

MMG-01

**ON THE METHODS OF REGULARIZATION IN
DETECTING THE INDUSTRIES WHICH VIOLATE
PRESCRIBED EMISSION RATES**

Yuri N. Skiba

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
E-mail: skiba@servidor.unam.mx

The release of toxic gases from industrial plants constitutes a serious hazard to human health and environment. Therefore it is of great importance to exercise control over industrial emissions. Besides, this problem is also of considerable mathematical interest. For example, let measurements show that $J > J_n$ in a zone A, where J is average concentration of a pollutant in the zone A during some time interval and J_n is a sanitary norm. In this case, one of the control strategies should be applied to improve the ecological conditions in the zone. Normally, any control strategy requires reductions in the emission rates of the industries located in the region so that to guarantee the fulfillment of a sanitary norm in the zone: $J < J_n$.

It is of practical importance to consider the situation when, in spite of applying an appropriate control strategy, the measurements again show unsatisfactory result: $J > J_n$, and hence, some industrial plants are responsible for excessive polluting the zone A. This raises the question of detecting and sanctioning the plants, which have violated prescribed emission rates. In the present work, a method of detecting such industrial plants is suggested. The method is based on applying the adjoint model solutions and is reduced to the solution of a system of linear equations. For the simplicity of presentation, the method is given here for a simple two-dimensional pollution transport model. However, it is readily applied to a three-dimensional pollution transport model. Various regularization techniques leading to a well-conditioned square matrix of the system are suggested. It is noted that the end-of-pipe control estimates can also be used in detecting the guilty industries.

MMG-02

**SIMULACIÓN NUMÉRICA DE ONDAS DE TORMENTA Y
CIRCULACIÓN COSTERA INDUCIDAS POR CICLONES
TROPICALES EN LA REGIÓN SUR DE LA PENÍNSULA
DE BAJA CALIFORNIA**

Eleonora Romero Vadillo, Oleg Zaytsev y Ruben A. Morales
Pérez

Universidad Autónoma de Baja California Sur
E-mail: eleonora@balandra.uabcs.mx
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

En las últimas décadas la región sur de la Península de Baja California a sido fuertemente impactada por algunos huracanes tropicales de categorías 3 y 4. Las elevaciones de nivel del mar y la circulación generadas por éstos fenómenos son de importancia, no solo por su potencial para causar inundaciones en poblaciones costeras, sino por la erosión y el depósito de sedimentos en las costas.

Los datos sobre la elevación de nivel se obtienen puntualmente en los sitios donde existen mareógrafos instalados (Puerto Pichiligue en La Paz y Cabo San Lucas). Sin embargo, dado que no es posible obtener experimentalmente las variaciones de nivel y las corrientes generadas por una tormenta en toda una región, estas se obtienen mediante simulaciones numéricas. En este trabajo se emplean los modelos Wes Implicit Flooding Model (WIFM) y Estándar Project Hurricane (SPH) del Coastal Engineering Research Center (CERC, NOAA) para simular las perturbaciones hidrodinámicas generadas por los huracanes Liza (1976, cat. 4), Kiko (1989, cat.3), Fausto (1996, cat.3) y Juliette (2001, cat.4) en la parte sur de la Península de Baja California.

Los resultados numéricos muestran que los huracanes Liza y Kiko, los cuales ingresaron al Golfo de California, tuvieron un mayor impacto en la región de la Bahía de La Paz, provocando en la cabecera de la Bahía una elevación de nivel de 2 m (Liza) y 1.5 m (Kiko) en su máximo, mientras que Fausto y Juliette presentaron mayores elevaciones en la región de Los Cabos que fueron de 1 m y 0.5 m respectivamente. Las mayores velocidades se observaron en todos los casos en canal San Lorenzo de la Bahía de La Paz, las cuales sobrepasaron 1 m/s en todos los casos. Los resultados obtenidos mediante el modelo fueron corroborados por las observaciones mareográficas.

MMG-03

**ON THE CHOICE OF APPROPRIATE NORMS IN THE
NONLINEAR STABILITY STUDY OF THE ROSSBY-
HAURWITZ WAVES**

Yuri N. Skiba

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
E-mail: skiba@servidor.unam.mx

The Rossby-Haurwitz (RH) waves are of great meteorological importance, and the study of their stability properties can answer many interesting questions related to cyclic interchange of basic types of the atmosphere circulation regimes. Each RH wave represents the sum of the two components: a super-rotation and a homogeneous spherical polynomial of degree n . Since a RH wave is exact periodic solution to the nonlinear barotropic vorticity equation on a rotating sphere, both the orbital instability and Liapunov instability of such a solution are of principle interest. The present work deals with these two kinds of the instability. All the possible perturbations to the RH wave are divided into four invariant sets, and Hilbert spaces of functions of different smoothness on a sphere are considered. A factor space of perturbations and a factor norm are introduced. A few norms are found, which show similar temporal behavior of perturbations to the RH wave in the sense that all these norms grow or decrease simultaneously for any RH wave perturbation. Thus, from mathematical point of view, each of these norms can be used in the stability analysis. The equivalence relations between these norms in each invariant set are analyzed. Every

perturbation can be divided into the two components, of which one is tangent to the basic RH wave and the other is orthogonal to it, and the control over behavior of these components with different norms is discussed. In this connection, it is shown that the most popular norms (the energy norm and the enstrophy norm) usually used for estimating the RH wave perturbations are not so good for the nonlinear instability study, because they control the behavior of tangential perturbations only.

MMG-04

ALGUNOS MÉTODOS ESTADÍSTICOS PARA MEDIR LA ASOCIACIÓN ENTRE FENÓMENOS ATMOSFÉRICOS A GRAN ESCALA Y VARIABLES CLIMÁTICAS REGIONALES

Isidro Roberto Cruz Medina
Instituto Tecnológico de Sonora
E-mail: rcruz@itson.mx

La modelación de variables climáticas como la precipitación, temperatura, evaporación etc., son de gran importancia, entre otras razones, porque permiten la planeación de diversas actividades humanas como la agricultura. Para la predicción de estas variables se han utilizado modelos determinísticos, probabilísticos y modelos mixtos. En los modelos probabilísticos usualmente resulta difícil incorporar la información de fenómenos atmosféricos a gran escala como los monzones y los fenómenos de "El Niño" y de "La Niña", debido entre otras razones, a que no se dispone de una medida única de asociación entre estos fenómenos (difíciles de caracterizar aún con variables multidimensionales) y las variables climáticas de interés como la precipitación y la temperatura.

El objetivo de este trabajo es describir algunos métodos estadísticos susceptibles de utilizar para medir el grado de asociación entre los fenómenos de "El Niño" y de "La Niña" y variables climáticas como la precipitación y la temperatura. Cuando se utiliza una variable unidimensional continua para la caracterización de "El Niño" o de la "Niña", se puede utilizar la medida de asociación lineal mas conocida, el coeficiente de correlación o correlación de Pearson, que se puede interpretar como el coseno del ángulo entre el vector que caracteriza al fenómeno atmosférico y el vector formado por la variable de interés. Si se utiliza una variable multidimensional para la caracterización del fenómeno atmosférico se puede utilizar el coeficiente de determinación, que se puede interpretar como el cuadrado del coeficiente de correlación máximo entre cualquier combinación lineal de las variables que caracterizan al fenómeno y la variable de interés.

