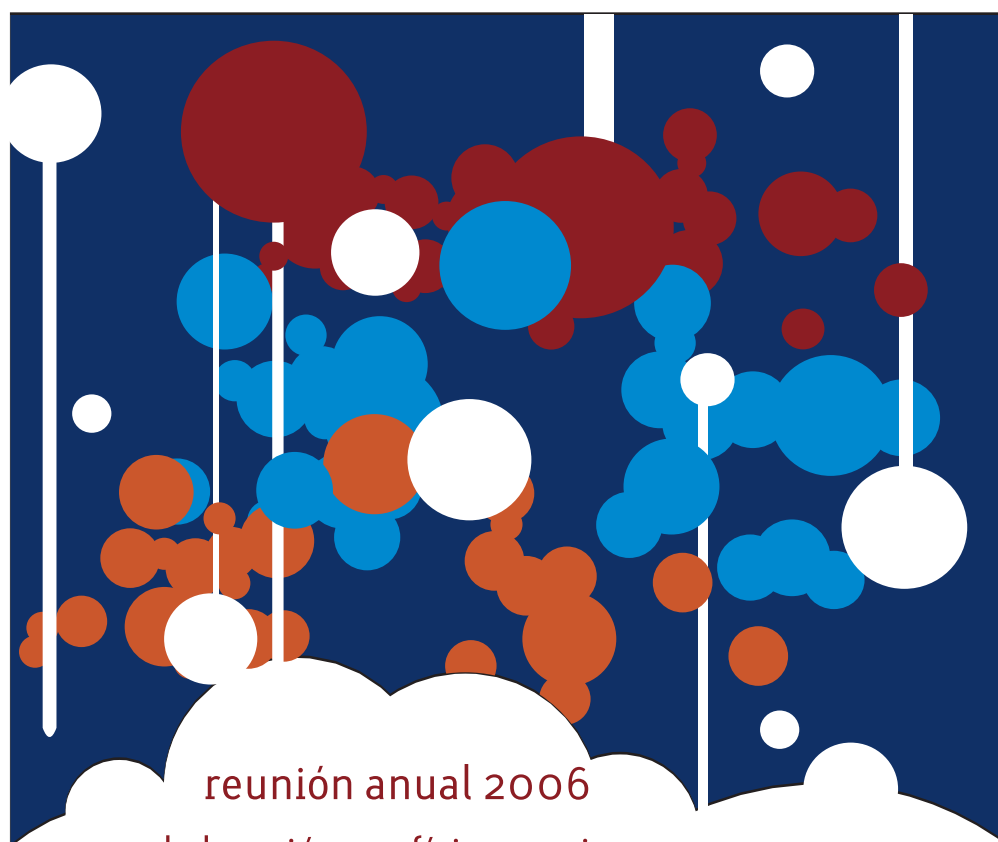


Unión Geofísica Mexicana, A.C.



reunión anual 2006
de la unión geofísica mexicana, a.c.

Volumen 26
No. 1
Octubre de 2006

GEOS

<http://www.ugm.org.mx/geos.html>

BOLETÍN INFORMATIVO DE LA UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.

GEOS se publica tres veces al año patrocinada por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) y editada conjuntamente por la UGM y el CICESE.

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.
Mesa Directiva 2006-2007

Dr. Julián Adem Chain
Presidente Honorario

Dr. Luis Alberto Delgado Argote
Presidente

Dr. Oscar Campos Enríquez
Vicepresidente

Dr. José Manuel Romo Jones
Secretario General

Dra. María Tereza Cavazos Pérez
Tesorero

Dr. Roberto S. Molina Garza
Secretario de Investigación

Dr. Modesto Ortiz Figueroa
Secretario de Difusión

Dr. Thierry Calmus
Secretario de Educación

Editores Principales

Luis A. Delgado Argote
ldelgado@cicese.mx
CICESE

Modesto Ortiz Figueroa
ortizf@cicese.mx
UGM

Comité Editorial

Harald Böhnelt, Instituto de Geofísica, UNAM
Noel Carbajal Pérez, IPICYT
Oscar Campos, Instituto de Geofísica, UNAM
Gerardo Carrasco, Instituto de Geología, UNAM
Ana Luisa Carreño, Instituto de Geología, UNAM
Carlos Flores Luna, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
José Luis Frías Salazar, INEGI
Juan García Abdeslem, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
René Garduño, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Manuel Grajales N., Instituto Mexicano del Petróleo
Margarita López Martínez, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Alejandro Hinojosa Corona, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Miguel Lavín Peregrina, División de Oceanología, CICESE
Luis Munguía Orozco, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Jorge Ledesma Vázquez, Facultad de Ciencias Marinas, UABC
Guillermo Pérez, PEMEX
Domitilo Pereyra, Universidad Veracruzana
Francisco José Sánchez Sesma, UNAM
Miguel Téllez, UABC
Gustavo Tolson, Instituto de Geología, UNAM
Carlos Suárez Plascencia, Universidad de Guadalajara
Héctor Pérez de Tejada, Instituto de Geofísica, UNAM

Apoyo Técnico Editorial:

Gustavo Peinemann Le Duc - peineman@cicese.mx
María Cristina Álvarez Astorga
Alejandro F. Nava Pichardo

Editor de Resúmenes de la Reunión Anual:
Daniel Peralta Castro

GEOS, boletín informativo de la Unión Geofísica Mexicana, contiene artículos de investigación originales así como artículos de divulgación y notas cortas, sobre aspectos relevantes para la difusión de la actividad científica, tecnológica y docente en las Ciencias de la Tierra, así como noticias de interés para los miembros de la UGM. Las instrucciones para los autores se encuentran al final de cada revista y en <http://www.ugm.org.mx/geos.html>

correspondencia a:
Editorial GEOS
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada
Ensenada, B.C., México
Tel.: (646)175-0500, Ext. 26060

Título: **GEOS**

Periodicidad: cuatrimestral

ISSN: 0186-1891

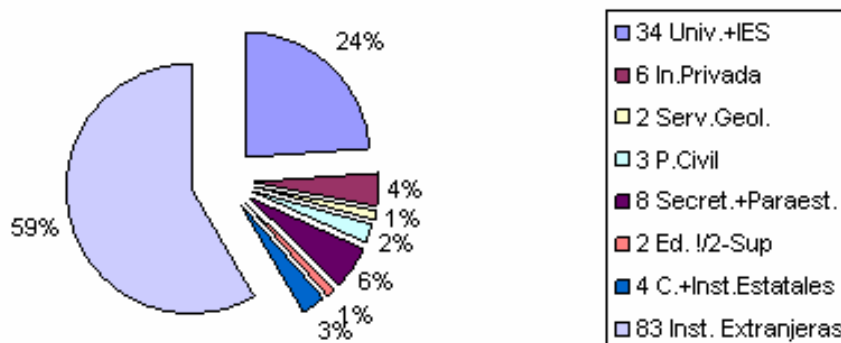
Editado en la División de Ciencias de la Tierra, CICESE, Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, Ensenada, 22860, B.C., México.

Editorial

La Reunión Anual 2006 de la UGM

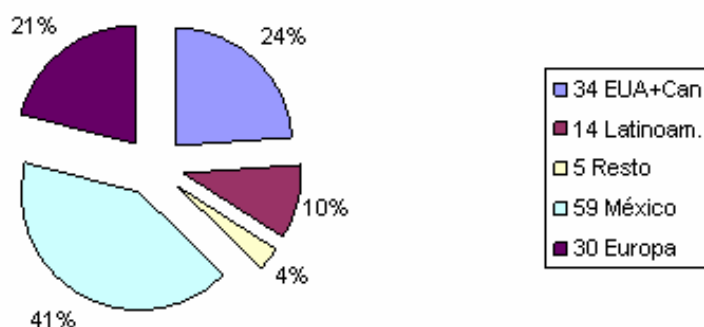
Durante el último sexenio la UGM organizó sus reuniones anuales en conjunto con una o más sociedades de Ciencias de la Tierra. En las reuniones nacionales de Ciencias de la Tierra nuestra participación se sumó al esfuerzo por reunir durante una semana a la mayoría de las sociedades de Ciencias de la Tierra con el fin de optimizar los recursos y calendarios de la comunidad.

Comparando la participación de este año con la de 1999, vemos que los trabajos aumentaron de 270 a 406, además de observar que en esta reunión (gráfica 1) aparecen 83 instituciones académicas extranjeras en los resúmenes (31 de EUA), que representan el 59% del total.



Gráfica 1. Instituciones participantes.

En la gráfica 2 se nota que el 41% de las instituciones son mexicanas, 24% son de Estados Unidos y Canadá, 21% europeas y 10% latinoamericanas, lo que también indica un incremento importante en la interacción de la comunidad nacional con las de otros países.

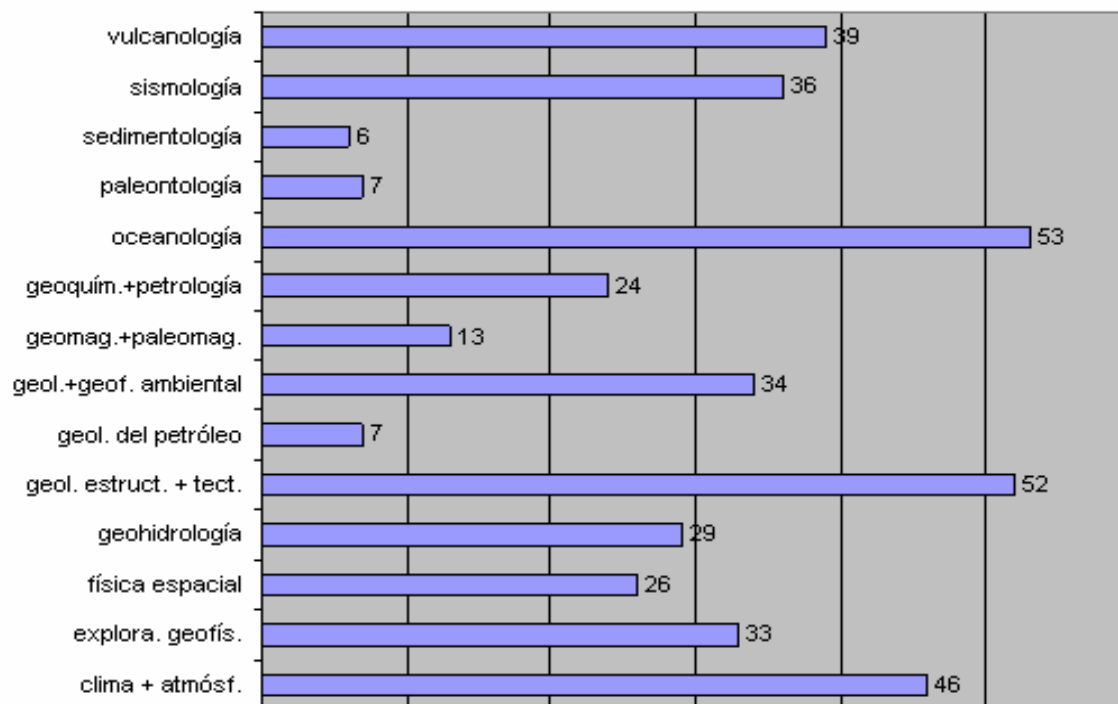


Gráfica 2. Agrupación de instituciones por países.

Aunque no se refleja en el programa de la reunión, este año la participación de estudiantes es mayor. En el área de carteles habrá espacios permanentes para los programas de posgrado que los mismos estudiantes solicitaron, y se tendrá un espacio para la discusión de temas sobre educación, organizado por los capítulos estudiantiles que la UGM abrió este año. Es la intención que la comunidad de estudiantes de distintos programas del país, principalmente de posgrado, comparta experiencias, juicios y ayude a promover la movilidad académica. Al mismo tiempo podremos, personal académico y estudiantil, valorar el hecho de que los que están recibiendo instrucción superior resuelven en buena medida la carencia de técnicos, pues es personal motivado para la solución de problemas de investigación complejos, plantean preguntas básicas y frecuentemente proponen modificaciones a los métodos de trabajo.

La Asamblea General de este año tratará, entre otros temas relacionados con el papel de las geociencias en el nuevo esquema del país, sobre la participación de la Unión en la AGU Joint Assembly 2007 que se efectuará en Acapulco, Guerrero. Además de aprovechar dicho foro para dar a conocer a la comunidad internacional nuestras distintas actividades, es deseable que se enriquezcan y diversifiquen las relaciones académicas con otros países.

Como en todas las reuniones anteriores, la Mesa Directiva de la UGM y el Comité Organizador de esta reunión agradecen su participación y esperan que ésta sea otra oportunidad para fortalecer las relaciones entre nuestras instituciones en un ambiente abierto y cordial.



Gráfica 3. RAUGM 2006, distribución por temas de los 405 trabajos.

Instituciones Participantes

1. Aichi Institute of Technology, Japón
2. Atmospheric Sciences Department, University of California, USA
3. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
4. Bunge Fertilizantes S/A, Unidade Cajati, Brazil
5. California Institute of Technology, USA
6. Center for Ocean-Atmospheric Prediction Studies, Florida State University, USA
7. Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM
8. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
9. Centro de Ciencias de la Tierra y Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Veracruzana
10. Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana
11. Centro de Ciencias de Sinaloa
12. Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción, Univ. Autónoma de Aguascalientes
13. Centro de Estudios de Bachillerato Técnico Industrial y de Servicios, CEBTIS 23
14. Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora
15. Centro de Geociencias, UNAM
16. Centro de Intercambio e Investigación en Vulcanología, Universidad de Colima
17. Centro de Investigación de Materiales Avanzados A.C.
18. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, IPN
19. Centro de Investigación en Física, Universidad de Sonora
20. Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán, CIDEM
21. Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN
22. Centro de Investigación y Estudios de Posgrado, Facultad Ciencias Químicas, UASLP
23. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste
24. Centro de Radioastronomía y Astrofísica, UNAM
25. Centro de Sismología y Vulcanología de Occidente. Universidad de Guadalajara
26. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
27. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, IPN
28. Centro Nacional de Prevención de Desastres
29. Centro Queretano de Recursos Naturales
30. Centro Univ.de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara
31. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara
32. Centro Univ. de Investigaciones en Ciencias del Ambiente, Universidad de Colima
33. Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima
34. Centro Universitario para la Prevención de Desastres Regionales, BUAP
35. Chaire de Géodynamique, Collège de France, Francia
36. Climate Prediction Center, NOAA, USA
37. Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado, CEAPA Zacatecas
38. Comisión Federal de Electricidad
39. CREGU, Vandoeuvre-les-Nancy, Francia
40. Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Concepción, Chile
41. Departamento de Ciencias Geológicas, FCEyN, Universidad de Buenos Aires, Argentina
42. Departamento de Física Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM
43. Departamento de Física, Universidad de Guadalajara
44. Departamento de Física, Universidad de Santiago de Chile, Chile
45. Departamento de Geofísica, Ciencias de la Tierra, ESIA, IPN
46. Departamento de Geografía y Ordenación Territorial, Universidad de Guadalajara
47. Departamento de Geología Marina, UABCS
48. Departamento de Geología Regional, Instituto de Geología, UNAM
49. Departamento de Geología y Mineralogía, UMSNH
50. Departamento de Geología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz, España
51. Departamento de Geología, Universidad de Sonora
52. Departamento de Minas, Facultad de Ingeniería, Universidad de Santiago de Chile, Chile
53. Depto. Ordenamiento Ecológico, Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas
54. Departamento de Petrología y Geoquímica, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, España
55. Departamento de Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM
56. Department of Anthropology, University of Oregon, USA
57. Department of Earth and Environmental Sciences, New Mexico Tech, USA
58. Department of Earth and Planetary Sciences, McGill University, Canada

59. Department of Earth and Planetary Sciences, University of California, USA
60. Department of Earth and Planetary Sciences, Washington University, USA
61. Department of Earth and Space Sciences, University of California, USA
62. Department of Earth Sciences, St. Francis Xavier University, Canada
63. Department of Geological Sciences, Brown University, USA
64. Department of Geological Sciences, Ohio University, USA
65. Department of Geology and Geophysics, Texas A&M University, USA
66. Department of Geology and Geophysics, University of Minnesota, USA
67. Department of Geology and Geophysics, University of Wyoming, USA
68. Department of Geology and Geophysics, Yale University, USA
69. Department of Geology, Northern Arizona University, USA
70. Department of Geology, St. Mary's University, Canada
71. Department of Geoscience, University of Nevada, USA
72. Department of Geosciences, University of Arizona, USA
73. Department of Geosciences, University of Munich, Alemania
74. Dipartimento di Scienze della Terra, UNIFI, Italia
75. Dirección de Estudios Profesionales Médico Biológicas
76. Dirección de Planeación, CICESE
77. Dirección de Sismología, Instituto Geofísico del Perú, Perú
78. Divisão de Geofísica Espacial, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brasil
79. División de Ciencias de la Tierra, CICESE
80. División de Oceanología, CICESE
81. Domaines Océaniques, CNRS, Francia
82. Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre, Francia
83. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador
84. Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Sinaloa
85. Escuela de Ingenierías, Universidad Madero
86. Escuela Regional de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero
87. Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM
88. Facultad de Biología, UMSNH
89. Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
90. Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas, UMSNH
91. Facultad de Ciencias Marinas, UABC
92. Facultad de Ciencias, UNAM
93. Facultad de Ciencias, Universidad de Colima
94. Facultad de Geología, Universidad de Barcelona, España
95. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad de Colima
96. Facultad de Ingeniería, UASLP
97. Facultad de Ingeniería, UNAM
98. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua
99. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro
100. Facultad de Matemática y Computación, Universidad de la Habana, Cuba
101. Facultad de Minas, Metalurgia y Geología, Universidad de Guanajuato
102. Facultad de Telemática, Universidad de Colima
103. Geodinámica i Geofísica, Universitat de Barcelona, España
104. Geomagnetismo y Exploración, Instituto de Geofísica, UNAM
105. Georgia Institute of Technology, USA
106. Géosciences Azur, Université de Nice-Sophia Antipolis, Francia
107. Géosciences Azur, Villefranche sur Mer, Francia
108. Geosciences Department, Williams College, USA
109. Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, CFE
110. Gerencia Regional Noroeste, Comisión Nacional del Agua
111. Grupo de Climatología Aplicada, Lic.en Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana
112. Ingeniería de Costas y Puertos
113. Instituto Nacional de Ecología
114. Institut de Physique du Globe de Paris, CNRS, Francia
115. Institut Français de Recherche pour l'exploitation de la Mer, Francia
116. Institut für Geophysik und Meteorologie, TU Braunschweig, Alemania
117. Institut Universitaire Européen de la Mer, Université de Bretagne Occidentale, Francia
118. Institute for Physical Science and Technology, University of Maryland, USA
119. Institute of Geological and Nuclear Sciences, Nueva Zelanda
120. Institute of Geophysics and Planetary Physics, University of California, USA

121. Instituto Andaluz de Geofísica, Universidad de Granada, España
122. Instituto Colombiano de Geología y Minería, INGEOMINAS, Colombia
123. Instituto de Astronomía, UNAM
124. Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad de Guanajuato
125. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
126. Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas
127. Instituto de Educación Media Superior, Plantel Carmen Serdán
128. Instituto de Geofísica, UNAM
129. Instituto de Geología, UASLP
130. Instituto de Geología, UNAM
131. Instituto de Ingeniería, UABC
132. Instituto de Ingeniería, UNAM
133. Instituto de Innovación y Desarrollo Tecnológico, Universidad de Colima
134. Instituto de Investigación Agroforestal, UMSNH
135. Instituto de Investigación en Ingeniería, Universidad Autónoma de Tamaulipas
136. Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM
137. Instituto de Investigaciones Eléctricas
138. Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM
139. Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH
140. Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
141. Instituto de Metalurgia, UASLP
142. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
143. Instituto Mexicano del Petróleo
144. Instituto Nacional de Antropología e Historia
145. Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica, INAOE
146. Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Ecuador
147. Instituto Oceanográfico, Universidad de Colima
148. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
149. Instituto Tecnológico de Guaymas
150. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
151. Investigaciones Solares y Planetarias, Instituto de Geofísica, UNAM
152. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Milano, Italia
153. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Palermo, Italia
154. Laboratório Associado de Computação e Matemática Aplicada, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brasil
155. Laboratorio de Espectrometría ICPMS, Instituto de Geofísica, UNAM
156. Laboratorio de Limnología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM
157. Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear, Instituto de Geofísica, UNAM
158. Lab. de Sistemas de Información Geográfica, Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
159. Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica, Instituto de Geología, UNAM
160. Licenciatura en Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana
161. Michigan Technical University, USA
162. Minerales Libertad, Sonora, México
163. Monterey Bay Aquarium Research Institute, USA
164. Museo de Chapingo, Universidad de Chapingo
165. Museo Nacional de Historia Natural, Cuba
166. N. N. Andreyev Acoustics Institute, Rusia
167. Natural History Museum, Reino Unido
168. Naval Research Laboratory, Stennis Space Center, USA
169. Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima
170. Osservatorio Vesuviano, INGV, Italia
171. PEMEX, Exploración y Producción
172. PEMEX, Exploración y Producción, Activo de Exploración
173. PEMEX, Exploración y Producción, Activo Regional de Exploración Marina
174. PEMEX, Poza Rica, Veracruz
175. Polar Geophysical Institute, Rusia
176. Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Geociencias, UNAM
177. Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM
178. Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM
179. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
180. Posgrado en Geología Aplicada, Facultad de Ingeniería, UASLP
181. Protección Civil de Chihuahua

