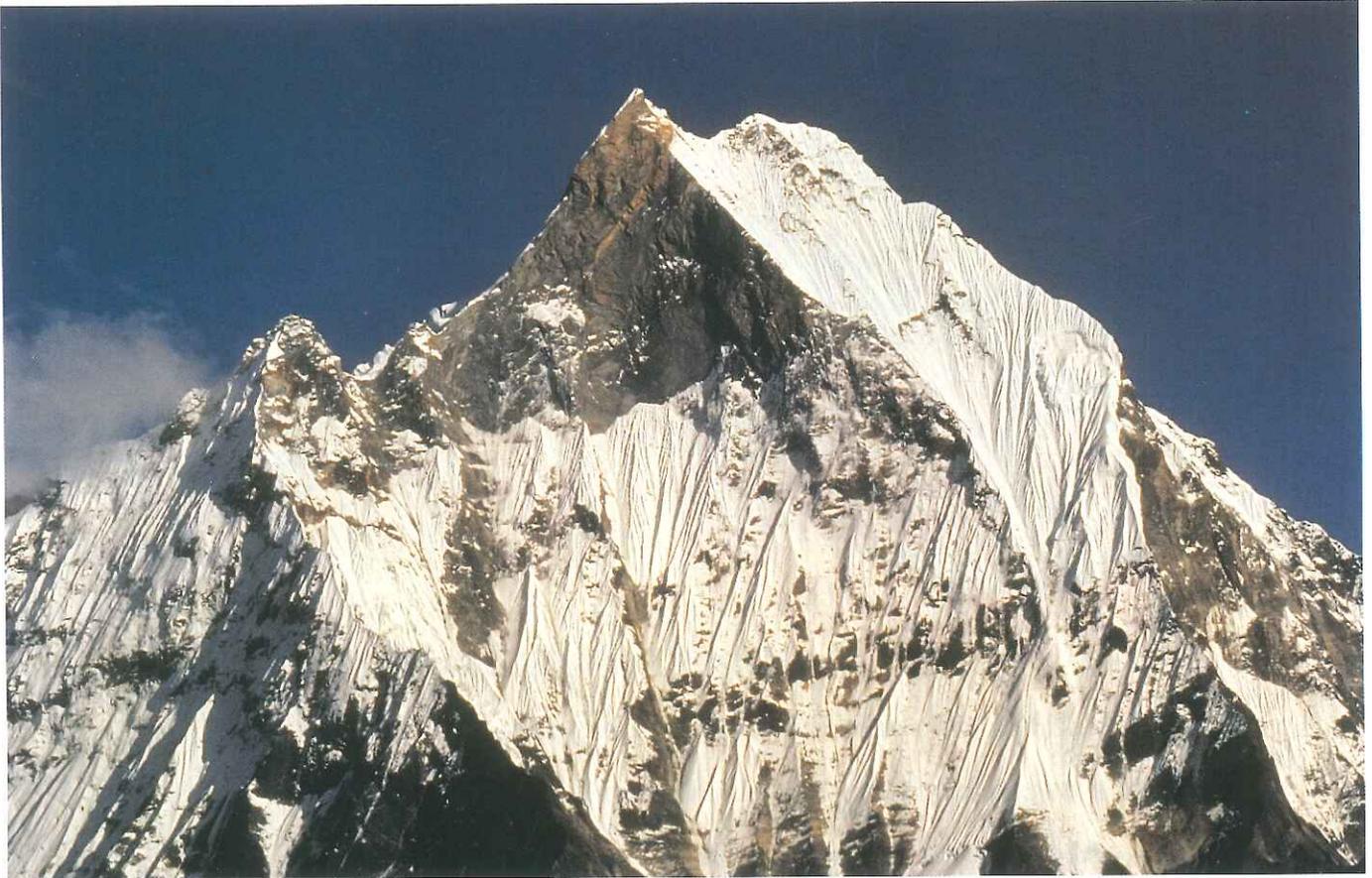


Foto O.- El Macchapuchhare o «Cola de Pez» (6.997 m).

ejemplo para otros lugares, aunque sea difícil de aceptar en un país donde «muere» gente de hambre. La mayoría de la población local prefiere su autosatisfacción al cuidado del entorno físico, puesto que a veces es lo mismo satisfacción y supervivencia. Este asunto tan lógico ha detonado la batalla entre el conservacionismo y el interés. Algunos frentes en los que se libra esta batalla pendientes para el ACAP son: el abandono de la basura de las expediciones por acarreadores, que reciben un salario por ello y cuando están fuera de la vista del contratista, se deshacen de ella. El movimiento del mismo material desde y hacia el Santuario con cada grupo. Los porteadores acarrean objetos (útiles de cocina...) comunes para los grupos de *trek*, sin crear lugares de abastecimiento o alquiler. Hay una palpable preferencia de que transite más gente por los caminos y darles trabajo a los porteadores, antes que proporcionar determinados productos o servicios en las inmediaciones del Santuario. El desarrollo social y turístico ha traído consigo la creación de un foco de atracción para especuladores, aprovechados y ladrones, además de una mendicidad muchas veces organizada. Esta se mani-

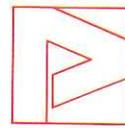
fiesta, por citar algo, en el cultivo de marihuana para la venta cuando antes no se sembraba; la subida de los precios a medida que avanza en el trek (no sólo de cosas importadas, sino de producción propia); la construcción excesiva de casas de té con el consecuente tala del bosque en sus inmediaciones... etc. La «carestía» del queroseno para los lugareños motiva que se salten la prohibición y utilicen madera como fuente de energía, propiciando deforestaciones y la consecuente erosión como ya hemos citado. Este es el principal problema sin expectativas de solución inmediata que encara el ACAP, pues no es viable la distribución gratuita de combustible. La privación de coger fósiles impuesta, para no dañar el patrimonio natural es grotesca, ya que los puedes comprar en Kathmandú. El vertido a los lagos, con su consecuente eutrofización, aumenta progresivamente. La contaminación biológica sigue fuera de control. Por ejemplo en Pokhara el lago Phewa Tal es «carifiosamente» conocido como «el lago de la hepatitis».

Deberán pasar muchos años para que la conciencia necesaria sea asumida por los pobladores, no sólo de Nepal si-

no de todo el mundo. No obstante la vía de implantación del ACAP y los resultados obtenidos a corto plazo deben ser calificados como satisfactorios. ■

Bibliografía

- The trekking peaks of Nepal. Bill O'connor. Prewood, London 1989.
- Annapurna Conservation Area. KMTNC Kathmandu 1988.
- Nepal, The mountains of heaven. David Paterson. Mallard Press 1990.
- Many people come, looking, looking. Galen Rowell. The Mountaineers. Seattle 1980.
- High Asia. An illustrated history of the 7000 m. peaks. Jill Neate. Unwin- Hyman. London 1989.
- Exploring the hidden Himalaya. Soli Mehta & Harish Kapadia. The Himalayan Club. Hodder & Stoughton 1988.
- Geology of the Himalayas. Augusto Gansser. Interscience publishers. John Wiley & Sons 1964.
- Geology of Nepal Himalaya and adjacent countries. Chandra K. Sharma. Sangeeta Sharma. Nepal 1990.
- Round Kangchenjunga. Douglas W. Freshfield. Ratna Pustak Bhandar. Kathmandu. First published: 1903, re-published: 1979.
- Nepal. Himalaya. Guía de trekking y excursiones. Stan Armington. Sua edizioak 1991.
- La naturaleza en el mundo. Nepal. Renato Massa. Asuri de Ediciones S.A. 1988.
- La deformación de los materiales de la corteza terrestre. M. Mattauer. Ed Omega. Barcelona 1976.



BANCO POPULAR ESPAÑOL



¡Solicite su tarjeta!



LLENAS DE VENTAJAS

- *Identificativa del colectivo de geólogos.
- *Seguros especiales de hasta 100 millones de Ptas.
- *Descuentos en cadenas hoteleras y de alquiler de coches.
- *Responsabilidad limitada por uso indebido.
- *Rápida reposición en caso de pérdida o robo.
- *Sin cobro de emisión durante el primer año.



BANCO DE ANDALUCIA



BANCO DE CASTILLA



BANCO DE CREDITO BALEAR



BANCO DE GALICIA



BANCO DE VASCONIA

SOLICITELAS EN LAS SUCURSALES DEL GRUPO BANCO POPULAR

Recorte y envíe este cupón para solicitar la VISA GEOLOGO, (para Vd. o para su cónyuge), o para solicitar información de la "CUENTA GEOLOGO" a la DIRECCION COMERCIAL DEL GRUPO BANCO POPULAR. Apartado de Correos 53 F.D. 28080 MADRID. Si lo prefiere envíe copia por fax al 91-576 36 64.



Nombre Primer apellido Segundo apellido

Fecha de nacimiento Estado civil C S V D/S N.º hijos D.N.I. N.º Colegiado

Domicilio particular (calle o plaza) N.º C.P. Localidad

Lugar de trabajo (empresa, consultoría, universidad, etc.)

Domicilio del lugar de trabajo (calle o plaza) N.º C.P. Localidad

Teléfono de contacto Horas de llamada: Mañana. De a h. Tarde. De a h.

¿Cliente del Grupo SI BANCO SUCURSAL N.º CUENTA

Banco Popular Español? NO

Deseo información de la cuenta GEOLOGO Deseo información de la VISA GEOLOGO Deseo información del PLAN DE PENSIONES DEL COLEGIO DE GEOLOGOS

II CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE



Fátima Camacho Serna

Colaboradora del Boletín «El Geólogo» y responsable del Departamento de Publicidad de la revista «Tierra y Tecnología».

En el presente artículo se describen las opiniones más relevantes expuestas en la inauguración del II Congreso Nacional del Medio Ambiente, celebrado en Madrid del 21 al 25 de Noviembre de 1994. El objetivo de este II Congreso fue el análisis de la situación medioambiental en España.

The paper summarizes the most relevant opinions expressed during the opening act of the II Natural Environment Congress, which took place in Madrid from the 21st to the 25th of November 1994. The objective of the Congress was the analysis of the environmental situation in Spain.



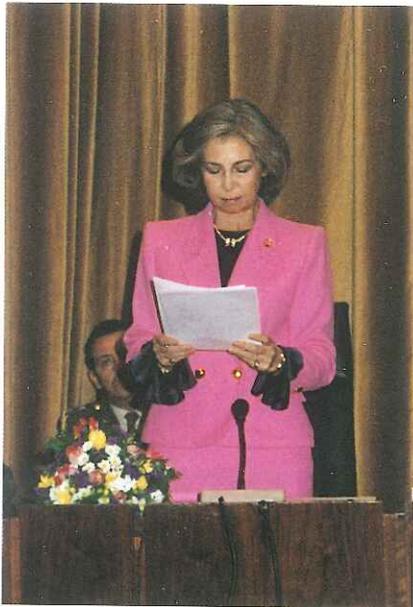
Acto de inauguración del II Congreso Nacional del Medio Ambiente.

El pasado día 21 de Noviembre se celebró en Madrid la inauguración del II Congreso Nacional del Medio Ambiente, cuyas jornadas se desarrollaron del día 21 al 25 en el Palacio de Exposiciones y Congresos de Madrid, fue organizado por el Ilustre Colegio Oficial de Físicos, Unión Profesional y la Asociación Profesional Interdisciplinar de Normalización de Integración Ambiental (APROMA).

El II Congreso Nacional del Medio Ambiente, constituye el foro de debate más importante en materia medioambiental llevado a cabo en nuestro país, en el que se desarrollaron doce Sesiones Plenarias, treinta y tres Grupos de Trabajo, y una decena de Salas Dinámicas. Más de dos mil profesionales y

técnicos se dieron cita para tratar los temas que más afectan a nuestro país hoy en día, como la gestión de residuos urbanos industriales y radiactivos, los recursos hídricos, la degradación del litoral, el deterioro del patrimonio, la contaminación acústica, etc...

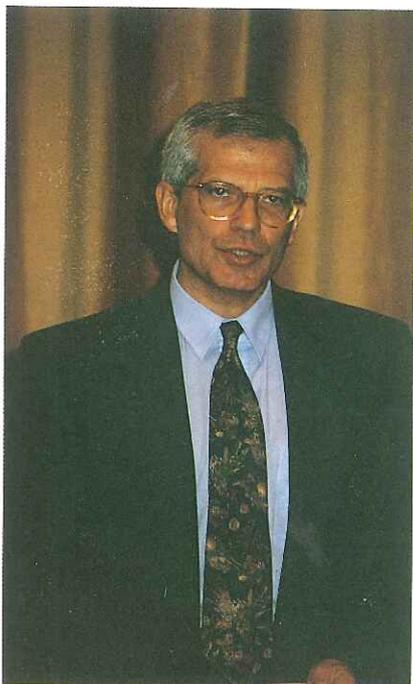
Su Majestad la Reina Doña Sofía presidió el acto de inauguración del Congreso, en la que se contó con la presencia del Ministro de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, José Borrell; el Presidente de la Comunidad de Madrid, Joaquín Leguina; el Alcalde de Madrid, José María Álvarez del Manzano; y el Presidente del Comité Organizador, Gonzalo Echagüe Méndez de Vigo, entre otras autoridades.



Su Majestad la Reina en el momento de su intervención.

Durante la sesión de apertura, las distintas autoridades transmitieron a todos los asistentes su solidaridad y preocupación por el Medio Ambiente. A continuación se resaltan algunas de las declaraciones más relevantes hechas por las autoridades asistentes.

—Su Majestad, la Reina Doña Sofía declaró su preocupación por «la creciente desigualdad de la distribución de la riqueza y el consumo desorbitado y ambientalmente destructivo,



José Borrell declaró su preocupación sobre el Plan Hidrológico Nacional.



Joaquín Leguina realizando unas declaraciones a la prensa.

que son causantes de desequilibrios ecológicos y que han sumergido a los países pobres en espirales de pobreza y degradación ecológica que acaban afectando a todo el mundo»; también señaló que «nuestro frágil planeta está enfermo, al mismo tiempo, por un exceso de desarrollo y de subdesarrollo».

—El Ministro de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, José Borrell, declaró que «el Plan Hidrológico Nacional está en un momento difícil porque hay condicionantes importantes para su tratamiento en el Gobierno y en el Parlamento», también explicó que su «ministerio será muy respetuoso con las decisiones del Parlamento», así como que tendrá que «repensar el Plan Hidrológico en función de la Política de regadío que el país quiera hacer», y concluyó su intervención con un cambio; el paso del «PIB al PAN, del producto interior bruto al producto ambiental neto».

—El Presidente de la Comunidad de Madrid, Joaquín Leguina, subrayó la necesidad de «cambios notables en nuestra manera de vivir y consumir, para hacer compatible el desarrollo con la calidad ambiental».

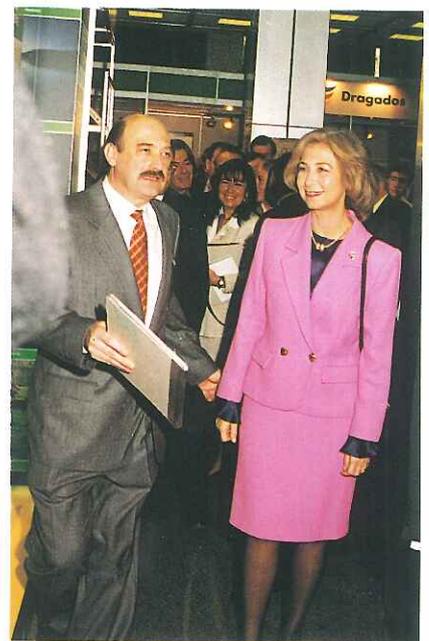
—José María Álvarez del Manzano, Alcalde de Madrid, enumeró algunas de las ventajas «verdes» de Madrid: segunda ciudad del mundo (después de Guayaquil) en espacios verdes y árboles en sus calles; primera de España en depurar el 100 por 100 de sus aguas residuales; y en el



José M^a Álvarez del Manzano, enumerando las ventajas «verdes» de Madrid.

empleo de energías más limpias para las calefacciones y en los autobuses urbanos, etc..., también destacó que en Madrid se producen más de 3.600 toneladas diarias de basuras (más de 1 Kg por habitante y día).

—Por último Gonzalo Echagüe, Presidente del Colegio Oficial de Físicos, destacó su atención «sobre la apremiante necesidad de fomentar un pacto medioambiental, que embarque tanto las actividades individuales como



El Presidente del Colegio de Físicos acompaña a su Majestad la Reina, en su visita a los «stands». Al fondo Cristina Narbona.



Esperanza Aguirre conversa con Gonzalo Echagüe.

colectivas, pues sólo de ese esfuerzo conjunto podrán extraerse las soluciones adecuadas que este país demanda, cada vez con mayor urgencia».

El II Congreso presentó una exposición que contó con una treintena de «stands», mediante los que se pretendía presentar los trabajos realizados por empresas privadas, grupos ecologistas y publicaciones técnicas en materia medioambiental, contando con la presencia de nuestra revista «TIERRA Y TECNOLOGIA».

También cabe destacar la colaboración de la Embajada de EE.UU. en España, que se ha sumado al II Congreso con la programación de una videoconferencia, vía satélite, cuya introducción fue realizada por el vicepresidente de los Estados Unidos, Mr. Al Gore.

Las diecisiete comunidades autónomas y varios ayuntamientos españoles tomaron parte activa en esta convo-

catoria, junto a representantes de empresas públicas y privadas, colectivos ecologistas, representantes de universidades e investigadores, etc.

Una de las actividades complementarias que destacó notablemente en el II Congreso fue el I Concurso Escolar del Medio Ambiente, en el que participaron alumnos de la segunda etapa de EGB de unos diez mil colegios de toda España. Su Majestad la Reina Doña Sofía entregó el lunes día 21 los premios escolares, cuyos trabajos fueron seleccionados por un Jurado, designado por el Comité Organizador del II Congreso Nacional del Medio Ambiente.

La clausura del Congreso, corrió a cargo del Ministro de Agricultura, Pesca y Alimentación, Luis María Atienza, en ella se desarrolló la lectura del documento final de conclusiones que conformará la diagnosis del Medio Ambiente en España. ■



Representación institucional del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos en el II Congreso Nacional del Medio Ambiente.