Cuando se desea determinar la asociación entre una variables de clasificación (como por ejemplo una variable que asigne el valor 1 a los años "normales", 2 a los años con influencia de "El Niño" y 3 a los años con influencia de "La Niña") y la precipitación o la temperatura, esta variable clasificatoria se puede utilizar en un Análisis de Varianza, utilizando como medida de asociación el coeficiente de

determinación. Si la distribución de la variable de interés es marcadamente asimétrica se puede utilizar un análisis de varianza noparamétrico (la prueba de Kruskal y Wallis).

La aplicación de estos métodos estadísticos a la precipitación del Sur de Sonora permite concluir: 1) La precipitación en el Sur de Sonora está significativamente afectada ($\alpha=0.05$) por el fenómeno de "El Niño" y su efecto es una reducción en la precipitación anual. 2) La precipitación en esta región no es afectada por el fenómeno de "La Niña". La primera conclusión puede ser utilizada para mejorar las predicciones de la precipitación utilizando modelos probabilísticos específicos para los años «normales» y para los años en donde se prediga la presencia del fenómeno de "El Niño".

MMG-05

A DYNAMICAL MODEL FOR PYROCLASTIC FLOWS

Gustavo Cordoba
Universidad de Nariño, Colombia
E-mail: gcordova@udenar.edu.co

A 2D bi-phasic model of pyroclastic flows dynamics is shown. The model uses the full compressible Navier-Stokes equations coupled with the convection-diffusion equation in order to take into account for the sedimentation. In despite of the complex mathematical formulation of the model, it has been implemented in a Personal Computer due to an assumption of two phase one velocity model which reduce the number of equations in the system. This non-linear equation system is solved numerically by using the Finite Element Method.

Two initial volumetric fraction of solids are modeled for which the fields of temperature, particle concentration, velocity and dynamical pressure are shown along one of the slopes of Galeras volcano from the crater-vent to a topographical barrier located about 16 Km distance.

The results shows that from the human point of view, the the flow remain lethal along all its path due to the particle concentration and temperature are allways above the human survival threshold, however from the structural point of view, the structures could still stand and reparables at distances longer than 6 Km.

MMG-06

ALGORITMO DE RECONSTRUCCIÓN PARA IMÁGENES DE PERMITIVIDAD BASADO EN SIMULATED ANNEALING

Carlos Ortiz-Alemán, Carlos Gamio, Alfredo Nicolás y David Parra
Instituto Mexicano del Petróleo
E-mail: jcortiz@imp.mx

Se presentan resultados preliminares acerca del diseño de un algoritmo de reconstrucción de imágenes de permitividad obtenidas mediante la técnica de tomografía eléctrica de

capacitancia. Esta técnica se utiliza, entre otras aplicaciones, para la visualización indirecta de flujos multifásicos a través de tuberías. El principio básico de este método se basa en la colocación de un sensor compuesto por 12 electrodos alrededor del tubo donde se desea visualizar el flujo. El sensor se conecta a un aparato que permite medir todas las diferentes capacitancias formadas entre pares de electrodos. A partir de este conjunto de mediciones se estima una distribución de permitividades eléctricas en el interior de la tubería (en la sección transversal definida por el sensor), utilizando un algoritmo de inversión basado en simulated annealing. Este mapa de permitividades debe reflejar el arreglo espacial de las fases en el flujo.

MMG-07

PROPAGATION OF ELECTROMAGNETIC WAVES THROUGH THE NON-UNIFORM SPHERICAL LAYERS

G.N. Burlak, A. Zamudio-Lara and P.A. Márquez-Aguilar
CIICAp, FCQel, Universidad Autónoma del Estado de Morelos
E-mail: gburlak@uamex.mx

We discuss the features of propagation of electromagnetic waves through the non-uniform layers with spherical geometry. Such homogeneity occurs due to various deep-laid inclusions and it results in the radial dependence of dielectric permittivity of the layers, which takes place on different depth. The frequency dependencies of the reflection and transmission coefficients are very important for the case of layers with a strong frequency dispersion. The dielectric permittivity of such layers may become negative in the certain range of frequencies that corresponds to a strong reflection from a layer. In general such a problem has not the analytical solution and we discuss some algorithms of its numerical exploring. We analyze some representative examples and also the spectrum of eigenfrequencies and the radial distribution of electromagnetic fields in spherical system. Such problem may model some wave electromagnetic processes around of the Earth.

MMG-08

INVERSION DE RESISTIVIDAD Y ELECTROMAGNETICOS SOMEROS POR INTERNET E INVERSION CONJUNTA

Marco Antonio Pérez Flores y Enrique Gómez Treviño
Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE
E-mail: mperez@cicese.mx

Hemos desarrollado una metodología para invertir datos de resistividad de corriente directa y electromagnéticos de baja frecuencia para obtener la distribución de la resistividad de un subsuelo bidimensional. Se consideran datos de dipolo-dipolo y datos de bobinas electromagnéticas del tipo EM-34 de Geonics, con la condición que las mediciones de ambas metodologías se tomen en forma colineal. La técnica de inversión se basa en el concepto de que cualquier medición eléctrica o electromagnética se puede representar como un promedio ponderado de todas las resistividades del subsuelo,

reduciendo el problema de inversión al proceso intuitivo de "despromediar" los datos. En el presente trabajo se presenta el modo como un usuario desde cualquier parte puede tener acceso a la página WEB y los pasos para obtener un ejemplo guía para correrlo en forma gratuita y de la misma manera introducir los datos de su área de estudio respectiva. Se presentan ejemplos de aplicación de los programas CIRCRES y CIRC34. Al final se presentan los resultados de una investigación reciente donde hacemos inversión conjunta y contrastamos con la inversión individual. La dirección de internet para tener acceso gratuito es: <http://arcada.cicese.mx/geofisica/dc/direct-current.html>.

MMG-09

APLICACIÓN DEL RADAR DE PENETRACIÓN DEL SUBSUELO EN LA IDENTIFICACIÓN DE LITOLOGÍA Y ESTRUCTURAS SUPERFICIALES EN LA REGIÓN DE LAGUNAS, OAXACA. MÉXICO

Márquez-García A.Z.^{1,2}, Faz-Pérez P.² y Pérez-Aguilar V.¹

¹ Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa

E-mail: azmg@xanum.uam.mx

² Academia Nacional de Investigación y Desarrollo, A.C., Temixco, Morelos

Se realizó un levantamiento geológico con un Radar de Penetración del Subsuelo, en la localidad de Lagunas, Oaxaca, apoyado por la Cooperativa Cruz Azul y el Centro de Soporte Ecológico Huatulco. El objetivo fue identificar la litología y estructuras superficiales presentes en el área, variando los siguientes parámetros: la frecuencia de operación del radar en 50, 100 y 200 Mhz, la longitud y orientación de las secciones, tiempo de señal y distancia en el intervalo de antenas. El trabajo consistió en realizar un reconocimiento geológico del área, ubicar las líneas de sección con un GPS. Se aplicaron las técnicas de reflexión y análisis de velocidad.