182. Protección Civil de Sonora
183. Protección Civil de Sonora
184. Purple Mountain Observatory, Chinese Academy of Sciences, China
185. Pushkov Institute Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radiowave Propagation, IZMIRAN, Rusia
186. Research School of Earth Sciences, Australian National University, Australia
187. Schlumberger
188. School of Earth and Atmospheric Sci., Georgia Institute of Technology, USA
189. School of Earth Sciences and Geography, Kingston University, Reino Unido
190. School of Life Sciences, University of Sussex, Reino Unido
191. School of Physics, Northwest University, Suráfrica
192. Scobeltsyn Institute of Nuclear Physics, Moscow State University, Rusia
193. Scripps Institution of Oceanography, University of California, USA
194. Secretaría de Investigación y Posgrado, Facultad de Ingeniería, UACH
195. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
196. Seismological Laboratory, California Institute of Technology, USA
197. Servicio Geológico Metropolitano, Protección Civil del Distrito Federal
198. Servicio Geológico Mexicano
199. Servicio Sismológico Nacional, Instituto de Geofísica, UNAM
200. Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, Moscow State University, Rusia
201. Solana Scientific Inc., USA
202. Sonoran Institute
203. Texas A&M University, USA
204. Tratamientos Geotécnicos, S. A. de C. V.
205. U.S. Geological Survey, USA
206. Unidad académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero
207. Unidad de Ciencias de la Tierra, UAZ
208. Univeristy of Bremen, Alemania
209. Universidad Autónoma de Aguascalientes
210. Universidad Autónoma de Baja California
211. Universidad Autónoma de Baja California Sur
212. Universidad Autónoma de Chiapas
213. Universidad Autónoma de Chihuahua
214. Universidad Autónoma de Nuevo León
215. Universidad Autónoma de San Luís Potosí
216. Universidad Autónoma de Sinaloa
217. Universidad Autónoma de Zacatecas
218. Universidad Autónoma del Estado de Morelos
219. Universidad Complutense de Madrid, España
220. Universidad Complutense de Madrid, España
221. Universidad Complutense de Madrid, España
222. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
223. Universidad de Colima
224. Universidad de Concepción, Chile
225. Universidad de Florencia, Italia
226. Universidad de Guadalajara
227. Universidad de San Pablo CEU, Madrid, España
228. Universidad de Sonora
229. Universidad de Vigo, España
230. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, UMSNH
231. Universidad Nacional Autónoma de México
232. Universidad Nacional de Colombia, Colombia
233. Universidad Politécnica de Madrid, España
234. Universidad Veracruzana
235. Universidade Federal do Paraná, Brazil
236. University of California Santa Cruz, USA
237. University of McGill, Canada
238. University of New Hampshire, USA
239. University of Puerto Rico, Mayaguez
240. Unversity of California, Los Angeles, USA

Programa General

	Vallarta 1	Vallarta 2	Vallarta 3	Cuale-Ameca	Vallarta 4
Lunes	I n a u g u r a c i ó n				Carteles: Física Espacial Geología Estructural y Tectónica Geología y Geofísica Ambiental
	Geología y Geofísica Ambiental 1	Física Espacial 1	Geología Estructural y Tectónica 1	Oceanología 1	
	Geología y Geofísica Ambiental 2	Curso ICPMS	Geología Estructural y Tectónica 2	Oceanología 2	
Martes	Geología del Petróleo Sedimentología y Estratigrafía	Exploración Geofísica 1	Geología Estructural y Tectónica 3	Oceanología 3	Carteles: Exploración Geofísica Geología del Petróleo Oceanología Paleontología Sedimentología y Estratigrafía Reconstructing Middle America ^(SE)
	Paleontología	Exploración Geofísica 2	Reconstructing Middle America ^(SE) 1	Oceanología 4	
	Avances en los Estudios de Fracturamiento y Subsistencia en México ^(SE)	Exploración Geofísica 3	Reconstructing Middle America ^(SE) 2	Oceanología 5	
Miércoles	Geohidrología 1	Vulcanología 1	Sismología 1	Oceanología 6	Carteles: Climatología, Cambios Climáticos y Atmósfera Geohidrología Geomagnetismo y Paleomagnetismo Sismología La Subducción en México Central: Sismología, Tectónica y Vulcanología ^(SE)
	Geohidrología 2	Vulcanología 2	Sismología 2	La Subducción en México Central: Sismología, Tectónica y Vulcanología ^(SE)	
		Curso ICPMS	Asamblea UGM		
Jueves	Geohidrología 3	Vulcanología 3	Sismología 3	Climatología, Cambios Climáticos y Atmósfera 1	Carteles: Geoquímica y Petrología Vulcanología
	Geomagnetismo y Paleomagnetismo		Sismología 4	Climatología, Cambios Climáticos y Atmósfera 2	
		Curso ICPMS		Climatología, Cambios Climáticos y Atmósfera 3	
Viernes		Geoquímica y Petrología 1	Física Espacial 2	Modelación del Clima en México: Avances ^(SE) 1	
		Geoquímica y Petrología 2	Física Espacial 3	Modelación del Clima en México: Avances ^(SE) 2	
		Curso ICPMS	Física Espacial 4		

405 trabajos distribuidos en 18 temas principales.

Índice General

Editorial	Página i
Instituciones Participantes	iii
Programa General	vii
Índice General	ix

Sesiones Regulares

Climatología, Cambios Climáticos y Atmósfera	1
Exploración Geofísica	13
Física Espacial	27
Geohidrología	37
Geología del Petróleo	51
Geología Estructural y Tectónica	57
Geología y Geofísica Ambiental	73
Geomagnetismo y Paleomagnetismo	87
Geoquímica y Petrología	95
Oceanología	109
Paleontología	129
Sedimentología y Estratigrafía	135
Sismología	141
Vulcanología	157

Sesiones Especiales

La Subducción en México Central: Sismología, Tectónica y Vulcanología	175
Avances en los Estudios de Fracturamiento y Subsistencia en México	181
Reconstructing Middle America	187
Modelación del Clima en México: Avances	197

Índice de Autores	205
-------------------------	-----

Sesión Regular

Climatología, Cambios Climáticos y Atmósfera

CCA-1

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA CLIMATOLOGÍA DE MÉXICO BASADO EN ANÁLISIS ESTADÍSTICO MULTIVARIADO

Pineda Marínez Luis Felipe y Carvajal Pérez Noel
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
lpineda@ipicyt.edu.mx

Se presentan resultados preliminares de un análisis de componentes principales y clusters aplicado a una base de datos climatológicos de México de aproximadamente 5000 estaciones. Una combinación de estas técnicas representa una gran herramienta en estudios de clima y regionalización de zonas climáticas a partir de datos de precipitación y temperatura. El propósito fundamental de esta técnica es obtener información climática global del sistema estudiado en base a análisis regionales de clima. Aunque la variabilidad climática de México es grande, los resultados hasta ahora obtenidos revelan procesos estacionales interesantes de forma global.

CCA-2

EL FENÓMENO “ISLA TÉRMICA URBANA”, UN ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS METODOLOGÍAS DE ESTIMACIÓN EN LA ZMG, JALISCO, MÉXICO

Sánchez Gómez Rubén
Universidad de Guadalajara
rsanchezg@lagos.udg.mx

En este trabajo se presenta un estudio de simulación Montecarlo, en el que se comparan las distintas metodologías propuestas en la literatura científica sobre estimación espacial. Se muestra un análisis de errores y se indica cual de ellas presenta menor inexactitud después de 1000 repeticiones, implementadas en un programa diseñado en fortran. Finalmente, se aplica la mejor metodología a los datos registrados en la Red Automática de Monitoreo Ambiental, instalada en la Zona Metropolitana de Guadalajara, México.

CCA-3

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CONCENTRACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN LA REGIÓN CENTRO DEL ESTADO DE VERACRUZ

Ochoa Martínez Carolina Andrea¹, Juárez Cerrillo Sergio Francisco² y Tejeda Martínez Adalberto¹

¹Grupo de Climatología Aplicada, Licenciatura en Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana

²Universidad Veracruzana

orac8a@gmail.com

En el estado de Veracruz se presenta la mayor cantidad de precipitación acumulada al año (5000 mm en la cuenca del Papaloapan) en el país, sin embargo, en ocasiones fenómenos meteorológicos como ondas tropicales, ciclones tropicales o frentes fríos, propician que tan solo en 48 horas, se acumule hasta el 10 % del total anual, lo que provoca daños como deslaves, inundaciones, entre otros. Existen diversos estudios acerca de la cantidad o intensidad de precipitación, pero no existen

muchos trabajos sobre su concentración a lo largo del año. Por ejemplo, para la Península Ibérica, Martín-Vide (2004) propone un índice de concentración de la precipitación para estudiar la concentración a lo largo del año de la precipitación, para un período acumulado de 30 años de registro diarios, el índice califica la concentración en un intervalo de 0 (uniformemente distribuida en el año) a 1 (precipitación anual acumulada en un solo día), para lo cual se realiza una comparación estadística entre la lluvia acumulada y el total acumulado de días con precipitación. El presente trabajo mostrará los valores del índice calculado para 18 localidades del estado de Veracruz, anualmente en series de 40 años recientes. De este modo se relaciona el valor del índice (y sus diferencias espaciales y temporales) con la presencia e intensidad de medidas de la variabilidad climática como El Niño, La Niña y la Oscilación del Pacífico Norte. Además, el uso de variables climáticas diarias, contribuye a un mejor conocimiento de los patrones de variabilidad.

CCA-4

MODELACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN MENSUAL ACUMULADA ESTUDIO DE CASO: CUENCA DEL PAPALOAPAN

Luna Díaz Peón Antonio y Juárez Cerrillo Sergio Francisco
Universidad Veracruzana
diazpeon@yahoo.com.mx

Veracruz es el estado del país que presenta mayor frecuencia de inundaciones con un promedio de 4 eventos por año. Además, en Veracruz se concentra más del 30% del caudal de los ríos del país, el mayor volumen de agua superficial de México. La cuenca del Papaloapan es donde han ocurrido las inundaciones más devastadoras de las que se tiene registro. Esta problemática nos ha motivado a desarrollar un proyecto de investigación con los siguientes objetivos: (1) caracterizar, de la mejor forma posible, el comportamiento de la precipitación pluvial en la Cuenca del Papaloapan y (2) construir modelos estadísticos espacio-temporales que permitan pronosticarla. En éste trabajo presentamos algunas de las herramientas estadísticas para lograr nuestros objetivos; también planteamos algunos problemas abiertos en estadística que hemos identificado.

CCA-5

MEJORA DE BASES DE DATOS CLIMATOLÓGICOS MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UNA RED PLUVIOMÉTRICA SIMPLE

Lobato Sánchez René¹, Higgins Wayne², Rodríguez López Olivia³, Shi Wei², Sampayo Olivares Artemio¹, Arias López Carlos⁴, Villa Terán Alberto⁴, Echavarría Campos Salvador⁵ y Cifuentes Ibarra Ernesto⁶

¹Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

²Climate Prediction Center, NOAA, USA

³Universidad Nacional Autónoma de México

⁴Protección Civil de Sonora

⁵Protección Civil de Chihuahua

⁶Universidad Autónoma de Sinaloa

rlobato@tlaloc.imta.mx

Como resultado del proyecto del Experimento del Monzón de América del Norte (NAME por sus siglas en inglés) se implementó una red pluviométrica que en su etapa inicial ha mostrado la capacidad de registrar eventos locales de lluvia que con la red climatológica existente no era posible describir. En la actualidad se han instalado un total 745 pluviómetros simples en la región del noroeste de México (Sonora, Chihuahua y Sinaloa). Análisis preliminares por eventos, muestran la alta variabilidad espacial en cuanto a las lluvias de verano se refiere. Con esto se confirma que la correlación existente en datos de lluvia para esta región tiene una correlación muy baja, confirmando con esto que los sistemas convectivos que se desarrollan en esta región son sistemas aislados y que por lo tanto se requiere de una red climatológica suficientemente densa como para capturar este tipo de fenómenos. La mayoría de los pluviómetros instalados se ubican en sitios donde la cobertura de la red climática no alcanza. Se presentarán resultados modelos numéricos donde se evaluará la capacidad de estos modelos a representar adecuadamente los procesos antes mencionados. Como parte de los resultados, se muestra que todavía hay mucho por hacer en la modelación de procesos físicos-atmosféricos como del tipo de los que desarrollan en esta región, sin embargo una de las acciones en las que es necesario poner énfasis, es en la correcta medición de estos procesos mediante redes de observación suficientemente densas y con períodos de registros largos para poder desarrollar análisis objetivos claros y contundentes.

La red pluviométrica del NAME depende en gran medida de la participación de la sociedad en general, es a través de voluntarios quienes registran la lluvia acumulada diaria y reportan a una base de datos que se encuentra en un portal de Internet, permitiendo así que para algunas entidades dicha red funcione en modo operativo, utilizando para ello la red de comunicaciones que tienen disponible. En muchos casos, en sitios donde no se cuenta con Internet, cuentan con comunicación vía radio medio con el cual se reporta la lluvia a una central o cabecera municipal. En fin, las opciones de colaboración son diversas y variadas, cada una de ellas contribuye a que esta red pluviométrica sea una realidad y donde los resultados de estos registros sirven en la parte operativa y de investigación.

CCA-6

EXTRACTOR RÁPIDO DE INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA (ERIC-III V1.0)

Lobato Sánchez René y Sosa Chiñas Marco A.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

rlobato@tlaloc.imta.mx

Se presenta un manejador de la base de datos climática nacional (CLICOM) donde se ha tratado de mantener el concepto de versiones previas y agregando capacidades de estadística básica y despliegue gráfico tanto en series de tiempo (por estación) como despliegue geoespacial de las variables que registra una estación climatológica.

Este programa permite hacer consultas rápidas a la información climatológica contenida en la base de datos (CLICOM) y que se refiere a la red climatológica nacional perteneciente a la CNA, sendo el Servicio Meteorológico Nacional quien se encarga de mantener y actualizar dicha base.

Debido a que la base de datos climatológica nacional de la CNA se actualiza constantemente, se llevarán a cabo actualizaciones periódicas del manejador mismo y de los datos que se contienen, se tomarán en cuenta las recomendaciones y sugerencias de los usuarios principalmente. Se prepone que se realicen estas actividades anualmente.

La consulta agrega resultados de estadística básica de la variable correspondiente, media y desviación estándar, además de que se puede elegir si se desea el valor diario o el valor semanal y mensual. Por otra parte, en la consulta espacial se implementó como algoritmo de interpolación al método de Cressman, que ofrece mejores resultados que los observados cuando se utiliza otra técnica como Kriging simple o el inverso de la distancia, entre otros. El programa es muy eficiente, y por lo tanto rápido, pues la consulta se realiza en el momento y es cuando el programa realiza todas las operaciones para posteriormente realizar el despliegue.

Finalmente, los resultados se pueden escribir en varios formatos: en tipo texto listo para exportarse a una hoja de cálculo y los gráficos se pueden exportar tanto en texto como en formato gráfico (Windows metafile y jpg).

CCA-7

VALIDACIÓN DE ESTIMACIONES DE LA RADIACIÓN SOLAR GLOBAL EN MÉXICO CON DATOS DE LAS ESTACIONES EMA'S

Tejeda Martínez Adalberto¹, Méndez Pérez

Irving Rafael¹ y López Méndez Valentín²

¹Grupo de Climatología Aplicada, Universidad Veracruzana

²Licenciatura en Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana

atejeda@uv.mx

A partir de mayo de 1999, el Servicio Meteorológico Nacional administra la red de Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA's). Estas estaciones transmiten al satélite GOES mediciones de velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar global.

Para once EMA's que coinciden en ubicación con observatorios meteorológicos, se modeló estadísticamente la radiación solar global como función de la latitud, la fecha y las horas de insolación medidos en los observatorios por heliógrafos, o bien las frecuencias mensuales de días nublados, medio nublados y despejados. Se presentan los mapas anuales de radiación solar global obtenidos con ambos modelos.

Estos modelos son ventajosos sobre las interpolaciones visuales en mapas impresos.

CCA-8

PALEOCLIMATOLOGÍA DE LA SIERRA DE LA PRIMAVERA

Maciel Flores Roberto¹, Guzmán Arroyo Manuel²,
Rosas Elguera José³ y Peña García Laura E.²

¹Centro Universitario de Ciencias Biológicas
y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara

²Centro Universitario de Ciencias Biológicas
y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara

³Centro Universitario de Ciencias Exactas
e Ingenierías, Universidad de Guadalajara

romacielf@hotmail.com

La Tierra a partir de su aparición, ha sufrido diferentes cambios, asociados al vulcanismo y tectónica. Se ha establecido que en los últimos 80 000 años, han existido variaciones en las temperaturas con periodos más fríos o más calurosos que en la actualidad, con duración de 1 000 a 2 000 años; en otros casos, las fluctuaciones fueron de 100 a 200 años y se pueden fijar hasta de 5 a 10 años.

La reconstrucción de la historia geológica de esta sierra, es interesante en función de la aportación que se genera para conocer las condiciones paleo ambientales que prevalecieron durante el Cuaternario en esta región de México, inferir como han cambiado y que evolución se puede esperar.

Durante este trabajo se recolectaron y georeferenciaron fósiles y al comparar las especies de los pinos fósiles con las especies presentes ha sido posible determinar que en la SP no existe actualmente la comunidad de pinos fósiles encontrados, esta comunidad se encuentra actualmente distante y la mas cercana ha sido encontrada en la sierra de Bolaños (SB). Los estratos que contienen a los fósiles, según fechamientos realizados revelan una edad de 38,170 años y 39,000 años.

Es probable, que vivamos una breve etapa interglacial y la tendencia es al enfriamiento. Este es un proceso natural que de ser real, se produciría el avance de los hielos sobre las tierras habitadas del norte en decenas de años, cientos o miles.

La clasificación de restos de conos, acículas y ramas que constituyen los fósiles, permitio identificar que las especies que existieron en la SP como comunidad de pinos como tal, fueron: *Pinus durangensis* Martínez; *Pinus leiophylla* Schiede ex Schltdl. & Cham.; *Pinus montezumae* Lamb.; *Pinus luzmariae* Pérez de la Rosa; *Pinus teocote* Schltdl. & Cham y *Pinus douglasiana* Martínez. Esta comunidad ya desapareció quedando en la SP solo dos de ellas, que son la *Pinus luzmariae* Pérez de la Rosa y la *Pinus douglasiana* Martínez. La comunidad de pinos con estas especies, más cercana como tal, esta en la SB, que se ubica a 177 km al noroeste de la SP y 850 m más alto (2500 msnm) de la SP, la información climatológica presentada muestra que la SB es más húmeda y fría que la SP, esto puede asociarse a lo que se ha denominado un movimiento de la frontera de la vegetación, asociado a cambios climáticos globales.

Comparando las características del clima de la comunidad representada por la vegetación fósil que es similar a la presente en la SB, se deduce que la temperatura en la SP, se ha incrementado del orden de 2° a 3° C y la precipitación disminuyo entre 100 y 200 mm. Esto a partir del Pleistoceno superior, es decir después de que los árboles fósiles se encontraban en la SP (38 a 39 mil años). Se han encontrado solo restos de un bosque de pino y pastos, actualmente es de pino - encino.

CCA-9

TENDENCIAS OBSERVADAS DE EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN EN EL NOROESTE DE MÉXICO Y SUROESTE DE ESTADOS UNIDOS Y PROYECCIONES BAJO CONDICIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO

Arriaga Ramírez Sarahí y Cavazos Tereza

División de Oceanología, CICESE

arriaga@cicese.mx

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) documenta que existen evidencias de que un cambio climático afectará la distribución de la mayoría de las regiones climáticas en el mundo. Entre las múltiples y probables consecuencias de esto, se encuentra un incremento en la variabilidad de eventos extremos, lo cual podría tener repercusiones negativas en el medio ambiente y la población en general. La oportuna detección de estos cambios ayudaría a la construcción de políticas públicas para la posible mitigación de los daños ocasionados por los eventos climáticos extremos. Se propone investigar la tendencia observada de los extremos de precipitación en el noroeste de México y suroeste de Estados Unidos, así como proyectar los cambios esperados mediante 3 modelos de circulación global (MCG): el HadCM3, CCSM3 y CNRM. Además se propone: 1) comparar la circulación estacional atmosférica utilizando datos del Reanálisis Regional de Norte América (NARR) con los obtenidos a partir de los MCG, 2) validar los extremos de precipitación observada con los simulados por los MCG y 3) determinar los escenarios de los extremos de precipitación bajo condiciones de cambio climático para el periodo 2000-2060. En esta reunión se presentarán resultados preliminares de la tendencia observada de los eventos extremos de precipitación.

CCA-10

MODELACIÓN DEL AGUA DISPONIBLE EN LA REGIÓN LERMA-SANTIAGO-PACÍFICO PARA LOS PERIODOS 1950-75 Y 76-2000

Garduño López René, Mendoza Castro Víctor M., Villanueva Urrutia Elba E., Oda Noda Berta y Santisteban Martínez Gastón

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

rene@atmosfera.unam.mx

Se presenta el Modelo Térmico-Hidrológico desarrollado en el CCA-UNAM. El Modelo se aplica a la estimación del volumen de agua superficial disponible en la Región Hidrológica Administrativa Lerma-Santiago-Pacífico, para el Clima Pasado (1950-1975) y el Clima Presente (1976-2000). Las salidas del Modelo son mapas de isolíneas de las variables hidrológicas y climáticas, mensuales y anuales. Asimismo, los resultados se presentan como promedios espaciales en cada una de las seis regiones hidrológicas y las 24 cuencas que componen la región hidrológica administrativa. Promediados espacialmente en ésta

y temporalmente en cada periodo estudiado, se tienen (como diferencias entre ambos periodos) los siguientes. Principales datos (de entrada): decrementos en la temperatura superficial de 0.20°C y en la precipitación de 3.4%. Principales resultados (de salida): decrementos en la evaporación real de 2.5% y en la escorrentía (y el volumen de agua disponible) de 6.3%, e incremento del índice de aridez (cociente de evapotranspiración potencial entre precipitación) de 2.9%. Los volúmenes de agua calculados son consistentes con los registros históricos de la CNA.

CCA-11

UNA MODELACIÓN DEL CICLO HIDROLÓGICO EN LA REGIÓN DEL BALSAS ANTE ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Villanueva Urrutia Elba E., Nava Yojana, Mendoza Castro
Víctor M., Garduño López René y Oda Noda Berta

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

eevu@atmosfera.unam.mx

Uno de los efectos más impactantes del cambio climático es la reducción de la disponibilidad de agua para el consumo humano incluyendo en éste las actividades productivas. Se ha observado que algunas cuencas hidrológicas de México, se verán más afectadas en el futuro por el cambio climático en la temperatura del aire y en la precipitación lo cual implica alteraciones severas principalmente en la escorrentía superficial, la humedad del suelo, la evaporación así como la disponibilidad, demanda y calidad del recurso agua.

En este trabajo se realizó una evaluación del ciclo hidrológico y de la disponibilidad de agua en la Región del Balsas para el año 2050, utilizando un modelo de Balance Térmico-Hidrológico considerando el cambio climático inducido por la duplicación de bióxido de carbono, a través de los escenarios de 2 modelos de circulación general, uno de balance de energía y uno de tendencia estadística.