CANAGUA

95

SALON INTERNACIONAL
DEL AGUA, ENERGIA
Y MEDIO AMBIENTE

LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

DEL 1 AL 5 DE MARZO


Institución Ferial De Canarias
INFEGAR

APARTADO 50 - 35080 LAS PALMAS DE G.C. - ISLAS CANARIAS - ESPAÑA.
Teléfonos: (928) 41 43 90 - 41 60 20 - Teléx: 96.635 FEAT E - FAX: 41 17 10

Una feria para quienes aportan soluciones en el campo del Agua, la Energía y el Medio Ambiente. Muestre sus ideas y exponga sus productos si su trabajo se relaciona con alguno de estos sectores:

- Prospección, alumbramiento y bombeo de aguas.
- Conducción, medición, distribución, transporte y almacenamiento de aguas.
- Tratamiento, depuración y reutilización de aguas.
- Desalación.
- Piscinas y otros usos recreativos.
- Usos agrícolas del agua y manejo del riego.
- Informática.
- Energía.
- Medio Ambiente.

CONTAMOS CON SU PARTICIPACION

INFORMACION SOBRE STANDS Y PARTICIPACION:

Teléfonos: (928) 41 43 90 - 41 60 20

Fax: (928) 41 17 10 • Telex: 96.635 FEAT E

APARTADO 50 - 35080 Las Palmas de Gran Canaria
Islas Canarias - España

PREDICCIÓN DE SEQUIAS EN INDONESIA MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE PARAMETROS MEDIOAMBIENTALES



C. V. Hein-Jakob Wasser

M. Sc. en Gerografía Física por la Universidad Libre de Amsterdam (Holanda). Empleado de la UNESCO entre 1990 y 1994. Entre 1990 y 1992, participó como Experto Asociado en Hidrología en el Programa Internacional Hidrológico en Yakarta (Indonesia). En 1992 fue transferido a Panamá para trabajar en CATHALAC (Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe), una institución para la promoción de investigaciones hidrológicas, subvencionada por la UNESCO. En 1994 volvió a Holanda. Dirección: Hezelstraat 8, 6576 JH Ooy (Holanda).

El fenómeno oceánico-atmosférico «El Niño-Oscilación Meridional» (ENOM) modifica el clima global cada 5 a 10 años. Este artículo muestra cómo datos relacionados con este sistema, en combinación con otros parámetros medioambientales, pueden ser utilizados para predecir cómo se desarrollará la estación seca en Indonesia. La previsión de una posible falta de precipitación es de gran importancia en un país donde gran parte de los 190 millones de habitantes dependen del arroz como fuente principal de alimentación.

Every 5 or 10 years, the global climate is modified by the «El Niño-Southern Oscillation» (ENSO) oceanic-atmospheric system. This paper shows how data related with this system, combined with other environmental parameters, can be used to predict the intensity of the dry season in Indonesia. Foreseeing a possible shortfall of rain is very important for a country where the mayor part of its 190 million inhabitants depend on rice as their prime food source.

Introducción

La República de Indonesia está situada al sureste de Asia y está constituida por una cadena de millares de islas que serpentean alrededor del ecuador (Figura 1). El clima en la mayor parte de Indonesia es tropical húmedo: caluroso y húmedo durante todo el año. Sólo la parte oriental se clasifica como tropical seco. Las intensidades de precipitación varían considerablemente entre la estación seca (el monzón suroriental), que dura desde junio hasta septiembre, y la estación

húmeda (el monzón noroccidental), de diciembre a marzo. Así mismo, la cantidad de lluvia tiende a disminuir de Oeste a Este, y, a la vez, la duración de la estación seca se alarga en esta dirección. La mayoría de los suelos en Java son de tipo volcánico reciente y muy ricos en nutrientes. Debido a esta combinación favorable de clima y suelo, las cosechas y la vegetación se dan de forma exuberante.

Según el censo de 1991, la población de Indonesia es de 190 millones de habitantes, aproximadamente, de los cuales casi la mitad vive en la isla

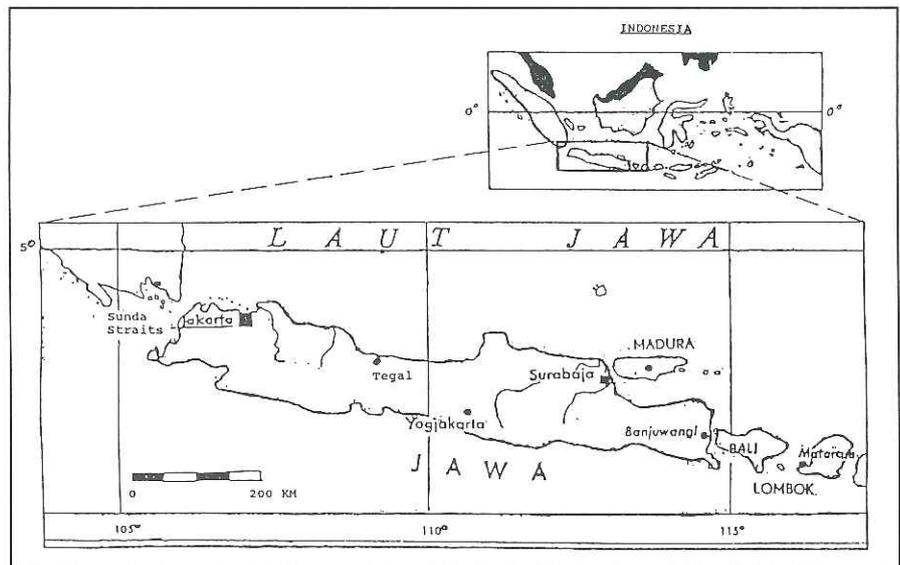


Figura 1.- Mapa de Java, Bali y Lombok. Indonesia.

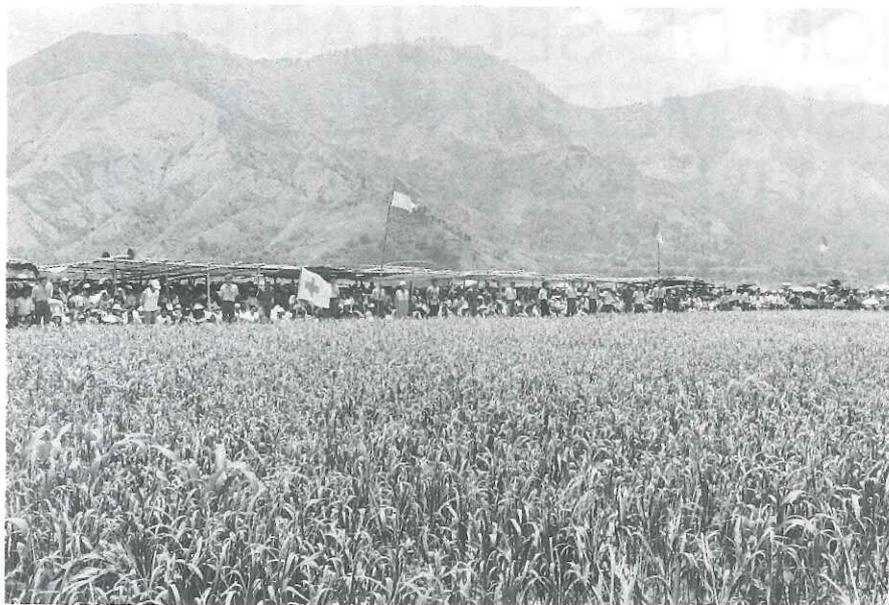


Foto 1.- Paisaje en Indonesia. Foto cortesía de la Embajada de la República de Indonesia.

de Java y en las islas de Sunda Occidental (Bali, Lombok y Sumbawa), situándose la densidad de población de Java entre las mayores del mundo. La fuente alimenticia más importante para la mayoría de la población de Indonesia es el arroz, del que un 60% se produce en la isla de Java. Millones de agricultores se dedican al cultivo del arroz en minifundios con una superficie media de 0,94 hectáreas. Las parcelas más pequeñas tienen sólo 0,50 Ha., mientras que las mayores tienen 4,84 Ha. de extensión (GTZ, 1978).

En este artículo se demuestra que existen relaciones estadísticamente significativas entre el Índice Tahiti-Darwin, un indicador de la actividad del sistema oceánico-atmosférico El Niño-Oscilación Meridional (ENOM), otros parámetros medioambientales y la producción de arroz en Indonesia. Estas relaciones pueden ser utilizadas para predecir la intensidad de la estación seca, y la información obtenida no sólo beneficiará al sector agrícola, sino también será de utilidad para la planificación de la política gubernamental en diferentes áreas, y puede ser aprovechada por las diferentes categorías de usuarios de recursos hídricos, incluyendo la industria y la gestión de grandes embalses de agua. Al disponer de unas técnicas de predicción de este tipo, las desviaciones en la producción de alimentos y otras cosechas, destinadas para la venta en los mercados internacionales, ya no se presentarán de forma totalmente imprevista.

El Niño-Oscilación Meridional en Indonesia

«El Niño-Oscilación Meridional» (ENOM) es un fenómeno oceánico-atmosférico de gran escala, que se manifiesta una vez cada 5 a 10 años en el Océano Pacífico, modificando los sistemas climáticos normales en muchas partes de la tierra. En este trabajo, los términos «suceso ENOM» o «año ENOM» sólo se refieren a la fase cálida de El Niño-Oscilación Meridional.

El área ocupada por el archipiélago indonesio, junto con el territorio ad-

yacente del sureste de Asia, desempeñan un papel crucial en el inicio de un suceso ENOM. Es aquí donde está situada la mayor área de agua cálida en el mundo (Wyrtki, 1982), y la zona representa un punto de encuentro entre los Océanos Pacífico e Indico, donde estas dos masas de agua se influyen mutuamente y de forma intensa.

Los factores que provocan un suceso ENOM provienen del Océano Indico, cuyas aguas fluyen, arrastradas por la corriente circumpolar, hacia el Océano Pacífico, pasando al Sur de Australia. Como consecuencia, el Pacífico retransmite, por el pasaje de Asia suroriental, tanto energía térmica como agua al Océano Indico. Dado que, a la altura del Archipiélago Indonésio, la dimensión de esta conexión es reducida, las enormes cantidades de agua necesarias para equilibrar el sistema interoceánico encuentran su camino parcialmente obstruido. Como consecuencia, el agua cálida se acumula en la orilla occidental del Pacífico (denominada el pozo cálido del Pacífico occidental), y bajo ciertas condiciones, retrocede a través del Pacífico dirección Este. Esta corriente inversa de agua cálida arrastra el patrono de precipitación normal del monzón húmedo, apartándolo del sureste de Asia y del Norte de Australia, para producir lluvias más hacia el Este en la zona del Pacífico Central (Fig. 2).

Un suceso ENOM ocurrido durante los años 1982-83 fue la causa de una severa sequía a lo largo de Australia

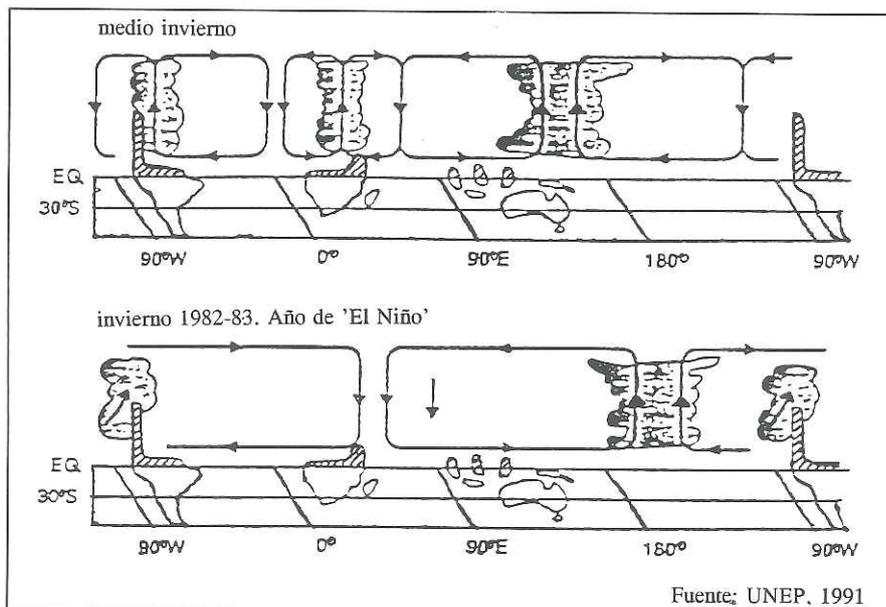


Figura 2.- Representación esquemática de la circulación atmosférica Walker, basado en cálculos de Y. Tourre (1984) de vientos divergentes en la troposfera superior e inferior.

La producción de arroz en Indonesia en la actualidad está más limitada por el clima que por factores agrícolas.

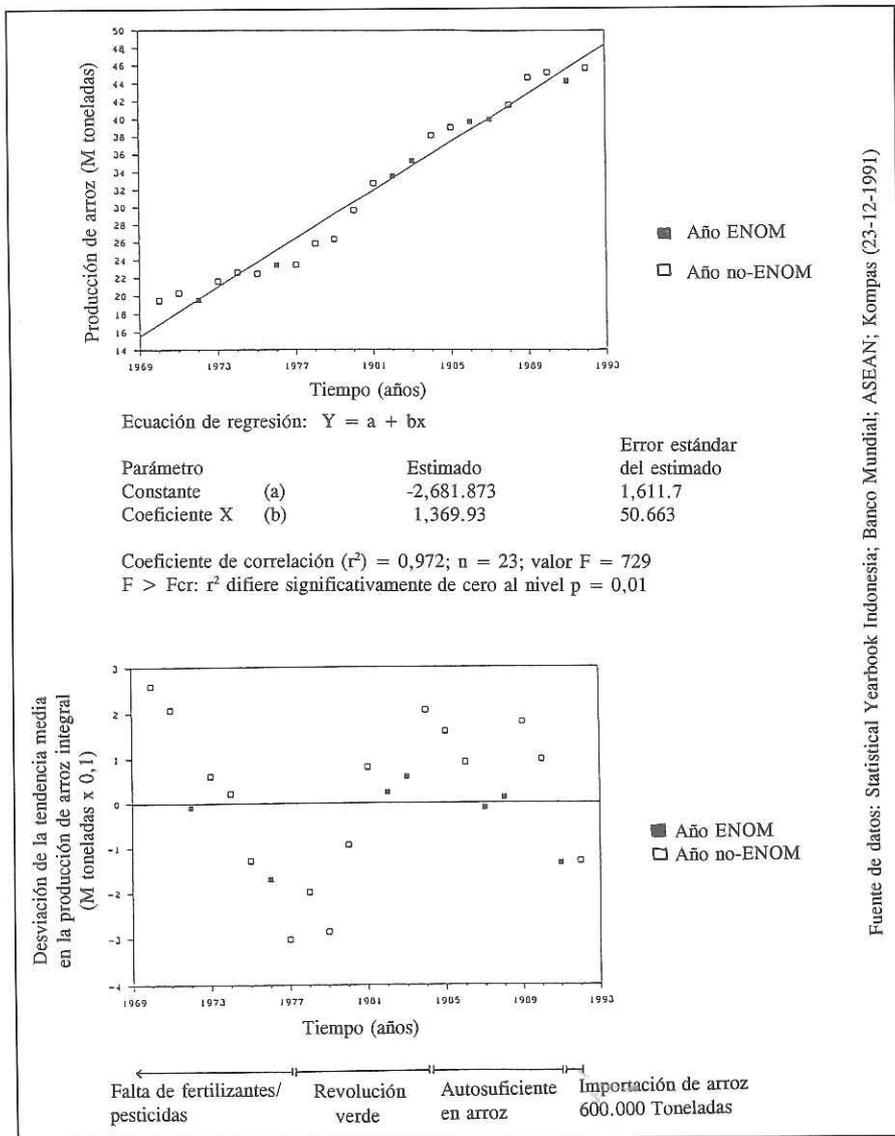
miento medio en la producción de arroz integral (Figura 3b), llaman la atención diversos fenómenos: parece que durante el primer año de un suceso ENOM, el incremento en la producción de arroz respecto al año anterior es menor que entre dos años normales, directamente después del suceso. Por otra parte, el menor crecimiento de la producción entre 1970 y 1977 puede explicarse por la falta de fertilizantes y pesticidas en esta época, coincidiendo con una plaga denominada «brown plant hopper». El cambio rápido del biotipo 1 al biotipo 2 del brown plant hopper se produjo en tan sólo dos años, de 1974 a 1976, y fue la causa de daños importantes en unas nuevas variedades de arroz (Sinha, 1991). Después de 1977, debido a una activa política gubernamental, la producción local de fertilizantes fue suficiente para cubrir las necesidades nacionales. A la vez, como parte de la «Revolución Verde», fueron introducidas nuevas variedades de arroz de alto rendimiento. La combinación de estas medidas dieron como resultado un alza en la producción de arroz y como consecuencia, en 1984 Indonesia llegó a ser básicamente autosuficiente en cuanto a este producto.

En los años posteriores a 1984, la producción de arroz integral parece decaer de nuevo, para culminar en el año ENOM 1991 en una disminución absoluta de 1,9%, respecto al año anterior. El único antecedente de este fenómeno fue registrado en el año ENOM 1972. Como consecuencia de los malos resultados de 1991, fue necesario importar 600.000 toneladas de arroz para compensar las pérdidas de cosechas (Kompas, 23 de diciembre de 1991).

La precipitación en Indonesia

A partir de la grave sequía en Java de 1877-1878, que estaba relacionada con ENOM (Kiladis & Díaz, 1986),

Fuente de datos: Statistical Yearbook Indonesia; Banco Mundial; ASEAN; Kompas (23-12-1991)



Figuras 3a y b.- Producción de arroz integral y desviaciones de la tendencia general de la producción de arroz en Indonesia, de 1970-1991.

septentrional y de Asia suroriental, lo que a su vez provocó grandes incendios y pérdidas de cosechas. Sólo en Indonesia, más de 3,7 millones de hectáreas de bosques se quemaron en 1982-83 (Murdiyarso, 1991). En 1991, el incendio de 88.000 hectáreas situadas en buena parte en la isla de Borneo (Jakarta Post, 30 de noviembre de 1991), se relaciona con otro suceso ENOM. Sin embargo, Kiladis y Díaz (1989) demuestran que en Indonesia, los años previos a un suceso ENOM se caracterizan por unas precipitaciones más abundantes.