Los reconocimientos se llevaron a cabo en cuatro localidades con diferentes litologías: rocas metasedimentarias, calizas, y material aluvial, así como un levantamiento en tres dimensiones de fallas y fracturas en rocas calizas. En las rocas metasedimentarias se detectaron dos horizontes reflectores que representan los contactos de los estratos de las formaciones presentes, las cuales consisten en las rocas metasedimentarias compuestas de pizarras con lentes de calizas y vetas de cuarzo, suprayaciendo se encuentra material aluvial; la presencia de agua se localizó a 1.60 metros de profundidad.

En la zona de rocas calizas se identificaron en forma precisa sus contactos estratigráficos, debido a su densidad, mostrando una estratificación gruesa y buzante de las calizas con ausencia de agua.

En el material aluvial, las gráficas muestran una fuerte distorsión debido a la presencia de túneles presentes bajo un puente que se localizó dentro de la sección, la velocidad de propagación de 0.5 a 0.15 ns corresponden a material de aluvión, calizas y arenas observados en esta parte. Finalmente,

el análisis en tres dimensiones llevado a cabo sobre un afloramiento de calizas con estratificación gruesa, buzante y de fracturamiento intenso, se identifican tres reflectores discontinuos debido a las fracturas presentes, las cuales se pueden seguir a profundidad muy claramente.

Por otro lado, la disipación de la señal en la mayoría de los casos fue a causa de la presencia de agua o suelos muy húmedos por lo que el radar de penetración tiene una aplicación potencial en la prospección de agua, aparte de la información valiosa que puede aportar en los diferentes trabajos geológicos del subsuelo, por ejemplo: estudios de filtración, compactación entre otros.

MMG-10

ELECTRICAL ARRAYS FOR TENSOR-MEASUREMENTS IN HETEROGENEOUS ANISOTROPIC MEDIA

E. Pervago, A. Mousatov and V. Shevnin
 Instituto Mexicano del Petróleo
 E-mail: epervago@imp.mx

The resistivity method is frequently applied for the solution of geological problems in electrically anisotropic environments. The superficial DC resistivity arrays allow obtaining only horizontal components of the electrical resistivity tensor in azimuthally-anisotropic media. Traditional anisotropic resistivity survey (ARS) requires performing a set of azimuthal measurements by rotating the array of transmitting and receiving electrodes around some reference point. In a complex geological structure the presence of horizontal heterogeneities produces the pseudo-anisotropy effect that can essentially exceed the true anisotropy. In the case of studying anisotropy in heterogeneous media the application of conventional ARS technology is limited because it requires realizing time-consuming vertical electrical soundings (VES) along several profiles. The widely used Electrical Imaging (EI) methodology is adequate for the characterization of layered media with horizontal heterogeneity but it does not provide any information about formation anisotropy. At the same time, when the EI or standard VES are carried out on the surface of an azimuthally-anisotropic medium, the neglect of the anisotropy influence may cause significant interpretation errors.

The alternative method of anisotropy parameters determination consists in measuring the second derivatives of the electric potential from a point current source. This technology is based on the tensor measurements of the electric field using specially distributed groups of transmitting and receiving electrodes (tensor arrays). The tensor measurements (TENM) allow determining all anisotropy parameters from the observations realized only in one arbitrary direction without array rotation.

In the present report we considered the feasibility of TENM technology application with different modified tensor arrays in heterogeneous anisotropic media. The stability of anisotropy estimation and pseudo-anisotropy effects were

studied on 1D models of horizontally or vertically layered media with arbitrary oriented azimuthal anisotropy; for these models the analytical solution was used.

For the analysis of joint influence of anisotropy, horizontal heterogeneity, and vertical layering we simulated EI observations with tensor array above the complex 3D structure. The numerical solution and program for heterogeneous media with arbitrary anisotropy based on integral equation method was designed. The model presents a single dipping interface between an isotropic overburden and an anisotropic basement. The calculation was performed for profiles with different orientation to the investigated structure with anisotropy strike oriented parallel, perpendicular, and at 45° to the azimuth of the interface dip.

The results of modeling demonstrate that the proposed TENM technology used for studying inhomogeneous anisotropic media allows determining both the anisotropy and the structure parameters. Ar-rays for tensor measurements can be used for profile soundings with a high observation density along a profile, similar to the Electrical Imaging. The joint analysis of the apparent anisotropy parameters obtained with different modifications of the tensor arrays increases the reliability of interpretation.

MMG-11

CARACTERIZACIÓN DE UN MACIZO ROCOSO CON PERFILADO ELECTROMAGNÉTICO

J. Rafael Aranda López
 Depto. de Geofísica, CFE
 E-mail: raranda@cfegob.mx

En el campo de la ingeniería geológica, es necesario conocer las características físicas de las rocas para un soporte o apoyo de una obra civil. En el presente se analizará la excavación de túneles de conducción de agua o túneles carreteros, donde se pretende conocer principalmente el estado del macizo rocoso que será excavado. Esta información será muy valiosa para el ingeniero proyectista, así como para el ingeniero administrador de recursos para contar con un presupuesto económico más apegado a la realidad.

El perfilado electromagnético se realizó mediante sondeos magnetotelúricos de frecuencia variable, usando fuente natural y una antena generadora de frecuencias para investigación somera.

Durante la excavación, la información del perfilado electromagnético se usará para prever el cruce de las zonas de mala calidad, donde sea necesario aplicar los marcos, concreto lanzado, anclaje, revestimiento, etc.

Se presentan varios ejemplos de perfilado electromagnético aplicados a la excavación de túneles de conducción de agua o carreteros en la república Mexicana, en ellos es factible apreciar los cambios laterales de resistividad, que corresponden a la presencia de fallas o zonas con roca de mala calidad.

MMG-12

METODOLOGÍA ELECTROMAGNÉTICA PARA LA LOCALIZACIÓN E INSPECCIÓN DE LAS CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS DUCTOS

Vladimir Shevnin, Omar Delgado-Rodríguez, Aleksandr Mousatov, Edgar Nakamura-Labastida y Abraham Mejía-Aguilar
Instituto Mexicano del Petróleo
E-mail: vshevnin@imp.mx

Las líneas de ductos constituyen el torrente sanguíneo de la sociedad moderna industrial. Los ductos en el subsuelo son afectados por diferentes factores: movimientos tectónicos, corrosión, vibraciones, deformaciones, etc. Para prolongar el tiempo de servicio de los ductos, éstos son protegidos de la corrosión mediante la aplicación de un material aislante y de potenciales de protección catódica. Los sistemas de ductos son usados de manera continua durante décadas, por lo que, es necesario realizar un control periódico de sus condiciones técnicas de ductos y, en caso necesario, de su reparación en tiempo. Es posible realizar este control con métodos electromagnéticos superficiales. Diferentes métodos y equipos para la inspección electromagnética de ductos son conocidos a nivel mundial. En el Instituto Mexicano del Petróleo fue desarrollada la teoría y tecnología para la inspección de ductos (incluyendo procesamiento de datos y programas de interpretación), así como el equipo necesario para la realización de las mediciones en campo. La tecnología de inspección está basada en la teoría de "línea de transmisión". El equipo mide el campo magnético alterno a la frecuencia 625 Hz inducido por las corrientes que circulan en el ducto, provenientes de un generador externo conectado en un punto de control de los potenciales de protección catódica. La metodología incluye mediciones de campo magnético (componente horizontal) en perfiles perpendiculares a línea de ductos y mediciones de potenciales eléctricos en postes de control de protección catódica. En este trabajo se presentan ejemplos de aplicación de esta tecnología para la estimación de la posición y profundidad del ducto o grupo de ductos, estimar condiciones técnicas y calidad del aislamiento exterior y para la solución otros problemas importantes.