CCA-12

URBANIZACIÓN Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

Jáuregui Ostos Ernesto

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

ejos@atmosfera.unam.mx

La urbanización creciente en México ocurrida en la segunda mitad del siglo XX ha inducido cambios ambientales tales como el aumento de temperatura y el deterioro de la calidad del aire. Dichos cambios de escala local/regional están contribuyendo junto con la deforestación al cambio global del clima. Se estima que las ciudades con solo cubrir el 0.25% de la superficie terrestre contribuyen con el 85% del total de gases de invernadero (Oke, 1993). En esta presentación se ilustran algunos cambios climáticos ocurridos en ciudades grandes de México en el siglo XX. El más claro ejemplo del impacto de la urbanización en el clima local es el llamado efecto de la isla de calor cuya intensidad aumenta a medida que crece la ciudad. Se aplicó un análisis de tendencia a las series de temperatura mínima anual obteniendo el coeficiente de regresión lineal para una docena de ciudades medias y grandes de México. La mayoría de las tendencias fueron positivas y significativas (>90%). Aunque la

variabilidad de las tendencias de temperatura fue grande (de 0.02 °C/década a 0.74 °C/década) el incremento promedio de la temperatura en las ciudades grandes (> 106 habitantes) fue considerablemente mayor (0.57°C/década) que el observado en los centros urbanos de tamaño medio en los que el incremento en la temperatura fue de 0.37°C/década. Estos incrementos de calor observados reflejan no solo el efecto de la urbanización sino que también se deben al cambio climático global atribuido al efecto invernadero. Esta situación está favoreciendo una mayor frecuencia de las ondas de calor en la ciudad de México. Asimismo, el calentamiento del aire parece propiciar una mayor frecuencia de precipitaciones extremas (> de 30 mm/24 hrs.) en la ciudad capital, como se ilustra en la presentación.

CCA-13

VARIABILIDAD INTRAESTACIONAL DE LA CIRCULACIÓN DE NIVELES BAJOS EN EL PACÍFICO TROPICAL NORORIENTAL

Romero Centeno Rosario, Zavala Hidalgo
Jorge y Binimelis de Raga Graciela

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

rosario@atmosfera.unam.mx

Los datos de viento del escaterómetro QuikSCAT muestran que la circulación de niveles bajos en el Pacífico Tropical Nororiental (PTN) está afectada por tres sistemas de viento principales: los alisios del norte, los alisios del sur y los jets de viento que se generan al cruzar a través de los pasos montañosos en Tehuantepec, Papagayo y Panamá. La evolución estacional de estos sistemas de viento determina los patrones de circulación sobre la parte central del PTN, mostrando vientos predominantes del este en invierno y principios de la primavera, y cambios de dirección durante el verano. En esta época se observan vientos débiles hacia el este en Junio, vientos hacia el oeste en Julio y Agosto, y nuevamente vientos hacia el este en Septiembre-Octubre. Este patrón de circulación está relacionado con los jets de Tehuantepec y Papagayo, los cuales se intensifican ligeramente durante el medio verano favorecidos por la intensificación y elongación hacia el oeste del sistema de alta presión del Atlántico (alta de Azores-Bermuda, AAB). Sobrepuestos a las condiciones medias de gran escala temporal se producen eventos de viento de alta frecuencia que, en invierno, son producidos por la intrusión hacia el sur de sistemas de alta presión provenientes de Norte América y, en verano, por una ligera intensificación de la presión a nivel del mar (PNM) en el sureste de los E.U., aunada a la influencia de la AAB.

Existe una alta correlación, en las escalas mensual y submensual, entre la razón de precipitación en la región centro-sur de México y Centroamérica, los vientos zonales y los flujos de humedad en la parte central del PTN, y los jets de Tehuantepec y Papagayo. La circulación de niveles bajos hacia el oeste en la parte central del PTN durante el medio verano, que es inducida por la intensificación de los jets y la alta subtropical del Pacífico, produce flujos de humedad hacia el oeste en las capas bajas de la atmósfera, desplaza áreas de convergencia lejos de las costas e inhibe la penetración hacia el norte de la ITCZ en la región centro-oriental del PTN. Esta circulación determina, en gran medida, la distribución de precipitación en el centro-sur de México y Centroamérica, donde se observa una reducción de la precipitación a la mitad de la estación de lluvias conocida como sequía intraestival o canícula. Los datos muestran, adicionalmente, un tercer máximo relativo pequeño entre los dos picos de precipitación de Junio y Septiembre,

es decir, un incremento de la precipitación dentro del período de la canícula, que está asociado con cambios en los vientos zonales sobre la parte central del PTN. Fluctuaciones similares, aunque menos pronunciadas, se observan también en las series de tiempo de la componente meridional del jet de Tehuantepec y de las diferencias de PNM entre los golfos de México y de Tehuantepec.

CCA-14

EL CALENTAMIENTO GLOBAL Y EL ENFRIAMIENTO DE EUROPA, UNA NUEVA EDAD DE HIELO

Mendoza Castro Víctor M., Garduño López René, Martínez López Benjamín y Adem Julián

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

victor@atmosfera.unam.mx

El trabajo está basado en la siguiente hipótesis: "Una disminución en la salinidad del Atlántico Norte debido al derretimiento del Glacial de Groenlandia por el calentamiento global puede detener parcial o totalmente la circulación termohalina, conocida como "la gran banda transportadora del océano", debilitando o anulando los giros sub-polares al sur y este de Groenlandia y moviendo hacia el sur la Corriente del Golfo". De acuerdo con esta hipótesis el transporte horizontal de calor por la Corriente del Golfo hacia Europa se verá disminuido y por lo tanto puede modificarse el clima de esta región.

En este trabajo usamos un patrón de anomalías de gran escala de la temperatura de la superficie del mar (TSM) muy similar al que se asume estaba presente en la Última Gran Glaciación (22 ka), este patrón de anomalías es consistente con la desaparición de los giros sub-polares y el desplazamiento latitudinal de 10° hacia el sur de la Corriente del Golfo, aproximadamente sobre el meridiano de 20° W. Estas anomalías de la TSM junto con la duplicación del CO₂ atmosférico son usados como forzamiento externo en un modelo de balance de energía llamado modelo termodinámico del clima (MTC), en donde la isoterma de 0 °C está acoplada con la frontera de hielo y nieve.

Como respuesta a estos forzamientos, el MTC genera sobre Europa una disminución en la temperatura del aire cerca de la superficie de 1 a 2 °C en invierno y de 2 a 4 °C en verano. El enfriamiento también tiene lugar en una gran extensión al norte de Asia, en el norte de África y sobre el este de Canadá y de Estados Unidos, el resto del Hemisferio Norte experimenta un calentamiento por el incremento del efecto invernadero generado por la duplicación del CO₂ atmosférico. Estos resultados sugieren que un debilitamiento o desaparición de los giros sub-polares de la Corriente del Golfo por el derretimiento del Glacial de Groenlandia puede generar un importante enfriamiento en Europa después de un calentamiento global.

CCA-15

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE LA MODELACIÓN DE LAS TEMPERATURAS DE LA ATMÓSFERA Y DE LA SUPERFICIE DE MARTE

Mendoza Castro Víctor M., Garduño López René y Adem Julián

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

victor@atmosfera.unam.mx

Marte tiene una atmósfera muy tenue con una presión atmosférica sobre la superficie entre 6 y 9 hPa; su composición es esencialmente de bióxido de carbono (95.3%), nitrógeno molecular (2.7%), argón (1.6%), oxígeno molecular (0.15%), monóxido de carbono (0.07%) y vapor de agua (0.03%). La baja concentración de gases produce un efecto invernadero despreciable.

Debido a la distancia entre el sol y Marte, la constante solar es de 610 W/m², es decir menos de la mitad del valor que para el caso de la Tierra (1372 W/m²). Marte tiene un albedo de 0.150, mientras que el albedo de la Tierra es de 0.367.

La excentricidad de la órbita de Marte es de 0.0934, la cual es 5.59 veces más grande que la de la Tierra (0.0167) y la inclinación de su eje de rotación con respecto al plano de su órbita es de 25°19', mientras que para la Tierra es de 23°27'.

Los parámetros orbitales de Marte así como el tipo de su atmósfera y su albedo son incorporados en un modelo de balance de energía, conocido como modelo termodinámico del clima (MTC) para determinar algunos aspectos de su clima. Los resultados, comparables a las observaciones, muestran que el clima de Marte está influenciado principalmente por sus parámetros orbitales, en particular Marte muestra un contraste térmico entre verano e invierno considerablemente más grande que el encontrado para el caso de la Tierra.

CCA-16

CAMBIO CLIMÁTICO TERRESTRE Y ACTIVIDAD MAGNÉTICA SOLAR

Velasco Herrera Víctor¹ y Sosa Flores Oscar²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM

vmv@geofisica.unam.mx

El sol domina el espacio donde habita el sistema solar creando una cavidad dentro del medio interestelar llamada heliosfera. La mayor parte de la dinámica de la heliosfera es dominada por la actividad solar. Los fenómenos generados e interacciones que se desarrollan por la actividad solar y su propagación en la heliosfera se conocen como clima espacial, e influyen a todos los cuerpos de la heliosfera y esta regulado fundamentalmente por la actividad que se origina en el sol. Algunos de estos fenómenos son por ejemplo las variaciones magnéticas del medio interplanetario debido al ciclo solar magnético y/o a la rotación solar, así como las ráfagas, eyecciones de masa coronal y choques interplanetarios.

La dinámica del campo magnético en el interior solar es el origen del clima espacial y de la mayoría de los fenómenos solares; es fundamental para comprender el comportamiento de gran parte del universo, incluyendo muchos de los fenómenos en la tierra. En especial el período de 120 años en la actividad magnética solar tiene una relación con la variabilidad del clima

global terrestre, como lo muestra el análisis wavelet de la oscilación multidecenal del atlántico, oscilación decenal del pacífico, oscilación del sureste, el fenómeno El Niño, entre otros.

CCA-17

LA IMPORTANCIA DE LOS MÉTODOS NUMÉRICOS EN NUESTRO MUNDO CONTEMPORÁNEO

Skiba Yuri N.

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

skiba@servidor.unam.mx

En las últimas décadas, la aparición y el desarrollo de las computadoras y el uso de la modelación matemática en áreas científicas y técnicas provocó una revolución en los métodos numéricos que ahora se aplican en campos donde antes nadie ni siquiera imaginaba: pronóstico del tiempo y cambios climáticos; diseño aeronáutico, automovilístico y naval; control de la contaminación y cinética química; dinámica de poblaciones y propagación de enfermedades virales; vibraciones mecánicas y eléctricas; etc. A menudo, los cálculos numéricos son la única posibilidad para obtener la solución de un problema complejo (no lineal, con gran número de ecuaciones, o en un dominio de geometría compleja).

Para hallar la solución numérica de un problema continuo, hay que saber escoger un método de discretización del problema y construir un algoritmo estable y computacionalmente económico. En general, la aproximación del problema continuo por un problema discreto y la estabilidad del algoritmo son dos condiciones necesarias para que la solución numérica converja a la solución exacta del problema original continuo. En caso de un problema lineal, dichas condiciones son necesarias y suficientes. El objetivo principal del trabajo es mostrar las ideas y los métodos básicos de modelación numérica y su importancia en nuestro mundo contemporáneo.

CCA-18

ANÁLISIS DE LOS VIENTOS EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC A TRAVÉS DEL MODELO WWATCH III Y SWAN

Rodríguez Balbuena Epigmenio Javier

Universidad Nacional Autónoma de México

balbuena_robe@yahoo.es

El Golfo de Tehuantepec, región con características bien definidas y documentadas en lo que concierne a los vientos. Durante los meses de Septiembre a Marzo se hacen presentes los vientos tehuantepecanos asociados a sistemas frontales en el golfo de México. Estos vientos generan oleaje significativo en citada área; el campo de viento que genera este oleaje actúa sobre una pequeña pista o área de transferencia de energía (fetch) y lapso de tiempo muy corto, sin embargo los modelos reflejan una altura significativa del oleaje de 14 a 40 pies y una disipación de esta energía en muy poco tiempo.

El presente trabajo muestra el comportamiento y comparación del espectro de energía que genera el WW-III y el SWAN, en un área pequeña y con un tiempo de duración tan corto, así como los aspectos físicos que se presentan, correlacionando este comportamiento con eventos de sistemas Frontales del Golfo de México, que presenten características similares de intensidad del

campo de viento y duración, haciendo una diferencia en las áreas total (fetch) donde se aplica el transporte de energía. Cabe citar que este estudio asentará las bases para instrumentar y validar operacionalmente de citados modelos en el Centro de Pronóstico Meteorológico de la Secretaría de Marina, para la Zona Económica Exclusiva, Mar Territorial costas de México, utilizando la información de viento del modelo número MM5. Estos modelos numéricos son del dominio público (MM5, SWAN y WWATCH III) y son adaptables a condiciones computacionales razonables, instrumentándolos operacionalmente.

CCA-19

ESTUDIO PRELIMINAR DEL EFECTO DE UN VÓRTICE CICLÓNICO ASIMÉTRICO EN LA TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE DEL MAR

Villanueva Urrutia Elba E. y Mendoza Castro Víctor M.

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

eevu@atmosfera.unam.mx

Se simula un vórtice ciclónico asimétrico sobre el Golfo de México para generar un forzamiento atmosférico, el cual induce un transporte vertical turbulento a través de la termoclina que enfría significativamente la capa de mezcla.

Utilizando un modelo termodinámico de alta resolución para el Golfo de México se estiman los flujos de calor en superficie y la transferencia vertical turbulenta de calor desde la termoclina a la capa de mezcla.

Los resultados de flujos de calor latente y sensible se comparan con los observados en el caso del Huracán Lili que se ubicó en Golfo de México entre el 30 de Septiembre y el 3 de Octubre de 2002.

CCA-20

THE LINEAR INSTABILITY OF IDEAL FLOWS ON A SPHERE

Skiba Yuri N.

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

skiba@servidor.unam.mx

A unified approach to the normal mode instability study of steady solutions to the vorticity equation governing the motion of an ideal incompressible fluid on a rotating sphere is considered. New multiplicative derivatives and families of Hilbert spaces and spectral numbers of smooth functions on a sphere are introduced. It is shown that the linear instability problem for an ideal flow is generally a more difficult than that for a viscous flow, since the linearized operator may have a non-empty continuous spectrum with bounded accumulation points. The four types of well-known solutions are considered, namely, the Legendre-polynomial (LP) flows, Rossby-Haurwitz (RH) waves, Wu-Verkley (WV) waves and modons. A conservation law for disturbances to each solution is derived and used to obtain a necessary condition for its exponential instability. By these conditions, Fjortoft's average spectral number of the amplitude of an unstable mode must be equal to a special value. In the case of the LP flows or RH waves, this value is related only with the basic flow degree. For the WV waves and modons, it depends both on the basic flow degree and on the spectral distribution of the mode energy in the inner and outer regions of the flow. The new instability conditions specify the spectral structure of growing disturbances

localizing them in the phase space. For the LP flows, the new condition complements the well-known Rayleigh-Kuo condition related to the zonal flow profile. It is proved that any LP flow of degree one or two (regardless of its amplitude) is Liapunov (and hence) exponentially and algebraically stable. It is also shown that each RH wave represents a super-rotation flow perturbed by its neutral modes corresponding to an isolated eigenvalue with finite multiplicity. Peculiarities of the instability conditions for different types of modons are discussed as well. The maximum growth rate of unstable modes is estimated too, and the orthogonality of any unstable, decaying and non-stationary mode to the basic flow is shown in two different inner products. The analytical instability results obtained are especially useful for detecting possible errors in the computational programs and checking the numerical algorithm on accuracy. It should be noted that Fjortoft's spectral number appearing both in the instability conditions and in the maximum growth rate estimates plays a vital part in the linear instability problem.

CCA-21

ON ARBITRARY ORDER SHALLOW-WATER SCHEMES FOR NUMERICAL SIMULATION OF ATMOSPHERIC FLOWS

Skiba Yuri N. y Filatov Denis M.

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

skiba@servidor.unam.mx

A new method for numerical solution to the shallow-water equations is suggested. The method allows constructing an infinite family of different order finite difference schemes that conserve the mass and the total energy of the system. The approach mainly employs splitting of the model equation in time and in space, which eventually leads to fully discrete (both in time and in space) conservative schemes. Moreover, because of a simple structure of the matrices appeared therewith, the method provides essential benefits in the computational cost of solution and is easy-to-implement in the Cartesian and spherical geometries. Numerical results confirm functionality and efficiency of the developed method.

CCA-22

MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL VALLE DE MEXICALI/IMPERIAL

Mendoza Domínguez Alberto¹, Chandru Santosh², Hu Yongtao², Vanoye García Ana Yael¹, Morán Romero Arturo¹ y Russell Armistead²¹Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey²Georgia Institute of Technology, USA

mendoza.alberto@itesm.mx

La contaminación del aire continúa siendo un problema creciente a ambos lados de la frontera entre México y los EE.UU., el cual está relacionado con un importante crecimiento socio-económico e industrial de la región. Estudios anteriores en las zonas fronterizas de Tijuana/San Diego y Mexicali/Calexico-Valle Imperial se han enfocado principalmente en caracterizar los niveles de los principales contaminante criterio (O₃, CO y partículas suspendidas menores a 10 micrómetros). Sin embargo, existe un pobre conocimiento sobre la formación y transporte regional de contaminantes y sus precursores en esta zona geográfica. En el presente estudio, la dinámica del O₃ y

partículas suspendidas finas se estudia empleando el sistema de modelación Models-3/CMAQ. El dominio de modelación se configuró con tres mallas anidadas, la más externa de 36 x 36 km (resolución horizontal) la cual cubre el 100% de los EE.UU. y una fracción considerable de México, el dominio intermedio de 12 x 12 km el cual cubre el suroeste de los EE.UU. y el noroeste de México, y finalmente la malla interna de 4 x 4 km centrada en el Valle de Mexicali e Imperial. El modelo meteorológico de mesoescala MM5 se empleó para simular los campos meteorológicos. El inventario de emisiones fue creado utilizando el sistema SMOKE e información de múltiples bases de datos: el inventario nacional de emisiones (NEI) de los EE.UU., el inventario de emisiones del Programa BRAVO, y el recientemente creado inventario de emisiones para los seis estados mexicanos fronterizos. Se simularon tres episodios previamente seleccionados a través de una técnica de árboles de regresión y clasificación (CART): 20 a 27 de agosto de 2001, 17 a 24 de julio de 2001, y 8 al 15 de enero de 2002. El modelo de calidad del aire empleado fue el Community Multiscale Air Quality (CMAQ v4.4), el cual es capaz de seguir la dinámica de contaminantes en fase gaseosa y aerosol, además de ser capaz de tratar los fenómenos de depositación en seco y húmeda, así como transporte por nubes convectivas. El desempeño que el modelo presentó al describir las concentraciones de O₃ para los episodios simulados fue aceptable (sesgo inferior al 10% y error menor al 25%). Las simulaciones muestran un considerable efecto en la calidad del aire en el Sur de California y Norte de la Baja California por eventos de transporte transfronterizo. La respuesta de los principales contaminantes atmosféricos a cambios en las emisiones también se discuten.

CCA-23

CUANTIFICACIÓN DE PARTÍCULAS ATMOSFÉRICAS SUBMICROMÉTRICAS

González Ávalos Eugenio

Instituto Mexicano del Petróleo

egavalos@imp.mx

El estudio de la contaminación atmosférica por partículas puede implicar, entre otros muchos aspectos, la identificación de los mecanismos que intervienen en el crecimiento de las partículas atmosféricas submicrométricas, su relación con las concentraciones de carbón elemental (CE), la dispersión de luz de determinadas longitudes de onda, los parámetros meteorológicos y los gases contaminantes criterio presentes en la región geográfica seleccionada.

En el sitio denominado "Merced", ubicado en la zona oriente del centro de la Ciudad de México, se efectuaron tres campañas de monitoreo de partículas atmosféricas en el periodo de 11/2003 a 12/2004. Se presentan aquí los resultados en la distribución de masa y número de partículas submicrométricas, como función de su diámetro y del tiempo, estableciéndose además su relación con la dispersión de luz, las concentraciones de bióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), partículas menores o iguales a 10 µm de diámetro (PM₁₀) y CE, así como con la velocidad y dirección del viento.

Se observaron dos modos en la función de distribución de partículas; el primero en el intervalo de diámetros de 40 a 80 nm, para el cual se determinó que no interviene en la dispersión de luz, pero en el que sí ocurre la formación de partículas secundarias a partir, seguramente, de compuestos orgánicos; y el segundo, con diámetros de partícula entre 180 y 400 nm, mismo que presenta un crecimiento en la masa y el número de partículas, debido

muy probablemente a la acumulación de sulfatos y compuestos orgánicos sobre partículas preexistentes.

Se observó además que la masa de carbón elemental atmosférico representa el 4.24% de la masa de partículas submicrométricas en el intervalo de 16 a 791 nm de diámetro.

CCA-24

LA DISTRIBUCIÓN DE CARBÓN ATMOSFÉRICO COMO UN PROCESO FRACTAL ESTOCÁSTICO

Arizabalo Rubén D. y González Ávalos Eugenio

Instituto Mexicano del Petróleo

rarizaba@imp.mx

Las partículas de carbón elemental son el resultado de procesos de combustión, como los que ocurren en los motores a gasolina o diesel. Estas partículas guardan además una estrecha relación con los procesos de absorción de la luz visible, lo cual lleva al deterioro de la visibilidad. Pueden también funcionar como núcleos o semillas, a partir de los cuales se pueden formar partículas secundarias con alta toxicidad, de ahí la importancia de medir su concentración.

En este trabajo mostramos una aplicación de la teoría de los fractales al análisis de la distribución temporal de carbón elemental atmosférico. Los datos consisten de más de 12,000 mediciones efectuadas en el sitio Merced, ubicado cerca del centro de la Ciudad de México, durante el período del 11/03 al 12/04.

La distribución diaria de la concentración muestra rasgos fractales, es decir, los valores de la concentración señalan una distribución hiperbólica, indicando la presencia de una variabilidad alta, así como de fuertes fluctuaciones locales. El estudio también refleja la presencia de estructuras fractales estocásticas y muestra que los fractales representan una herramienta poderosa que coadyuva a la caracterización de la contaminación atmosférica desde pequeñas hasta grandes escalas temporales.