La producción de arroz en Indonesia

La producción de arroz en Indonesia se ve afectada por los sucesos

ENOM. Durante los primeros años de la República de Indonesia, en los años 50, el hambre y la malnutrición se producían en amplias zonas y a partir de 1965 la mejora de la situación alimenticia se convirtió en una de los objetivos del Gobierno del Nuevo Orden. En la Figura 3a se observa que la producción de arroz integral creció de forma continua, de 19.500 millones de toneladas en 1970 hasta la cosecha de 46.000 millones de toneladas estimada para el 1992 (Jakarta Post, 11 de marzo de 1992). Este crecimiento de 250% en 23 años se debe en parte al aumento anual de 1%, aproximadamente, de la superficie de cultivo de arroz, de 9,02 millones de hectáreas en 1980 hasta 10,1 millones en 1991 (ASEAN, 1991).

Sin embargo, observando la desviación de los datos individuales respecto a la recta que simboliza el creci-

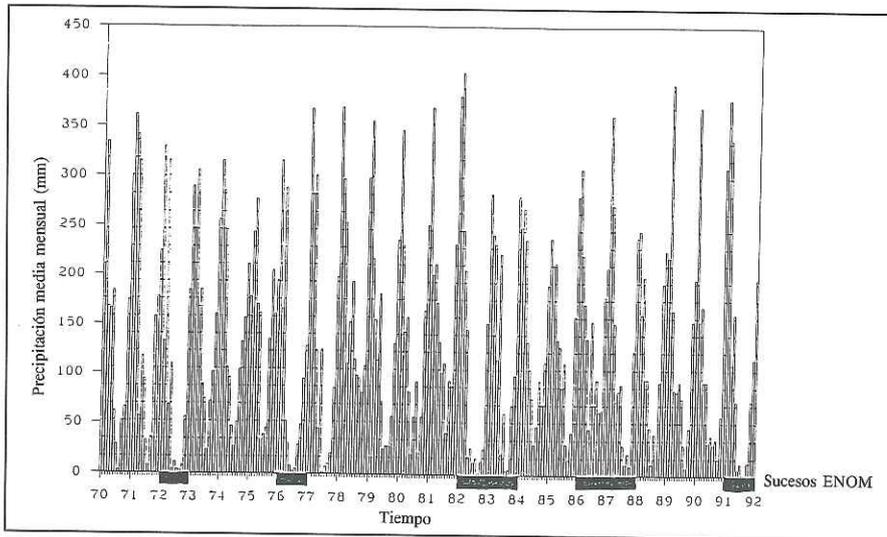


Figura 4.- Secuencia de precipitaciones en Java y Lombok, de 1970 a 1991: medias mensuales de 6 estaciones (Yakarta, Tegal, Yokyakarta, Surabaya, Banyuwangi y Mataram).

La duración de la estación seca puede alcanzar los 8 ó 9 meses en años ENOM.

sistemáticamente se han registrado datos acerca de la precipitación en Indonesia, sobre todo para fines agrícolas. En la actualidad, existen más de 4.600 estaciones para registrar las precipitaciones a lo largo del archipiélago. Este trabajo toma como datos la cantidad total de precipitación por mes, registrados en seis localidades de Java y Lombok, desde Enero de 1970 hasta Diciembre de 1991. Estas estaciones fueron seleccionadas porque no sólo disponen de un registro prácticamente continuo, sino también porque están situadas en la parte Norte de las islas (Figura 1) y guardan una distancia regular, de aproximadamente 250 km, entre sí. Cinco de ellas, Yakarta, Tegal, Surabaya, Banyuwangi (todas en Java) y Mataram (en Lombok) son estaciones costeras, mientras que Yokyakarta (Java Central) es una estación del interior. La precipitación anual media en las seis estaciones durante los últimos 40 años ha sido de 1.608 mm., registrándose el máximo en Yokyakarta (1.868 mm.) y el mínimo en Banyuwangi (1.246 mm.).

Los meses cuya precipitación es menor de 100 mm. se consideran meses secos, dado que esta es la mínima cantidad de lluvia necesaria para la agricultura húmeda tropical. Los «cin-

co meses más secos del año» en las seis estaciones caen entre junio y octubre, y la precipitación en este período se denominará «precipitación de la estación seca».

En la Figura 4 se representa la precipitación media de las seis estaciones en Java y Lombok en el período de 1970 a 1991. En la parte inferior de esta figura, los 7 años ENOM que han sido registrados durante este período están indicados. La figura nos permite hacer varias observaciones: en primer lugar, la precipitación total anual no presenta grandes variaciones durante este período. En segundo lugar, la precipitación total media en años ENOM está por debajo de la media de los años normales. En tercer lugar, la mayoría de los sucesos ENOM están acompañados por una sequía, con escasas precipitaciones durante la estación seca, y en cuarto lugar, el número de meses

con una precipitación inferior a los 100 mm. aumenta con el tiempo (Wasser and Harger, 1992).

Considerando los datos anuales, la cantidad de lluvia durante los cinco meses más secos y la duración del período con una precipitación inferior a los 100 mm. muestran una buena correlación, aunque estos dos factores no se solapan completamente. La duración de la estación seca, especialmente en los años de escasa precipitación, supera con mucho los 5 meses y puede llegar a ser de 8 ó 9 meses en años ENOM.

El Índice Tahití-Darwin e Indonesia

Con el fin de seguir la actividad del fenómeno ENOM, se ha desarrollado un Índice, basado en la diferencia entre las presiones atmosféricas a nivel del mar de dos localidades: Darwin, en Australia, y Tahití, en la Polinesia francesa. Generalmente, este Índice es conocido como el Índice Darwin-Tahití (Índice T-D), o Índice de Oscilación Meridional, IOM (inglés: *Southern Oscillation Index, SOI*). Una fuerte tendencia negativa y valores bajos del Índice, resultado de la generación de una zona de altas presiones en la parte occidental del Océano Pacífico, se relaciona con la fase cálida de El Niño-Oscilación Meridional.

En la Figura 5 se presentan los valores medios de períodos de 8 meses, derivados de los valores del Índice Tahití-Darwin de los años entre 1970 y 1991, además de la precipitación media en los cinco meses más secos en las seis estaciones. A primera vista queda claro la aparente relación continua en-

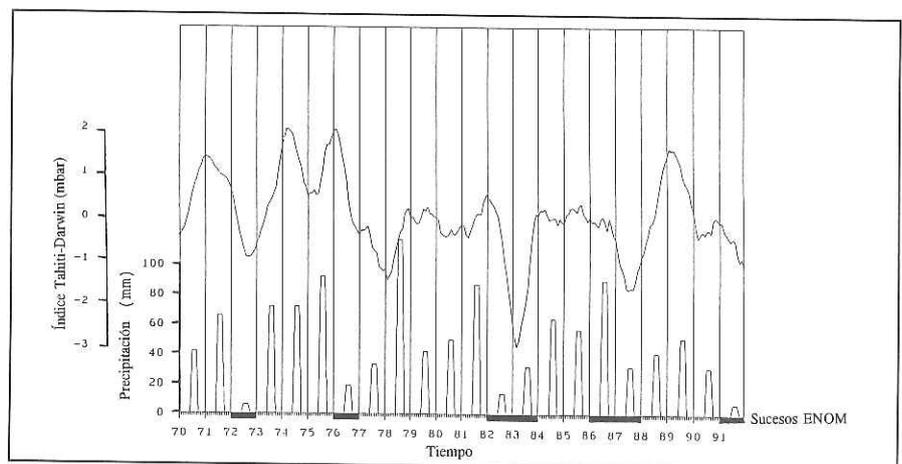


Figura 5.- Media regresiva sobre períodos de 8 meses del Índice Tahití-Darwin, y la precipitación media durante el período más seco en 6 estaciones en Indonesia, de 1970 a 1991.

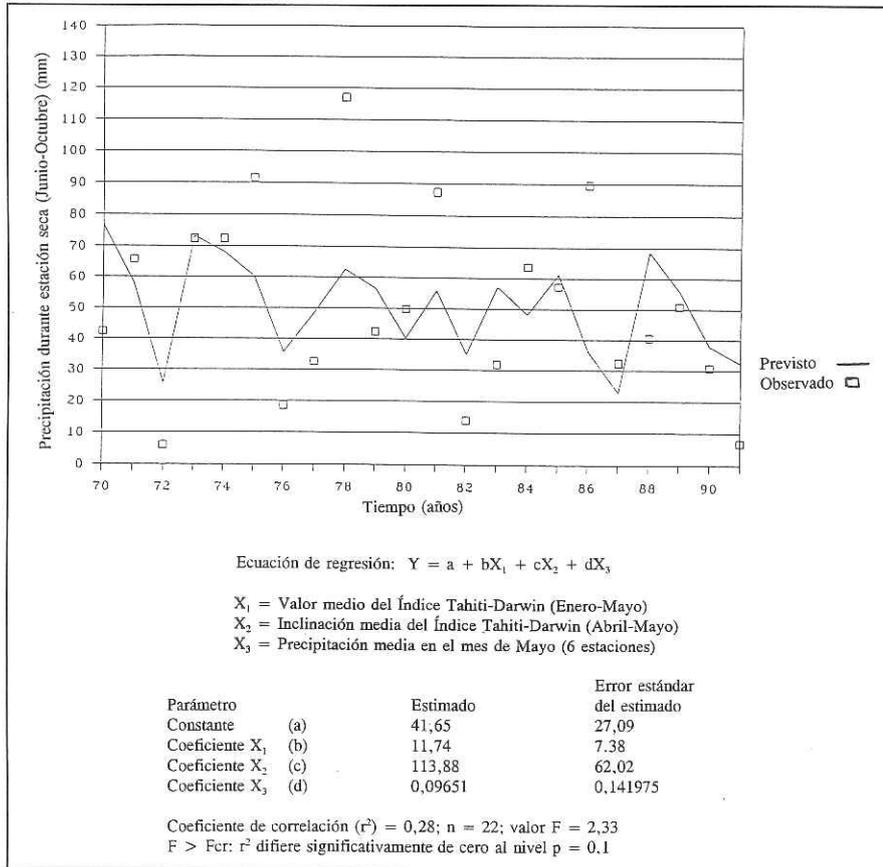


Figura 6.- Relación entre el valor medio (Enero-Mayo) del Índice Tahiti-Darwin, y la precipitación media del mes de Mayo, comparada con la precipitación media durante la estación seca (Junio-Octubre) en 6 estaciones en Indonesia, de 1970 a 1991.

En el año ENOM de 1991, la producción de arroz disminuyó un 1,9% respecto al año anterior.

también están relacionados con la precipitación de la estación seca.

Cambios en la producción de arroz

Como ha sido indicado anteriormente, la predicción de la precipitación en la estación seca puede ser bien factible. La relación entre las desviaciones de la tendencia general en la producción de arroz integral y la precipitación en la estación seca, está representada en la Figura 7 (derivada de la Figura 3b). Considerando todos los datos desde 1970 hasta 1991, no se aprecia ninguna tendencia y la inclinación de la curva no se desvía de forma significativa de cero, lo que implica que sólo las variaciones en la precipitación no explican las variaciones de la productividad.

tre el Índice T-D y la precipitación en la estación seca. Las variables importantes parecen ser tanto el valor absoluto del Índice, como la inclinación de la curva. Esta relación queda más clara en la Figura 6, donde la media de los valores absolutos del Índice (entre Enero y Mayo), la inclinación media de su curva (entre Abril y Mayo), y la precipitación en el mes de Mayo son utilizadas como variables independientes en una ecuación de regresión múltiple para predecir la precipitación en la estación seca, obteniéndose un coeficiente de correlación (r^2) de 0,28. Dado que el valor de las tres variables puede ser determinado en los primeros días de Junio, puede realizarse una estimación de la precipitación para la estación seca. El presente ejemplo es bastante rudimentario, pero las tendencias están ahí y se deberían realizar esfuerzos para perfeccionar este método. Posiblemente, la incorporación de parámetros medio ambientales adicionales en las ecuaciones podría resultar beneficioso. Por ejemplo, Wasser & Harger (1992) han demostrado que el Índice T-D y el nivel del mar en los Estrechos de Sunda, al Oeste de Java,

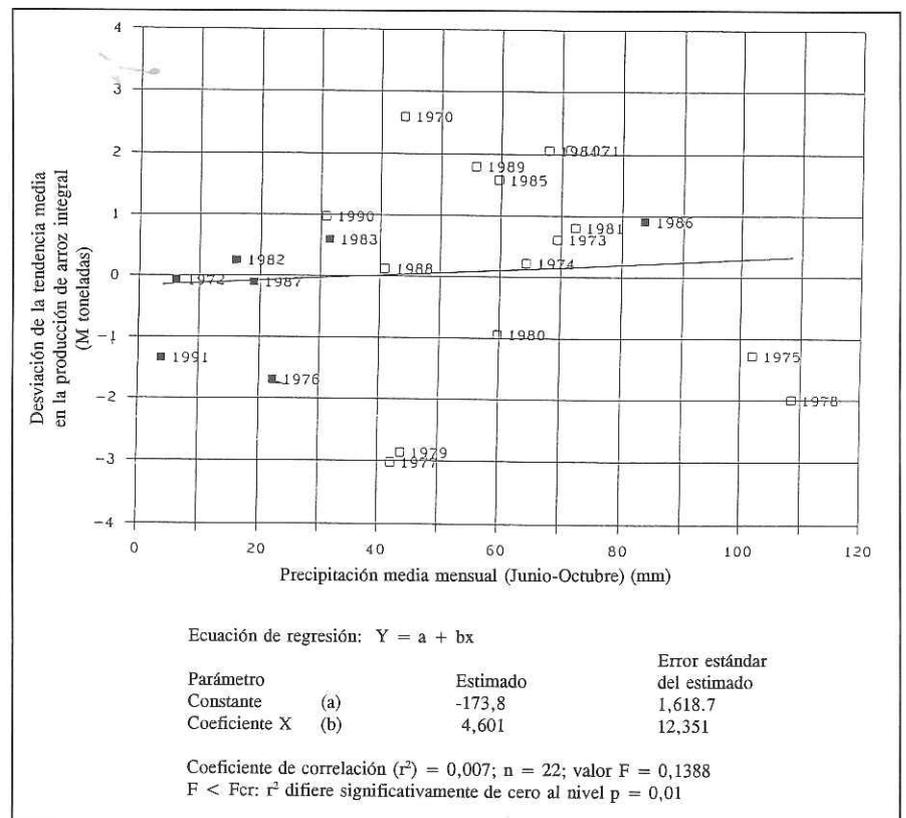


Figura 7.- Precipitación durante los 5 meses más secos (Junio-Octubre) y desviaciones de la tendencia general en la producción de arroz en Indonesia, de 1970 a 1991.

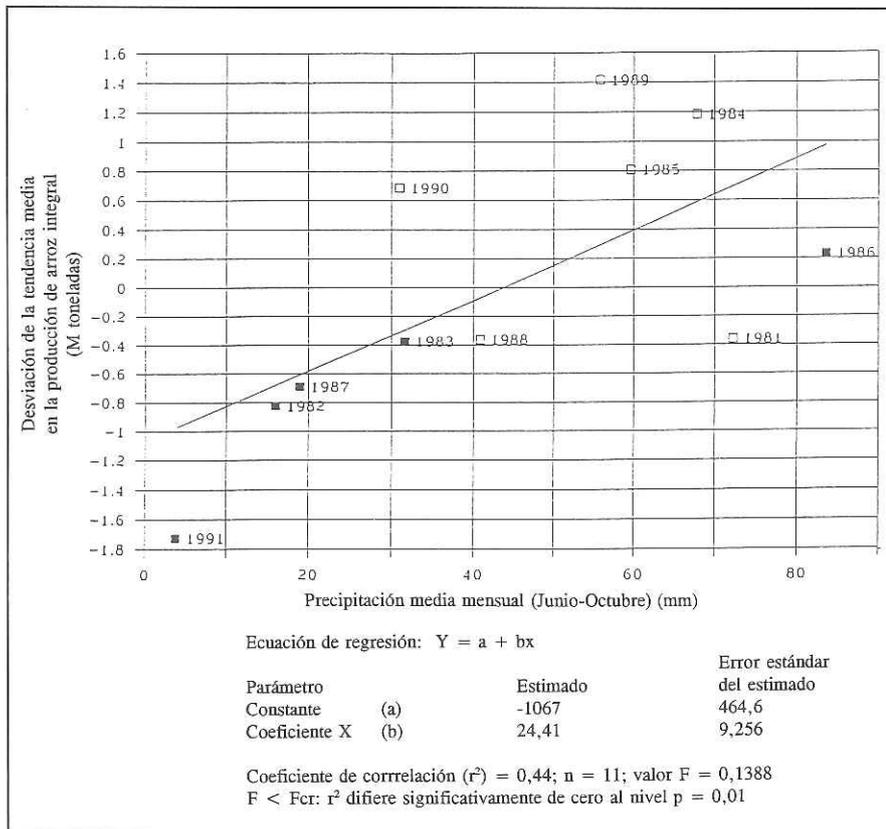


Figura 8.- Precipitación durante los 5 meses más secos (Junio-Octubre) y desviaciones de la tendencia general en la producción de arroz en Indonesia, de 1981 a 1991.

Ya ha sido citado antes, que la producción de arroz en los años 70 estuvo limitada principalmente por la falta de fertilizantes y de pesticidas, y no tanto por los factores meteorológicos. Esta situación ha cambiado claramente en los años 80, debido a la racionalización y la mejora de las técnicas agrícolas. En la Figura 8 se han representado las mismas variables para los años 1981-1991, obteniéndose una relación clara entre la producción de arroz y la precipitación ($r^2 = 0,44$; $p = 0,01$), lo que implica, sorprendentemente, que la producción de arroz en Indonesia en la actualidad está más limitada por el clima que por factores agrícolas.

El Departamento Regional para la Ciencia y la Tecnología en Asia Suroccidental y el Pacífico (ROSTSEA) de UNESCO, con sede en Yakarta, ha propuesto crear un comité nacional para la predicción de ENOM en Indonesia, con el fin de seguir el desarrollo de las técnicas necesarias. Es evidente que los problemas relacionados con este tema sólo pueden ser resueltos mediante la acción conjunta de países en todo el mundo. El momento en que creíamos que cada país por sí sólo podía hacer

estas predicciones, pasó hace mucho tiempo.