MMG-13

MODELADO E INVERSIÓN 2- Y 3-D DE ANOMALÍAS GRAVIMÉTRICAS

Juan García Abdeslem
Depto. de Geofísica Aplicada, División de Ciencias de la Tierra,
CICESE
E-mail: jgarcia@cicese.mx

Se presenta una descripción de métodos diseñados para el modelado (2- y 3-D) e inversión de anomalías gravimétricas, con énfasis en la interpretación de la geometría del basamento en cuencas sedimentarias. La solución al problema directo permite calcular el efecto gravimétrico producido por una estructura geológica cuyo su contraste en densidad definido a

priori, puede variar espacialmente en 2- y 3-D. La geometría de la interfase sedimentos-basamento se describe utilizando una serie de funciones circulares. En la solución al problema inverso se utiliza un método iterativo de optimización no lineal que permite inferir la geometría del basamento.

Se muestran resultados de la interpretación de datos gravimétricos en la región del graben San Jacinto, en el Sur de California, en donde se ha inferido una estructura bastante simétrica que acomoda sedimentos que alcanzan un grosor de unos 2.5 km. En la región de la cuenca Sayula, en el Estado de Jalisco, México, se ha inferido un estructura asimétrica que sugiere un medio graben, y que acomoda sedimentos que alcanzan un grosor de 1 km. Para ambos casos se realiza un análisis de sensibilidad utilizando la descomposición en valores singulares (SVD) de la matriz de sensibilidad que permite valorar las ventajas y limitaciones del método de inversión.

MMG-14

UN PROGRAMA DE CÓMPUTO PARA INTERPRETAR ANOMALÍAS MAGNÉTICAS DE TUBERÍAS METÁLICAS

Adolfo Vázquez Contreras
Depto. de Geofísica, Comisión Federal de Electricidad
E-mail: adolfo.vazquez@cfe.gob.mx

Una de las aplicaciones del método magnético en la exploración geofísica es la localización de tuberías metálicas subterráneas a partir de las mediciones del campo magnético total a lo largo de perfiles. Mediante la aplicación de formulas sencillas es posible determinar aproximadamente la profundidad de la tubería, conociendo sus características geométricas y asumiendo un rango factible en la susceptibilidad del material del tubo, o mejor aún, calibrándose con una tubería a profundidad conocida si esto es posible. Mediante un programa de cómputo desarrollado con MATLAB se presentan algunos ejemplos en los que se determinó la profundidad en varios puntos de la tubería de un gasoducto a partir de sus anomalías magnéticas de campo total.

MMG-15

INVERSIÓN DE MAGNETOMETRÍA Y GRAVIMETRÍA CON DENSIDAD VARIABLE, PARA MÚLTIPLES FORMACIONES VARIANDO EN 3-D

Marco Antonio Pérez Flores¹ y Luis A. Gallardo Delgado^{1,2}
¹ Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE
E-mail: mperez@cicese.mx
² Universidad de Lancaster, UK

Hemos desarrollado una metodología para invertir datos de gravimetría y magnetometría para múltiples formaciones en el subsuelo.

Se usa un conglomerado de prismas verticales para simular la topografía superior e inferior de cada formación. La profundidad al techo y piso de cada prisma es lo que se estimará por medio de programación cuadrática. Esto nos

permite ponerle cotas de igualdad o desigualdad a cada variable, ya sea sacándola de la inversión o introduciendo información adicional como; la geología superficial, hipótesis previas, registros de pozos, datos de alguna otras técnicas de geológica o geofísica como podrían ser sísmica en 2-D, o electromagnéticos profundos, etc. La otra ventaja es que los datos permanecen a la altitud en que fueron tomados, no habiendo necesidad de hacer reducción a un plano de medición.

Se muestra un ejemplo sintético de una cuenca y como caso real, el de la estructura profunda de la Península de Baja California en la parte sur, a partir de datos de aeromagnetometría y gravedad terrestre, constriñendo la solución con la geología superficial.

MMG-16

EVALUACION GEOSTADISTICA DEL MUESTREO DE HIDROCARBUROS TOTALES DEL PETROLEO (HTP) EN LA ZONA PANTANOSA DE VERACRUZ

Flores Ruiz J.H.¹, Montes de Oca García A.¹, Martínez Martínez V.E.¹, Zermeño Eguía L.S.¹, Sandoval Ochoa J.H.², Avelina Zapata G.F.¹ y Uribe Hernández R.¹

¹ Instituto Mexicano del Petróleo

E-mail: hflores@imp.mx

² Facultad de Ingeniería, UNAM

Como parte de los estudios geoquímicos ambientales llevados a cabo en la zona pantanosa del sur de Veracruz, se tomaron 35 muestras de campo distribuidas aleatoriamente de Hidrocarburos Totales del Petróleo (HTP %). En un suelo arcilloso donde el mineral predominante es la Montmorilonita están formadas por una lámina alumínica entre dos silícicas, superponiéndose indefinidamente y presentan expansividad típica del grupo en forma particularmente aguda. La clasificación del suelo desde el punto de vista de mecánica de suelos es del tipo (CH); es una arcilla de gran compresibilidad.

En el suelo se realizó un muestreo aleatorio de 35 muestras de (HTP %) superficialmente, el rango de variación de los datos son de 14.80 a 72.19 (HTP %). El cálculo de los variogramas en distintas direcciones asociados a estos datos muestran una máxima distancia de correlación intermuestral para 400 m, le corresponde una varianza de 148.40 o 5 (HTP %)² en logaritmo Neperiano y una desviación estándar de 9.29 ó 2.22 (HTP %), en tanto que para 100 m de distancia, la varianza es del orden de 54.59 ó 4 (HTP %)² y la desviación es de 7.41 ó 2 (HTP %) para las cuatro direcciones ortogonales (E-W, N-S, NE-SW y NW-SE) modelando el sitio con variogramas de distribución logarítmica.

Se sugiere de los datos de campo analizados por esta técnica diseñar la futura malla muestral en el sitio, para las siguientes exploraciones en el campo a intervalos de 100 m y tener controlada al mínimo varianza error, utilizando posteriormente el método de Kringing para validar esta varianza.

MMG-17

MODELO DE FLUJO DE FLUIDOS EN CAVIDAD CUADRADA

Cruz Hernández J., Domínguez Zacarías G., Luna Rojero E., Flores Ruiz J.H. y Martínez Angeles R.
Instituto Mexicano del Petróleo
E-mail: jcrzh@imp.mx

La mecánica del medio continuo incluye áreas tales como: flujo de calor, hidrodinámica y mecánica de cuerpos deformables. Esta teoría se basa en considerar una densidad local, velocidad y energía que son funciones continuas del espacio y tiempo. La ecuación de Navier-Stokes constituye un sistema de ecuaciones parciales no-lineales de segundo orden. Desacoplamos dicha ecuación, para estudiar la ecuación de Stokes, dado que estamos interesados, para flujos con número de Reynolds ($\ll 1$) y observar de que manera que las líneas de corriente se ven influenciada por la geometría del sistema

A continuación se muestran resultados obtenidos por el método de elemento de frontera (por su siglas en inglés BEM), para un flujo de Stokes en cavidades cuadradas.