CCA-25

CONDICIONES CLIMÁTICAS EN EL SO DE MÉXICO DURANTE EL HOLOCENO BASADO EN VARIACIONES DE ELEMENTOS TRAZA EN UNA ESTALAGMITA

Bernal Uruchurtu Juan Pablo¹, Lachniet Matthew² y McCulloch Malcolm³

¹Instituto de Geología, UNAM

²Department of Geoscience, University of Nevada, USA

³Research School of Earth Sciences, Australian National University, Australia

jpbernal@geologia.unam.mx

Una estalagmita procedente del estado de Guerrero (Cueva del Diablo, Oxtotitlán, Gro) y con edades U/Th entre 11.1 ± 0.32 y 4.47 ± 0.17 ka ha sido muestreada con una resolución entre 75 y 1 años, (dependiendo de la tasa de crecimiento), y analizada por variaciones en la concentración de elementos traza, Sr/Ca, Mg/Ca, Ba/Ca y U/Ca.

El análisis de las concentraciones de elementos traza en series de tiempo muestra enriquecimientos de éstos coincidentes con las condiciones climáticas globales, siendo más notorio

durante el evento de enfriamiento global alrededor de 8.2 ka. Durante este periodo se observa un incremento significativo en la concentración de elementos traza, que sugiere un cambio significativo en el régimen hidrológico de la zona con aportes de material detrítico, así como aerosoles marinos.

Debido a la disposición y morfología de la oquedad que favorece la ventilación con el exterior y su orientación hacia el noroeste, las variaciones en concentración de elementos traza son interpretadas como resultado en cambios en el aporte de material eólico hacia el interior de la cueva, consecuencia de variaciones en las condiciones de aridez e incremento en la intensidad y/o duración de vientos invernales provenientes del Noroeste.

Las variaciones en elementos traza en CBD-1 presenta evidencia que refuerza los modelos de teleconexión atmosférica entre zonas tropicales y el hemisferio Norte. Asimismo sugiere un escenario en el que la posición promedio de la zona intertropical de convergencia durante el evento frío de 8.2 ka se localizaba más al sur que al inicio del Holoceno, produciendo condiciones de mayor aridez en el suroeste de México.

CCA-26 CARTEL

INDICADORES GEOQUÍMICOS DE CONDICIONES PALEOHIDROLÓGICAS Y PALEOCLIMÁTICAS EN UNA ESTALAGMITA DESARROLLADA DURANTE EL ÚLTIMO MÁXIMO GLACIAL

Hernández Mendiola Ernesto¹, McCulloch Malcolm²,
Bernal Uruchurtu Juan Pablo¹, Cienfuegos Edith¹,
Morales Puente Pedro¹ y Lounejeva Baturina Elena¹

¹Instituto de Geología, UNAM

²Research School of Earth Sciences, Australian National University, Australia

humancuantic@yahoo.com.mx

Actualmente las estalagmitas son consideradas como uno de los archivos paleoclimáticos de mayor confiabilidad. No obstante, hasta el momento gran parte de las contribuciones al entendimiento de diversos indicadores geoquímicos contrastan las variaciones en $\delta^{13}C$ y $\delta^{18}O$ con registros paleoclimáticos globales, tales como GRIP y GISP2. Sin embargo, no existe una investigación tal que confronte análisis de $[234U/238U]$ ó $\delta^{13}C$ y $\delta^{18}O$ con Sr/Ca ó Mg/Ca, entre otros. De tal forma, en el presente trabajo se realiza una intercomparación de diversos indicadores geoquímicos comúnmente utilizados en estalagmitas.

La estalagmita analizada (Coyo 01), proviene de la cueva Coyochochico, en Cuetzalan, Pue, ha sido fechada utilizando el desequilibrio en la serie del decaimiento radioactivo ^{238}U y creció entre 24.2 y 22.3 ka, con una tasa de crecimiento promedio de 0.176 mm/año. Se realizaron mediciones de diferentes indicadores geoquímicos de condiciones paleohidrológicas y paleoclimáticas tales como Sr/Ca, Ba/Ca, Mg/Ca, U/Ca, $\delta^{13}C$, $\delta^{18}O$, $[234U/238U]$, así como variaciones en concentración de elementos traza. Con base en los procesos físicos y químicos que regulan tales variaciones, se discute sobre el desempeño de cada uno de los indicadores.

CCA-27 CARTEL

ESTIMACIÓN DENDROCRONOLÓGICA DE FLUCTUACIONES CLIMÁTICAS EN LA CUENCA DEL RÍO GUANAJUATO

Miranda Avilés Raúl¹, Montesinos Silva Genaro² y Puy Alquiza María Jesús¹

¹Facultad de Minas, Metalurgia y Geología, Universidad de Guanajuato

²Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad de Guanajuato

rmiranda@quijote.ugto.mx

Los anillos de crecimiento de los árboles y otras plantas leñosas constituyen una fuente de información para diversos estudios científicos. La técnica que se ocupa del análisis de los anillos de crecimiento desde una perspectiva temporal se denomina Dendrocronología. El análisis dendrocronológico permite extraer y seleccionar la información de carácter climático contenida en la variabilidad del espesor de los anillos. La reconstrucción de las variaciones climáticas basada en la variación del ancho de los anillos de crecimiento de árboles es conocida como Dendroclimatología, y puede ser desarrollada para una localidad en particular o para toda una región, si se dispone de cronologías de anillos de árboles que cubren un área extensa.

El propósito del presente estudio es definir periodos de sequías y años lluviosos en la cuenca del río Guanajuato usando la Dendrocronología. En esta cuenca hidrológica se están muestreando árboles longevos utilizados en estudios dendrocronológicos en todo el mundo, principalmente encinos de diferentes especies y fresnos distribuidos preferentemente en la parte alta de la cuenca. El muestreo de árboles testigos se realiza con barrenas de tipo Pressler, de longitudes de 30 y 45 cm así como con cortes directos de árboles muertos. El grosor de los anillos de crecimiento es medido digitalmente con auxilio del software CDendro y se compara estadísticamente cruzando muestras con el programa COFECHA, para posteriormente obtener la estandarización de los datos con el software ARSTAN. Una vez concluido el muestreo y el análisis de todas las muestras, se utilizará el registro de precipitación anual del Observatorio Meteorológico de Guanajuato que abarca desde 1864 a la fecha, para correlacionarlo con el índice de espesores de anillos obtenidos.

Los resultados del análisis de la variación del espesor de los anillos de crecimiento anual de los encinos y fresnos, presentarán la correlación con las variaciones anuales de la precipitación, registrada en forma instrumental, en la cuenca del río Guanajuato, demostrando el potencial del método dendrocronológico para la estimación de la fluctuación de la lluvia anual en localidades que no cuentan con registros instrumentales históricos.

CCA-28 CARTEL

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO DEL VIENTO EN LA ZONA COSTERA SUR DEL ESTADO DE QUINTANA ROO

Saldaña Flores Ricardo y Miranda Miranda Ubaldo

Instituto de Investigaciones Eléctricas

rsf@iie.org.mx

En el presente trabajo se describen los resultados de la estimación del potencial eólico para la zona costera sur del

estado de Quintana Roo, empleando información anemométrica recabada a 10 metros de altura.

La información anemométrica utilizada en la estimación del potencial eólico consistió en valores de velocidad promedio y rumbo asociado obtenidos cada 10 minutos durante un año.

Se presentan los mapas de densidad de potencia en W/m² estimados a 10 metros de altura a partir del modelo WAsP.

Para la modelación de la densidad de potencia se hizo uso de los modelos digitales de elevación obtenidos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) correspondientes a las cartas topográficas escala 1:250000.

CCA-29 CARTEL

UTILIZACIÓN DEL ESPECTRO DE REFLECTANCIA COMO PROXY DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIALES BIOGÉNICOS SEDIMENTADOS

Cortina Guerra Aleix y Herguera García Juan Carlos

División de Oceanología, CICESE

acortina@cicese.mx

La interpretación de los registros de materiales biogénicos produce señales para la evaluación espacial y temporal de la química y de la productividad oceánica. Tradicionalmente se ha evaluado la concentración de dichos materiales con técnicas analíticas, que son intrusivas y destructivas. Los métodos físicos, por el contrario son cuasi-continuos, rápidos y no destructivos. Parte del espectro obtenido a partir de un espectroradiómetro de reflexión puede ser utilizado como proxy para la evaluación del comportamiento de los materiales biogénicos que se encuentran en la columna sedimentaria. Las relaciones empíricas encontradas pueden tener aplicación regional en áreas con un régimen de sedimentación similares. Una vez probada que existe una relación entre el espectro de reflectancia obtenido a partir de un espectroradiómetro portátil Minolta CM-2022 y la concentración del material biogénico en un núcleo extraído en Cuenca San Lázaro se evaluaron los ciclos de oscilación de la productividad primaria oceánica con resolución decadal de los últimos 4500 años que son resultado de variaciones en la intensidad de la Corriente de California.

CCA-30 CARTEL

GROUND THERMAL ANOMALIES AROUND THE TIME OF MICHOACAN EARTHQUAKE M8.1 SEPT. 19, 1985 AS POSSIBLE INDICATOR OF INTERACTION BETWEEN THE COCOS AND RIVERA PLATES

Dunajacka Monika

Universidad Nacional Autónoma de México

monicdun@yahoo.com

Tectonics takes into account the different scales of tectonic movement starting from the tectonic plate as a whole, through the tectonic blocks of smaller size, large tectonic faults up to the microstructures in the Earth's crust. But during the seismic events the only area of the seismic source is regarded which is from few up to few hundred kilometers (depending on the earthquake magnitude). In the earthquake event consideration usually two scales are studied: the seismic source, and the earthquake preparation area. For the great Michoacan earthquake

M8.1 of September 19 1985 the seismic source size is estimated as 170 km which affected the area of $185 \times 75 \sim 13,875$ km². But the earthquake preparation area was essentially larger and its radius was at least 3000 km. this is the area where the different types of precursors might be observed. And in the case of Michoacan earthquake it reached the border of the Cocos and Rivera plates to the North from the epicenter. The Rivera plate is the basement of the Baja California region of Mexico, and this region has very complex tectonic structure, namely the 3 plates juncture. As for many other earthquakes in Mexico and all over the world we were able to detect the anomalous variations of the boundary layer parameters (the ground air temperature and relative humidity). Both parameters demonstrated the established precursory pattern: drop of the relative humidity and rise of the air temperature within one week before the seismic shock. But the most striking feature of the observed variation was that the variations amplitude was larger to the North from the epicenter on the stations of Baja California, rather then close to the epicenter. The observed difference demonstrates the possible tectonic movement at the border of Cocos and Rivera plates before the Michoacan earthquake and existence of the stress sufficient to increase the radon yield and produce the observed atmospheric anomalies through the process of air ionization. It may also demonstrate the difference in the different plate borders interaction. The source of the Michoacan earthquake is in the subduction zone of interaction between the Cocos and North American plates, while the border between the Cocos and Rivera plates is in the zone of stretching.

Sesión Regular

Exploración Geofísica

EG-1

SISMOLOGÍA DE REFLEXIÓN EN LA CUENCA DE ALTAR, SONORA, MÉXICO

Pérez Tinajero Carlos Iván, González Escobar Mario, González Fernández Antonio, Martín Arturo y Arregui Ojeda Sergio

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

ciperez@cicese.mx

La región del Golfo de California contiene cuencas marginales que fueron segmentadas y abandonadas durante la evolución del sistema falla San Andrés–Golfo de California en el Plioceno. Un ejemplo de estas cuencas es la de Altar en Sonora, la cual contiene un importante registro sedimentario del delta del Río Colorado. La falla de Altar delimita la cuenca del mismo nombre al Este, mientras que al Oeste está delimitada por la falla Cerro Prieto, al Norte por el río Colorado y al Sur por el Golfo de California. Aparentemente la cuenca es sísmicamente inactiva. La falla de Altar es inferida en toda su extensión ya que no se presenta en superficie. A través de un convenio de cooperación entre PEMEX-CICESE se logró tener acceso a datos de estudios geológicos y geofísicos realizados por la paraestatal en esa región. En este trabajo, se presenta un estudio de procesado e interpretación de líneas sísmicas de reflexión tomadas en la cuenca de Altar, para inferir los rasgos estructurales que controlaron la sedimentación y su evolución geológica.

Se consideran para el proceso e interpretación aproximadamente 250 km de cobertura de líneas sísmicas. La información fue levantada usando arreglos de 48 canales espaciados 50m y para la fuente de energía se utilizó Vibroseis. El tiempo de grabación fue de 5 segundos y el intervalo de muestreo de 4 ms. En una línea sísmica interpretada del prospecto San Felipe – Tiburón, en la vecindad donde Pacheco et al. (2005) proyectan la falla Altar hacia el Golfo en dirección de la Bahía Adair, se observa una estructura que pudiera tener alguna relación con dicha falla. Por lo anterior, resulta de importancia analizar las líneas sísmicas que PEMEX obtuvo en esa región, lo que ayudará a delinear la traza de la zona de falla de Altar y nos auxiliará a localizar otras estructuras que seguramente están sepultadas por el desierto, así como delinear algunas secuencias sedimentarias en la región.

EG-2

VISUALIZACIÓN DE PLAYS SUBSALINOS MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DE GRAVIMETRÍA 3D CON MIGRACIÓN SÍSMICA EN PROFUNDIDAD

Ortiz Alemán Carlos, Muñoz González Sergio y Cerón Fernández Alejandro

Instituto Mexicano del Petróleo

jcortiz@imp.mx

En este trabajo se desarrollaron y aplicaron herramientas computacionales altamente eficientes para la modelación de un tipo de estructuras geológicas que son de muy especial interés en la prospección de recursos petroleros: los domos salinos. En la exploración petrolera se utiliza primordialmente el método sísmico, pues resulta ser el método geofísico más establecido y de mejor resolución para esta aplicación. Sin embargo, se sabe que los métodos sísmicos presentan algunas dificultades relativamente graves cuando se aplican en regiones donde existen estructuras salinas en abundancia. Este tipo de estructuras están compuestas por sales minerales, cuya densidad

es sensiblemente menor a la del medio geológico circundante. Dicho contraste de propiedades da lugar a fenómenos de dispersión y difracción de la energía sísmica, que a su vez produce patrones difusivos que enmascaran la geometría real de estos cuerpos cuando se intenta visualizarlos mediante las técnicas tradicionales de análisis e interpretación con datos sísmicos.

El objetivo de este trabajo es mejorar la definición de la geometría real de los cuerpos salinos y reducir la incertidumbre asociada con la estimación de la profundidad hasta la base de dichos cuerpos, para mejorar el modelo de velocidades que se emplea en la migración sísmica en profundidad.

EG-3

LA APLICACIÓN DE UN MODELO DE ILUMINACIÓN APLICADO A SISMOLOGÍA 3D

Reyes Ramos Fidel¹ y Campos Henríquez Oscar²

¹Instituto Mexicano del Petróleo

²Instituto de Geofísica, UNAM

frramos@imp.mx

En este trabajo se aplica un método utilizado en la creación de gráficas por computadora para simular el sombreado e iluminación de superficies.

Para utilizarlo con datos sísmicos, se aplica este modelo a una rebanada de tiempo, y se simula la luz reflejada de acuerdo a la orientación espacial de la fuente de luz, del observador y del reflector, factores que están determinados por su echado y azimuth.

De esta manera, se resaltan características de una geología aparente que puede indicar otra más real como pueden ser paleocanales, fracturas o lentes de arena, los cuales pueden ser localizados fácilmente, dependiendo del ángulo de azimuth, echado e intensidad de la fuente luminosa, los cuales son parámetros del modelo.

En esta presentación, se van a mostrar ejemplos con datos sísmicos reales y se comparará los resultados de este método con los de coherencia. También se mostrará el resultado al variar los ángulos de azimuth y echado de la fuente de luz.

EG-4

ESTUDIO SÍSMICO EN EL LAGO DE CHAPULTEPEC 2ª SECCIÓN

Salazar Peña Leobardo, Arvizu Gadea Aideé Lorena, Guevara González Gema, Hernández Espejel Roberto, Villa González Uwe, Priego Sobrino Ramiro, Salguero Bañuelos María del Socorro, Ríos Delgado Samantha y Díaz Macías Lourdes

Departamento de Geofísica, Ciencias de la Tierra, ESIA, IPN

lsalazar@ipn.mx

En junio de 2006 el Lago de Chapultepec 2ª Sección presentó una fisura en la parte Oriente lo que ocasionó que se vertiera el agua progresivamente hasta que ocurrió un colapso súbito lo que originó su vaciado en minutos.

Las autoridades del Gobierno del Distrito Federal y de Medio Ambiente solicitaron a la ESIA, Unidad Ticomán del Instituto Politécnico Nacional, la exploración del subsuelo para identificar

alguna zona de debilidad mecánica que pudiera originar un problema similar. El Departamento de Geofísica en coordinación con la Unidad Politécnica de Integración Social, propuso exploración sísmica que consistió en la medida de velocidades de onda P y onda S y la determinación de parámetros elásticos (dinámicos) asociados. Se determinó también la estratificación local mediante la técnica de refracción.

El estudio sísmico se llevó a cabo en dos partes, implicado por la presencia de un dique que divide al Lago. La primera zona que representa aproximadamente la cuarta parte del Lago, se ejecutó con líneas sísmicas orientadas Oeste-Este separadas cada 10 m con intervalo entre geófonos de 5 m. La segunda parte se ejecutó con el mismo diseño pero con líneas separadas a cada 20 m. Las fuentes sísmicas tanto para onda P y onda S se ubicaron preferentemente con un offset de 5 m.

A partir de los registros, se obtuvieron valores de velocidad de onda P que variaron de 550 m/s a 750 m/s en la primera capa cuyo espesor varió de 2 a 6 m y en algunas zonas alcanzó hasta 10 m. La segunda capa presentó valores de velocidad de onda P en el rango de 1000 m/s a 1200 m/s. Los valores de velocidad de onda S oscilaron entre 300 m/s y 350 m/s en la primera capa, que fue la capa de interés geotécnico. A partir de los valores de velocidad se determinaron valores de relación de Poisson que variaron alrededor de 1/3 y se calcularon también el módulo de rigidez y módulo de Young. Adicionalmente en la estructura, se logró identificar sólo la profundidad de una tercera capa representada por inversión de velocidad mediante arribos de reflexión por incidencia normal.

Los valores determinados se configuraron en planos y en el caso de la estratificación se construyeron secciones en profundidad. Sobre la configuración de resultados se logró identificar una zona de debilidad mecánica en el lado Oeste del Lago, que se caracterizó por valores bajos de velocidad y alta atenuación en la señal sísmica. Se concluye a partir de los resultados que el subsuelo del Lago es de calidad semi-intermedia en términos geotécnicos, salvo por la zona de baja velocidad y alta atenuación, y que la presencia de una inversión de velocidad, se debe a la presencia de arena residual de explotaciones antiguas en la zona.

EG-5

RESULTADOS DE PRUEBAS DE ANÁLISIS DE SUBSUELO, UTILIZANDO LA TÉCNICA GEOFÍSICA DE GEORADAR (RAMAC/GPR)

Garrido Díaz Arlen Siu

Comisión Federal de Electricidad

arlen.garrido@cfe.gob.mx

El radar de penetración GPR, es una técnica que ofrece una nueva forma de ver condiciones someras del subsuelo. En el presente trabajo se describen las técnicas GPR utilizadas para la detección de tuberías, el sistema esta basado en la emisión y recepción de ondas electromagnéticas en el suelo, con las cuales se puede producir una imagen de los elementos que se encuentran debajo del mismo, en nuestro caso tuberías metálicas, así como la posibilidad de deducir el tipo de material que tenemos en dicha área de estudio.

También se muestran diferentes recomendaciones para el uso óptimo de los parámetros de adquisición de datos de campo, lo cual nos ayuda a disminuir los problemas en la etapa de procesamiento e interpretación de datos, con imágenes que

pueden presentar señales ruidosas y nos lleven a realizar un interpretación errónea.

EG-6

LA TRANSFORMADA DE WIGNER-VILLE UNA APROXIMACIÓN PARA INTERPRETAR INFORMACIÓN DE GPR

Elizondo Sámano Martha Angélica¹, Chávez Segura René E.¹, Cámara Moral María Encarnación², Tejero Andrade Andrés³, Velasco Herrera Víctor⁴ y Flores Márquez Leticia¹

¹Geomagnetismo y Exploración, Instituto de Geofísica, UNAM

²Universidad Politécnica de Madrid, España

³Facultad de Ingeniería, UNAM

⁴Investigaciones Solares y Planetarias, Instituto de Geofísica, UNAM

maes112@yahoo.com.mx

Hoy en día las técnicas geofísicas son aplicadas intensivamente en el campo poco profundo. El Radar de Penetración Terrestre (GPR) es útil para revelar las características físicas del subsuelo, siendo exitoso en la detección de fracturas, zonas de subsidencia, túneles y cavernas.

En este trabajo, se hace una investigación basada en la descomposición de la señal de GPR en tiempo y frecuencia. Este proceso se combina con una aproximación estadística para detectar cambios en la señal en tiempo y posición simultáneamente. El análisis espectral es realizado a través de la transformación de Wigner-Ville, como un intento para clasificar la información del subsuelo, siendo esto posible gracias a las propiedades no estacionarias de la señal de GPR, lo cual permite representar un plano de tiempo y frecuencia la contribución del subsuelo. Esta metodología fue implementada en una zona de alto riesgo al oriente de la Cd. de México, debido a que en el área se ha registrado un incremento en los casos de colapso por subsidencia.

Se efectuó un análisis espectral detallado en el dominio Wigner-Ville donde se determinó que el intervalo de la señal útil proveniente del subsuelo. Una comparación entre la señal original y la señal filtrada entre los rangos obtenidos en el análisis tiempo-frecuencia permitieron determinar cualitativamente la profundidad donde se hallaban los reflectores. Estos resultados fueron corroborados con la información estratigráfica disponible de la zona.