Agradecimientos

Quiero expresar mi gratitud a Dr. J. R. E. Harger por su importante contri-



Foto 2.- Cultivo tradicional de arroz. Foto cortesía de la Embajada de la República de Indonesia.

bución en el procesamiento y la interpretación de los datos, y por los inspiradores intercambios de ideas durante el trabajo. Así mismo le doy las gracias por la revisión de este artículo. ■

Bibliografía

- ASEAN (1991). ASEAN Statistical Yearbook on Food, Agriculture and Forestry 1980-1990. Bangkok, Thailand.
- CENTRAL BUREAU OF STATISTICS (1989). Statistical Yearbook Indonesia 1989. Publications No: 03300.8913. Yakarta, Indonesia.
- CENTRAL BUREAU OF STATISTICS (1991). Statistical Yearbook Indonesia 1990. Publications No: 03300.9113. Yakarta, Indonesia.
- GTZ (1978). Statistical Information on Indonesian Agriculture. German Agency for Technical Cooperation Ltd. Singapore. 245 pp.
- KILADIS, G. N. & DIAZ, H. F. (1986). An analysis of the 1877-78 ENSO Episode and Comparison with 1982-83. *Monthly Weather Review*, V.114, No 6, pp. 1035-1047.
- MURDIYARSO, D. (1991). Policy Options to Reduce CO₂ Releases Resulting from Deforestation and Biomass Burning in Indonesia. Trabajo presentado en la Conferencia Regional sobre el Ciclo del Carbono y el Cambio Climático Global. Kuala Lumpur, Malasia.
- SINHA, S. K. (1991). Impact of Climatic Change on Agriculture: a Critical Assessment. En: *Climatic Change: Science, Impacts and Policy. Proceedings of the Second World Climate Conference*. Ed. por J. Jäeger y H. L. Ferguson. University Press, Cambridge.
- UNEP (1991). Earth Watch Global Environmental Monitoring System. Report of the workshop on ENSO and Climate Change, Bangkok, Thailandia, 4-7 de Noviembre de 1991.
- WASSER, H. J. AND HARGER, J. R. E. (1992). Several Environmental Factors Affecting the Rainfall in Indonesia. Informe Interno UNESCO/ROSTSEA, Yakarta. 22 pp.
- WYRTKI, K. (1982). The Southern Oscillation, Ocean-Atmosphere Interaction and El Niño. *Marine Technology Society Journal*, v. 16, n.º1, pp. 3-10.

SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA



Pedro Antonio García Santiago

Licenciado en Ciencias Geológicas por la Universidad Complutense en 1983. Master en Informática por la Universidad Pontificia y Master en Dirección de Informática por el CSEM. Coordinador de Proyectos de Ciencias de La Tierra en INTERGRAPH CO. y responsable de Sistemas de Información Geográfica en INISEL ESPACIO. Actualmente consultor particular de Sistemas de Información Geográfica.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han convertido en una herramienta informática que excede de su mero uso como gestor de Cartografía de Base, por su gran versatilidad. La elección del tipo de SIG a emplear (vectorial o raster) la haremos según la clase de información que vayamos a utilizar, sin que el uso de un tipo de SIG indique la total incompatibilidad con el otro tipo. Las tendencias futuras en este campo apuntan a una optimización en el almacenaje de datos y a un Sistema Operativo común a Estaciones de Trabajo y Ordenadores Personales, principalmente.

Geographical Information Systems (GIS) have converted in a computer's tool that due of its great versatility, exceeds of its usage as Basic Cartography Manager. The best GIS to use (vector or raster) will depend on the type of data we work with, we should keep in mind that the use of a specific GIS does not mean total incompatibility with others GIS. Future tendencies in this field ain to Data Storage Optimization and to Shared Operating System between Workstations and Personal Computers.

Un Sistema de Información Geográfica se define como el conjunto de herramientas informáticas que permiten el almacenaje, procesado, análisis y edición de datos geográficos, en particular, o espaciales, en general, que tienen representación, ya sea cartográfica o alfanumérica.

- Una vez definido el concepto de Sistema de Información Geográfica (SIG), podemos dar un repaso muy esquemático a sus múltiples usos:
- Parcelario (Catastro).
- Cartografía Digital Terrestre y Marítima.
- Teledetección.
- Medio Ambiente.
- Geología.
- Gestión de Recursos.
- Transportes.
- Respuesta a Emergencias (Policía, Bomberos, Ambulancias, ...).
- Redes.
- Geomarketing.
- Arqueología.
- Usos Militares.

La clasificación de los distintos tipos de SIG's se puede enfocar según dos características:

- 1.- Organización de la Información.
- 2.- Tipo de Fichero de Información empleado.

En el primer apartado la clasificación sería la siguiente:

1.a. Organización en Capas. Es la más frecuente en la actualidad. Cada capa representa una aproximación temática a un propósito particular o conjunto de necesidades (Ver Fig 1.).

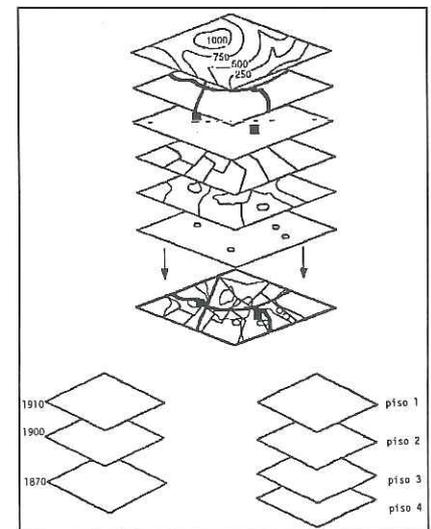


Figura 1.- Organización en capas.

1.b. Organización según Temas y Porciones de Espacio. Es un tipo de organización no muy frecuente y está orientado a hojas de mapas o Unidades Territoriales (Provincias, Comunidades Autónomas, ...).

1.c. Organización Orientada a Objeto. Esta Organización de la Información es la más novedosa de las tres

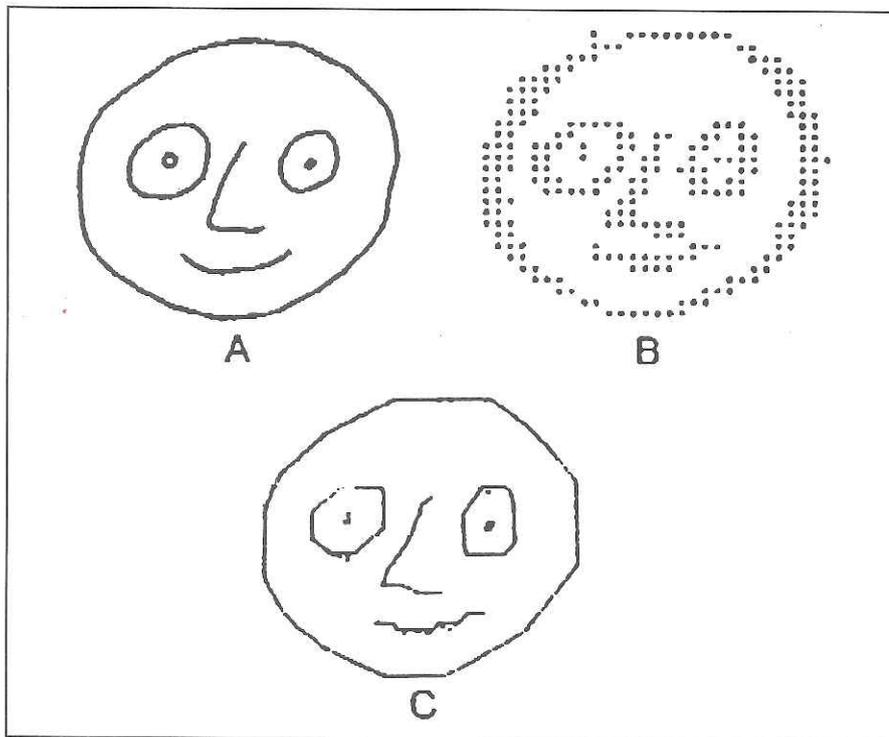


Figura 2.- Fichero raster y vectorial. (A. dibujo original. B. raster. C. vectorial).

y trata de representar en un área geográfica determinada una variedad de objetos de interés contenidos en ella. Estas entidades estarán en una sola capa, permitiendo utilizar tanto la referencia a su posición (latitud y longitud) como su variación en la vertical o en el tiempo.

Para introducirnos en el otro tipo de clasificación, hay que definir previamente dos clases de ficheros de datos que darán origen a esta:

* **Fichero Celda o Raster:** Consiste en una matriz de celdas, cada una de las cuales está referenciada por un número de fila y otro de columna y cuyo contenido es otro número que asigna el valor o el tipo del atributo a representar.

* **Fichero Vectorial.** Este tipo de fichero trata de representar un objeto de la forma más exacta posible. Esta representación se hará, descomponiendo los elementos gráficos básicos (puntos, líneas y superficies) en pares o ternas de puntos que darán origen a vectores.

La **Figura 2.** sirve como aclaración visual de estos dos tipos de ficheros.

Una vez introducidos los tipos de ficheros de datos utilizados para cualquier representación gráfica, podemos clasificar los SIG's en :

2.a. **SIG Raster.** Es el Sistema de Información Geográfica que utiliza ficheros raster.

2.b. **SIG Vectorial.** Será el que use ficheros vectoriales para sus representaciones gráficas.

El uso de uno de estos dos tipos anteriores de ficheros no tiene por qué excluir al otro.

Las ventajas y desventajas de cada uno de los tipos de ficheros anteriores podemos resumirlas en la siguiente tabla:

& Vectorial:

Ventajas:

- Buena representación de los datos.
- Estructura de datos compacta.
- La Topología se puede describir por medio de una red continua.
- Fácil corrección de datos gráficos y/o alfanuméricos.

Desventajas:

- Estructura de datos compleja.
- La combinación de distintos mapas de polígonos tratados vectorialmente puede dar problemas.
- La visualización y la salida a papel puede ser cara, sobre todo si se quiere gran calidad y colores y/o tramas de relleno.
- La tecnología es cara, particularmente para el hardware y software.

- El análisis espacial y el filtrado utilizando polígonos, son imposibles.

& Raster:

Ventajas:

- Estructura de datos simple.
- La combinación con datos procedentes de Teledetección es fácil.
- Se hace fácilmente el análisis espacial de distintos tipos de datos.
- La tecnología es barata y se está desarrollando mucho.

Desventajas:

- Grandes volúmenes de datos.
- El uso de grandes celdas para reducir el volumen de datos puede producir pérdida de información.
- La visualización de un mapa en formato raster es poco atractiva en comparación con un mapa de vectores.
- Las uniones de nudos de una red son difíciles de establecer.
- La transformaciones de una proyección a otra consumen mucho tiempo.

El siguiente paso en el estudio de los Sistemas de Información Geográfica, nos lleva a definir los componentes de un SIG. Vamos a diferenciar dos componentes muy generales: el Soporte Físico y el Soporte Lógico. Las definiciones de éstos y sus propios componentes son las siguientes:

1º Soporte Físico: Es el «Hardware» de los autores anglosajones y en él se almacenarán y procesarán los datos. Se compone de los siguientes Elementos o Dispositivos:

* **Dispositivos de Entrada:** tabletero digitalizador y/o «scanner» y/o unidad de cinta o disco.

* **Dispositivos de Almacenamiento:** unidad de cinta magnética y/o unidad de «cartridge» y/o unidad de cinta DAT y disco duro.

* **Dispositivos de Visualización:** pantallas gráficas y/o alfanuméricas.

* **Dispositivos de Proceso y Análisis:** Unidad Central de Proceso.

* **Dispositivos de Salida:** impresoras y «plotters».

2º Soporte Lógico: Es el «Software» de los autores anglosajones y consisten en un conjunto de programas que procesarán los datos. Estará compuesto de al menos los siguientes módulos básicos:

*** Módulo de Entrada de Datos y Verificación:** La Entrada de Datos cubre todos los aspectos de la transformación de éstos, capturados a partir de mapas, observaciones de campo y sensores (incluyendo en este apartado tanto fotografía aérea como imágenes de satélite), en formato digital.

*** Módulo de Almacenaje y de Gestión de la Base de Datos:** Este módulo concierne al modo en el que son manejados, estructurados y organizados por el SIG, los datos acerca de la posición, la topología y los atributos de elementos geográficos (puntos, líneas y áreas que representan objetos en la superficie terrestre) y cómo son percibidos éstos por los usuarios del sistema. El programa de ordenador utilizado para gestionar la Base de Datos se llama Programa Gestor de la Base de Datos o «Database Management System» (DBMS).

La clasificación de los distintos tipos de SIG's se puede enfocar según la Organización de la Información, o según el Tipo de Fichero de Información empleado.

*** Módulo de Salida y Presentación de Datos:** En este módulo se contemplan las distintas formas de presentar los datos y los resultados de los análisis efectuados, al usuario. Los datos puede ser presentados como mapas, tablas y figuras, en medios que van desde la imagen temporal en la pantalla del ordenador hasta la salida permanente en papel o en dispositivos de almacenaje magnético (discos, cintas, ...).

*** Módulo de Transformaciones de los Datos:** En este módulo se incluyen dos tipos de transformaciones:

& Transformaciones necesarias para eliminar errores de los datos o actualizarlos.

& Métodos de análisis que se pueden aplicar a los datos para responder a las cuestiones que le planteemos al SIG.

Las Transformaciones, en general, pueden operar tanto en aspectos espaciales como no espaciales de los datos. La mayoría de las transformaciones

(cambios de escala, cambios de proyección, cálculo de áreas o de perímetros, etc.) son de carácter general y es normal que las encontremos en todos los SIG, ya sea de una forma u otra. Pero en algunas ocasiones necesitaremos transformaciones y análisis muy específicos, como puede ser el caso del uso de SIG en Geología, para estos casos tendremos que recurrir a aplicaciones desarrolladas para este fin y que incrementarán la potencia del SIG.

*** Módulo de Interacción con el Usuario:** Este módulo es esencial para la aceptación y uso de los SIG's. En los últimos años los usuarios han pasado del uso de tarjetas perforadas como medio de comunicación con el ordenador, al sistema de menús y ventanas que se utiliza actualmente. Esto ha producido una mayor simplicidad de uso así como un incremento en el número de usuarios de SIG y de cualquier aplicación informática en general.

El coste de los componentes necesarios para configurar un SIG depende de la aplicación, tamaño y uso de éste.

Aunque los precios varían de un año a otro vamos a considerar los costes que publicó hace un año la revista GIS-WORLD como orientativos del coste de una configuración SIG. Estos costes son:

- coste bajo <1.360.000 ptas.
- coste moderado 1.360.000-6.800.000 ptas.
- coste alto 6.800.000-34.000.000 ptas.
- coste muy alto >34.000.000 pts.

Dada la complejidad de un SIG creo que es muy útil el dividir en las distintas funciones que lo componen para evaluar el coste de cada una de ellas. Las figuras siguientes representan la descomposición de cada una de estas funciones en tareas fácilmente identificables en las que se valorará su coste y el tipo de personal necesario. Las funciones consideradas son:

Entrada de Datos. La entrada de datos no es una operación cara cuando se utiliza un digitalizador conectado a un microordenador trabajando «off-line» del ordenador principal (ver **Figura 3.**

OPERACION	COSTE	NO CUALIF.	TECNICO	CIENTIF.	GESTOR
Digitalización off line en micros.	b/m	+	-	-	(+)
Digitalización on line con sistema gráfico interactivo-	a	+	+	-	(+)
Scanner + conversión a vector.	ma	(+)	*	-	(+)
Añadir atributos en fichero ASCII.	b	+	-	-	(+)
Construir topología en B. Datos.	b/m	(+)	+	-	(+)
Enlazar datos gráficos y no gráficos.	b	(+)	+	-	(+)
Introducir Imágenes Satélite.	b	+	+	-	(+)
Transformaciones Geométricas de Imágenes Satélite	b a	+	+	-	(+)
Comprobar B. Datos y archivado datos.	b/m	+	+	(+)	+

b bajo, m medio, a alto, ma muy alto.

- no necesario, + necesario, * absolutamente necesario, (+) deseable.

Figura 3.- Inversión y Personal necesario para entrada de datos.

ra 3). La utilización de «scanners» estaría justificada para el caso de un gran volumen de digitalización o para utilizar gran precisión. La entrada de atributos no gráficos se hace a través de ficheros de texto que pueden crearse en un microordenador con procesadores de texto. Las transformaciones de Proyección se pueden hacer a un coste relativamente bajo en microordenadores pero en determinados casos, como puede ser en el caso de Imágenes Satélite, hay que utilizar una máquina mucho más potente, dotada de procesadores especiales, por lo que la operación se encarece.

Todas las operaciones de entrada de datos tienen que ser coordinadas convenientemente, ya que las fuentes serán diversas y todos los datos tendrán que almacenarse dentro de la misma Base de Datos. La labor de un Administrador es muy necesaria en este punto ya que tendrá que decidir qué persona tienen acceso a los distintos tipos de información y cómo se almacena y actualiza esta.

Salida de Datos. La Salida de Datos se puede realizar de muy distintas maneras. Es esencial para la organización y para los responsables del sistema que la calidad de los datos de salida sea la que figura en los requerimientos del usuario. Aunque un dibujo rápido y sin mucho detalle puede realizarse por cualquier persona sin una formación específica, el obtener un resultado de gran calidad requiere una persona con una formación en

OPERACION	COSTE	NO CUALIF.	TECNICO	CIENTIF.	GESTOR
Recuperación de datos.	b	+	-	-	(+)
Utilización de la B. Datos.	a	(+)	*	+	(+)
Sistema de Gráficos Interactivos.	a/ma	(+)	+	-	(+)
Interpolación e Isolíneas.	m/a	-	+	+	(+)
Superposición de mapas.	m/a	(+)	+	+	(+)
Análisis Estadístico.	b/m	-	(+)	*	(+)
Procesado de Imágenes.	m/a	-	+	*	(+)
Librerías.	b/a	-	+	*	(+)

b bajo, m medio, a alto, ma muy alto.

- no necesario, + necesario, * absolutamente necesario, (+) deseable.

Figura 5.- Inversión y Personal necesario para el análisis de datos.

El problema de la Velocidad de Acceso a Disco suele ser un factor que limita en gran medida las prestaciones de un SIG.

Cartografía Digital importante. Las salidas de altísima calidad producidas por periféricos de elevado precio (fotoplotter, grabadores de película, ...) no suelen ser el objetivo de un sistema SIG corriente, por lo que no es conveniente salirse del presupuesto por un dispositivo de salida de datos que está dándonos una calidad superior a la que necesitamos (ver Figura 4).

Software para Análisis de Datos.