La frontera del flujo es bidimensional, se presenta un estudio de las líneas de corriente para fluido con viscosidad de: 1.00, 1.03 y 1.08 y razón H/L (1:1, 1:2 y 1:5), donde la H representa la profundidad y L el ancho de la base de la cavidad respectivamente.

Las líneas de corriente se ven afectadas por la abertura de la cavidad, en el caso de H/L (1:1) y viscosidad 1.0, observamos que las líneas de corriente eran paralelas a la pared y se elongan sobre la parte de la abertura de la cavidad, tomando la forma de abertura y al aumentar la viscosidad, la elongación de las líneas de corriente disminuye gradualmente y estas se enciman sobre de boca de la cavidad. En el caso de las células de circulación que se forman dentro de la cavidad, para el caso de H/L (1:1) y viscosidad 1.0, existe un flujo circundante (en células) extendido a lo largo de toda la cavidad y este se va comprimiendo en su parte central, alzándose sobre el eje -y- hacia arriba de la gráfica, a medida que se va aumentando la viscosidad.

Observamos, que a medida que las células circundantes se compriman más en su parte central, esto se extiende un poco más sobre el eje -y- (hacia arriba), originando una elevación de la elongación de las líneas de corriente por encima de la abertura de la cavidad.

Al mantener constante la profundidad y variar la longitud de la base (H/L = 1:2, 1:2 y 1:5), la elongación de las líneas de corriente son más pronunciada y tiende a introducirse en la abertura de la cavidad y el punto de inflexión esta más agudo que el caso de H/L (1:1). Las líneas que están por afuera de la abertura se desdobl原因 ligeramente hacia abajo, este efecto es debido a que la abertura de la cavidad es mayor y esto hace que el fluido se introduzca más hacia la cavidad de

viscosidad de 1.00 y $\nu = 1:2$. Las células de circulación, que se forman se extienden sobre toda la cavidad, pero estos tiende a alzarse ligeramente en los extremos de la cavidad, como presencia de la entrada de las líneas de corriente y este alzamiento sugiere que el punto de inflexión de las líneas de corriente esta mas profundo y eso hace que las células sientan una "pseudo fuerza". También se observa en este caso, las células de circulación se van achatado en su parte central debido a la mayor penetración de las líneas de corriente dentro de la cavidad.

Esperamos tener las gráficas correspondientes a las líneas de corriente para el caso de una geometría a triangular, circular (cavidades) para modelar a futuro un medio poroso fracturado, con vóculos (cavidades), aplicándolo a los yacimientos naturalmente fracturado que son el 80 % que existen en la República Mexicana.

MMG-18

NONLINEAR BASEBAND ACOUSTIC ULTRA-LOW FREQUENCY WAVES IN THE SYSTEM OCEAN-EARTH'S CRUST

S. Koshevaya^{1,2}, V. Grimalsky¹, A. Kotsarenko³ and R. Perez-Enriquez³

¹ Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Puebla, Pue., Mexico

E-mail: vgrim@inaoep.mx

² Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Mor., México

³ Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Qro., México

During the earthquakes, the ultra-low frequency (ULF ~ 1 Hz) acoustic waves can be excited that move along the interface ocean-Earth's crust for a long distance > 5000 km [1]. Such an ULF acoustic wave possesses a low dissipation. The linear waves propagating in above-pointed system possess wave dispersion, and also nonlinear properties of water and the Earth's crust are essential. Therefore, an investigation of forming nonlinear wave pulses propagating at the interface 'ocean-crust' is of great interest, because the excitation due to earthquakes has a pulse-like character.

A possibility of an excitation of ULF moderately nonlinear baseband solitary acoustic waves moving at the interface 'ocean-Earth's crust' is investigated. Nonlinearity both in the water and solid is taken into account. Nonlinearity is assumed as moderate. This gives a possibility to use the spectral method for a consideration of baseband wave dynamics. Namely, the localized nonlinear wave can be presented as the set of harmonics with slowly varying amplitudes, but their transverse profiles are almost the same as for the linear case. Also a horizontal transverse inhomogeneity is taken into account under simulations by means of splitting by physical factors.

The propagation of baseband nonlinear wave is described by a set of coupled ordinary differential equations for harmonics, and the total number of harmonics is $\sim 100-500$. In the simplest case, baseband nonlinear wave propagation in

such the system is described by Benjamin-Ono (B-O)-like equation, because of the character of linear wave dispersion. But, the following peculiarities are essential, namely, a presence of a cut-off for lower harmonics and a difference of coupling coefficients from the simple B-O equation, because of semi-infinite structure. In the case of the model B-O equation, all the coefficients are equal. In our case, they increase with the growth of frequency. The numerical simulations show that baseband nonlinear waves in this system with above-pointed nonlinearity are shock-like and they differ from the B-O solitons. An influence of horizontal transverse inhomogeneity is unessential, if the initial transverse size of the wave is greater than 1000 km.

Referencias:

P.F. Weaver, P.C. Yuen, G.W. Prolls, and A.S. Fumimoto, 1970, Acoustic coupling into the ionosphere from seismic waves of the earthquake at Kurile Island on August 11, 1969, Nature, 226, 1239-1241.

MMG-19

NUMERICAL MODEL OF SEISMIC WAVE PROPAGATION IN VISCOELASTIC MEDIA, AND ITS APPLICATION TO THE PROBLEM OF DETERMINATION OF THE OIL AND GAS RESERVOIRS

V. Sabinin, T. Chichinina and G. Ronquillo Jarillo

Instituto Mexicano del Petroleo

E-mail: svladim@imp.mx

Oil and gas reservoirs have a high seismic attenuation, that is caused by their viscoelastic properties. The propagation of seismic waves in viscoelastic media is governed by the system of three equations: for the velocity vector (equation of motion), for the stress tensor (Hooke's law for the viscoelastic media), and for the memory variables, - under the condition of independence of the Q -factor on the impulse frequency.

This system of equations for a case of 2D area is approximated by the explicit finite-difference scheme of the second order of approximation in time and the 4-th order in space. For decreasing undesirable wave reflections from outer boundaries of the area, we artificially surround the area by a special Perfectly Matched absorbing Layer. In the nodes of the absorbing layer the memory variables are excluded from the system, and the absorbing sink term is included in the rest equations by the form of implicit finite-difference scheme.

The computer software, realizing this model, has created and applied to solving the problem of the wave reflections from a target layer. At the earth surface there are a wave source and a set of equally spaced seismometers (the common source point observing system). For a case of large Q , the output of calculations in the form of seismograms from geophones was compared to the seismograms obtained from the solution of the same task by the dynamic ray tracing method, not taking into account of viscoelastic properties of media. By fitting parameters of the PM absorbing Layer and parameters of the

numerical model (the mesh size and the time step), one can obtain the output seismograms qualitatively corresponded to the same obtained from the ray method, and free from the undesirable outer-boundary reflections.