EG-7

TRANSFORMADA ONDULAR DISCRETA Y ANÁLISIS MULTIFRACTAL APLICADOS A REGISTROS GEOFÍSICOS DE POZOS EN LA ESTIMACIÓN DE FACIES DEPOSICIONALES DE UN YACIMIENTO

Lozada Zumaeta M. Manuel¹, Arizabalo Rubén D.¹, Coconi Morales Enrique¹, Campos Henríquez Oscar² y Ronquillo Jarillo Gerardo¹

¹Instituto Mexicano del Petróleo

²Instituto de Geofísica, UNAM

mlozada@imp.mx

La transformada ondular (análisis de multiresolución) y el análisis multifractal (leyes de multiescalamiento de la estructura

fractal), comparten en teorías formales independientes, el concepto de escala. El concepto de escala es de significativa importancia en la interpretación de datos provenientes con las ciencias de la tierra. La evaluación de los exponentes de escalamiento es de importancia fundamental en el análisis de numerosos sistemas geofísicos complejos, como lo son los registros de datos geofísicos de pozos y sísmicos de reflexión entre muchos otros.

Un concepto de particular significado es el relacionado con la distribución de energía (potencia) o de la varianza de la dimensión fractal a diferentes resoluciones. Las ondículas en términos generales, conforman una herramienta privilegiada en el análisis y caracterización de señales multifractales.

En particular y con relación a la evaluación e interpretación de datos de registros geofísicos de pozos, una aplicación no convencional y promisoría, se relaciona con el análisis de la varianza de un proceso físico a través de escalas diferentes. Aplicación que consiste en el cálculo de la varianza de la dimensión fractal y graficación de la misma en función de la escala. Los sectores de la gráfica en el que se manifiesta linealidad, corresponderán en un rango particular de frecuencias, a un proceso de ley de potencia cuyo exponente estará relacionado con la pendiente. Con este fin, aplicaremos la transformada ondicular discreta (análisis de multiresolución) a la estimación de los exponentes de escalamiento en el análisis y síntesis de señales diversas en diferentes niveles de resolución y por la aplicación del análisis multifractal la distribución de la varianza de la dimensión fractal en función de la escala.

En este trabajo se presentan los resultados de la aplicación de la transformada ondicular y análisis fractal (varianza de la dimensión fractal) en la diferenciación de facies a partir del análisis y evaluación de la dimensión fractal y escala.

Del análisis y evaluación de resultados concluimos que el análisis de varianza de la dimensión fractal en función de las escalas es una herramienta complementaria en la evaluación e interpretación de datos de registros geofísicos de pozos.

EG-8

COMPARACIÓN DE LA ESTRUCTURA CARACTERÍSTICA DE REGISTROS GEOFÍSICOS DE POZO EN EL DOMINIO DE LA TRANSFORMADA ONDULAR DISCRETA UNIDIMENSIONAL

Lozada Zumaeta M. Manuel¹, Coconi Morales Enrique¹, Arizabalo Rubén D.¹, Ronquillo Jarillo Gerardo¹ y Campos Henríquez Oscar²

¹Instituto Mexicano del Petróleo

²Instituto de Geofísica, UNAM

mlozada@imp.mx

Se presenta un procedimiento de comparación de registros geofísicos de pozos, basado en los coeficientes ondulares de la transformada ondicular discreta unidimensional (DWT-1D) y en la aplicación de una prueba estadística de aleatoriedad (randomization tests).

La DWT expresa un registro geofísico de pozo en términos de coeficientes ondulares asociados a un instante y a una escala particular. El análisis ondicular permite utilizar intervalos de tiempo o distancia (escalas elevadas) en donde exista información de baja frecuencia, e intervalos menores (bajas escalas) en donde lo sea de alta frecuencia. Facilita la implantación de un procedimiento de identificación de

similitudes y/o diferencias entre los eventos característicos en un par de registros geofísicos de pozos. Una característica sobresaliente de la DWT se relaciona a que los coeficientes de la representación son incorrelacionados de registros completamente o altamente correlacionados, esto es, los coeficientes ondulares asociados a cada escala son aproximadamente incorrelacionados.

Se considera dos registros geofísicos de pozo de los cuales se desea identificar o establecer sus similitudes y/o diferencias descomponiendo cada una de los mismos en sus coeficientes ondulares de diferentes escalas. La técnica de comparación aplicada a los coeficientes de cada escala en las que se representan los registros, es la de aleatoriedad, la cual es una prueba estadística no paramétrica con la que se puede obtener la probabilidad a la cual la hipótesis nula se satisface independiente de ninguna suposición respecto a la normalidad o homogeneidad de las variancias. La hipótesis nula supone que en cada escala no existe diferencia alguna entre los coeficientes de cada uno de los registros. La prueba estadística de aleatoriedad aplicada a los coeficientes de cada escala considera el cociente entre la suma de los del cuadrado de los coeficientes de cada escala. Desde que los coeficientes ondulares no están correlacionados, la aplicación de la prueba de aleatoriedad la hacen una herramienta de análisis adecuada. Para este fin, de la misma o de diferentes localizaciones se ha considerado los registros geofísicos de pozos en ventanas de profundidad común, de los cuales se ha estimado la probabilidad, con intervalo de confianza, $(1 - \alpha) = 0.95$, de que la hipótesis nula sea satisfecha en cada una de las escalas en las que se representaron.

De la experimentación numérica, aplicación, análisis y correlación de resultados, se puede establecer que la prueba de aleatoriedad se manifiesta adecuada en las escalas que tengan un número relativamente numeroso de coeficientes ondulares, y que los coeficientes ondulares pueden ser útiles en la comparación de los eventos característicos de cualquier par de tipos de registros y puede ser determinante en su clasificación.

EG-9

INVERSIÓN CONJUNTA DE DATOS ELECTROMAGNÉTICOS A BAJO NÚMERO DE INDUCCIÓN Y DE SÍSMICA DE REFRACCIÓN

Saucedo Andrade Tenamaxtle y Gallardo Delgado Luis Alonso

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

saucedo@cicese.mx

Los crecientes requerimientos en el aprovechamiento de los recursos naturales y espacios urbanos, han llevado a la necesidad de mejorar la exactitud y detalle en la determinación de cuerpos geológicos del subsuelo, originado con ello la necesidad de desarrollar teorías y técnicas de prospección geofísica más exactas y eficientes. Dentro de estas técnicas se encuentra la inversión conjunta, que integra información de diferentes métodos geofísicos usando sus similitudes para obtener modelos del subsuelo con una mejor resolución.

Dentro de las técnicas de exploración geofísica que han ganado más auge en estudios someros se encuentran los estudios electromagnéticos y sísmicos. En este trabajo, se presenta un algoritmo de inversión conjunta de datos electromagnéticos a bajo número de inducción (LIN) y de sísmica de refracción basado en el concepto de gradientes-cruzados. Esta técnica de inversión conjunta integra la información de cada una de las metodologías geofísicas usando sus similitudes para

obtener modelos geoméricamente concordantes del subsuelo con una mejor resolución.

El algoritmo desarrollado es probado en dos ejemplos sintéticos, uno con dos prismas y otro al estilo de "tablero de ajedrez", obteniendo resultados exitosos. Para probar la eficacia de la técnica con modelos no controlados, se realizó un experimento con datos electromagnéticos y sísmicos tomados a lo largo de un perfil de 100 m en un sitio de estudio dentro de las instalaciones de la UNAM campus Ensenada. Los modelos obtenidos con el algoritmo desarrollado hacen evidente las grandes ventajas de la técnica de inversión conjunta sobre la inversión separada convencional, lo cual muestra un futuro prometedor para la aplicación de esta filosofía en cualquier tipo de ambientes geológicos someros.

EG-10

INVERSIÓN 3D DE ELECTROMAGNÉTICOS SOMEROS EN FUNCIÓN DE LA DIRECCIONALIDAD DE LOS DATOS, APLICADO A UNA ZONA ARQUEOLÓGICA

Abad Gómez Miriam Esperanza, Pérez Flores
Marco Antonio y Gómez Treviño Enrique

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

mabad@cicese.mx

Al obtener modelos del subsuelo con diferentes métodos geofísicos se pueden apreciar diferencias debido a que cada método responde a una propiedad física diferente. Sin embargo, también pueden existir diferencias entre modelos obtenidos a partir del mismo método. Partiendo de esta idea, y con el propósito de entender como la direccionalidad en la toma de datos puede influir en los modelos obtenidos, se hace un análisis de modelos de resistividad generados con datos tomados en direcciones perpendiculares entre si. Para lo anterior se realizó un levantamiento electromagnético con un equipo Geonics EM34, la adquisición fue realizada en dos direcciones perpendiculares (X y Y), tomando mediciones con dipolos magnéticos horizontales y verticales con tres diferentes separaciones entre fuente y receptor (10, 20 y 40 m).

Para el análisis fueron comparados los datos de campo, los modelos obtenidos en 2D y los modelos en 3D. Lo anterior se hizo para los datos en dirección X, en dirección Y, y con los datos en ambas direcciones. Para la inversión 2D y 3D se usaron programas generados y modificados por nuestro grupo de trabajo, estos programas emplean una aproximación para bajos números de inducción que parte de la ecuación integral.

La zona de estudio son los restos de la Misión de San Miguel Arcángel de la Frontera, ubicada en el poblado que lleva el mismo nombre, "La Misión"; localizado a 35 km al norte de la ciudad de Ensenada, Baja California.

EG-11

MEJORA DEL PROCESO DE DATOS MAGNETOTELÚRICOS PARA PROSPECCIONES SUPERFICIALES

Arango Galván Claudia¹ y Marcuello Pascual Alejandro²

¹Geomagnetismo y Exploración, Instituto de Geofísica, UNAM

²Geodinámica i Geofísica, Universitat de Barcelona, España

claudiar@geofisica.unam.mx

Una problemática inherente al proceso e interpretación de datos magnetotelúricos para prospecciones someras (<1 km) es que, en los rangos de frecuencia adquiridos, se presenta la inclusión de componentes no deseadas que contaminan la señal del subsuelo. Un ejemplo es la atenuación de señal natural durante la adquisición asociada a las fluctuaciones del campo electromagnético utilizado como fuente. Además, existen otros factores que contaminan la adquisición y que son atribuibles a actividades antropogénicas o problemas de carácter instrumental. En conjunto, estas contribuciones producen funciones de transferencia inestables cuyas estimaciones reflejan valores de varianza elevados. La estimación clásica del tensor de impedancias basada en la Transformada de Fourier, no es capaz de discriminar estas componentes por lo que las respuestas obtenidas en estos intervalos de frecuencia, carecen de la calidad deseada. En este trabajo se propone una técnica alternativa de proceso basada en la Transformada Ondicular, la cual realiza una descomposición de la señal en el dominio tiempo-frecuencia. Esta particularidad permite estimar el tensor de impedancias a partir de una selección de segmentos de la señal que cumplan con las características deseadas. Ambas metodologías se aplicaron a datos reales adquiridos en la isla de Mallorca (España) en el rango de frecuencias comprendido entre 1 y 10 kHz. El análisis comparativo muestra que la técnica alternativa basada en la Transformada Ondicular muestra una mejora significativa tanto en los valores de dispersión como en la coherencia de las respuestas magnetotelúricas.

EG-12

ESTRUCTURA DEL ACUÍFERO GUARANÍ EN LAS INMEDIACIONES DEL RÍO URUGUAY A PARTIR DE SONDEOS MAGNETOTELÚRICOS DE ESPECTRO AMPLIO

Corbo Camargo Fernando y Arzate Flores Jorge A.

Centro de Geociencias, UNAM

fcorbo@geociencias.unam.mx

Este trabajo se enfoca a obtener un modelo geológico del Sistema Acuífero Guaraní (SAG) en una de sus zonas de mayor explotación, mediante sondeos magnetotelúricos de espectro amplio, en la región comprendida a ambos flancos del Río Uruguay entre las latitudes 30° 30' y 31° 52' Sur y las longitudes 57° y 58° 22' Oeste. El SAG es uno de los mayores depósitos de agua subterránea dulce del mundo. Tiene una superficie total estimada de 1.2 millones de km², siendo compartido por Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay. Se encuentra en el centro-este de América del Sur, entre los 12° y 35° de latitud Sur y los 47° y 65° de longitud Oeste, y está contenido en el paquete de rocas sedimentarias Eolo-fluvio-lacustres del Triásico-Jurásico. En algunas zonas se ubica en la superficie, en tanto en otras zonas se encuentra hasta más de 1500 m de profundidad bajo potentes derrames basálticos (Formación Arapey o Serra Geral) y se estima un espesor medio de 500 m.

Como parte del presente proyecto se midieron 19 sitios los cuales se combinaron para ser analizados con otros 12 sitios preexistentes (Oleaga, 2002) y calibrados con 14 pozos profundos, que permiten disponer de 45 sitios con información del subsuelo. Previo a la interpretación de los datos se llevó a cabo un análisis de distorsión de los 31 sondeos AMT-MT, el cual indica que a frecuencias menores de 0.5 Hz el medio se comporta como un semi-espacio estratificado (1D) a excepción de algunos sitios en donde la distorsión se asocia a estructuras geológicas locales. A partir de esta frecuencia, el análisis de distorsión arroja una dirección regional de las estructuras principales de cerca de 0°. Con el objeto de incluir todo el espectro de frecuencias se llevó a cabo la inversión 2D de 11 perfiles para el análisis de la cuenca que contiene al SAG. Siete de los sondeos son paramétricos los cuales fueron utilizados para calibrar los modelos obtenidos y asignar rangos de resistividad a las principales unidades litológicas, incluido el SAG.

Los resultados muestran una cuenca que se hace más profunda en dirección Oeste, alcanzando una profundidad mayor a los 4000 m en el lado Argentino del área de estudio. Como parte de los resultados se destaca la presencia de una estructura paralela al Río Uruguay a unos 30 km hacia el Este, la cual probablemente representa un rasgo regional de dimensiones subcontinentales. Debido a que no existe distorsión significativa del tensor de impedancia y a que tanto las elipses de polarización como los vectores de inducción sugieren un medio relativamente homogéneo a profundidades del SAG, se especula que el accidente tectónico responsable del desnivel observado (# 500 m) a través de dicha estructura es de origen pre-Jurásico. Según las secciones interpretadas, las fallas con expresión superficial identificadas al Este del río Uruguay y cuya orientación es aproximadamente perpendicular a la estructura mencionada, se continúan hacia el flanco Oeste del mismo debajo de la cubierta sedimentaria, a profundidades relativamente someras.

EG-13

DETECCIÓN DE LA INVASIÓN DE AGUA MARINA EN UN ACUÍFERO COSTERO MEDIANTE EL MÉTODO AUDIOMAGNETOTELÚRICO

Lujan Flores Violeta y Romo Jones José Manuel

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

vlujan@cicese.mx

Cuatro perfiles con sondeos audiomagnetotelúricos (AMT) fueron realizados para investigar la extensión de la invasión de agua marina en el acuífero costero de Valle de Maneadero. Se usaron los cuatro elementos del tensor de impedancia para calcular las impedancias invariantes serie y paralelo (s-p). Las impedancias s-p se invirtieron utilizando un algoritmo regularizado de Gauss-Newton, para obtener modelos 2D de la distribución de la resistividad eléctrica del subsuelo. La invasión de agua marina se manifiesta como zonas de baja resistividad en los perfiles. Además, los modelos revelan la profundidad del basamento y otras estructuras geológicas, en concordancia con información de otros métodos geofísicos y geológicos. Con la resistividad de los modelos y suponiendo porosidades y coeficientes de cementación y textura constantes en la ley de Archie, inferimos en distintos puntos del perfil la calidad del agua. Como resultado de este análisis se obtiene una alta salinidad del agua en casi todo el acuífero. Los valores más altos de salinidad (30000 ppm) se encontraron en zonas cercanas a la playa, la calidad mejora conforme se avanza hacia el Este del Valle (1000 ppm). La salinidad del agua que inferimos está en acuerdo con

salinidades medidas en diversos pozos del área. La inversión 2D de las impedancias S-P probó ser una herramienta valiosa para investigar las variaciones laterales de la resistividad eléctrica a profundidades someras. El cálculo de las impedancias S-P proveen una mejor alternativa para usar toda la información del tensor en aplicaciones de AMT, mejorando substancialmente las interpretaciones tradicionales, basadas en un solo modo de polarización.

EG-14

CARACTERIZACIÓN GEOELÉCTRICA DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE GUAYMAS CON SONDEOS ELECTROMAGNÉTICOS TRANSITORIOS

Martínez Retama Silvia^{1 y 2} y Flores Luna Carlos Francisco²¹Universidad de Sonora²División de Ciencias de la Tierra, CICESE

smartine@cicese.mx

La sobreexplotación, desde hace 50 años, del acuífero del Valle de Guaymas, Sonora, ha producido un problema severo de intrusión salina. Actualmente existen dos propuestas de modelo geohidrológico de la zona (Macías et al, 1975; Herrera et al, 1984). En este trabajo se aporta nueva información que permite discernir cuál de los dos modelos es el correcto.

Se levantaron 43 sondeos electromagnéticos transitorios (TDEM) distribuidos en tres perfiles perpendiculares a la costa, usando, en su mayoría, espiras transmisoras de 300x300 m. Los voltajes medidos fueron invertidos a modelos de capas, estimando los errores de los parámetros con un proceso tipo Montecarlo. A partir de los modelos se construyeron las tres secciones de resistividad. El rasgo más relevante es un conductor con resistividad lateralmente creciente que claramente se asocia al acuífero superior intrusionado por agua marina. El punto de máximo gradiente horizontal de la resistividad se encuentra a 9.1 km de la costa. La base de este conductor correlaciona razonablemente con una capa gruesa de arcillas marinas denominada Arcilla Azul encontrada en varios pozos. Doce estimaciones de la resistividad del acuífero inferior sugieren que éste no está afectado por la intrusión.

El modelo geoelectrico encontrado con TDEM difiere del propuesto por Herrera et al, (1984). Cuarenta SEVs de Herrera cercanos a nuestras tres líneas se invirtieron constriñendo el espesor del conductor, encontrándose nuevas secciones de resistividad que concuerdan con nuestro modelo geoelectrico. Concluimos que el modelo conceptual correcto es el de Macías et al (1975), constituido por dos acuíferos separados por una capa impermeable (Arcilla Azul).

EG-15

RESULTADOS PRELIMINARES DE UN ESTUDIO GRAVIMÉTRICO EN EL NOROESTE DE SONORA, REGIÓN SONOYTA-TRINCHERAS: SUS IMPLICACIONES CON LA MEGACIZALLA MOJAVE-SONORA

López Pineda Leobardo¹, Rodríguez Castañeda José Luis² y Rodríguez Torres Rafael³

¹Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora

²Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM

³Departamento de Geología, Universidad de Sonora

odraboel@yahoo.com

Con el fin de obtener nuevos datos que impliquen la aprobación o desaprobación de la existencia de la falla de rumbo lateral izquierda llamado Megacizalla Mojave Sonora y que se le asocia con el movimiento del terreno Caborca que en tiempos del Jurásico Medio estuvo unido a la Sierra Nevada. Se analizaron 4 secciones gravimétricas de dirección NE-SW cuyas coordenadas geográficas inicial y final son respectivamente:

A[(31° 29'.24", 112° 55'04");(31° 41'31",112° 50'42")]

B[(31° 16'05",113° 11',34"), (31° 39'54", 112° 28'08")]

C[(30° 56'20", 113° 04'01");(31°43'01", 112° 17' 20")]

D[(30° 11'14", 111° 53'09"), (30° 52'32", 111° 54' 59")]

El levantamiento gravimétrico se realizó con un gravímetro CG5, y los datos obtenidos fueron corregidos por latitud, deriva, topografía, aire libre y Bouguer mediante el software ex profeso del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. La anomalía de Bouguer fue procesada con el software en dos dimensiones Grav2dc. Mediante el proceso de inversión se determinó una zona de baja densidad en la intersección de los transectos con la región donde se infiere la megacizalla Mojave-Sonora. Esta zona de baja densidad se interpreta en forma preliminar como una zona de cizalla, lo que confirmaría la existencia de la falla o bien otra estructura.

EG-16

INFERENCIA PRELIMINAR DE RASGOS ESTRUCTURALES DE LA CORTEZA SUPERIOR MEDIANTE ANOMALÍAS MAGNÉTICAS A LO ANCHO DEL LAGO DE CHAPALA, JALISCO, MÉXICO

Alatorre Zamora Miguel Angel¹, Rosas Elguera José², Maciel Hernández Roberto³ y Guzmán Arroyo Manuel³

¹Universidad de Guadalajara

²Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara

³Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara

alatorre2004@hotmail.com

Entre febrero y marzo del año en curso se llevó a cabo un levantamiento magnético en cinco perfiles orientados norte-sur a lo ancho de igual número de sitios geológicamente estratégicos del Lago de Chapala. Con esto se pretende reconocer el status estructural de la corteza superior que le subyace. El Lago de Chapala ha sido investigado a través de diversos aspectos, entre los que destacan la limnología; sin embargo, poco se sabe sobre

patrones estructurales y tectónicos de la geología de la corteza superior que están cubiertas por los sedimentos. Anteriormente se ha modelado una sección gravimétrica, pero las estaciones de gravedad se hallaban circundando al Lago en su periferia. En este estudio se ha usado un magnetómetro de precesión protónica midiéndose la intensidad de campo total en estaciones con separaciones aproximadas de 200 metros, dentro del Lago y valiéndose de una lancha de fibra de vidrio.

Una revisión preliminar de las anomalías magnéticas en los cinco perfiles muestra una tendencia general de disminución de valores hacia el sur, y arroja la posible presencia de un sistema de fallas delimitando bloques escalonados e inclinados hacia el norte. La existencia de una tendencia negativa hacia el sur puede ser favorecida por una profundización del basamento hacia ese extremo, e incluso, los perfiles observados hacia el oeste, exhiben que el hundimiento se prolonga también hacia ese sentido. Dos perfiles cruzan sobre las islas de los Alacranes y de Mezcala. En el segundo caso, el afloramiento basáltico de la isla Mezcala proporciona una sucesión de fuertes anomalías aparentemente inversas y con los polos negativos demasiado pronunciados. Esta sucesión de anomalías parecen deberse a varias fallas paralelas, orientadas oeste-este, que delimitan bloques y que permitieron la expulsión de derrames basálticos como el que formó a la mencionada isla. La interpretación de estos datos mediante modelado directo, deconvolución de Euler y señal analítica, deberá aportar mayores resultados sobre la polémica presencia de un graben o un semigraben formando al Lago.