El recuperar los datos que hemos introducido es la operación más fácil y frecuente que vamos a utilizar. Extracciones de datos más complejas, como podría ser una consulta selectiva a la Base de Datos, requieren un período de aprendizaje y una cualificación de la persona que lo realiza. Modelización, interpolación y análisis estadístico, entre otros procesos, tendrán que efectuarse por personal que conozca algo más que el comando que lanza el proceso, para tener garantías de unos resultados significativos. Si, además, contamos con personal preparado para programar en algún lenguaje de ordenador, podremos desarrollar nuestras propias librerías de procesado de datos o podremos acceder a la implementación de librerías desarrolladas por casas comerciales (ver Figura 5).

Planificación y Administración.

La planificación y administración de un SIG se tiene que realizar a todos los

OPERACION	COSTE	NO CUALIF.	TECNICO	CIENTIF.	GESTOR
Plotter de baja calidad.	tb	+	-	-	-
Plotter de plumillas.	b	+	-	-	-
Plotter chorro de tinta.	m/a	(+)	+	-	(+)
Fotoplotter.	a/ma	-	*	+	(+)
Cinta magnética.	b	+	-	-	(+)
Pantalla en color y dispositivo hardcopy.	m/a	+	+	(+)	(+)
Grabador en película de alta precisión.	a	-	+	-	(+)

b bajo, m medio, a alto, ma muy alto.

- no necesario, + necesario, * absolutamente necesario, (+) deseable.

Figura 4.- Inversión y Personal necesario para la salida de datos.

OPERACION	NO CUALIF.	TECNICO	CIENTIF.	GESTOR	COOR.
Esquema de trabajos.	(+)	+	+	*	-
Contactos con suministradores de datos.	-	+	+	*	*
Contactos con clientes.	-	+	+	*	*
Contactos con suministradores de hardware y software.	-	*	*	*	+
Contratos con otros centros con SIG.	-	+	*	*	+

b bajo, m medio, a alto, ma muy alto.

- no necesario, + necesario, * absolutamente necesario, (+) deseable.

Figura 6.- Personal necesario para la planificación y gestión de un SIG.

niveles. El Administrador del Sistema será el responsable del plan de trabajo día a día, del contacto con los suministradores de datos y con los clientes. También tendrá que estar en contacto con los suministradores de «hardware» y «software» para asegurar que el sistema no tendrá problemas técnicos en un futuro próximo. Tendrá que repartir los trabajos, así como gestionar el uso de los distintos recursos del SIG para evitar la colisión de peticiones de los distintos equipos de gente implicados en el sistema (ver Figura 6).

Tipos de Ordenadores. Aunque es posible diseñar una configuración de SIG bajo casi cualquier tamaño de máquina, el uso de microordenadores de altas prestaciones y estaciones de trabajo («workstation») está cada vez más extendido. Un microordenador de 3 a 5 Mb de memoria con 200 Mb de disco duro y una unidad de cinta, puede ser suficiente para empezar a trabajar en el mundo SIG o en el tratamiento digital de imágenes. Las prestaciones que nos puede ofrecer una estación de

El uso de un SIG «raster» o de un SIG vectorial, no tiene por qué excluir al otro.

trabajo son muy superiores a las de un microordenador, pero su precio es todavía elevado.

Muchas de las operaciones que realiza un SIG no requieren mucho tiempo de cálculo (exceptuando transformaciones de proyecciones, interpolaciones,...) pero en cambio necesitan frecuentes accesos a una, posiblemente, compleja base de datos, por lo que la velocidad de acceso a disco y el tamaño de éste tendrán más importancia que la potencia de cálculo. El problema de velocidad de acceso a disco suele ser un factor que limita en gran medida las prestaciones de un SIG, por lo que habrá que tenerlo en cuenta a la hora de diseñar nuestra configuración.

OPERACION	COSTE	NO CUALIF.	TECNICO	CIENTIF.	GESTOR
Microordenador.	m	+	+	(+)	(+)
Estación de trabajo.	a/ma	+	+	(+)	
Mainframe.	No Aplicable a SIG				

b bajo, m medio, a alto, ma muy alto.

- no necesario, + necesario, * absolutamente necesario, (+) deseable.

Figura 7.- Inversión y Personal necesario para cada tipo de ordenador.

El uso de grandes ordenadores corporativos («mainframes») para instalar aplicaciones SIG, no tiene sentido ya que la repartición de tiempo de proceso que recibiría el SIG sería insuficiente para su correcto funcionamiento. La solución más racional parecer ser, a mi modo de ver, una eficaz combinación de microordenadores y estaciones de trabajo, repartiendo a uno y otro las tareas que puede desarrollar según su capacidad (ver Figura 7).

Como punto final de este artículo, voy a comentar brevemente cuáles son, a mi juicio, las tendencias futuras en este campo.

Estas tendencias son:

* **Base de Datos orientada a objeto.** Esta tendencia se explica por el tratamiento de la información de una forma muy parecida a la que se hace en la realidad.

* **Optimización en el modo de almacenaje de datos.** Uno de los puntos negros de los SIG es el gran volumen de datos que se manejan, produciendo esto un gasto considerable en Sistemas de Almacenaje. La investigación sobre este particular es uno de los trabajos principales hoy en día en los centros de desarrollo de SIG de todo el mundo.

* **Interfaz de Usuario Gráfico e Intuitivo.** La tendencia a un Interfaz de Usuario sencillo e intuitivo en los SIG es un punto muy importante, sobre todo para las casas comerciales de estos productos, como forma de acercar al mayor número de usuarios, con independencia de sus conocimientos informáticos, al mundo de los SIG. El entorno de iconos y menús desplegables del estándar MOTIF y de X-WINDOWS parece la opción con más futuro.

* **Utilización de la Inteligencia Artificial.** La utilización de los SIG's en campos como la Geología, Minería o Medio Ambiente requiere la utilización de una lógica muy difícil de sintetizar en la lógica binaria del ordenador. Debido a esto, técnicas de Inteligencia Artificial y de Lógica Difusa pueden potenciar enormemente a los SIG's en estos campos.

* **Sistema Operativo común a PC y Estación de Trabajo.** Esta tendencia es casi una realidad ya que dentro de menos de un año aparecerá un nuevo Sistema Operativo (WINDOWS NT) que será igual en Ordenadores Personales y en Estaciones de Trabajo; esto permitirá una portabilidad total de aplicaciones entre ambos tipos de máquinas. ■

CURSO INTRODUCCION A LA GEMOLOGIA



CARACTERISTICAS DEL CURSO

LUGAR DE DESARROLLO:

Las clases teóricas se celebrarán en la Sala de Actos del ICOG, sita en la Avda. de la Reina Victoria, n.º 8, 4.º B de Madrid en jornadas de 10,00 a 14,00 horas.

Las clases prácticas tendrán lugar en los laboratorios del Instituto Gemológico Español, sito en la C/ Víctor Hugo, n.º 1, 3.º de Madrid en grupos a elegir.

FECHAS:

Del 6 al 11 de febrero de 1995.

PROFESORADO:

Garín, Amaya. Gemóloga IGE, Especialista en Diamante GIA (U.S.A.) y HRD (Bélgica).

Garzón, Jesús. Gemólogo IGE y Director de Estudios.

Ibáñez de Aldecoa, M.ª Ángeles. Gemóloga IGE y FGA (Reino Unido).

Sánchez, Alfredo. Geólogo y Gemólogo IGE.

Sapalski, Cristina. Geóloga y Gemóloga IGE y FGA (Reino Unido).

Sarmiento, Luis. Gemólogo IGE e INC (Francia). Asesor Técnico IGE.

PROGRAMA

- GEMAS Y SUS CLASES
- PROPIEDADES DE LAS GEMAS
- INCLUSIONES EN LAS GEMAS
- CLASIFICACION COMERCIAL DE LAS GEMAS
- GRUPO DEL BERILO. LA ESMERALDA
- GRUPO DEL CORINDON, RUBI Y ZAFIRO
- OTRAS GEMAS TRANSPARENTES DE INTERES
- PIEDRAS ORNAMENTALES
- PERLAS
- DIAMANTE
- CARACTERISTICAS DE VALORACION DEL DIAMANTE, PIEDRAS DE COLOR Y PERLAS.
- CUIDADO DE LAS GEMAS
- NOMENCLATURA EN EL COMERCIO DE LAS GEMAS
- METALES USADOS EN JOYERIA. EL ORO Y SU LEY

Para más información contactar con la secretaría del ICOG:
Teléf. (91) 553-24-03

LA GEOLOGIA A TRAVES DE LOS SELLOS

En el Paraninfo de la Universidad de Zaragoza, del 4 al 22 de octubre de 1994, tuvo lugar la exposición filatélica «La Geología a través de los sellos», organizada por la Universidad de Zaragoza, con la colaboración de la diputación General de Aragón y la Delegación en Aragón del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos.

Se expuso la Colección Winkler Prins, conservador del Museo de Ciencias Naturales de Leiden, Países Bajos, en la que de manera divulgativa se reflejó el desarrollo histórico de la Geología y de las actividades en torno a ella, a partir de diversos documentos de valor filatélico: sellos, enteros postales, sobres y matasellos alusivos. La exposición mostró también una serie de paneles en los que se ofrecieron aspectos de las diferentes disciplinas que integran la Geología (geofísica, geotectónica, hidrogeología, paleontología, cristalografía y mi-

neralología...), procesos geológicos (vulcanismo, por ejemplo), así como las técnicas de exploración geológica y del espacio.

Además de esta Colección se mostró una interesante colección de sellos de la Asociación Paleontológica Aragonesa con motivos paleontológicos, destacando los sellos dedicados a dinosaurios.

La Delegación del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de Aragón, participó en esta exposición con una completa colección filatélica de Mineralogía y Minería de numerosos países. También se expusieron varios sobres relacionados con estos temas.

La Delegación del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos en Aragón preparó varios sobres conmemorativos de esta exposición con los sellos: «MINERALES DE ESPAÑA»

Fecha de emisión: 25 de febrero de 1994.

Valor: 29 pesetas para cada uno de los motivos.

Tirada: 10.000.000 de efectos.

Papel: Estucado engomado fosforescente.

Estampación: Huecograbado policolor.

Tamaño: 40,9 x 28,8 mm. (horizontales).

Dentado: 13 3/4

Pliegos: 10 grupos de 4 sellos cada uno que suman un total de 40 efectos, más 20 viñetas sin valor postal.

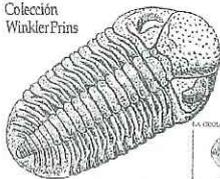
Los días 13 y 14 de octubre se instaló una estafeta temporal de correos en el recinto de la exposición, disponiéndose de un matasellos especial conmemorativo.

La exposición Paleontológica estuvo acompañada de una exposición selectiva de fósiles, minerales y de maquetas geológicas en la que también intervino la Delegación del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos en Aragón. ■

Joaquín Lahoz Gimeno

LA GEOLOGIA A TRAVÉS DE LOS SELLOS

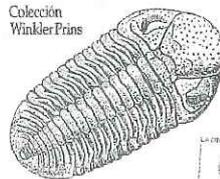
Colección Winkler Prins



Paraninfo de la Universidad de Zaragoza
Del 4 al 22 de octubre de 1994

LA GEOLOGIA A TRAVÉS DE LOS SELLOS

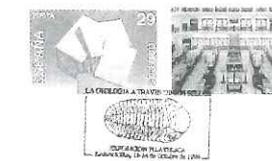
Colección Winkler Prins



Paraninfo de la Universidad de Zaragoza
Del 4 al 22 de octubre de 1994

LA GEOLOGIA A TRAVÉS DE LOS SELLOS

Colección Winkler Prins



Paraninfo de la Universidad de Zaragoza
Del 4 al 22 de octubre de 1994



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS

SEDE CENTRAL		DELEGACIONES		ASTURIAS
MADRID	ARAGÓN	ARAGÓN	ARAGÓN	ARAGÓN
Avda. Nicolás de Madariaga, 1-47-2 28014 MADRID	Avda. General Balmes, 74-13º-16º 49101 SEVILLA	Plaza de Curules, 10-2º-1º 50003 ZARAGOZA	Plaza de Curules, 10-2º-1º 50003 ZARAGOZA	Plaza de Julio, 3-Fac. I 33001 OVIEDO



DESCUBRIMIENTO DE LAS AGUAS Y ORIGEN DE LOS BAÑOS DE LA MARGARITA DE LOECHES



Almudena García-Orea Alvarez

Licenciada en Filosofía y Letras por la Univ. Autónoma de Madrid, en 1975. Profesora de Geografía e Historia en el Instituto de Bachillerato Beatriz Galindo de Madrid.



José Luis Barrera Morate

Licenciado en C. Geológicas por la U.C.M., en 1972. Director Gerente de GEOPRIN, S. A. y Presidente de GEOFORO del I.C.O.G.

El descubrimiento en 1851 de las aguas minero-medicinales de Loeches, fue producto de la casualidad. Los hermanos Gregorio y Bonifacio García de Orea decidieron comenzar la explotación de las aguas y la construcción de la primera casa de baños. A pesar de los acontecimientos políticos de la época, el negocio era muy provechoso, por lo que, en 1955 se constituyó la «Sociedad Filantrópica de Los Baños Minerales de La Margarita». Esta sociedad, con un capital mayor que el original de los García de Orea, amplió los baños y marcó las pautas principales de futuro de esta industria tan tradicional e histórica de Loeches.

The discovery of the mineral and medicinal waters of Loeches in 1851 was a matter of chance. The brothers Gregorio and Bonifacio G.^a de Orea decided to begin the exploitation of waters and the building of the first spa. Despite the political facts of the time, the business was very profitable, that is why, in 1955 the «Sociedad Filantrópica de Los Baños Minerales de La Margarita» was made up. This society (or company) with more capital than the García Orea's original one, enlarged the baths and settled the main guidelines for the future of this traditional and historic industry of Loeches.

1.-Razones para una investigación

Entre las muchas razones que pueden llevar a la investigación, una de ellas es la curiosidad. En nuestro caso ha sido una curiosidad fundamentada en el deseo de conocer un pasado familiar, del que sólo poseíamos vagos recuerdos. Para nosotros, Loeches no era más que un pequeño pueblo de Madrid, del que al parecer procedíamos. Los recuerdos familiares quedaron reducidos con el tiempo, a un viejo libro de mediados del siglo pasado. En él se hacía referencia a los baños de Loeches, vinculando a nuestro tatarabuelo Gregorio García de Orea y a su hermano Bonifacio, con su descubrimiento. Esta faceta como descubridores nos interesó, de modo que, partiendo de ese hilo conductor nos planteamos la investigación. En ella tratamos de aclarar algunos puntos sobre los Baños de la Margarita relativos a los primeros pasos de dicho establecimiento balneario, y en definitiva aportar un grano de arena a la historia de Loeches. El espíritu ilustrado, burgués y emprendedor de nuestro tatarabuelo, y de otros muchos como él, dio lugar a toda una época de cambios, de la que nuestra historia es un ejemplo.

2.-Loeches y la burguesía ilustrada de la Epoca

Allá por el año 1851, era Loeches, como lo es hoy, un pequeño pueblo de la provincia de Madrid, a tan sólo unas 5 leguas (27,8 Km.) de distancia de la capital. Su población apenas excedía la descrita por Madoz en 1847, llegando a ser en la fecha que nos ocupa, de casi 1.000 habitantes. Manuel González de Jonte, profesor de Medicina y Cirugía de Alcalá de Henares, y primer director de los Baños de La Margarita de Loeches, nos da en su primera Memoria de 1853 sobre las aguas, precisos detalles de la localidad, su medio físico y sus habitantes. A éstos no los describe como «amables, honrados, verídicos y sobrios» y se queja, aunque cariñosa y solapadamente, de su afición al hogar, y de su escasa ambición, conformismo e indolencia en el cultivo de las tierras. Estos vecinos «religiosos en extremo, obedientes a las leyes y respetuosos con la autoridad», no parecen muy instruidos en opinión de González de Jonte, encontrándolos «más dispuestos al estudio de las ciencias que a la industria». Desde la perspectiva de este profesor ilustrado, la falta de disposición para la industria, debía constituir una actitud no deseable, dado que ya en su época se la asociaba a todo progreso económico.

Parecía que los habitantes de Loeches estuvieran necesitando alguna mano capaz de encauzarles. Esta mano no será otra que la de dos hombres del pueblo: Gregorio y Bonifacio García de Orea, representantes genuinos de una nueva clase emprendedora y activa, capaz de desarrollar esa afición a la industria, de la que adolecían los vecinos del lugar.

Estos dos hermanos, nacidos en Loeches en 1803 y 1808 respectivamente, con magníficas relaciones en la capital, se dispondrán como otros muchos burgueses de la época, a realizar negocios en un ambiente de expansión y afán inversionista. Su incursión en el campo de la industria constituye un ejemplo de cómo se pueden dar a la vez un espíritu pragmático y racionalista y la más pura y generosa filantropía. Pero, no adelantemos acontecimientos, y volvamos al principio. Gregorio y Bonifacio García de Orea, hijos del maestro de primeras letras de Loeches, vivirán parte de sus vidas en Madrid. Será Gregorio, el mayor de los dos, el que alcanzará una mayor relevancia en Loeches, no sin antes iniciar una carrera de funcionario en la capital. El Estado era entonces, hablamos de 1825, la panacea a la que se agarran los españoles con aspiraciones. Gregorio, de la mano de Apolinar, otro hermano mayor que morirá muy joven y en desgraciado accidente de caza, inicia su carrera como meritorio sin sueldo en Hacienda, a la edad de veintiún años. Desde entonces y durante trece años irá ascendiendo hasta que el 31 de marzo de 1836 engrosará las filas de los «cesantes», y en tan peculiar estado verá menguar su sueldo hasta en una tercera parte. Su nueva situación, y posiblemente la muerte de su hermano Apolinar, ocurrida en 1833, le alejaron de Madrid. Abandonando la tutela del Estado y establecido definitivamente en su Loeches natal, comprará una casa, y posteriormente un solar próximo a su domicilio. Casado desde los veintitrés años con Josefa Portocarrero, y padre ya de dos niñas, verá nacer en Loeches a tres hijas más, de las que sólo una habría de sobrevivir. Se le reconoce por entonces, como labrador, lo que se podría interpretar como indicativo de su relación con el campo. Sin embargo era Gregorio un labrador singular, no sólo por ser instruido, que ya sabemos lo era, sino porque entiende el campo como negocio productivo, dedicándose al comercio. Obtiene con-

tratas y arriendo sobre distintos productos alimenticios como tocino, manteca, pescado, vino y aceite; derechos de tajo y matadero, e incluso lo encontraremos avalando a otros, como fiador ante el Ayuntamiento, en relación con artículos alimenticios o de consumo. Esta dedicación al comercio debió de ser productiva, ya que en los años cincuenta compra un solar en la calle de la Soledad de Loeches, y le sabemos propietario junto con su hermano de unos terrenos llamados de Orea, al noroeste del pueblo. En esta propiedad decidirán ambos iniciar la construcción de una industria de ladrillos. La industria proyectada, sin embargo, no tendría éxito porque el azar quiso que fuera el origen de otro negocio bien distinto y en aquel entonces impensable.