The developed model is supposed to be applied to determination of presence of oil or gas in the reservoirs, by comparing amplitudes of the field and synthetic seismograms. It is known, that values of the factor Q in layers with oil or gas are less than in surrounding layers and are equal to approximately 10–50. The less Q , the lower amplitude of the wave reflected from the bottom of the target layer.

The results of calculations with low values of Q in the target layer are presented, which let us conclude that the method of comparison of the seismogram amplitudes can be found effective, if using the fine enough finite-difference meshes.

MMG-20

INVESTIGATIONS ON SEISMIC GYROTROPY, OR A NEW WAY OF DETERMINATION OF SHEAR-WAVE ATTENUATION CONSTANT

Chichinina T.¹ and Obolentseva I.²

¹ Instituto Mexicano del Petróleo
E-mail: tchichin@imp.mx

² Institute of Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

A new approach to estimating of shear-wave attenuation is proposed. The method is based on an assumption that an anisotropic attenuating geological medium possesses gyrotropic properties. Doing so allows to obtain attenuation constant together with gyrotropic constant. Some examples of experimental determination of gyration and attenuation constants are given (Obolentseva, *et al.*, 2000). A presentation of the new way of determining shear-wave attenuation constant is proceeded by a brief elucidation of the main aspects of the phenomenological theory of gyrotropy.

Seismic gyrotropy (Obolentseva, 1996) was introduced by analogy with acoustical gyrotropy (Andronov, 1960; Portigal and Burstein, 1968) and well known optical gyrotropy. The most interesting and important phenomenon inherent to gyrotropy, that is, rotation of shear-wave polarization plane is illustrated in the presentation.

Anisotropic gyrotropic models of geological media describe shear-wave polarizations in a most general way. The purely gyrotropic shear-wave polarization should be discriminated from the effect of large- and medium- scale heterogeneity and from azimuthal anisotropy produced by preferred orientation of vertical and subvertical microcracks. The work (Chichinina and Obolentseva, 1998) illustrates the main features of the gyrotropic propagation in comparison with the azimuthally anisotropic wave propagation.

The present work is devoted to the new way of estimation of the shear-wave attenuation constant. The method provides determination of the attenuation constant together with the gyration constant using two-component records of shear waves at a given point. The way differs from the commonly used when the attenuation is determined from the wave amplitude decreasing while it is passing a given distance.

References:

- Obolentseva I.R., Nefedkin Yu. A. and Krylov D.V., 2000, Gyrotropic properties of shallowest sand-clay sediments, as determined from acoustic measurements in boreholes, *Russian Geology and Geophysics*, v. 41, N 10, pp. 1404-1421.
- Obolentseva I.R., 1996, On seismic gyrotropy, *Geophys. J. Int.*, 124, pp. 415-426.
- Andronov A.A., 1960, On natural rotation of polarization plane of sound, *Izv. Vuzov, Radiophys.*, III, 4, pp. 645-649 (in Russian).
- Portigal D.L., Burstein E., 1968, Acoustical activity and other first-order spatial dispersion effects in crystals, *Phys. Rev.*, v. 170, No3, p. 673-678.
- Chichinina T.I., Obolentseva I.R., 1998, Gyrotropy and anisotropy of rocks: similarities and differences, *Revue de l'Institut Francais du Petrole*, v. 53, N 5, pp. 201-213.

MMG-21

SIMULACION DE FLUJO EN MEDIOS POROSOS UTILIZANDO IMÁGENES DE TOMOGRAMAS DE RAYOS X DE NÚCLEOS DE YACIMIENTO

Flores Ruiz J.H.¹, Martínez Angeles R.¹, Hernández Escobedo L.¹, Pineda Muñoz A.¹ y Urrutia Fucugauchi J.²

¹ Instituto Mexicano del Petróleo
E-mail: hflores@imp.mx

² Instituto de Geofísica, UNAM

Se digitalizaron 4 imágenes de los tomogramas de rayos X de núcleos de carbonatos de calcio de la zona marina del sureste del Golfo de México, en su mayoría del Complejo Estructural afallado del yacimiento de Cantarell y en la región de Pol. El muestreo digital se realizó en forma de cuadrados de 50 x 50 datos por lado resultando 2500 datos por imagen y la densidad de datos es 18 puntos por centímetro (dpc).

Al comparar los valores promedio de velocidad de transporte en el medio poroso de los dos experimentos de laboratorio en logaritmo Neperiano $\langle -8.15 \rangle$ el valor negativo resultante implica una velocidad de 2.887×10^{-4} cm/seg ó 24.94 cm/día. Para el caso de las 4 imágenes de tomogramas de rayos X de núcleos de roca caliza simuladas su valor promedio es $\langle -9.26 \rangle$ la velocidad asociada es de 9.51×10^{-5} cm/seg ó 8.22 cm/día y la relación logarítmica de las velocidades es del orden 73.52 %. Esto indica que los experimentos de laboratorio tiene una permeabilidad mayor del orden de $\langle 1.36 \rangle$, que equivale a un valor de 3.03 veces mayor la velocidad del experimento con relación a los modelados por medio de trayectorias de partícula a través del medio poroso.

Estos datos simulados de permeabilidad presentan características fractales y se implementó el análisis de variogramas para estimar el parámetro de Hurst promedio obteniéndose un valor de $H=0.84$, exponente fractal $\alpha=2.69$ del modelo $1/r^\alpha$ y la dimensión fractal $D=1.15$ del medio poroso.

MMG-22

CÁLCULO DE PROPIEDADES EFECTIVAS DE ROCAS POROSAS SATURADO CON FLUIDO

Oscar Cerapio Valdiviezo Mijangos¹ y Federico Sabina Císcar²

¹ DGETI, CETis

E-mail: ovaldiviezomx@yahoo.com.mx

² IIMAS, UNAM

Se presentan algunos experimentos numéricos usando el Método de Homogeneización Asintótica (MHA) para calcular propiedades efectivas de rocas porosas. Los poros pueden estar llenos de aceite, agua, aire, algún mineral o bien estar vacíos. Se utilizan dos tipos de rocas: roca caliza, que es una roca sedimentaria y el granito que es una roca ígnea. Se considera los tipos de microestructura una cuando la celda base es cuadrada y cuando es hexagonal.

Después de haber obtenido las propiedades elásticas efectivas de las rocas con fibras llenas de fluido como función de la concentración se calcula la rapidez de la onda P y de la onda S. La onda P se propaga a lo largo del eje X_1 y el desplazamiento de la onda S esta sobre el eje X_3 .

El hecho de haber fibras dentro de la matriz hace que aparezca un tipo de anisotropía conocida como transversalmente isótropa. Esta anisotropía es posible observarla en las gráficas correspondientes a las propiedades efectivas. A concentración cero de fibra se recuperan las propiedades de la matriz y conforme aumenta la concentración aparecen las seis constantes elásticas que caracterizan un medio transversalmente isótropo.