EG-17

INVERSIÓN CONJUNTA 3D CON RESTRICCIONES DE GRADIENTES CRUZADOS USANDO DATOS GRAVIMÉTRICOS Y MAGNÉTICOS

Fregoso Becerra Emilia y Gallardo Delgado Luis Alonso

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

fregosob@cicese.mx

En la búsqueda de información cada vez más detallada del interior de la tierra se ha evolucionado en el desarrollo de técnicas que nos permiten inferir y cuantificar propiedades de las rocas. La distribución de dichas propiedades, al ser estudiadas en forma detallada en modelos tridimensionales, proporciona una representación más realista del subsuelo, lo que es vital para caracterizar y monitorear procesos complejos del subsuelo con fines científicos y económicos.

Un problema común en geofísica es que la obtención de un modelo único del subsuelo está limitada por la resolución de los datos geofísicos. Esta dificultad se puede reducir considerablemente incorporando más conjuntos de datos. Una técnica que está ganando popularidad por su eficacia, consiste en combinar información de dos conjuntos de datos geofísicos e invertirlos simultáneamente para producir un modelo común. Recientemente se desarrolló la técnica de gradientes cruzados para el caso bidimensional, la cual liga dos modelos del subsuelo a través de su similitud estructural.

En este trabajo desarrollamos la técnica de inversión conjunta con restricciones de gradientes cruzados para el caso 3D y, analizamos su aplicabilidad y capacidad de resolución en estructuras complejas. Llevamos a cabo pruebas de inversión separada y conjunta usando la técnica de gradientes cruzados con datos gravimétricos y magnéticos invirtiendo para densidad y magnetización, respectivamente, comparando ambos resultados

y mostrando que la técnica de gradientes cruzados puede ser exitosamente adaptada a problemas con heterogeneidades tridimensionales.

Las pruebas comparativas con datos sintéticos muestran que los modelos obtenidos de la inversión conjunta de los datos geofísicos están en mayor concordancia estructural y delimitan mejor las heterogeneidades que aquellos obtenidos con inversión separada. También aplicamos la técnica a datos de campo de la Bahía de Ensenada en la península de Baja California.

La técnica desarrollada es potencialmente aplicable a cualquier conjunto de datos para obtener modelos 3D del subsuelo de diversas propiedades físicas. Estos modelos pueden ser valiosos para cuantificar otras variables de estado tales como presión, temperatura, porosidad, saturación, fracturamiento entre otras, que tendrían vastas aplicaciones que van desde estudios superficiales, hasta estudios profundos de la litósfera terrestre.

EG-18

EVALUACIÓN DEL GEOIDE A PARTIR DE UN MODELO EQUIPOTENCIAL

Molina Saucedo Edgardo¹ y García López Ramón²

¹Centro de Ciencias de Sinaloa

²Universidad Autónoma de Sinaloa

edgardo@correo.ccs.net.mx

El geoide es una superficie relativamente complicada, y suele representarse por medio de coeficientes armónicos, los cuales generalmente se asumen sin información explícita sobre la superficie de nivel para el cálculo de ondulaciones geoidales a través de los llamados modelos geopotenciales.

No existe una definición única para la altura geoidal ya que esta depende del sistema de mareas lunisolar considerado, generando problemas de inconsistencia, de manera que los software para la evaluación de los modelos geopotenciales que se utilizan por las compañías fabricantes de receptores de posicionamiento, no especifican el sistema en el cual están trabajando. Por ello generalmente la evaluación del geoide por modelos geopotenciales es como una caja negra.

El geoide es útil para la investigación de la densidad dentro de la Tierra, así como apoyo al registro de movimientos de las placas tectónicas, detección de cambios en la gravedad provocados por el movimiento de la corteza terrestre y soporte a la prospección de yacimientos minerales. Para su empleo como superficie de frontera se requiere una comprensión más cuidadosa de los efectos producto del movimiento de las masas continentales y oceánicas.

El problema de precisión, se resuelve por medio de geoides locales considerando datos combinados de gravimetría, nivelación geométrica y observaciones GPS.

La evolución en cuanto a la precisión de los coeficientes y grado de desarrollo de los modelos geopotenciales, ha aumentado vertiginosamente en los últimos años, sin embargo poco se ha dicho sobre consideraciones adicionales en el desarrollo y forma de aplicación de dichos modelos geoidales. Se propone una metodología eficiente para la evaluación de los modelos geopotenciales tomando en cuenta los diferentes sistemas de mareas.

EG-19

SOLUCIÓN DEL CAMPO DE GRAVEDAD EMPLEANDO DATOS COMBINADOS DE LAS MISIONES GRACE Y CHAMP USANDO EL PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

García López Ramón, Moraila Valenzuela Carlos, López Moreno Manuel, Vázquez Becerra Esteban, Balderrama Corral Rigoberto, Plata Rocha Wenseslao y Trejo Soto Manuel

Universidad Autónoma de Sinaloa

rgarcia@uas.uasnet.mx

El estudio hecho se concentra en la solución del campo de gravedad terrestre empleando datos combinados de las misiones CHAMP y GRACE. Los observables son los valores del potencial producidos por las misiones mediante el principio de conservación de energía. El método utilizado se basa en la inversión de la Integral de Poisson por técnicas de Fourier y la regularización se basa en el método de Tikhonov. La interpolación a una malla regular se realiza con la triangulación de Delaunay. Los parámetros de regularización son modelados con aproximación lineal y de segundo orden a fin de tomar en cuenta las variaciones de los subsistemas asociados con el cambio de latitud. Los datos de CHAMP produjeron un geoide con precisión sub decimétrica para una resolución de 3 grados. Por su parte GRACE produjo soluciones con errores estándar de 5 cm menos. Sin embargo la solución combinada mejoro aun 3 cm para la resolución dada. Las soluciones obtenidas emplearon datos de 30 días.

EG-20

OBTENCIÓN DEL MODELO DE GEOIDE PARA LA REGIÓN GEOTÉRMICA DE CERRO PRIETO, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Camacho Ibarra Edgar¹, Espinosa Cardeña Juan Manuel¹ y Valles Pérez Héctor Daniel²

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Sinaloa

jespinos@cicese.mx

Con el propósito de continuar con los estudios de la distribución espacio-temporal de la deformación vertical del terreno en la Región Geotérmica de Cerro Prieto (RGCP) debido a procesos tectónicos y antropogénicos, a partir de 1998 la Comisión Federal de Electricidad (CFE) ha reiniciado nivelaciones geodésicas utilizando observaciones GPS. Por lo tanto, para vincular alturas ortométricas, de nivelaciones geodésicas anteriores a 1998, con alturas elipsoidales derivadas de observaciones GPS, fue necesario obtener un modelo de geoide local de alta precisión para la RGCP combinando un modelo geoidal gravimétrico con mediciones directas del geoide en la región. El geoide gravimétrico fue calculado utilizando el método de Stokes y el procedimiento remove-restore, a partir de un conjunto de datos gravimétricos de buen calidad (~ 9000) y distribución espacial (~ cada 500 m) que cubren la región, el conjunto de coeficientes (grado y orden hasta 360) de los armónicos esféricos del modelo geoidal gravimétrico global EGM96, un modelo digital de elevación del terreno con una retícula de 1x1 km derivado del modelo digital de elevación del terreno mundial GEOTOPO30. Para la resolución numérica de la integral de Stokes empleamos técnicas de integración numérica y la transformada rápida de Fourier, para el caso de Tierra plana y esférica, respectivamente.

Después de ajustar el modelo geoidal a un plano, el análisis estadístico de las diferencias entre alturas geoidales calculadas y medidas indica un error medio cuadrático de ± 3 cm, lo cual resulta en un mejoramiento del 60 % con respecto al modelo geoidal GEOMEX97 para el área mexicana. Finalmente, la transformación de las alturas elipsoidales al marco de referencia de las alturas ortométricas nos permite ampliar hasta 39 años (1977-2001) el periodo de observación de los cambios temporales de elevación del terreno ocurridos dentro y fuera de la zona de explotación del campo geotérmico de Cerro Prieto.

EG-21

MAPA DEL FLUJO DE CALOR EN LA PENÍNSULA Y GOLFO DE CALIFORNIA

Báncora Alsina Cristina¹ y Prol Ledesma Rosa María²

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

crisbancora@gmail.com

El objetivo principal de este trabajo se ha centrado en realizar un mapa que abarque toda la Península de Baja California así como el Golfo de California mostrando las anomalías del flujo de calor en esta región.

El interés en conocer el potencial geotérmico de esta zona viene dado por dos motivos principales: (1) la abundancia de indicios y evidencias de que se trata de un recurso energético abundante en el área, pues son numerosos los trabajos que señalan la existencia de manantiales termales, además del hecho de que actualmente son dos las plantas geotermoeléctricas que están funcionando en la Península, Cerro Prieto la de mayor capacidad en México y Tres Vírgenes. (2) La Península de California representa un destino turístico con gran auge en los últimos años lo que implica una mayor demanda energética en la zona, sin embargo por sus características geográficas, presenta un cierto aislamiento con respecto al resto del país y esto conlleva que el abastecimiento de combustibles fósiles en la región se encarezca. De ahí el interés de buscar fuentes alternativas de energía que sean propias de la zona. Así mismo, este recurso se podría usar de modo directo en Spa's o baños termales ampliando la oferta turística de la región.

Tanto de la presencia de manantiales termales como de las plantas geotérmicas en funcionamiento resulta obvio que la Península presenta un alto flujo de calor que está claramente relacionado con su contexto tectónico. Con la apertura del golfo, los centros de dispersión dan lugar a cuencas oceánicas en expansión y a fuertes anomalías térmicas.

Para poder realizar este mapa se recopilaron datos de flujo de calor tomados en algunas de las cuencas oceánicas del golfo en diversas campañas oceanográficas, pero dada la escasez y dificultad de obtener datos de mediciones directas de flujo de calor en la península se decidió utilizar datos de concentración de sílice en manantiales termales y pozos artesianos, razonablemente abundantes en la región sobre todo los primeros, para estimar el flujo de calor a partir del geotermómetro de sílice. Este método está basado en la dependencia de la concentración de sílice con la temperatura de equilibrio a profundidad y que la temperatura a su vez depende del flujo de calor.

De las mediciones directas y los valores estimados mediante relaciones empíricas se obtuvo una red dispersa e irregular que se utilizó para crear un mapa de isóneas mediante kriging como método geoestadístico de interpolación.

El resultado es un mapa en el que se aprecian y destacan las fuertes anomalías de flujo de calor en los centros de dispersión del golfo así como las anomalías en la península asociadas a los sistemas hidrotermales continentales y costeros. El mapa nos permite ver las tendencias en la distribución del flujo de calor, que en general presenta valores por encima del valor medio y llegan a alcanzar valores hasta de 360 mW/m² en Bahía Concepción.

EG-22

PROPIEDADES TÉRMICAS DEL SUBSUELO: TEST DE RESPUESTA TÉRMICA

Cid Fernández José Ángel¹, Araujo Nespereira Pedro¹,
Reyes López Jaime Alonso² y Ramírez Hernández Jorge²

¹Universidad de Vigo, España

²Instituto de Ingeniería, UABC

jcicid@uvigo.es

La aplicación de sistemas de calefacción y refrigeración basados en fuentes de calor de baja temperatura se muestra como una de las tecnologías con mayor crecimiento (20-30% anual) de los últimos 10 años.

El almacenamiento en la corteza terrestre de la energía solar incidente (46%) provoca que ha medida que profundizamos en el subsuelo, las oscilaciones térmicas entre el día y la noche se atenúen. Estas temperaturas pueden variar en superficie en un rango de $\pm 10^{\circ}\text{C}$. A profundidades de 1-1.5 metros, la variación se reduce a la mitad. Con el empleo de una bomba de calor agua-aire o agua-agua, es posible utilizar un pozo de intercambio geotérmico como foco de calor en invierno y como sumidero en verano.

Las propiedades térmicas del subsuelo (conductividad, Resistividad y difusividad) se muestran como el parámetro fundamental para el diseño de sistemas de intercambio geotérmico, y su estudio permite reducir el coste inicial en la implantación de este tipo de equipos. Basada en las investigaciones de Mogensen (1983) y Kavanaugh (1991) sobre conducción de calor en el subsuelo, la evaluación in-situ de las propiedades térmicas del subsuelo consiste en la inyección constante de un flujo de calor en un sistema de intercambio geotérmico y el monitoreo continuo (50 horas) de las temperaturas de entrada, salida y ambiente.

Los primeros equipos de medición in situ de propiedades térmicas se desarrollaron en Suecia (Gehlin, 1996) y en Oklahoma (Austin 1998). Desde entonces, más de 10 países han importado este sistema para realizar evaluaciones en sus territorios.

Se ha realizado el análisis de prefactibilidad de un sistema de pozo geotérmico con bomba de calor mediante el software Retscreen Internacional 3.1 del Ministerio de Recursos Naturales de Canadá para una vivienda tipo de 90 m² situada en la localidad de Mexicali (Baja California-México). Las cargas de diseño se han calculado en 2 KW (0.007 millones Btu/h) para el modo calefacción y 8.9 KW (2.5 toneladas) para modo refrigeración. Se ha considerado como temperatura constante del subsuelo 24°C y una amplitud anual de temperatura de 5.6 °C (NASA data site). El sistema de intercambio geotérmico consistirá en 233 metros de tubería en pozos verticales (ejemplo 4 pozos de 60 m.) con una configuración de U-loop. Considerando una eficiencia media de la bomba de calor (COP calentamiento 3.2, COP enfriamiento 4.5), se ha estimado que el consumo eléctrico anual se reduciría en un 34% respecto a un sistema de climatización convencional

mediante bombas de calor aire-aire, con un plazo de recuperación de la inversión de 6 años. Asimismo, se evitaría la emisión de 0.42 toneladas de CO₂ cada año tomando como energía primaria gas natural.

EG-23 CARTEL

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE LA FALLA OBRAJUELO-SAN BARTOLOMÉ, GTO., DATOS GRAVIMÉTRICOS

Peña Díaz Ienisei, Arzate Flores Jorge A. y Pacheco Martínez Jesús

Centro de Geociencias, UNAM

ieniseipd@hotmail.com

El sistema de fallas que forman el graben de Querétaro condiciona el comportamiento de el flujo de agua subterránea, y controlan la generación y forma de los agrietamientos que se forman por efecto de la subsidencia del valle.

La falla Obrajuelo-San Bartolomé es parte del sistema de falla Taxco-San Miguel de Allende y es considerada el límite estructural del graben de Querétaro. Tradicionalmente, esta falla se ha considerado también como el límite de acuífero del valle de Obrajuelo.

Existen manifestaciones termales en la parte sur de la falla, lo que sugiere que la falla es lo suficientemente profunda como para cortar el piso rocoso del valle.

En este trabajo se presentan los datos de gravimetría por medio de los cuales se ha definido con mayor precisión los límites de la falla. Se presenta un modelo geológico de la falla inferido a partir de los datos gravimétricos e información litológica de pozos que será usado para definir con mayor precisión y con elementos geológico-geofísicos el papel que juega esta falla en la interacción entre los acuíferos del valle de Querétaro y Obrajuelo con los del valle de los Apaseos.

EG-24 CARTEL

UN ESTUDIO GEOFÍSICO DE LA CUENCA SEDIMENTARIA EL PORVENIR, ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Najera Navarrete Leopoldo y García Abdeslem Juan

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

jgarcia@cicese.mx

Se presentan resultados de la inversión de datos gravimétricos, aeromagnéticos y del análisis de un perfil de refracción sísmica, de la cuenca sedimentaria El Porvenir. La interpretación del perfil sísmico sugiere que un estrato de sedimentos no consolidados, de ~25 m de espesor, sobreyace a un basamento granítico alterado, lo cual coincide con el registro litológico del pozo El Porvenir 1. El resultado de la inversión de los datos aeromagnéticos sugiere que la profundidad a la cima del estrato magnetizado varía entre 100 y 1200 m, y que la profundidad a su base varía entre 1300 y 3600 m. Se interpreta que la anomalía magnética es producida por un cuerpo intrusivo, con una concentración en magnetita equivalente al ~2 % en volumen. A partir de la inversión de la anomalía de gravedad, se infiere que el basamento cristalino yace a una profundidad máxima de 70 m. La profundidad al basamento, derivada de la inversión de los datos gravimétricos, es razonablemente consistente con la profundidad entre los sedimentos no consolidados y el granito

alterado, reportada en los pozos El Porvenir 1 y El Porvenir 2, y con la profundidad inferida en el perfil sísmico.

EG-25 CARTEL

ESTUDIOS GEOFÍSICOS EN ZONAS CULTURALES PREHISPÁNICAS, TEXCOCO ESTADO DE MÉXICO: RESULTADOS PRELIMINARES DE LA EXPLORACIÓN DE ESTRUCTURAS SOMERAS

Ayala González Gabriel¹, Arciniega Ceballos Alejandra¹, Hernández Quintero Esteban¹, Morett Alatorre Luis G.² y García Serrano Alejandro¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Museo de Chapingo, Universidad de Chapingo

maac@geofisica.unam.mx

Se presentan resultados preliminares de la aplicación de métodos geofísicos en la exploración arqueológica en el área de Texcoco (Estado de México). Se realizaron estudios de sísmica de refracción y magnetometría. Estos métodos se encargan de describir el comportamiento de las propiedades elásticas y magnéticas de las rocas, y dan información superficial y profunda de la geometría y disposición de las estructuras, se usan en estudios de prospección en varias disciplinas como en arqueología y geología entre otras. En este trabajo se exponen las campañas de trabajo de campo para valorar la forma y la distribución subterránea somera de las estructuras culturales prehispánicas y reconstruir la paleotopografía. La selección de las áreas específicas exploradas se basó en resultados de estudios arqueológicos anteriores y en los hallazgos de megafauna y antropológicos en la zonas donde se ha observado un alto grado de incidencia de asentamientos culturales. En las zonas elegidas se realizaron varios perfiles con sísmica de refracción y magnetometría siguiendo la geometría que las condiciones y accesibilidad que cada sitio permitió. Los tendidos sísmicos consistieron de 12 geófonos con una apertura de 2 m utilizando una fuente de impacto. La profundidad objetivo está aproximadamente a los 8 m. La exploración con el método magnético consistió en la recopilación de datos magnetométricos referenciados geográficamente por medio de levantamientos siguiendo una malla de estaciones con una separación de 5 m. El equipo geofísico consistió de dos magnetómetros de precisión protónica, un GPS portátil, un sismógrafo Geometrics de 24 canales y aditamentos de apoyo. Se preprocesaron los datos y se aplicaron los métodos tradicionales de análisis y se obtuvo un modelo preliminar y consistente que responde a la hipótesis inferida de la recopilación de información de estudios previos. Se reportan los resultados preliminares del procesado y la interpretación inicial.

EG-26 CARTEL

MAPAS DE PREDICCIÓN DE POROSIDAD EN EL CAMPO EBANO-PANUCO MÉXICO, POR MEDIO DE MULTIATRIBUTOS SÍSMICOS Y REDES NEURONALES

Rodríguez Sandoval Roberto¹, Ramírez Cruz Luis C.² y Urrutia Fucugauchi Jaime³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto Mexicano del Petróleo

³Instituto de Geofísica, UNAM

roberto@geofisica.unam.mx

En este trabajo se presenta un estudio del método de transformadas multiatributo para estimar mapas de propiedades petrofísicas tales como la porosidad, usando datos reales.

El análisis se realizó con datos sísmicos y de pozos proporcionados por PEMEX. Se utilizaron transformadas lineales y no lineales entre un grupo de valores de atributos sísmicos (envolvente de amplitud, frecuencia instantánea, tiempo, rango de frecuencia, polaridad aparente) y de registros de pozos (porosidad neutrón, sónico y densidad).

El grupo de atributos se determinó por un proceso de regresión lineal multivariada. La transformada multi-atributo lineal, se obtuvo de derivar por mínimos cuadrados los pesos que mejor ajustaron con la propiedad objetivo y los atributos sísmicos. En el modo no-lineal, se entrenó una Red Neuronal, considerando como los pesos de entrada a los atributos sísmicos seleccionados en la etapa de regresión multivariada. Se utilizó para esta evaluación una red Probabilística (PNN), de una capa y como función de excitación una función logística. La confiabilidad de la transformada se evaluó a través de un proceso de crossvalidación.

En ambos casos los métodos de transformadas multiatributos y redes neuronales se hicieron varias iteraciones, hasta encontrar los resultados más óptimos. En el caso de Redes Neuronales, se trabajó también con redes Multi-Capas de retro-propagación (MLFN) con las cuales encontramos buenos resultados de acuerdo al análisis de crosscorrelación, pero en esta ocasión la Red Probabilística superó la calidad de los resultados calculados por la anterior debido a que se obtuvo una predicción del 98.35%.

Los resultados obtenidos indican que el poder de predicción aumentó desde la regresión simple de un solo atributo, hasta la predicción no-lineal de la red neuronal, siendo esta última la técnica que mejor estimó las propiedades requeridas, basándonos en la correlación de 0.983 generada en los registros de porosidad.

La transformada obtenida se aplicó al volumen sísmico 3D del área, se generaron pseudovolúmenes de porosidad neutrón con los cuales se calcularon mapas en un horizonte predeterminado por el análisis de interpretación.

Estos mapas muestran tendencias de altas porosidades (30%) asociadas con posibles inflexiones geológicas reportadas en estudios geológicos realizados en la zona, en donde por ende se generó porosidad secundaria, características de la zona.

EG-27 CARTEL

SÍSMICA DE REFLEXIÓN EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C., MÉXICO

Aguilar Campos César, González Escobar Mario, Martín Arturo y Arregui Ojeda Sergio

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

aguilar@cicese.mx

El Valle de Mexicali, localizado en Baja California, México, es una región de alto riesgo sísmico ya que se localiza en la frontera entre dos placas tectónicas. Las principales fallas que se tienen son: falla Cerro Prieto que corre desde la cabeza del Golfo de California al Volcán Cerro Prieto y se considera que se extiende al norte aproximadamente 20 km, al sur de la línea internacional y, la falla Imperial con una longitud de 30 km dentro del territorio nacional continuando al norte de la frontera internacional. Ambas fallas son estructuras sísmicamente activas, sin embargo, sus geometrías a profundidad no están muy bien definidas y se desconoce la existencia de mas estructuras en la región debido a la gruesa capa de sedimentos (~ 4 km). Estas fallas, junto con algunas estructuras de menor dimensión aunque no de menor importancia, representan un gran peligro sísmico en los centros urbanos y zonas agrícolas, de los cuales existen muchos a lo largo del Valle incluyendo la ciudad de Mexicali.