3.-De cómo una fábrica de tejas puede conducir a un feliz descubrimiento

Cuando en 1847, Pascual Madoz cita la localidad madrileña de Loeches, ya menciona la existencia a unos 5 Km. de la población, de *«una fuente cuyas aguas contienen varias sales»*, añadiendo que aunque no se han analizado oportunamente, *«son muchos los vecinos que las usan, y con frecuencia se llevan cargas de ellas a la corte»*. Más adelante sentencia, con gran juicio y visión de futuro, que *«un establecimiento de baños cómodos en este punto produciría grandes ventajas a la población, a la par que utilidad a los enfermos»*.

La existencia por tanto, de aguas minero-medicinales en el entorno de Loeches, ya era conocida en el lugar. No obstante sería la casualidad y no dichas referencias anteriores, la que juzgaría un papel decisivo en el descubrimiento de unos nuevos manantiales en el corazón mismo de la villa de Loeches.

A principios de 1851 andaban los hermanos García de Orea, empeñados en la construcción de un horno de tejas y ladrillos, en unos terrenos de su propiedad, con el fin, según se nos cuenta de *«facilitar un medio más de subsistencia a algunos infelices del pueblo a quienes faltaba trabajo»*. Parece, en efecto, que se trataría de una inversión, que además de ser provechosa a sus dueños, fuera capaz de hacer prosperar al pueblo. Para poner en marcha dicho proyecto fue sin duda imprescindible

disponer de agua. Esta necesidad obligó a abrir pozos, que pronto revelaron las propiedades excepcionales del agua del lugar. Esta excepcionalidad dio al traste con la industria que los señores García de Orea, *«personas ilustradas y sensatas»*, querían establecer. Las piezas de ladrillos y tejas se deshacían en el horno. El barro se convertía, en virtud de las sales, en una pasta porosa y frágil a la menor presión. Esta circunstancia, y la observación de los depósitos salinos que la evaporación del agua producía, llamaron la atención de trabajadores y propietarios. Las plantas también sufrían la acción devastadora de las sales, quedando marchitas al contacto. La curiosidad llevó a los hermanos García de Orea a realizar un análisis de dichas aguas. Sería Manuel Gonzáles de Jonte, profesor de Medicina en Alcalá de Henares, el encargado de realizar éste cometido. Dicho profesor había investigado con anterioridad las aguas del barranco de Valdelacueva, situado a más de 5 Km. y medio de Loeches, y de las que Madoz nos habla ya en 1847. Por ello, se ofrecería voluntariamente al estudio de las aguas recién descubiertas. Comprobó que eran de distinta naturaleza que las de Valdelacueva consideradas como salinogaseosas frías. Los análisis demostraron que los nuevos manantiales poseían una mayor riqueza mineral y por tanto medicinal. Fueron designadas como salinas, sulfatadas-sódico-magnésicas, y catalogadas como del tipo de las llamadas sulfatadas frías (no más de 10° C). Eran aguas cristalinas, incoloras e inodoras, de un sabor salado y ligeramente amargo. Estas características revelaban unas magníficas perspectivas terapéuticas. No obstante, sería la práctica de su uso la que establecería sus cualidades activadoras de la circulación, sus efectos purgantes y laxantes, a más del carácter diurético y estimulador de la piel. Se llegaron a aplicar en el tratamiento de *«enfermedades escrofulosas como oftalmías, úlceras e infarto de los ganglios; dermatosis como eczemas, impétigo, sarna, tiña, herpes y otros; en los infartos del hígado y del bazo, y en las alteraciones supeditadas a esos infartos; en los estreñimientos y en la plétora abdominal; en las leucorreas y algunos padecimientos de la matriz y en algunas manifestaciones crónicas de la sífilis»*. El indudable carácter beneficioso de las aguas, llevaría a los propietarios a abrir unos baños al público que requi-

rieron un nombre, y así fueron bautizados con el de «la Margarita de Loeches». Esta poética designación se ha venido atribuyendo al nombre de la hija de un operario que intervino en el descubrimiento de las aguas. Esta explicación no parece tener verdadero fundamento, siendo más probable que éste nombre se refiera en efecto a otra Margarita, hija de Gregorio García de Orea, propietario de la finca en la que se hallaron los nuevos manantiales. Esta joven de 22 años de edad, poseía una salud muy precaria, y moriría diez años más tarde debido a una enfermedad congénita de corazón. No es nada extraño que su padre bautizara estas saludables aguas con su nombre, quizás pensando en una posible curación de su hija.

4.-El comienzo de una aventura: La construcción de los Baños

Los propietarios de las recién bautizadas aguas de la «Margarita de Loeches», seguramente animados y asesorados por Manuel González de Jonte, iniciaron los pasos necesarios para la explotación de los manantiales. Se trataría de dar comienzo a una aventura que va a suponer un reto, no sólo para éstos empresarios en ciernes, sino para todo el pueblo de Loeches. Dado que los manantiales se hallaban en las posesiones que sus dueños poseían al noroeste del pueblo, se decidieron a comprar las seis fincas inmediatas, para convertirlas en un solo terreno y proceder a la construcción de los baños.

Fig. 1. Estas compras, realizadas entre septiembre de 1852 y febrero de 1855, se harán en algunos casos con préstamos, que suponemos fueron también precisos para la construcción del establecimiento.

La extensión total de los terrenos aumentó hasta alcanzar casi 40.000 m², que lindaban al este con el Cerro del Calvario, al sur con el camino de Pozuelo y Torres, al norte con el Cerro del Calvario y los alcaceres del Capellán y de Benito Madrid, y al oeste con el camino que va a la ermita de la Soledad.

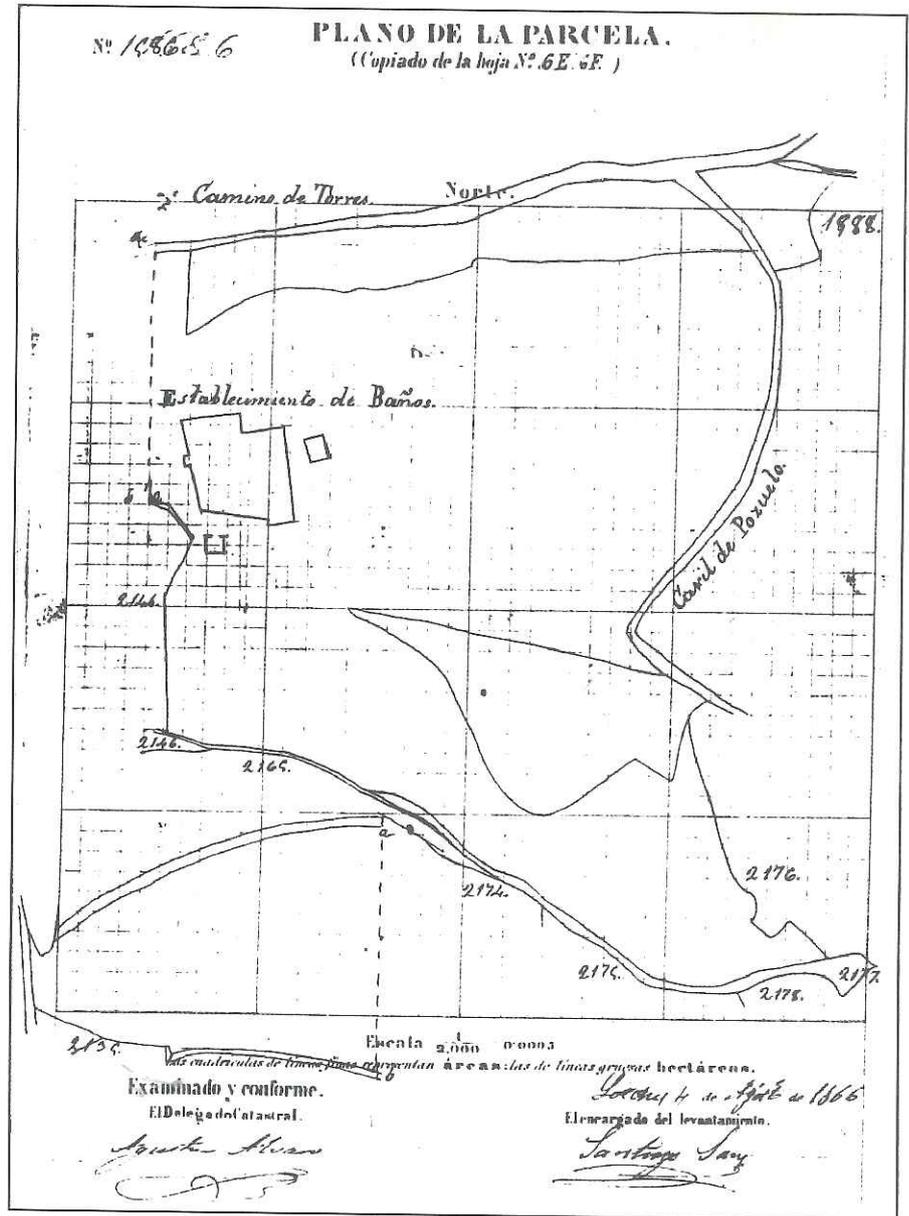


Fig. 1.- Plano del terreno y establecimiento de los baños, tal como se encontraban en 1866.

En julio hay ya constancia de la existencia de una casa de Baños, como nos cuenta detalladamente, en su primera Memoria de las Aguas de Loeches el primer director del establecimiento, don Manuel González de Jonte.

Con una superficie aproximada de 500 m², se levantó una modesta construcción en forma de cuadrilátero, de 17 m de largo por 8,96 m de ancho, de una sola planta y de bastante altura. Su director nos habla de su solidez y simetría, virtudes éstas que no nos aclaran demasiado acerca de la estética del edificio, quizás porque en este primer momento interesara más lo sólido de la construcción que su posible belleza. Podríamos deducir de ello el carácter estrictamente funcional de estos pri-

meros Baños de la Margarita de Loeches. La fachada principal estaba orientada al norte, abriéndose en ella la puerta de entrada. Esta daba paso a la sala de descanso, que funcionaba a la vez como sala de espera, vestíbulo y distribuidor. A la izquierda se hallaba la consulta del director, y otro cuarto contiguo, a modo de enfermería. A la derecha se dispuso una sala de tocador destinado a señoras, y hacia el sur siete cuartos «luminosos y ventilados», que más tarde aumentarían hasta llegar a diez. Ocupaban estas habitaciones 7,6 m² cada una, y servían de salas de baño individuales, con pilas de mampostería de casi 2 m de largo, revestidas de asfalto, se dice que para evitar que se formen incrustaciones y facilitar el desagüe. Nos parece que dichas

afirmaciones ocultan las limitaciones presupuestarias del primer momento, ya que un año después, serán revestidas de mármol, quizás cuando los primeros ingresos de la temporada lo permitieron. Las bañeras proporcionaban agua mineral fría y caliente (40° C), y en cada sala se disponía de mesa, espejo, sillas, peines, y demás accesorios precisos.

Existían además otras dependencias destinadas a «baños de chorro» y a «baños de vapor». Los primeros constaban de duchas de goma elástica que, disponiendo de un tubo cónico de metal al que se adaptaban diversas piezas, eran capaces de dirigir el agua con mayor o menor fuerza, y en la mayor o menor extensión sobre el cuerpo. Los baños llamados de vapor, se tomaban por medio de un aparato denominado «vapor menor de Ors», consistente en un curioso artilugio, posible antepasado de las saunas individuales. Consistía en un cajón de madera semejante a una cama de dos cuerpos superpuestos, separados por una tabla cuyos orificios permitía pasar el vapor. Este se desprendía del líquido, agua mineral u otra sustancia medicinal, contenido en dos vasijas de hojalata calentadas con lamparillas de alcohol en la parte inferior, pasando así el vapor al enfermo, que se recostaba sobre la tabla horadada, desnudo y tapado con mantas. De ahí se le trasladaba a una cama contigua en la que se le dejaba reposar.

Los Baños de la Margarita, se alimentaban de tres manantiales, el primitivo, descubierto junto al Cerro del Calvario, el segundo próximo al establecimiento, y el tercero descubierto en el verano de 1853, a pocos metros de la fachada sur. Todos fueron cubiertos con paredes de mampostería, y en el segundo se dispondría una fuente para que los enfermos pudieran, con estricta prescripción médica, tomar las cantidades apropiadas de agua.

Aparte de estas instalaciones esenciales, y de una casita para el guarda y dos hornos de ladrillo y de yeso, existía una «huerta con árboles frutales, noria y jardín con arbolado de álamos blancos», todo ello cercado de piedra. Fig. 2.

También se preveía la construcción inmediata de calles de paseo alrededor del establecimiento.

La organización de los baños exigió además disponer de un lugar para su administración.

En la calle de las Fuentes, a la en-

trada de Loeches, se levantaba una de las casas mejores del pueblo, por lo que se eligió como apeadero para las diligencias y casa de administración. En ella se descargaban los equipajes, y se hacía grata la espera al viajero. Este disponía allí, junto a las dependencias de la administración, un sala de juegos, una «botillería» y otras piezas destinadas al recreo y a los juegos. Sólo se ofrecían juegos permitidos, no tolerándose los llamados «de envite», porque al parecer, además de estar prohibidos por las leyes, podían ser perjudiciales para la salud, al generar ansiedad.

El abastecimiento de los baños, en lo relativo a hospedaje y transporte, constituyó sin duda un importante problema a resolver. En esta primera

etapa se descartó crear un establecimiento para hospedaje. Las razones que Gregorio García de Orea pudo tener para prescindir de este servicio, fueron posiblemente de índole económica. González de Jonte trataría de justificar el hecho con razones bien distintas, considerando más apropiado el hospedaje individual en casas del pueblo. Con ello, decía evitar roces de carácter social, y prescindir de «la etiqueta que por desgracia es harto frecuente y ha logrado penetrar en los establecimientos de baños, donde jamás ha debido habitar». La falta de hospedaría, aunque beneficiosa para los vecinos del pueblo, fue un inconveniente para los clientes de los baños, como lo demuestra la Memoria

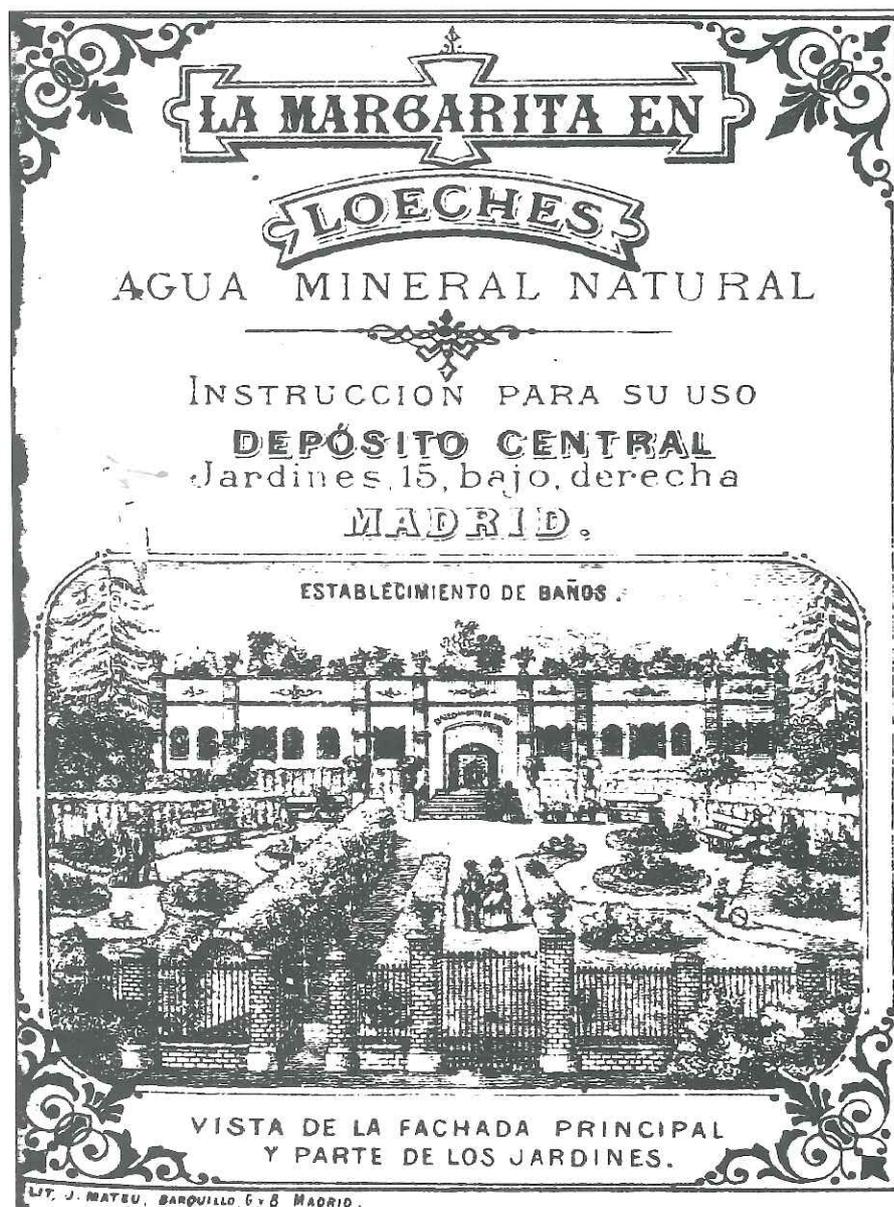


Fig. 2.- Vista de la fachada principal y jardines, según lo reproduce un folleto publicitario posterior a 1881.

de 1855, en la que el propio director se desdice de opiniones anteriores, y defiende la necesidad de un nuevo edificio a modo de casa fonda-hospedería. El escaso número de habitaciones previstas, no perjudicaría, según González de Jonte, al pueblo. En este punto hay que llamar la atención sobre el hecho de que el negocio de los baños, no sólo fue beneficioso para los propietarios, sino también para las gentes de Loeches, que verían cambiar sus vidas y sus rentas. Este legítimo deseo en la participación de beneficios, llevó a excesos en los precios de hospedaje y a las consiguientes quejas de los clientes. Habría que contentar a todos y se hizo de la mejor manera, reglamentando esta actividades.