En las rocas cuyos poros están llenos de fluidos cada una de las propiedades decrece con la concentración de la fibra excepto para la constante C_{12} para el caso del granito con fibra llena de agua. En el caso de aceite en caliza se observa que la curva que corresponde a esta constante se incrementa ligeramente, después decrece y su concavidad es opuesta a las demás. En los casos de aire en granito se observa ligeramente este mismo comportamiento. La magnitud de la constante C_{33} disminuye y lo hace casi en forma lineal a diferencia de las demás constantes en todos los casos. Las propiedades efectivas decaen desde un 80% hasta un 100% respecto de las propiedades de la matriz. La velocidad de la onda P y de la onda S decaen con respecto a las velocidades de la matriz. Los cambios más drásticos se dan cuando se excede en un 80% de la concentración de la fibra.

Cuando la fibra esta llena de cuarzo (SiO_2) y la matriz es piedra caliza, no todas las propiedades efectivas decrecen, algunas se incrementan y esto es debido a los contrastes de las propiedades en las distintas direcciones. En el caso de cuarzo en granito, las velocidades de ambas ondas la P y la S, se incrementan. En el caso de cuarzo en roca caliza la rapidez de la onda P se incrementa mientras que la de la onda S decrece. En los dos tipos de rocas la rapidez de las ondas cambia casi en forma lineal con respecto a la concentración. También se comparan estos resultados con las cotas de Hashin-Strikman. Se puede observar que ambos métodos predicen prácticamente lo mismo.

Las constantes efectivas de las rocas cuando las fibras están llenas de algún fluido tienen básicamente las mismas características cualitativas, es decir, no importa el tipo de fluido, la respuesta es cualitativamente equivalente excepto en la constante efectiva C_{12} .

Cuando la fibra está vacía cada una de las propiedades decrece, incluso la C_{12} .

Una diferencia importante entre las dos geometrías estudiadas es que los valores mínimos se alcanzan a concentraciones más pequeñas cuando la celda base es cuadrada que cuando la celda base es hexagonal.

Con MHA es posible calcular propiedades efectivas en forma analítica hasta el punto de contacto entre las fibras. Cuando se va más allá de ese punto ya no es posible decir nada sobre las propiedades efectivas y como consecuencia con este método no se puede decir nada sobre percolación.

MMG-23 CARTEL

LA EVOLUCIÓN DE UN REMOLINO EN PRESENCIA DE UNA CORDILLERA EN UN FLUIDO EN ROTACIÓN

L. Zavala Sansón

CICESE, Ensenada B.C.

E-mail: lzavala@cicese.mx

En este estudio se analiza la evolución de un remolino barotrópico en presencia de una cordillera, por medio de experimentos de laboratorio y de simulaciones numéricas. Los experimentos son realizados en un tanque con agua sobre una mesa en rotación constante, en cuyo fondo se encuentra un obstáculo que simula la presencia de la cordillera. Esta configuración es un modelo experimental sencillo de remolinos geofísicos en el océano y en la atmósfera, los cuales son afectados por la rotación de la Tierra y, bajo ciertas circunstancias, por la forma de la topografía del fondo. La condición inicial es un remolino circular y homogéneo.

Los resultados son divididos en dos principales escenarios: (a) Interacciones débiles, las cuales ocurren cuando el remolino se encuentra lejos de la cordillera y, por lo tanto, es influenciado débilmente por la misma. En estos casos, el remolino deriva lentamente hacia la cordillera y con una

componente paralela a la misma. La forma circular del remolino no sufre cambios importantes. (b) Interacciones fuertes, en las cuales el núcleo del remolino alcanza la cima del obstáculo y cruza hacia el otro lado. Una vez que el remolino experimenta la pendiente opuesta de la topografía, se mueve en sentido contrario, tratando de regresar al lado original. Cuando el remolino es lo suficientemente intenso, este proceso se puede repetir varias veces hasta que es disipado por efectos viscosos. En general, los resultados muestran que la cordillera actúa como un atractor durante interacciones débiles, y como una barrera durante interacciones fuertes. Este comportamiento también se observa en experimentos en un plano beta topográfico. Los resultados principales son simulados numéricamente mediante modelos bidimensionales con topografía.

MMG-24 CARTEL

ESTRATEGIAS PARA LA ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GEOFÍSICOS: UNA APLICACIÓN EN AGUAS SUBTERRÁNEAS

Rosa Margarita Alvarez González y José Guerrero Grajeda
UNAM
E-mail: rmalvarezmx@yahoo.com.mx

La identificación de parámetros en modelos geofísicos es una fuente natural de problemas inversos mal planteados, en el sentido de que la estimación de dichos parámetros puede resultar altamente inestable debido a pequeñas perturbaciones (errores) en los datos.

- Objetivo: presentar alternativas que permitan obtener soluciones estables y aplicar los desarrollos realizados al estudio de un caso real.

- Metodología: Se plantea la estimación de parámetros como un problema de optimización no lineal, se aplica regularización de Tikhonov para tratar el mal planteamiento y se presentan dos alternativas para el cálculo del parámetro de regularización. La correspondiente implementación computacional de esta propuesta se aplica en un estudio para el cálculo del parámetro de transmisividad hidráulica en el acuífero cubano de Ariguanabo.

Se muestran los resultados obtenidos, incluidos los costos computacionales, lo que permite sustentar la viabilidad del proyecto y las propuestas presentadas, que además pueden verse como una plataforma de arranque para nuevos desarrollos.

MMG-25 CARTEL

SEPARACIÓN DE COMPONENTES DE LA SEÑAL DE POTENCIAL ESPONTÁNEO Y SU SIGNIFICADO

John A. Randall Roberts
Universidad de Guanajuato
E-mail: randall@redes.int.com.mx

El uso de Potencial Espontáneo (P.E.) normalmente ha sido medido en mV de corriente continuo (D.C. o C.C.) con un multímetro o voltímetro sin la posibilidad de saber si corrientes o tensiones espurias están afectando a la medición. En general, uno trataba de usar P.E. solamente en situaciones en donde habría muy poca posibilidad de afectación de corrientes artificiales o de origen espurio sobre dichas mediciones naturales de electricidad en la Tierra. Hoy día es necesario de probar muchos métodos geofísicos en la detección de rasgos geológicos como fallas y acuíferos en escenarios sub urbanas o en donde hay la posibilidad de interferencias eléctricas no naturales. En breve, es necesario saber si el método de P.E. es aplicable y en donde las interferencias son mayores y no es recomendable usar este método. El uso de un multímetro con memoria y su programa de "software" especializado permite la separación de los diferentes parámetros artificiales del deseado P.E. en CC. Se puede separar la corriente alterna que se registra junto con la CC, además midiendo su amperaje y longitud de onda. Este último es interesante en comparar con las ondas a corto plazo en el propio P.E. (en CC). También hay un amperaje mínimo en la medición P.E., en micro-amperes. Desde tiempo se ha reconocido la necesidad de medir la resistencia de contacto de los electrodos no polarizables en K ohms o en mega ohms, aunque uso está usando un instrumento con una impedancia de entrada de miles de mega ohms. El programa permite la graficación en fracciones de segundo a cambio de corto plazo en P.E. (CC) y en su longitud de onda, junto con los demás parámetros permitiendo una evaluación efectiva de la aplicación del método en un sitio determinado.