Entre 1978 y 1981, PEMEX desarrollo un proyecto de exploración para coleccionar datos de sísmica de reflexión en el Valle Mexicali – Altar, en el noroeste de México. La información fue coleccionada usando arreglos de 48 canales espaciados 50 m y 70 m y como fuente de energía se utilizó Vibroseis. El tiempo de grabación fue de 5 segundos con un intervalo de muestreo de 4 ms. A través de un convenio de cooperación entre PEMEX-CICESE, se logró tener acceso a los datos en el año de 2006. En este trabajo, se presenta un estudio de proceso e interpretación de aproximadamente 250 km de cobertura de líneas sísmicas, para esto se hace uso de software del Gran Universitario que se tiene con Landmark Graphics Corporation. La geometría de las fallas, así como la ubicación de estructuras, espesores de horizontes sedimentarios son analizadas a partir de los reflectores sísmicos. El objetivo es obtener la imagen de la corteza en esta región para determinar el ángulo de las fallas, observar si hay presencia de basamento y de fallas de bajo ángulo a profundidades someras y construir un mapa tectónico de la región.

EG-28 CARTEL

CAMPO DE PRUEBAS GEOFÍSICAS EN LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA DE LA UANL

Constante Galván Humberto, Sánchez Pérez Luis Alberto, Méndez Delgado Sôstenes y Garza Rocha Daniel

Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

sostenes5@yahoo.com.mx

En la búsqueda de metodologías de interpretación de datos para diversas técnicas geofísicas, los especialistas han optado por encontrar soluciones que les permitan realizar lo que se conoce como modelado e inversión de datos. En el modelado de datos se dan por conocidos los parámetros del modelo y se calcula la respuesta que se produciría ante un fenómeno físico (electromagnético, por ejemplo). Generalmente dichos datos (sintéticos) son utilizados como información para probar algoritmos numéricos de inversión de datos, donde a través de

ellos se busca un modelo que ajuste a dichos datos. Otra manera de probar tanto algoritmos de modelado como de inversión de datos es recurrir al modelado físico por medio de campos de pruebas donde se tengan cuerpos (de diversas geometrías) bajo la superficie terrestre en condiciones controladas.

En el transcurso de este año se realizó la construcción de un campo de pruebas geofísicas en la Facultad de Ciencias de la Tierra de la UANL, campus Linares, con dos finalidades: la primera, académica; y la segunda, de investigación. El campo de pruebas geofísicas consiste de una superficie de 400 metros cuadrados, bajo la cual fueron enterrados objetos diversos a varias profundidades. Entre los cuerpos enterrados se tienen dos tanques de 200 litros uno de ellos con aceite y otro vacío, un tanque metálico lleno de objetos de metal y dos láminas metálicas; también se enterraron tubos de PVC por donde se pretende hacer circular o almacenar diversos líquidos.

Previo a la construcción del campo de pruebas se realizaron mediciones geofísicas de sismología de refracción y electromagnéticas. El campo de pruebas fue diseñado para realizar prácticas e investigación con las metodologías geofísicas de gravimetría, magnetometría, eléctricas, electromagnéticas y sismología. En este trabajo se muestran el diseño del campo de pruebas, así como algunas mediciones geofísicas previas y posteriores a su construcción.

EG-29 CARTEL

SISTEMA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA DE LAS BOBINAS BF4 Y BF7 DEL EQUIPO MAGNETOTELÚRICO MT-1 DE EMI

Brassea Ochoa Jesús María y Romo Jones José Manuel

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

jbrassea@cicese.mx

Una buena calidad en los datos requiere entre otras cosas la calibración de los equipos antes de realizar mediciones, en algunos casos la calibración es sencilla y/o automática, en otros es mas compleja requiriéndose la función de transferencia del sensor para la corrección por efecto del sensor.

El equipo magnetotelúrico MT-1 de EMI del departamento de Geofísica Aplicada del CICESE además de la calibración de la consola del equipo, necesita información de la respuesta en frecuencia de las bobinas para su completa calibración.

En este trabajo, presento la implementación de un sistema formado por un generador de ruido aleatorio, filtros, una tarjeta de conversión analógico/digital, una computadora PC compatible y programas desarrollados, con el que determinamos las respuestas en frecuencia de la amplitud y la fase de las bobinas BF4 y BF7 que son parte del equipo MT-1 con el que se registran las señales de campos eléctricos y magnéticos del subsuelo.

El fabricante de las bobinas especifica una respuesta en frecuencia de .0001 Hz a 1000 Hz con comportamiento pasa-banda (-3dB) con frecuencias de corte inferior a 0.2 Hz y superior a 500 Hz.

El propósito del sistema es comprobar el correcto funcionamiento de estas bobinas a la vez de obtener con mayor detalle su respuesta en frecuencia para una mejor calibración del sistema.

EG-30 CARTEL

REDISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y CALIBRACIÓN DE LA CONSOLA DEL MAGNETÓMETRO FLUXGATE DE 3 COMPONENTES SCINTREX FM-100B

Brassea Ochoa Jesús María y Gómez Treviño Enrique

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

jbrassea@cicese.mx

Una de las innovaciones tecnológicas en el área de la electrónica como lo es la integración a gran escala de componentes, ha permitido entre otras cosas la reducción del tamaño, del peso y del consumo de energía eléctrica de los nuevos instrumentos desarrollados. Asimismo, muchos de estos nuevos instrumentos incluyen procesadores que permiten la automatización de las mediciones, el almacenamiento de datos en memoria, el procesado, el graficado y las comunicaciones por puerto USB o por Internet, etcétera que los hacen más versátiles.

Aprovechando estas innovaciones tecnológicas y continuando con el desarrollo del sistema portátil de registro digital del campo geoelectromagnético de periodo largo MTPL-III, en el que hemos estado trabajando en los últimos años, decidimos reducir el tamaño de la consola del magnetómetro con el objetivo de integrar todo el sistema de registro digital en una caja hermética de plástico de aproximadamente 24 cm de largo por 20 cm de ancho por 18 cm de alto.

En este trabajo presento el rediseño, la construcción y la calibración de la parte electrónica del magnetómetro Fluxgate SCINTREX FM 100B de 3 componentes en dos tarjetas de aproximadamente 10 por 10 cm cada una, incluyendo componentes electrónicos de montaje en superficie; con los que se logró la reducción del tamaño del instrumento.

EG-31 CARTEL

MODELADO FÍSICO CON EL MEDIDOR DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA GMS-2 DE GEOINSTRUMENTS

Medina Ferrusquia Edgar Leobardo y Méndez Delgado Sóstenes

Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

sostenes5@yahoo.com.mx

La susceptibilidad magnética es una propiedad de las rocas que comúnmente se mide directamente en el laboratorio o en campo a nivel de afloramientos. En el método magnético juega un papel similar al de la densidad de masa en el método gravimétrico. El conocimiento de la susceptibilidad magnética de muestras de roca o de afloramientos tiene entre otros usos, en geología, magnetometría, arqueología y minería.

Las mediciones de susceptibilidad magnética se pueden realizar con instrumentos portátiles como el equipo GMS-2 de Geoinstruments. Los instrumentos de medición de susceptibilidad magnética (susceptibilímetros), generalmente consisten de arreglos de bobinas. Según estudios previos, la profundidad de investigación o zona de influencia de la medición dependen de los arreglos de bobinas, así como de la altura a la que se toma la medición. Dicho sea de paso, estos instrumentos ordinariamente están calibrados para realizar las mediciones en contacto, lo más posible, con la roca. Por tanto, en el caso de mediciones en vetas de materiales se deben aplicar factores de corrección. La pregunta que surge es ¿Cuál es dicho factor?

En la búsqueda de la solución a la anterior problemática se realizaron una serie de experimentos donde se realizó modelado físico utilizando varios lotes de azulejos. Para ello, de cada lote diferente de azulejos, se seleccionaron los que presentaron valores más similares, tratando de formar con ellos bloques homogéneos de susceptibilidad magnética. Una vez seleccionados los materiales, se realizaron experimentos “adelgazando” el espesor de las muestras o bien tratando de simular modelos 1-D, 2-D y 3-D. También se realizaron experimentos variando la altura del instrumento sobre el material homogéneo.

En este trabajo se muestran el diseño de los experimentos, así como los resultados de algunas mediciones realizadas y su comparación con otras fuentes.

EG-32 CARTEL

ESTIMACIÓN DE LA VELOCIDAD Y ATENUACIÓN DE ONDAS A PARTIR DE SISMOS REGISTRADOS EN POZOS USANDO LA DECONVOLUCIÓN

Pech Pérez Andrés, Jiménez González Carlos
Orlando y Martínez Cruz Ohmar Zeferino

Centro Interdisciplinario de Investigación
para el Desarrollo Integral Regional, IPN

apec@ipn.mx

Mediante la deconvolución de eventos sísmicos registrados a diferentes profundidades en un pozo, podemos estimar la respuesta sísmica de estratos someros. En el caso del primer estrato, los sismogramas deconvolucionados muestran dos arribos que corresponden a una onda ascendente y a otra descendente. A partir de los registros deconvolucionados, podemos estimar la velocidad y atenuación de las ondas; esto es ilustrado usando datos sintéticos y reales.

EG-33 CARTEL

PREPARACIÓN DE REGISTROS GEOFÍSICOS DE POZO PARA SU PROCESADO Y USO EN SISTEMAS DE INTERPRETACIÓN INTERACTIVA

Hernández Salazar Lilia y Mora Cornejo Nicolás

PEMEX, Exploración y Producción

lhernandezs@pex.pemex.com

El volumen de información de registros geofísicos, que a través del tiempo se ha usado en la exploración y explotación de los campos petroleros en el país, se va acumulando y representa un gran acervo de información técnica que no solo representa el valor del costo de su obtención, sino y que además representa la posibilidad de encontrar acumulaciones de hidrocarburos con un alto valor económico.

En nuestra industria petrolera, ha sido común, que cada profesionalista haya seleccionado solo la información que le parece mas significativa, de esta forma cada cual tiene su “base de datos personal” que muy difícilmente comparte con los demás o que no cumple los requerimientos de otros profesionalistas, a esto se le agrega la dificultad de manejar diferentes formatos o que los estándares existentes no tienen una amplia difusión.

Por otra parte, en la región Sur de PEP, se tienen campos viejos y su información se encuentra en papel y no se ha

incluido en su totalidad en los estudios realizados en los sistemas interactivos de interpretación. En la medida que se incrementa el manejo digital y se realizan estudios interdisciplinarios cada uno de los profesionales va adquiriendo conciencia de la importancia de la manejar información que usualmente no utilizaba y de compartir la existente.

Se han realizado muchos intentos en varias áreas de PEMEX para formar la base de datos y consideramos que las razones principales de que no se llegue a buen fin son:

- las personas que iniciaron esto o bien eran profesionalistas de ciencias de la tierra que les faltaba mas manejo de informática o bien eran informáticos con poco conocimiento de las características de la información a respaldar
- se trabajaba en forma aislada y cada área hacia sus propios intentos de organizar y sistematizar su base de datos
- no se tenia continuidad de las personas en las áreas de base de datos lo que provocaba que cada que existía cambio de personal no se entregaban los avances y estos se perdían
- se respaldaba en plataformas que después se dejaron de emplear y no se rescato el avance que se tenia
- se le da mas peso a resolver momentáneamente el problema de información para el proyecto en particular, perdiendo de vista el contexto global.
- El objetivo principal era “llenar la base de datos”, dejando de lado la información original y el conocimiento del dato que durante el mismo proceso de captura se generaba, como sistematizar los errores más comunes en la digitización, cambios de escala, etc.

Este trabajo presenta algunos pasos prácticos que hemos empleado en la preparación de información de registros geofísicos de pozo para los sistemas interactivos de interpretación.

Sesión Regular

Física Espacial

FE-1

STUDY OF THE ACCELERATION OF SOLAR RELATIVISTIC PROTONS BY MEANS OF THEIR ENERGY SPECTRUM

Pérez Peraza Jorge A.

Instituto de Geofísica, UNAM

perperaz@geofisica.unam.mx

It has been shown in a series of works that some solar particle events (SPE) are composed of two different relativistic populations, a Prompt Component (PC) and a Delayed Component (DC), each one with energy spectrum behavior. The source spectra of the DC tend to be an inverse power law at the steady state situation, whereas the spectra of the PC are considerable deviated from such a power law. Here we attempt to reproduce the observational spectra of the PC and the DC on terms of different scenarios:

(i) Direct Electric Field acceleration from magnetic merging in a Magnetic Neutral Current Sheet (MNCS).

(ii) Stochastic acceleration in a MHD environment of an injected population pre-accelerated in a MNCS.

(iii) Stochastic acceleration with monoenergetic injection.

(iv) Stochastic acceleration with account for adiabatic cooling.

Each model is applied to the Ground Level Events of September 29, 1989, October 28, 2003 and January 20, 2005, and the Bastille Day GLE.

Results are confronted to those which assume Shock Wave Acceleration.

FE-2

TWO-COMPONENT CONCEPT FOR GROUND LEVEL ENHANCEMENTS OF SOLAR COSMIC RAYS: OBSERVATIONS, THEORETICAL GROUNDS AND CONSTRAINTS

Miroshnichenko Leonty^{1,2}, Vashenyuk Eduard³ y Pérez Peraza Jorge A.¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM²Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radiowave Propagation, IZMIRAN, Rusia³Polar Geophysical Institute, Rusia

leonty@geofisica.unam.mx

We summarize our results obtained earlier for a number of Ground Level Enhancements (GLEs) of solar cosmic rays (SCR) that have demonstrated distinctly two-component structure of relativistic solar proton populations, namely, Prompt and Delayed ones (PC and DC). Observationally, PC and DC differ from each other by the form of time profiles (pulse-like and gradual ones), pitch-angle distributions (PAD) (anisotropic and isotropic ones) and spectrum rigidity, namely, by hard (flat) and soft (steep) spectra, respectively. In particular, at the GLE onset the PC is extremely anisotropic. Theoretically, in terms of the SCR propagation theory, the DC may be treated as a result of transformation of the PC in the process of interplanetary propagation (SCR scattering at the irregularities of IMF). In general, the underlying physical circumstances leading to the initial spikes and two-peak structures in some GLEs are not presently well understood. Taking into account our

modeling results, we do not believe that above hypothesis of "an interplanetary origin" of the features mentioned can resolve alone the problem of relativistic proton events. There are some grounds to accept a two-source model of SCR generation itself at/near the Sun, in the frame of the concept of multiple acceleration processes in the solar atmosphere.

FE-3

EFFECTS OF DENSITY ENHANCEMENTS IN THE PROCESS OF SOLAR FLARE AND SPECTRUM OF ACCELERATED PARTICLES BY THE DATA ON NEUTRON CAPTURE LINE OF 2.223 MEV

Miroshnichenko Leonty^{1,2}, Troitskaia Evgenia³, Gan Weiqun⁴, Kuleshov Gennadii³ y Chaykin Sergei³

¹Instituto de Geofísica, UNAM²Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radiowave Propagation, IZMIRAN, Rusia³Skobel'syn Institute of Nuclear Physics, Moscow State University, Rusia⁴Purple Mountain Observatory, Chinese Academy of Sciences, China

leonty@geofisica.unam.mx

It is investigated the 3rd burst of the 16 December 1988 solar flare assuming the Bessel function and power-law spectrum forms of accelerated particles and using the appropriate neutron spectra calculated by Hua and Lingenfelter (1987). Two positions of neutron source were considered: at the top of photosphere or above it. Then we calculated gamma-ray line time profiles for neutron spectra, deduced in Hua et al. (2002) for new data on neutron production cross-sections and new kinematics of nuclear reactions. We considered both cases of Bessel function ($f_{\text{CT}} = 0.03$) and power-law ($S = 3.5$) spectra.

We derived the medium density characteristics under the region of the flare. Spectral index of accelerated particle energy spectrum and its variations with time of the burst have been estimated. The analysis shows that in all cases under investigation the surrounding medium density in the photosphere is enhanced in comparison with the model of quiet Sun's atmosphere (Effect of Density Enhancement, or EDE). Under the assumptions accepted, the density in sub-flare region is found to be $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ through the complete thickness of the photosphere, rising to $(4-6) \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ in some cases in initial phase of the flare. We revealed a hardening of charged particle spectrum with time in the phase of flare decay in both spectrum representations. It was also shown that the results are almost independent on the neutron source position in the range from the top of the photosphere up to the chromosphere.

FE-4

SOLAR COSMIC RAYS IN THE SYSTEM OF SOLAR-TERRESTRIAL RELATIONS

Miroshnichenko Leonty^{1 y 2}¹Instituto de Geofísica, UNAM²Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radiowave Propagation, IZMIRAN, Rusia

leonty@geofisica.unam.mx

During solar flares the very complex events and processes occur in the nearest Earth's environment. They are due to the entire spectrum of solar ionizing radiation, including ultra-violet emission, X-rays and fast particle fluxes. In particular, over several decades an effect of polar cap absorption (PCA) of the short radio waves (~30 MHz) has been extensively studied, and this phenomena is due to additional ionization of the atmosphere (at altitudes about 30-110 km) by solar energetic protons of 10-30 MeV. There is some observational evidence of radio burst generation at ionospheric levels in the ultra-short wave range, and one of the contributors of this effect seems to be fast electrons from solar flares. There are also certain indications of an active role of galactic and solar cosmic rays (GCR and SCR) in the tropospheric processes.

Among the particle populations in the near-Earth space, of particular interest are those which possibly may be a link in the coupling of solar variability to the Earth's lower atmosphere. The solar activity control of weather and climate is a very controversial topic. However, convincing evidence of such control has accumulated, and its possible mechanisms are widely discussed. The most promising prospects in this field are bound up with the development of three possible versions of a trigger mechanism: dynamical, electrical, and optical.

Particle populations which affect the atmosphere in the most direct manner must be those which can penetrate deeply into the atmosphere. Thus, relativistic electrons appear to be among the most important candidates. Other agents of this type, also heavily dependent on solar activity, are energetic solar protons of MeV range energies. Therefore, it is necessary to consider available qualitative (theoretical) and quantitative (observational) premises of SCR influence on the geosphere, their relative role in the formation of terrestrial weather and climate.

We concentrate mainly on observational evidence and mechanisms of some expected effects and/or poor-studied phenomena discovered within 2-3 last decades: depletion of the ozone layer; perturbations in the global electric current; change of the atmospheric transparency; and production of nitrates. Some "archaeological" data on SCR fluxes in the past and upper limit of total energy induced by solar flare protons are also discussed. Due attention is paid to the periodicities in the solar particle fluxes. Actually, many solar, heliospheric and terrestrial parameters changing generally in phase with the solar activity are subjected to a temporary depression close to the solar maximum ("Gnevyshev Gap"). Similar gap has been found recently in the yearly numbers of the >10 MeV proton events. All above mentioned findings are evidently of great importance in the studies of general proton emissivity of the Sun and long-term trends in the behaviour of solar magnetic fields. In addition, those data can be very helpful for elaboration the methods for prediction the radiation conditions in space.

FE-5

ACTIVIDAD SOLAR Y SU INFLUENCIA EN EL CAMBIO CLIMÁTICO TERRESTRE

Velasco Herrera Víctor¹ y Sosa Flores Oscar²¹Instituto de Geofísica, UNAM²Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM

vmv@geofisica.unam.mx

El Sol domina el espacio donde habita el Sistema Solar creando una cavidad dentro del medio interestelar llamada Heliosfera. La mayor parte de la dinámica de la Heliosfera es dominada por la actividad solar. Los fenómenos generados e interacciones que se desarrollan por la actividad solar y su propagación en la Heliosfera se conocen como Clima Espacial, e influyen a todos los cuerpos de la Heliosfera y esta regulado fundamentalmente por la actividad que se origina en el Sol. Algunos de estos fenómenos son por ejemplo las variaciones magnéticas del medio interplanetario debido al ciclo solar magnético y/o a la rotación solar, así como las ráfagas, eyecciones de masa coronal y choques interplanetarios. El viento solar con el campo magnético solar se expanden más allá de la órbita de Plutón. La dinámica del campo magnético en el interior solar es el origen del Clima Espacial y de la mayoría de los fenómenos solares. La dinámica del campo magnético es fundamental para comprender el comportamiento de gran parte del Universo, incluyendo muchos de los fenómenos en la Tierra. La actividad magnética solar tiene una relación con la variabilidad del clima global terrestre.

FE-6

STUDY OF THE INNER MAGNETOSPHERE DYNAMICS USING THE JOINT SATELLITE AND GROUND-BASED MEASUREMENTS

Stepanova Marina¹, Zesta Eftyhia² y Antonova Elizavieta³¹Departamento de Física, Universidad de Santiago de Chile, Chile²Atmospheric Sciences Department, University of California, USA³Scobeltsyn Institute of Nuclear Physics, Moscow State University, Rusia

mstepano@fisica.usach.cl

Our study is based on a paradigm that the magnetosphere is formed as a turbulent wake around the Earth of the solar wind --also intrinsically turbulent. However, the structure of the magnetosphere is much more complicated and exhibits other phenomena that can not be observed in the ordinary fluids and are intrinsic to the magnetospheric dynamics, like geomagnetic storms and substorms. Despite the appearance of a number of works analyzing the magnetospheric processes from the point of view of the development of the turbulent wake, many central problems continue to be unsolved. In particular, the problem of storm-substorm relationships continues to be one of the main problems in the physics of the magnetosphere. The solution of the afore mentioned problems requires careful analysis of satellite and ground-based data, theoretical treatment, and the formulation of new models of the magnetospheric processes. Here we present the last results of the study of inner magnetosphere dynamics using the low and high orbiting satellites and ground measurements. Special emphasis will be done on the

South-American B-field Array (SAMBA) project – a joint effort of UCLA and main Chilean universities.