Por otro lado, no hay que olvidar los intereses al respecto de don Gregorio García de Orea, que ejercía un auténtico monopolio en Loeches en el capítulo de la venta al por menor en el ramo de la alimentación y bebidas. Desde 1842 hasta 1852, realiza numerosos actos públicos en los que aparece como adjudicatario de puestos pú-

blicos y arrendatario de diversos productos alimenticios, así como de la Bodega de la Villa. A partir de 1852, y hasta el 1854, obtiene además numerosas exclusivas de venta al por menor relativas a aguardiente, aceite, y carnes. Toda esta actividad suponemos que sería aprovechada para el negocio de los baños, sobre todo en estos primeros momentos, ya que a comienzos de 1854, nombrado Alcalde Constitucional de Loeches, parece abandonar dichas actividades.

El capítulo relativo a transportes también fue convenientemente abordado por la administración de los baños que facilitaría el traslado a sus usuarios. Estos dispondrán de una diligencia «a precios muy arreglados», que desde la calle de Alcalá n.º 1 de Madrid saldría todos los días por la mañana, para regresar por la tarde. El viaje desde la capital podía ser de tres horas, si se optaba por ir a Loeches, a través de Torrejón, o más largo, de unas cuatro horas, desde la Puerta de Atocha, por Vallecas y el puente de Arganda, hasta Loeches. Para garantizar también este servicio a los clien-

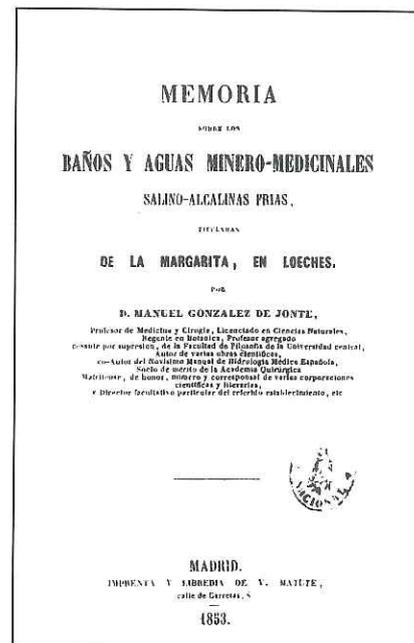


Fig. 3.- Portada de la Memoria de Actividades de los baños, correspondiente a 1853.

tes de Alcalá de Henares, el propietario Gregorio García de Orea, firmará en junio de 1853, un convenio de alquiler de carruaje. Unos años más tar-



GEOPRIN, S.A.

CONSULTORIA EN MEDIO AMBIENTE,
GEOLOGIA E INGENIERIA GEOLOGICA

GEOPRIN, empresa con más de veinte años de experiencia en proyectos del medio físico, dispone de un equipo humano especializado y de gran reconocimiento profesional, para acometer proyectos técnicos de gran calidad.

Ha realizado proyectos en todo el territorio nacional y países sudamericanos.

- AUDITORIAS MEDIOAMBIENTALES
- ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL
- CARTOGRAFIA GEOLOGICA
- ESTUDIOS GEOLOGICOS Y MINEROS
- CATASTROS
- GEOTECNIA
- MECANICA DE ROCAS Y SUELOS
- RIESGOS GEOLOGICOS
- CONTROL DE CALIDAD

DIRECCION COMERCIAL

C/. Alonso Cano, 85, 1.º D, 28003-MADRID. TFNO: (91) 5537815, 5546148. FAX: (91) 5538224

de el viajero de Madrid se vería beneficiado por la línea de Ferrocarril Madrid-Zaragoza, que en su estación de Torrejón reduciría en casi dos horas el viaje desde la capital.

5.-La explotación económica de los Baños. La dura competencia

Desde el punto de vista estrictamente económico, los Baños de la Margarita de Loeches generaron ingresos derivados no sólo del uso de las aguas, sino de servicios paralelos como el hospedaje y transporte, el consumo de medicamentos y otros artículos de necesidad, o la venta y distribución de agua embotellada a Madrid. Con respecto a ésta hay constancia de que las botellas se expendían en la capital desde diversas oficinas farmacéuticas como las de los doctores don Diego Jerónimo Lletgen, en la Carrera de San Jerónimo n.º 36, la de don José Antonio Merino, en la calle de las Huertas n.º 7, o la de don Carlos Ferrán, en la plazuela de San Ildefonso n.º 7. El precio de las botellas selladas y lacradas era de «cuatro reales cada una de cuarto y medio». Para una mayor información acerca del uso de las aguas, el director de los baños, disponía de consulta de 4 a 5 de la tarde en la Cava Baja, n.º 36, cuarto tercero, contribuyendo de este modo a la publicidad y conocimiento de las aguas de la «Margarita». Sin embargo, teniendo en cuenta que la actividad balnearia era sin duda la columna vertebral del negocio, habría que destacar los resultados obtenidos en las dos temporadas de 1853 y 1854. Fig. 3. La primera de 1853 fue todo un éxito en lo referente a afluencia de clientes, ya que alcanzaron la nada desdeñable cifra de 232 enfermos. Este número descendió notablemente en 1854, debido a la inestabilidad política. En el verano de 1854, coincidiendo por tanto con la plena temporada de los baños, O'Donnell se alza en Vicálvaro, el pueblo de Madrid se levanta en armas, y el General Espartero se hace con el poder. Las tropas establecidas entre Alcalá y Torrejón debieron retraer a muchas bañistas, dada la proximidad de Loeches con los escenarios conflictivos.

A pesar de todo, los meses de julio y agosto mantuvieron una aceptable afluencia de usuarios, entre los que in-

cluso se contabilizaron pacientes de la temporada anterior. La empresa, que estimaba una concurrencia de bañistas entorno a los 300 ó 400, hubo de conformarse con 156 pero supo aprovechar el cierre temporal de otros establecimientos, salvando de este modo la difícil e inesperada crisis.

La apertura de los baños en el reuelto verano de 1854 se tradujo en unos beneficios que ascendieron a 12.745 reales, descontando gastos, cifra muy satisfactoria, que demostraba la viabilidad de la explotación. Los ingresos más cuantiosos se referían al capítulo de baños, seguidos muy por detrás del de servicios, y en tercer lugar a los ingresos por la venta de agua embotellada. En cuanto a gastos, los más gravosos los constituían las nóminas de los empleados y el consumo de energía, destacando algunos que denotan un cierto espíritu filantrópico, y que se refieren a baños gratuitos a «tres enfermos de la clase de pobres» y a un profesor de medicina.

Los Baños de La Margarita, demostraban ser un buen negocio, pero como todos los negocios precisaría en sus comienzos, de continuas inversiones encaminadas a mejorar aún más la rentabilidad y mantener una oferta competitiva en el reñido ambiente del sector balneario.

El Director del establecimiento, Manuel González de Jonte, responsable y primer interesado en la viabilidad de la empresa, se emplearía desde un principio, y muy a fondo, en una fundamentada lucha dialéctica frente a la competencia. El 23 de abril de 1853 se ve obligado en el «Diario de Avisos»

de Madrid a deshacer el error de los que confunden las aguas de la Concepción de Peralta, situadas a unos 5 Km. de Loeches, con las de «La Margarita», situadas en el pueblo y de una mayor riqueza mineral. En 1855 recomienda a los propietarios de las cercanas aguas de Vega de Torres, que no inviertan en establecimiento de baños, ya que sus aguas no tienen las propiedades requeridas para ello. Más adelante, y tras descubrir él mismo otras aguas similares, en la Vega de Loeches, reiteraría su convicción, frente a toda esta competencia, de que las aguas de «La Margarita» son las de mayor calidad y únicas en su clase.

Los propietarios de estas aguas también compartían con Jonte la convicción de disponer de los manantiales mejores de la zona, y sabedores de ello se dispondrían a dar vuelos a un negocio de reformas y limitado en sus servicios, pero con gran futuro. Recurrirían para ello a grandes capitalistas, propietarios de tierras en Loeches, capaces de realizar fuertes inversiones, aportando el capital preciso.

6.-Una apuesta de futuro: Venta de los Baños y Constitución de la Sociedad Filantrópica

El convencimiento de que los Baños de La Margarita eran un negocio con futuro, y la necesidad de llevar a cabo mejoras para dotar al establecimiento de instalaciones y técnicas más cómodas, modernas y competitivas, se-

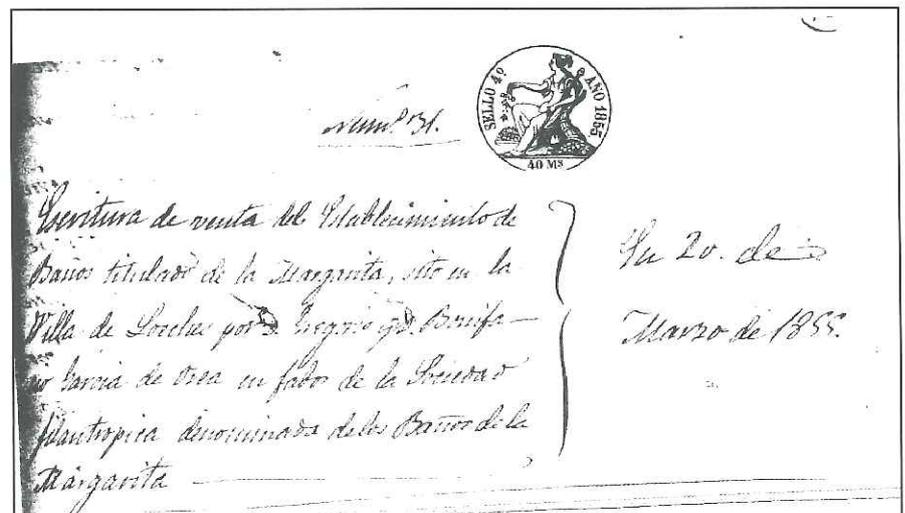


Fig. 4.- Encabezamiento de la escritura de venta del Establecimiento de los Baños, que hacen los hermanos García de Orea en 1855.

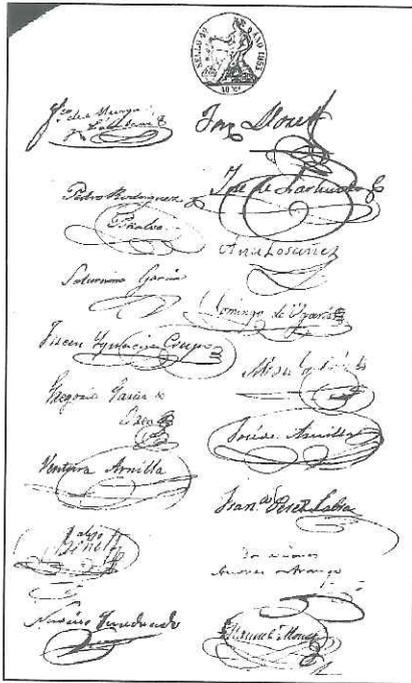


Fig. 5.— Firmas autógrafas de varios de los socios fundadores, en la escritura de constitución de la «Sociedad Filantrópica de los Baños de la Margarita».

rían suficientes razones para que Gregorio y Bonifacio García de Orea, de 52 y 47 años respectivamente, se decidieran en busca de capital. Las gestiones fueron fructíferas ya que el 20 de marzo de 1855 toman la decisión conjunta de vender los Baños de La Margarita de Loeches, de los que eran propietarios. Fig. 4. Esta venta fue precedida de la constitución de una nueva sociedad que actuará como compradora del negocio, empeñándose en su explotación y mejora. Ambos hermanos intervienen junto a veintitrés socios fundadores más, en el nacimiento de la nueva y flamante empresa denominada «Sociedad Filantrópica de los Baños Minerales de la Margarita», con sede en Madrid. En la nueva denominación se adivina el deseo de recalcar el carácter mineral de las aguas, y el beneficio social derivado de su uso.

La venta de los baños ascendió a 160.000 reales, que los socios se comprometían a pagar en tres meses. El capital social de la recién nacida empresa ascendía a 320.000 reales, representados por 200 acciones de 1.600 reales cada una. De este capital saldría el primer desembolso de 800 reales, para satisfacer la compra de los baños. Las demás sumas destinadas a mejoras o inversiones concretas, se satisfacerían por dividendos acordados. La Junta General de Accionistas, con un número

de votos proporcional al número de acciones, elegiría una 1.^a Junta Directiva. Esta la constituirían el Presidente, don Angel Nieto Gallego, Contador don Bonifacio García de Orea, tesorero don Juan de Bouza, secretario don J. Ignacio Crespo y tres vocales más.

La primera reunión general de socios, en marzo de 1855 establecería un plan para la inmediata temporada de baños, así como las mejoras, cambios y gastos a emprender. En octubre se preveía otra para dar cuenta de los resultados.

De entre los 23 socios, que al parecer desearán invertir en tan filantrópica empresa hay que destacar a grandes propietarios como Andrés Arango o Mateo Murga. Fig. 5. Este último ya figuraba en 1854 como uno de los mayores contribuyentes de España, sobrepasando los 100.000 reales de contribución, cifra que sorprende, teniendo en cuenta que no se trata de un noble. La presencia de Mateo Murga en esta Sociedad, tiene su explicación en las relaciones que éste mantenía desde hacía tiempo con Gregorio García de Orea, y en las propiedades que Mateo Murga poseía en Loeches. Se trataría de una relación de la que sólo conocemos su aspecto mercantil, pero que sin duda podríamos calificar de amistosa. A lo largo de los años 1854, 1855 y hasta la muerte del propietario de La Margarita en julio de 1856, realizan conjuntamente diversos actos públicos. Gregorio García de Orea encontró un valedor importante a la hora de obtener crédito, y Mateo Murga contó siempre con un hombre honrado y cumplidor que actuará como apoderado suyo en diversas ocasiones. No es de extrañar que terminaran por compartir negocio, y aunque sabemos que Mateo Murga se había negado a firmar el documento de Constitución de la nueva Sociedad Filantrópica, en desacuerdo con alguna de las bases establecidas en la escritura, estas desavenencias no empañarían una cordial y duradera amistad.

7.—La llegada del cólera. Muere el fundador de los baños

En el verano de 1854, O'Donnell y sus tropas procedentes de Andalucía, llegan a la Corte. Su pronunciamiento en Vicálvaro y la presencia militar en

pueblos cercanos a Loeches, retrae a los pacientes de los baños, que prefieren permanecer en Madrid. La situación política es grave, pero no lo es menos la sanitaria.

Desde los primeros brotes de 1833 en Vigo, el cólera, una nueva enfermedad que ya se enseñoreaba por entonces de Europa, hace su aparición en la Península. Zonas de Cataluña y Andalucía se han visto en 1854 afectadas. Madrid tampoco se libraría de esta azote. Las tropas propagan la enfermedad, dándose los primeros casos en Madrid en septiembre de 1854. Esta primera epidemia, vendrá seguida de una segunda muy virulenta en el año 1855.

Sorprende que en la Memoria de las aguas de Loeches de ese mismo año, no se haga mención alguna de dicha situación. No obstante la preocupación debió ser grande, y es posible que algunos madrileños salieran de la capital, buscando aires más saludables. Antonio García de Orea hijo de Bonifacio García de Orea propietario de las aguas, pasaría el verano de 1856 en compañía de sus tíos, Gregorio y Josefa, quizás sin más razón que la de ver veranear acompañándolos, o por razones de seguridad e higiene. En cualquier caso, este mes de julio de 1856 se convertirá para la familia García de Orea, en una tragedia. En este preciso mes del año 1856 la epidemia de cólera, dará sus últimos coletazos, siendo Loeches una de las localidades afectadas. Antonio García de Orea, de 13 años de edad, muere repentinamente el 19 de julio de 1856, según parte médico, «de un fuerte cólico bilioso, en período de concentración». No parece que antes se hubieran declarado otras muertes similares, ya que no se identificó la suya, con el cólera. Sin embargo, ocho días después, su tío Gregorio, de 53 años de edad, muere también en Loeches. Su muerte se reconoce como debida al cólera y se declara públicamente la epidemia en la villa. Se tomaron medidas de precaución, como la conducción de los cadáveres al campo santo, no «haciéndose ninguna clase de funeral».

Gregorio García de Orea, ex alcalde de Loeches, hombre emprendedor e impulsor del desarrollo de su localidad natal, dejará a su muerte un pueblo conocido por sus ricas aguas minero-medicinales, y por sus Baños de la Margarita, que le hicieron próspero hasta bien entrado el siglo XX. ■

EL GEOLOGO JOSE ROYO GOMEZ



Salvador Ordóñez Delgado

Catedrático de Petrología y Geoquímica de la Universidad de Alicante. Doctor en Ciencias Geológicas por la Universidad Complutense en 1974. Vicepresidente del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos (1982-87). Premio ICOG a la Promoción de la Geología 1989. Durante 20 años desarrolló su actividad docente en la Universidad Complutense, donde impartió las enseñanzas correspondientes a Petrología Sedimentaria, Yacimientos Minerales y Rocas Industriales. Estudiante de Rocas y Minerales Industriales, en la actualidad investiga en Rocas Ornamentales en la Universidad de Alicante, donde ha montado un Laboratorio de Petrología Aplicada.

El autor realiza un breve repaso sobre la vida y las aportaciones más relevantes del genial geólogo José Royo Gómez a las ciencias de la Tierra.

The maker performs a little review about José Royo Gómez life and their interesting contributions at the land knowlegde.

El geólogo

Formado en la Universidad de Madrid y en el Laboratorio de Geología del Museo de Ciencias Naturales. Alumno de Lucas Fernández Navarro y de Eduardo Hernández-Pacheco. Realizó su Tesis Doctoral bajo la dirección de este último sobre «El Mioceno continental ibérico y su fauna malacológica».

Su madurez científica la alcanza en el seno de la Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas, creada por la Junta de Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas en 1912. Esta Comisión fue presidida por el Marqués de Cerralbo y tenía como jefe de trabajos a Eduardo Hernández-Pacheco. Los estudios de la fauna malacológica de los Terciarios y de los grandes reptiles de las facies Wealdenses del Maestrazgo constitu-

yen su primer objetivo científico. En el año 1925, pensionado por la Junta de Ampliación de Estudios, realiza un viaje de cuatro meses en el que visita Francia, Suiza, Alemania y Bélgica... En este viaje tenía por objeto, según él mismo explica, «efectuar un estudio comparativo de nuestra fauna malacológica del Terciario continental y del Wealdico, así como de los reptiles y peces de esta última edad, con los restantes de Europa».