MMG-26 CARTEL

A NUMERICAL MODEL FOR THE THERMODYNAMICS AT GALERAS VOLCANO, COLOMBIA

Gustavo Cordoba¹ and Greg Valentine²
¹ Universidad de Nariño, Colombia
E-mail: gcordoba@udenar.edu.co
² Los Alamos National Laboratory, USA

A new model for the thermodynamics of pyroclastic flows is shown. The model can be regarded as an intermediate model between the "early model" (1D, steady state, one phase) and the so called super-computer models (2D, transient, multi-phasic). In despite of the amount of equations used, it can be implemented in a PC. We use the equations of conservation of mass, momentum and energy, last equation is coupled through a Boussinesq approach. The mass equation is solved for pressure from the state equation. Additionally the diffusion-convection equation is used in order to take into account for the sedimentation.

The model is capable to show the evolution of the temperature in time as well as the dynamical pressure.

A co-ignimbrite is formed after 300 seconds of the eruption as can be seen in the temperature field and the stream lines.

Both fiels analized could predict the devastating and deadly behaviour of this hazard.

MMG-27 CARTEL

**MODELADO E INVERSION DE ANOMALIAS
GRAVIMETRICAS EN COORDENADAS CURVILINEAS
(POLARES, CILINDRICAS Y ESFERICAS)**

Beatriz Martín-Atienza
Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE
E-mail: atienza@cicese.mx

En este trabajo se presentan las expresiones matemáticas necesarias para realizar el modelado directo de anomalías gravimétricas producidas por fuentes anómalas representadas en coordenadas polares, cilíndricas y esféricas, cuyas fronteras vienen descritas por series de Fourier. La metodología seguida comprende el uso de métodos de integración analíticos y del método de integración numérico de Gauss-Legendre.

También se aborda el problema de la inversión no lineal de datos gravimétricos para calcular tanto el contraste de densidad como la estructura de los tipos de fuente en coordenadas curvilíneas presentados, utilizando el método iterativo de Marquardt-Levenberg.

El uso de este tipo de coordenadas permite modelar estructuras geométricas en las que no se observan fronteras laterales verticales, y es un método idóneo para modelar cuerpos geológicos aislados.

MMG-28 CARTEL

**ESTUDIO GEÓLOGO-GEOFÍSICO EN EL FRENTE DE LA
CURVATURA DE MONTERREY, N.L.**

Garza-Rocha D.¹, Méndez-Delgado S.¹, Yutsis S.¹, Cossio-Torres T.¹, Chávez-Cabello G.¹, Chapa-Guerrero J.R.¹, Masuch-Oesterreich D.¹ y Arzate-Flores J.A.²

¹ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

E-mail: dgarza@ccr.dsi.uanl.mx

² Centro de Geociencias, UNAM, Campus Juriquilla, Qro.

El presente trabajo forma parte del proyecto "Evaluación de acuíferos en el área metropolitana de Monterrey, Nuevo León" Acuífero Buenos Aires, Cañón de la Huasteca. El área de interés se ubica en el sector Norte del Cinturón Plegado y Cabalgado de la Sierra Madre Oriental, dentro de la porción central de la Curvatura de Monterrey. La Sierra Madre Oriental está compuesta principalmente de rocas terrígenas y carbonatadas de edad Mesozoica, las cuales fueron plegadas y falladas durante el evento orogénico Laramídico.

Con base en el análisis de la cartografía realizada en varios pliegues de dicha región, se tiene que existe un fuerte control litológico y estructural en el comportamiento del acuífero, destacando las siguientes características para una mejor permeabilidad hidráulica: a) cambios en la forma del pliegue; b) variaciones en la intensidad de la deformación; y c) cambios en la inmersión del eje de los pliegues. Por esa razón se eligieron el Cañón Montoso y el Cañón La Escalera como una zona potencial y para estudiarla se llevó a cabo un levantamiento de datos geofísicos, con la meta de obtener información de la parte somera, con la finalidad de corroborar posteriormente los modelos estructurales a profundidad, inferidos a partir de la geología superficial. Se aplicaron dos métodos geofísicos (eléctrico y gravimétrico) y además se utilizaron registros geofísicos de pozos.

El método eléctrico se trabajó en la modalidad de dipolo-dipolo, técnica que permite determinar variaciones laterales de la resistividad del terreno. Los datos de resistividad aparente obtenidos con el método de dipolo-dipolo fueron modelados mediante inversión de datos. En los modelos obtenidos se aprecia una relación directa de valores altos de resistividad con la presencia de gravas. Hacia el interior, los valores más bajos de resistividad pueden relacionarse a gravas húmedas y los valores altos a la presencia de rocas muy consolidadas como las de las formaciones Aurora, Agua Nueva y San Felipe.

Se utilizó el método gravimétrico en tres perfiles, uno a lo largo del Cañón de La Huasteca, el segundo en el Cañón El Montoso y el tercero en la cañada San Judas. Para la evaluación de estos datos se realizaron correcciones de efecto de mareas, latitud y de aire libre.

MMG-29 CARTEL

P-WAVE AVOZ ANALYSIS IN HTI MEDIA

Gerardo Ronquillo Jarillo and Tatiana Chichinina
Instituto Mexicano del Petróleo
E-mail: gronqui@imp.mx

The HTI media which correspond to the models of a carbonate reservoir with single vertically orientated fracture set are considered. The azimuthally varying AVO gradient for P-wave reflection at a boundary between an isotropic and HTI media is studied. The values of anisotropic parameters $\epsilon^{(v)}$, $\delta^{(v)}$ and $\gamma^{(v)}$ were set by using the stiffness matrix c in terms of the fracture weaknesses introduced by (Bakulin *et al.*, 2000) for the HTI model with various microstructure parameters of cracks, different crack infill, and also for the case of hydraulically interconnected fractures and pores (Thomsen's model, 1995).

AVO gradient for P-wave reflections and its azimuthal variations are investigated for the three models: with fluid-filled cracks, with dry cracks and with interconnected fractures and pores) - in typical situations of changes in the elastic parameters in the upper and lower media. The conclusions were made that the AVO gradient is in the direct ratio to the crack density, and the maximal values of AVO gradient are in the

symmetry axis plane, and the minimal ones are in the isotropy plane. The azimuthal AVO response depends in a high degree on the V_s/V_p - ratio of the host rock.

The isotropic part of the AVO gradient for dry crack model is influenced not only by changes in elastic properties and densities on the boundary but also by the crack density. The anisotropic part of the AVO gradient for rocks with $V_s/V_p \geq 0.55$ is greater in the case of wet cracks in comparison with the case of dry cracks, and with the positive sign. Sign analysis of the AVO gradients may be of practical importance. For example, AVO gradient for dry crack models has the same algebraic sign, as that of the normal-incident reflection coefficient. It allows application of the traditional P-AVO analysis for fluids determination to the HTI medium.

References:

- Bakulin A., Grechka V., Tsvankin I., 2000, Estimation of fracture parameters from reflection seismic data-Part I: HTI model due to a single fracture set: *Geophysics*, 65, 1788-1802.
- Thomsen L., 1995, Elastic anisotropy due to aligned cracks in porous rock, *Geophys. Prosp.*, 43, 805-830.