En su periplo europeo visita el Laboratorio de Geología de la Facultad de Ciencias de Lyon (Prof. Deperet (1854-1929)); la Facultad de Ciencias de Grenoble (Prof. Kilian); el Museo de Historia Natural de Ginebra; el Politécnico de Zurich; la Academia de Munich; el Museo de Stuttgart; el Museo de Historia Natural de Gotingen (Prof. Stille); el Museo Provincial de Hannover; el Museo de Historia Natu-



El Dr. José Royo Gómez y su ayudante D. Vicente Sos Baynat en un laboratorio del Museo de Ciencias Naturales. Años 20.



Instituto Tecnológico y Geominero. C/ Ríos Rosas, 23. Madrid.

ral de Bruselas; así como diferentes centros científicos de París: Escuela de Minas (Prof. Douvillé), Museo de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias (Prof. Haug),... En 1927, Royo Gómez es nombrado vicepresidente de la Sociedad Geológica de Francia.

Las cuencas Terciarias Peninsulares habían sido definidas por Ezquerro del Bayo (1837) en aquella afortunada frase: *«el lecho por el que corren la mayor parte de nuestros ríos, o mejor dicho las grandes cañadas por las que han vagado hasta que se ha abierto el lecho, manifiestan haber existido en ellas una porción de lagos de agua dulce en la época Terciaria»*. La interpretación de los lagos fue objeto de controversias como la surgida entre Salvador Calderón y Federico Botella

a finales del siglo pasado, y zanjada de modo definitivo por Eduardo Hernández-Pacheco, en las «Guías de las Excursiones» del XIV Congreso Geológico Internacional, celebrado en Madrid en 1926. En dicho Congreso aparecen también las importantes contribuciones de Royo Gómez a la Tectónica y Estratigrafía de los Terciarios Continentales, y particularmente a la de la Cuenca del Duero. Los trabajos de Royo Gómez sobre la Cuenca del Duero tienen como es lógico, una cierta unidad de criterio con los de Eduardo Hernández-Pacheco, cabiéndole el mérito de detectar la heterocronía de algunas formaciones (consideración de Pontiense a materiales de facies Sarmatenses como consecuencia de los hallazgos del yacimiento fosilífero de

El Portillo) y conocer la existencia de dos niveles calcáreos, si bien no definió de una manera exacta las características del tramo existente entre las dos formaciones calcáreas. En el año 1930 algunos hallazgos paleontológicos confirman la hipótesis de Royo Gómez de que gran parte de materiales indicados como Cuaternarios en ambas mesetas en realidad son Miocenos.

El Instituto Geológico y Minero de España solicita su colaboración para las Hojas Geológicas haciéndose cargo de la redacción de las correspondientes a Alcalá de Henares (1928) y Madrid (1929). Ambas son de las primeras en publicarse y constituyen un ejemplo de modernidad en los estudios geológicos del momento. En la hoja de Alcalá de Henares encontramos quizá una de las contribuciones geológicas más importantes de Royo Gómez. En la memoria de la Hoja Geológica 1:50.000 de Alcalá de Henares (1928), la primera de la serie, y sin duda una de las más completas en cuanto técnicas y equipo, Royo Gómez, establece las bases modernas de interpretación del relleno de la Cuenca de Madrid, y por extensión de las Cuencas Terciarias peninsulares, injustamente olvidadas durante casi cincuenta años.

En 1930 fue nombrado Director de la Sección Paleontológica del Museo Nacional de Ciencias Naturales. En el año 1933 da en el Museo un Curso sobre «Taxonomía Paleontológica». Sus estudios geológicos más importantes se refieren a la Tectónica y Estratigrafía de los Terciarios Continentales de la Península Ibérica.

El político comprometido

Es elegido para las Cortes Constituyentes en 1931 por el partido Acción Republicana, que habían fundado en 1925 Manuel Azaña y José Giral.

Su formidable labor como geólogo e investigador, le es reconocida, siendo nombrado en el año 1936 Director General de Minas.

Por esta época acude como presidente de la delegación española al XVII Congreso Internacional de Moscú, y ocupa diferentes cargos en la España de la Guerra Civil. Entre éstos Vicesecretario de la Junta de Ampliación de Estudios, Director del Laboratorio del Instituto de Ciencias Naturales de la Junta para la Ampliación de Estudios.

El exilio

Al finalizar la Guerra Civil española inicia un duro, y científicamente fecundo exilio que le lleva a fundar el Servicio Geológico de Colombia en colaboración con el geólogo colombiano Benjamín Alvarado. Encargado del Laboratorio del Museo de Geología en 1939, dirige el mismo a partir del año 1941. En Colombia, donde permanece hasta 1951, enseña e investiga en el Servicio Nacional de Geología, en el Museo de Geología y Paleontología y más tarde en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional. En esta época inicia trabajos de Geología Aplicada a materias primas, proyectos de construcción de canales y presas, deslizamientos, hidrogeología... Quizá su contribución más importante de esta época es el Mapa Geológico General 1:200.000 de la República de Colombia (1945).

Pasa a Venezuela en 1951, razones familiares le llevan una vez más a comenzar de nuevo. En una carta a Sos Baynat, escribe «*Ahora me tienes aquí rehaciendo otra vez la vida, con los ánimos de siempre, pues yo me creo siempre joven, aunque los pocos pelos que me quedan son casi totalmente blancos*». En Caracas es nombrado Profesor de Geología de la Escuela de Geología, Minas y Metalurgia, donde durante diez años, hasta su muerte, enseña e investiga; el Museo de la Escuela lleva su nombre, «*Museo Dr. Royo y Gómez*». Otras instituciones venezolanas, como el Instituto de Pedagogía Nacional, la Escuela de Geografía de la Facultad de Humanidades, e incluso la Escuela Militar, son testigos de su actividad.

La lectura del epistolario mantenido por él con Vicente Sos Baynat (1895-1992), ayuda a comprender la personalidad de Royo Gómez; con ocasión del Congreso Geológico Internacional de Copenhague (1960) pasa por París y «*De París fue a Biarritz y allí, desde España, acudieron a verle y saludarle Ignacio Olagüe y Gómez de Llarena, emocionante encuentro que duró tres días juntos*». Resulta emocionante ver cómo sigue la bibliografía que producen los geólogos españoles, las visitas que los más significativos científicos españoles le hacen con ocasión de sus viajes a Iberoamérica,...

Vicente Sos Baynat, cuando en su Nota Necrológica de 1962, se refería a Royo Gómez, el hombre, decía tex-

tualmente, «*...Royo o el equilibrio de las cualidades... Su espíritu era diáfano, sin complicaciones psicológicas ni rencores... Era, fundamentalmente bueno*».

En el año 1995 se cumple el Centenario de estos dos geólogos nacidos en Castellón de la Plana, y con una vida paralela: José Royo Gómez y Vicente Sos Baynat. Amigos, colaboradores y con un modelo de vida afín, los dos supieron de los frutos dulces del trabajo bien hecho y del reconocimiento, y los dos experimentaron el peso de la intolerancia y del dogmatismo. Las jóvenes generaciones de España, deberían encontrar en el ejemplo vivido por estos dos científicos argumentos para que nunca se repitan aquellas aciagas circunstancias. ■

Bibliografía

CUENCA GRACIA, M. L. y MARTIN ESCORZA, C. (1988): «Aproximación a la actividad del científico José Royo Gómez: análisis de su archivo fotográfico de la Meseta Central española». *Bols. Ins Libre Enseñanza*, 53, 53-65.

GARCIA DEL CURA, M. A. (1974): *Estudio sedimentológico de los materiales terciarios de la Zona Centro-Oriental de la Cuenca del Duero (Aranda del Duero)*. Universidad Complutense. 359 págs.

MARTIN ESCORZA, C. y GARCIA-ARAEZ, M. A. (1918): «Observaciones medioambientales efectuadas por José Royo Gómez en la Sierra de Altomira». *Bol. Ins. Libre Enseñanza*, 10, 21-38.

ORDOÑEZ, S. (1986): *Sobre el origen y evolución de la Cuenca de Madrid*. Ayuntamiento de Madrid - Instituto de Estudios Madri-

leños. Artes Gráficas Municipales, Madrid. 35 págs.

ORDOÑEZ, S. (1987): «La sedimentología en la obra de Salvador Calderón». *Bol. Ins. Libre Enseñanza*, 2, 90-100.

ORDOÑEZ, S. (1992): *El nacimiento de las ciencias geológicas en España. Un puente tendido entre Europa y Madrid*. Madrid Capital Europea de la Cultura. Ayuntamiento de Madrid - Instituto de Estudios Madrileños. Artes Gráficas Municipales, Madrid. 45 págs.

ROYO GOMEZ, J. (1922): *El Mioceno Continental Ibérico y su fauna malacológica*. Junta Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. 230 págs.

ROYO GOMEZ, J. (1926): «Tectónica del Terciario Continental Ibérico». *XIV Cong. Geol. Int. C.R. 12ª sess.* Madrid, 1, 594-623.

ROYO GOMEZ, J. (1926): *Terciario Continental de Burgos*. XIV Congs. Geol. Intern. Guía Exc., A-6, Madrid. 69 págs.

ROYO GOMEZ, J. (1926): «Edad de las formaciones yesíferas del Terciario Ibérico». *Bol. Real Soc. Española Hist. Nat.*, 26, 259-279.

ROYO GOMEZ, J. (1928): *Mapa Geológico 1:50.000 de Alcalá de Henares*. IGME. 1ª serie, 1ª edición. Madrid.

ROYO GOMEZ, J. y MENENDEZ PUGET, L. (1929): *Mapa Geológico 1:50.000 de Madrid*. IGME. 1ª serie, 1ª edición. Madrid.

SANFELIU MONTOLIO, T. (1992): *Discurs de padrí. Solemne Acte Acadèmic amb motiu de la investidura com a doctor Honoris Causa de l'Excm. Sr. Vicent Sos Baynat*. Universitat Jaume I. Castellón.

SEGURA REDONDO, M.: «Líneas de investigación desarrolladas en el Laboratorio de Geología del Museo Nacional de Ciencias Naturales (1910-1936)». *Henares, Rev. Geol.*, 2, 41-47.

SOS BAYNAT, V. (1962): «Nota necrológica de José Royo Gómez (1895-1961)». *Bol. R. S. Esp. Hist. Nat.* (G) 60, 151-175.

SOS BAYNAT, V. (1983): «Los geólogos y la Institución Libre de Enseñanza». *Primera Reunión del Grupo de Trabajo de Historia y Epistemología de la Geología*. Madrid.

SOS BAYNAT, V. (1987): «Epistolario de José Royo Gómez. Su labor en Colombia y Venezuela». *Boletín de la Sociedad Castellonense de Cultura*, t LXIII, enero-marzo, 1-20.

**CORREDURIA DE SEGUROS
DESCALZO & ASOCIADOS, S.L.**

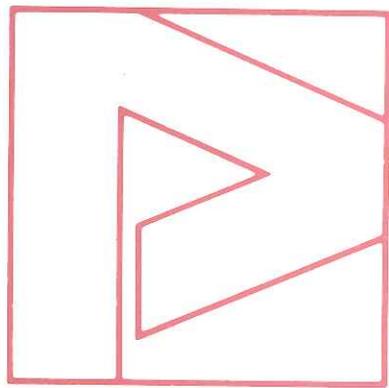
Noria de la Paz, 15 • 28223 Pozuelo de Alarcón
Tfnos.: 351 27 31 - 715 79 79

VIDA, HOGAR, ACCIDENTES, JUBILACION,
AUTOMOVILES



ESPECIALISTAS EN SEGUROS PARA
COLECTIVOS Y COLEGIOS PROFESIONALES

Colaboradores del I.C.O. de Geólogos desde 1983



BANCO
POPULAR
ESPAÑOL

SERVICIOS ESPECIALES PARA GEOLOGOS EN EL GRUPO BANCO POPULAR

TARJETA VISA COLEGIO DE GEOLOGOS

- Gratuita el primer año y con posibilidad de domiciliar los pagos en su banco habitual.

CUENTA GEOLOGO

- Con alta remuneración, siempre superior a la que ofrece el mercado.

CREDITOS Y LEASING

- En condiciones preferentes

PLAN DE PENSIONES DEL COLEGIO DE GEOLOGOS Y OTROS PRODUCTOS DE PREVISION

- Con excelente rentabilidad y ventajas fiscales.

**ATENCION
PERSONALIZADA**

En el BANCO POPULAR ESPAÑOL o en cualquiera de sus Bancos Filiales: BANCO DE ANDALUCIA, BANCO DE CASTILLA, BANCO DE CREDITO BALEAR, BANCO DE GALICIA, O BANCO DE VASCONIA le darán solución a sus necesidades bancarias o financieras, y le ampliarán información sobre las ventajas que se contemplan para los GEOLOGOS.



BANCO
POPULAR
ESPAÑOL



BANCO DE
CREDITO BALEAR



BANCO DE
ANDALUCIA



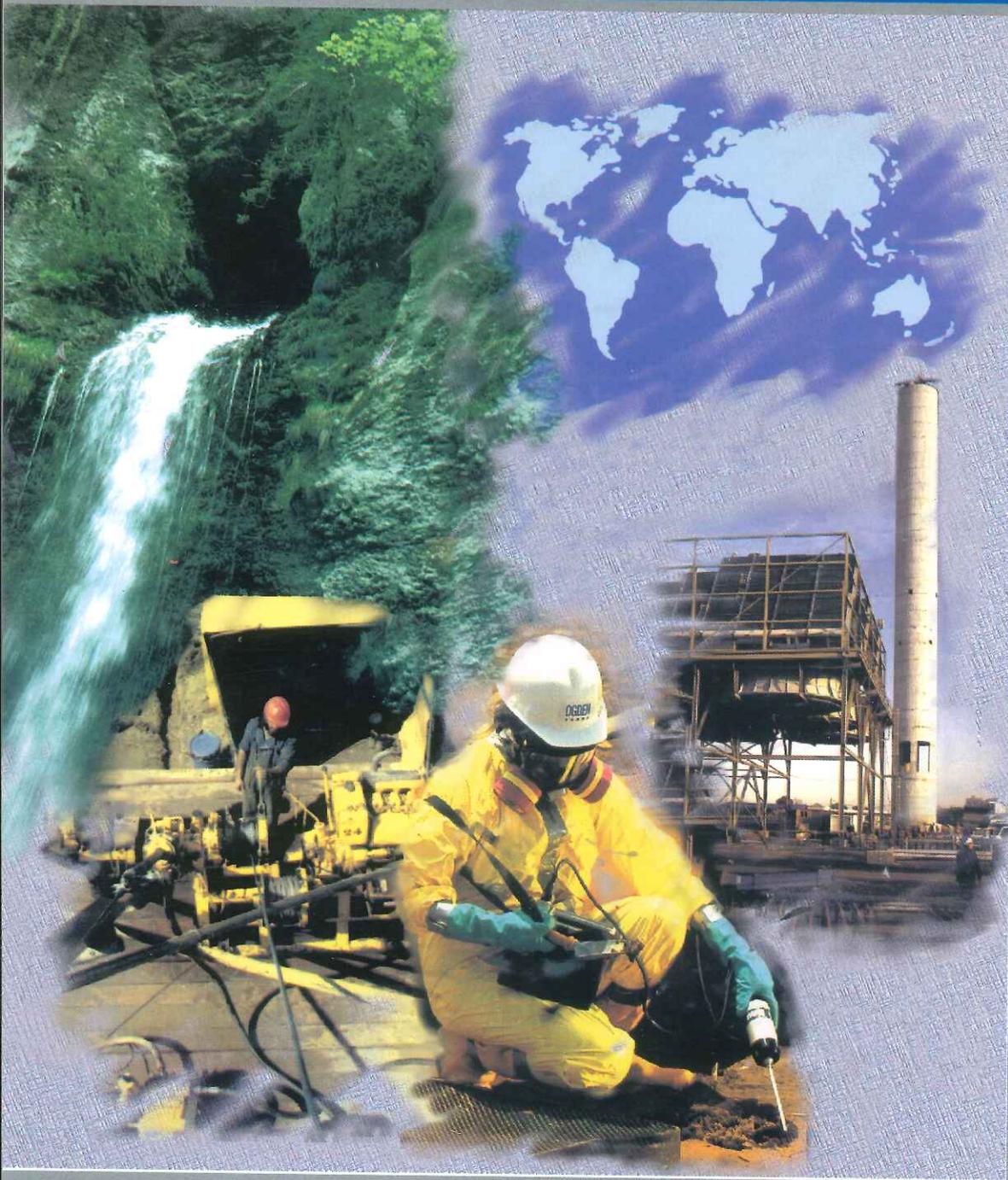
BANCO DE
GALICIA



BANCO DE
CASTILLA



BANCO DE
VASCONIA

CGS**OGDEN ENVIRONMENTAL AND ENERGY SERVICES****ACTIVIDADES**

- Consultoría
- Ingeniería
- Perforaciones
- Laboratorios
- Gestión

aplicadas a:**RECURSOS NATURALES Y ENERGIA**

- Hidráulicos
- Minerales
- Rocas
- Aprovechamiento energético de residuos

MEDIO AMBIENTE

- Aire, agua, suelo y subsuelo
- Auditorías
- Ordenación del Territorio
- Impacto ambiental
- Contaminación
- Medidas correctoras
- Plantas de tratamiento
- Vertederos
- Almacenes subterráneos
- Rehabilitación del suelo y subsuelo
- Gestión de residuos
- Legislación

INFRAESTRUCTURA

- Geología
- Geotecnia
- Inventarios

OGDEN es una corporación de servicios con 45.000 empleados de los que 1.500 se dedican al aprovechamiento de los recursos naturales y a la protección del medio ambiente. CGS, su filial española con 27 años de actividad, le ofrece estos servicios con un planteamiento de permanente renovación tecnológica y calidad total.

Para CGS, comprender las necesidades de sus clientes y disponer de los recursos necesarios para hacerles frente, constituye el principal objetivo.

MAS DE 30 OFICINAS EN USA, EUROPA Y JAPON**OGDEN ENVIRONMENTAL AND ENERGY SERVICES (O.E.E.S.)**

3211 Jermantown Road
P.O. Box 10130
Fairfax, Virginia 22030
Telf: 07-1 703 2460500 - Fax: 07-1 703 2460598

COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, CGS, S.A.

Corazón de María, 15
28002 Madrid
Telf: (91) 416 85 50 - Fax (91) 519 32 37