FE-8

RED FOTOGRÁFICA MEXICANA PARA LA DETECCIÓN DE METEOROS BRILLANTES

FE-7

FRAGMENTACIÓN DE METEORITOS EN LA ATMÓSFERA TERRESTRE: LOS CASOS DE TUNGUSKA Y CURUÇÁ

Cordero Tercero María Guadalupe¹ y Poveda Ricalde Arcadio²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Astronomía, UNAM

gcordero@geofisica.unam.mx

La entrada de material extraterrestre a nuestra atmósfera es un fenómeno bien documentado. Durante el vuelo de un meteorito a través de la atmósfera, el aire ejerce una presión sobre él que es proporcional a la densidad de la parcela de gas que atraviesa por el cuadrado de la velocidad del objeto. Cuando esta presión se iguala con la resistencia del material del meteorito éste se empieza a fragmentar aunque el estallido ocurre un poco más abajo, aproximadamente a la altura a la que el objeto pierde la mitad de su energía cinética inicial. Simulando la trayectoria de objetos de diferentes tamaños con una velocidad inicial de 20 km/s encontramos que todos los meteoritos de más de 2 metros de diámetro se fragmentan en la atmósfera mientras que los objetos de un menor tamaño solo pierden masa y se desaceleran considerablemente pero no sufren fragmentación. Debido a esta fragmentación, la frecuencia con la que un objeto relativamente pequeño impacta con coches o aviones aumenta al doble de la calculada si no se considerara fragmentación.

El 30 de Junio de 1908 en la región de Tunguska hubo una explosión que ha sido atribuida a la separación súbita de los fragmentos de un meteorito. En 1993, Hills y Goda simularon la fragmentación de objetos en la atmósfera terrestre y entre otras cosas concluyeron que el objeto que pudo haber causado este evento fue uno de aproximadamente 40 m de radio con una velocidad inicial de 22 km/s que liberó una energía de 48 MT, valor superior al estándar de alrededor de 12.5 MT. Haciendo un análisis detallado de sus resultados y utilizando valores obtenidos durante experimentos con armas nucleares llegamos a la conclusión de que en realidad el objeto que mejor explicaría las observaciones es uno de 50 m de radio con una velocidad inicial de 22 km/s y una resistencia de 50 MPa. La inconsistencia entre el valor “estándar” de la energía y el obtenido por Hills y Goda podría deberse a las consideraciones de Ben-Menahem sobre la presión requerida para tirar árboles.

En 1930, el misionero Fedele d'Alviano reportó que en la región del río Churuçá, en la Amazonia Brasileña, los pobladores del lugar observaron la caída de grandes bolas de fuego y escucharon tres estallidos que causaron temores parecidos a los sísmicos. Hace poco más de una década, el Dr. Ramiro de la Reza retomó el problema y él, junto con Angel Vega un sismólogo boliviano, encontraron registros sísmicos el día 13 de Agosto de 1930, el mismo día y a la misma hora del evento de Curuçá. Según Vega, el evento corresponde a un sismo de magnitud $M_s = 4.7$ que es muy similar a la magnitud del sismo reportado en Tunguska. Recientemente, de la Reza encontró una estructura circular que podría ser un cráter de impacto pero la energía necesaria para formarlo sería mucho mayor que la energía sísmica reportada por lo que concluimos que dicha estructura circular no tiene que ver con el evento descrito por d'Alviano.

García Martínez José Luis¹ y Ortega Gutiérrez Fernando²

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

pepeluis@correo.unam.mx

La presente es una propuesta e invitación abierta a la participación interinstitucional para establecer una red de cámaras fotográficas a nivel nacional para la observación y registro de meteoros brillantes. Dado que los diferentes fenómenos asociados al fenómeno meteórico son de carácter multidisciplinario y que los costos del equipo para este propósito son accesibles, consideramos que es oportuno externar esta propuesta a todas las instituciones a las que pudiera ser de interés.

FE-9

RELACIÓN DE CONMUTACIÓN ENTRE OPERADORES DIFERENCIALES Y LA OPERACIÓN DE VALOR PROMEDIO

Corona Romero Pedro¹ y Arciniega Ceballos Alejandra²

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

pdocr@yahoo.com.mx

El empleo de valores promedio resulta de gran importancia en la Física Teórica ya que permite disminuir complejidad de las ecuaciones. Al considerar el valor promedio de alguna cantidad física, se reducen el número de variables independientes y por lo tanto las ecuaciones que resuelven el sistema físico. Ejemplos de su uso son trabajos teóricos en fluidos empleando velocidad media o velocidad promedio. En general, se considera que el valor promedio de la variación de alguna variable es equivalente a la variación del valor promedio; sin embargo, esto no necesariamente resulta cierto. Si se asume la conmutación de los operadores diferenciales con el valor promedio se puede perder información. En este trabajo se encuentra la relación de conmutación entre un operador diferencial y la operación de valor promedio. El valor del conmutador dependerá de cómo varíe el intervalo de integración del valor promedio. Se muestra el método aplicado a un fluido contenido en un volumen finito que varía en el tiempo.

FE-10

ANOMALOUS COSMIC RAY MODULATION: EFFECTS OF THE SOLAR WIND TERMINATION SHOCK AND THE HELIOSHEATH

Caballero López R. A.¹, Moraal H.² y McDonald F. B.³

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²School of Physics, Northwest University, Suráfrica

³Institute for Physical Science and
Technology, University of Maryland, USA

rogelioc@geofisica.unam.mx

Voyager 1 crossed the termination shock of the solar wind at 94 AU in December 2004. At that crossing the spectra were not of the form expected of first order Fermi (or shock) acceleration, but gave an indication that they were modulated relative to that form. Further data analysis reveals two other remarkable features, namely that the energy where the peak ACR intensity occurs is about four times higher than it was during the previous solar minimum in 1997, and that regression plots of low versus high energy cosmic rays, both of the anomalous and galactic species, show little or no indication of the shock crossing. These phenomena are investigated in this paper with numerical solutions of the cosmic ray transport equation. The main conclusion is that the features of cosmic ray intensities that were observed during the shock crossing were dominated by temporal variations in the intensity as the heliosphere was resetting towards solar minimum conditions.

FE-11

SOLAR WIND INTERACTION WITH EARTH'S MAGNETOSPHERE

Blanco Cano Xochitl¹, Omidi N.² y Russell C. T.³

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Solana Scientific Inc., USA

³Institute of Geophysics and Planetary
Physics, University of California, USA

xbc@geofisica.unam.mx

We use global hybrid (kinetic ions, fluid electrons) simulations to study the solar wind interaction with earth's magnetosphere for different IMF orientations. Global hybrid simulations provide a collective picture of processes taking place in the foreshock, bow shock and magnetosheath. Because ions are treated as particles, these codes also give information on ion-scale microphysics allowing us to understand how kinetic phenomena modulate global characteristics. When the IMF is 45°, the foreshock is permeated by low frequency waves that merge into the quasi-parallel bow shock playing an active role in the reformation of this transition region. Under radial IMF geometry the foreshock forms in front of the dayside magnetosphere, and the plasma convecting downstream is very perturbed. In this case the foreshock is permeated by waves and density cavities. We study the origin and evolution of foreshock structures as well as their associated ion distributions. Simulation results are compared with observations.

FE-12

SOLAR CYCLE EVOLUTION OF FILAMENTS AND CORONAL MASS EJECTIONS

Lara Alejandro

Instituto de Geofísica, UNAM

alara@geofisica.unam.mx

It is well known that coronal mass ejections (CMEs) are related to closed magnetic field regions, either active regions and/or filaments. In this work we present a study of the evolution of high latitude CMEs and its relationship with polar crown filaments. We compute the Latitudinal evolution of both CMEs observed by SOHO/LASCO and active filaments and prominences reported in the 1996 - 2005 period (solar cycle 23). We present preliminary results of such comparison, we discuss the implications of the high latitude CMEs and filaments relationship in terms of the global solar magnetic field and, finally, the implications of their evolution with other heliospheric phenomena.

FE-13

LOW PERIOD FLUCTUATIONS IN CME ACTIVITY DURING SOLAR CYCLE 23

Borgazzi A.¹, Lara Alejandro², Mendes O.¹ y Rosa R.³

¹Divisão de Geofísica Espacial, Instituto
Nacional de Pesquisas Espaciais, Brasil

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Laboratório Associado de Computação e Matemática
Aplicada, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brasil

andrea@dge.inpe.br

We have constructed a time series of the number of Coronal Mass Ejections (CMEs) observed by SOHO/LASCO during the solar cycle 23. Using spectral analysis techniques (wavelet decomposition) we found low period (lower than one year) semi-periodic activity.

In this work we present the results of the spectral analysis of the series constructed and the correspond series of Dst index, in the same interval of time that the series of Coronal Mass Ejections. Two type of discussion are made, first the implications of such low period activity in terms of the basic magnetic processes in the Sun and in terms of the CME "production" regularities. Thereafter, the possible relation of coupling between the solar activity in this Solar cycle 23 and the response of the magnetosphere for the same interval of time, which can help to in the space weather predictions.

FE-14

SIMULACIONES DE OBSERVACIONES A 43 GHZ EN EL RADIOTESCOPIO DE 5M RT5

De la Luz Rodríguez Víctor Hugo¹, Lara Alejandro² y Mendoza Eduardo¹

¹Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica, INAOE

²Instituto de Geofísica, UNAM

vdelaluz@inaoep.mx

En este trabajo presentamos un resumen de los procesos mas importantes de emisión a longitudes de onda milimétricas.

En particular, nos enfocamos en emisiones solares, tanto en actividad como en estado quieto, las cuales serán detectadas por el radio telescopio de 5 metros (RT5).

El RT5 está siendo construido en el Volcán de Sierra Negra en el estado de Puebla en México, a una altitud de 4,600 m. Este proyecto es una colaboración entre el Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica (INAOE) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Con este telescopio nosotros comenzaremos a observar a 43 GHz y gradualmente incrementaremos la frecuencia hasta aproximadamente 200 GHz.

FE-15

ESTUDIO DE RADIOFUENTES E INTERFERENCIAS DETECTADAS POR EL MEXART

Villanueva Pablo¹, González Esparza A.²,
Carrillo Armando² y Andrade Ernesto²

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

pablovillanueva@ciencias.unam.mx

El Observatorio de Centelleo Interplanetario de Coeneo Michoacán (Mexican Array Radio Telescope, MEXART), es un radiotelescopio que desarrollará estudios de Centelleo Interplanetario (CIP) para rastrear perturbaciones de gran escala en el medio interplanetario. El CIP es una técnica que permite estudiar la evolución de estas perturbaciones solares que se dirigen en trayectoria hacia la órbita de la tierra. Al momento de escribir este resumen, el MEXART se encuentra en su etapa de calibración final.

En este trabajo se describen resultados de dos pruebas muy importantes para la operación final del radiotelescopio: las interferencias captadas alrededor de la frecuencia de operación, y las mediciones de los tránsitos de cinco fuentes cósmicas captadas por líneas individuales este-oeste de 64 dipolos, estas fuentes por orden de intensidad son: el Sol, Casiopea, Crab nebula, Cygnus y Virgo. Estas pruebas permiten conocer, calibrar y en su caso corregir la respuesta de cada línea de 64 dipolos. La operación final del MEXART requiere que la señal captada y transmitida por cada línea este-oeste de 64 dipolos llegue al cuarto de control con la misma amplitud y fase.

FE-16

SIMULACIONES NUMÉRICAS MHD DE LA PROPAGACIÓN DE EYECCIONES DE MASA CORONAL Y NUBES MAGNÉTICAS

Jeyakumar Solai y González Esparza A.

Departamento de Física Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM

sjk@geofisica.unam.mx

Se presentan simulaciones numéricas de eyecciones de masa coronal (EMC) propagándose en el medio interplanetario en 2D y 3D. Las simulaciones utilizan el código ZEUS 3D en coordenadas esféricas. El modelo para inyectar las EMC al medio interplanetario está diseñado para controlar la geometría, parámetros físicos y dirección de un número determinado de EMC interaccionando. En la frontera interna de las simulaciones

(18 radios solares), el campo magnético interplanetario se inyecta como la espiral de Parker, doblando las líneas del campo magnético monopolar. Las EMC se inyectan como celdas parabólicas. Estudiamos la propagación de incrementos de densidad rápidos (sin un campo magnético adicional) que se propagan a través de un viento solar ambiente estacionario. También presentamos simulaciones de nubes magnéticas con un campo dado por la solución libre de fuerzas de Lundquist. Estas simulaciones se comparan cualitativamente bien con observaciones in-situ de estos eventos a 1 UA.

FE-17

EL OBSERVATORIO DE CENTELLEO INTERPLANETARIO DE COENEO, MICHOACÁN, (MEXART) Y EL AÑO INTERNACIONAL HELIOFÍSICO

González Esparza A.¹, Carrillo Armando¹, Andrade Ernesto¹,
Jeyakumar Solai¹, Kurtz S.² y Pérez Enríquez Román³

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Centro de Radioastronomía y Astrofísica, UNAM

³Centro de Geociencias, UNAM

americo@geofisica.unam.mx

El Observatorio de Centelleo Interplanetario de Coeneo, Michoacán (Mexican Array Radio Telescope: MEXART) es un radiotelescopio dedicado a estudiar perturbaciones solares en el medio interplanetario empleando la técnica del centelleo interplanetario (CIP). El radiotelescopio es un instrumento de tránsito, cuyo objetivo principal será hacer un barrido diario de todo el cielo para captar el mayor número de fuentes cósmicas posible. El ruido (centelleo) asociado a la señal de cada fuente nos permitirá deducir indirectamente la presencia de perturbaciones de gran escala en el viento solar. En el 2007 se celebra el Año Internacional Heliofísico (AIH), cuyo objetivo es celebrar los 50 años de la era espacial e impulsar colaboraciones internacionales en estudios del Sol y la Tierra. Dentro de esta celebración se planea una red mundial de observatorios de centelleo interplanetario. El MEXART formará parte de esta red global cuyo objetivo será rastrear a las perturbaciones solares que pueden afectar el estado del campo magnético terrestre (tormentas geomagnéticas). En esta plática se hace una introducción al AIH, se describen los trabajos de calibración final del MEXART y los planes de colaboración de la red mundial de observatorios de CIP.

FE-18

CALIBRACIÓN DEL MEXART: OBSERVACIÓN DE FUENTES DE RADIO ESTELARES

Carrillo Armando¹, González Esparza A.¹, Andrade Ernesto¹,
Jeyakumar Solai¹, Pérez Enríquez Román² y Kurtz S.³

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Centro de Geociencias, UNAM

³Centro de Radioastronomía y Astrofísica, UNAM

armando@geofisica.unam.mx

El Observatorio de Centelleo Interplanetario en Coeneo, Michoacán (Mexican Array Radio Telescope: MEXART) es un radiotelescopio que emplea la técnica del centelleo interplanetario (CIP), para estudiar algunas de las perturbaciones transitorias

solares de gran escala que se propagan en el medio interplanetario. El radiotelescopio es un instrumento diseñado para hacer un barrido diario, de una gran parte del cielo, para captar fuentes de radio estelares durante su tránsito por el meridiano local. Actualmente se realizan las calibraciones finales del instrumento empleando las fuentes de radio más intensas que son detectadas por el radiotelescopio. En este trabajo se presentan las técnicas de calibración y los resultados obtenidos.

FE-19

EL ESPESOR ÓPTICO ESPECTRAL DEL AEROSOL ATMOSFÉRICO EN UN AMBIENTE TRÓPICO CONTINENTAL: LA CIUDAD DE MÉXICO

Solís y González G.¹, Leyva Contreras A.², Magaña V.³ y Caetano C.³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

gabysolisss@hotmail.com

El espesor óptico espectral (AOT) del aerosol atmosférico es modelado por medio de una función hiperbólica de la longitud de onda con el fin de determinar, por aproximación al límite, cuando la contribución de los procesos de atenuación independientes de la longitud de onda $\propto \lambda^{-1}$. Una vez reducido el espesor óptico al de la contribución de procesos espectralmente dependientes, y sólo entonces, es posible ajustarlo por medio del modelo propuesto por A. Ångström, el modelo climatológico cuasi universal del AOT. Esta metodología es aplicada al análisis de la información generada en el sitio IGEF-Aeronet de la Ciudad de México, el cual se caracteriza por su localización geográfica climática y por un medio ambiente con altos índices de contaminación atmosférica, causados por el tráfico y la actividad industrial. Se obtienen resultados acerca de la variabilidad diaria del espesor óptico espectral del aerosol urbano y de su modificación para distintas épocas del año, es decir, una aproximación al conocimiento de su variabilidad estacional.

FE-20 CARTEL

FTE Y PERTURBACIONES EN LA REGIÓN DE TRANSICIÓN

Sosa Salas Maya Lol y Blanco Cano Xochitl

Instituto de Geofísica, UNAM

mayalol@geofisica.unam.mx

El momento y la energía que se transfiere del viento solar a la magnetosfera terrestre está controlado principalmente por la reconexión magnética que se da en la vecindad del punto subsolar y en la cantidad de campo magnético interplanetario con componente sur. Los eventos de reconexión magnética ocurren de manera casi continua, pero en algunas ocasiones la reconexión aparece de forma discontinua. Una manifestación de la reconexión variante en el tiempo son los eventos de transferencia de flujo o FTE (Flux Transfer Events). Los eventos de transferencia de flujo son regiones limitadas temporal y espacialmente de reconexión magnética. Una característica de los FTE es su una variación bipolar en la componente normal a la frontera mientras que en las otras dos componentes y la magnitud campo tienen variaciones y no muestran patrones consistentes.

Se hace un análisis de las perturbaciones cerca diferentes FTE's en la región de reconexión con FTE en la funda, la región de transición y la magnetosfera, tomando datos de campo magnético de la nave Polar en los años del 2000 al 2003. Se caracterizan los eventos dependiendo del tipo de perturbaciones encontradas antes, después o durante los FTE's.

FE-21 CARTEL

SOLAR, GEOMAGNETIC AND COSMIC RAY BEHAVIOR PRECEDING THE HURRICANE APPEARANCES OVER MEXICO

Pérez Peraza Jorge A.

Instituto de Geofísica, UNAM

perperaz@geofisica.unam.mx

Recently it was shown, that there exist specific changes in the cosmic ray intensity and some solar and geomagnetic parameters during the days, preceding the hurricane appearances over the North Atlantic Ocean. To understand better these phenomena, data were elaborated for all hurricanes born not only over the Atlantic but also over the Pacific waters in the last 55 years and hit the Mexican borders. As basic hurricane parameters the maximum rotational velocity and the estimated total energy were used. To avoid any interference all hurricanes, overlapping the preceding ones with more than 20 days were not included. Then the behaviour of the Cosmic Ray (CR) intensity, the Sunspot (SS) numbers, and the geomagnetic parameters (AP) and (KP) in 35 days prior and 20 days after of the cyclone start were investigated. The CR, SS, AP and KP showed much more intensive disturbances in the periods preceding and following the hurricane appearance. For SS this disturbance gradually increase with the hurricane strength. A characteristic peak in the CR intensity appears before the hurricane start. But it place varies between 5 and 20 days before that start. Such a peak in the SS is statistically more stable. For major hurricanes it appears 7-9 days in advance. The AP and the KP show series of bursts, spread over the whole period of 30 preceding days.

FE-22 CARTEL

KINETIC INSTABILITIES WITHIN THE EARTH'S FORESHOCK

Enríquez Rivera Olivia¹, Blanco Cano Xochitl¹,
Narita Y.², Glassmeier K. H.² y Russell C. T.³

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Institut für Geophysik und Meteorologie, TU Braunschweig, Alemania

³Institute of Geophysics and Planetary Physics, University of California, USA

olivia@soho.igeofcu.unam.mx

The Earth's foreshock is a very important region for the study of plasma waves. It is permeated by a great variety of ion distributions and waves produced via kinetic instabilities. In this work we present dispersion relations of waves observed by ISEE and Cluster missions and compare them with kinetic curves theoretically obtained. These data had been previously studied using a MHD approach. This is the first time a kinetic study is performed using Cluster measurements and a first attempt to compare the differences and strengths using both MHD and kinetic dispersion curves.

FE-23 CARTEL

INTERACTION OF LINEAR AND NONLINEAR ION-SOUND WAVES WITH DUSTY PLASMA RESONATORS

Grimalsky Vladimir¹, Koshevaya Svetlana¹,
Kotsarenko Anatoliy² y Pérez Enríquez Román²

¹Universidad Autónoma del Estado de Morelos

²Centro de Geociencias, UNAM

vgrim@inaoep.mx

Last time, a lot of investigations have been devoted to the oscillations and waves in dusty plasmas. As usually, the charge-to-mass ratio is smaller for dusty particles than for the ions. In this case, the inclusions of the dusty plasma possess smaller velocities of ion-sound waves (ISW) than those velocities in a pure electron-ion plasma. Therefore, the inclusions of the dusty plasma behave like resonators for ISW and can storage the energy of ion-sound oscillations. There exists a problem of an excitation of such a resonator by incident linear and nonlinear ISW pulses.

The moderately nonlinear ISW in plasma are described by the Kadomtsev – Petviashvili (KP) equation, which reduces in the one dimensional case to the Korteweg – de Vries (KdV) equation. Stable two dimensional solutions are absent in the case of ion-electron plasma, due to the corresponding signs of dispersion and nonlinear terms in KP equation.

The report is devoted to numerical simulations of an interaction of linear and nonlinear ISW with dusty plasma resonators placed in electron-ion plasma. The basic equations are the equations of motion for positive ions and dusty particles jointly with the Poisson equation. The excitation of linear ISW has been realized by external curvilinear antenna with an additional possibility of focusing the ISW. The nonlinear ISW have been introduced as an initial condition of the KdV soliton with a slight transverse profile. The absorbing boundary conditions have been used at the periphery. The simulations of interaction of non-soliton and soliton ISW pulses with the inclusions of dusty plasma in electron-ion one have demonstrated that such inclusions behave as resonators for ISW. These resonators can be excited effectively by non-solitonic linear ISW pulses. Moreover, the excited ISW oscillations within the resonator can be highly nonlinear. Note that we do not use an approximation of moderate nonlinearity in the simulations.

The KdV solitons do not give an essential portion of their energy to the resonator. But the interaction of solitons with the regions of dusty plasma can lead to destruction of solitons, due to development of transverse oscillations within the soliton.

FE-24 CARTEL

INSTALACIÓN DE UN NUEVO MAGNETÓMETRO PARA LA RED MCMAC EN LINARES NUEVO LEÓN

López Cruz-Abeyro José¹, Chi Peter², Pérez Enríquez Román¹, Yutis Vsevolod³, Kotsarenko Anatoliy¹, Rowe Kathrin², Rodríguez Benjamín² y Alvarado Artemio³

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Institute of Geophysics and Planetary Physics, University of California, USA

³Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

lcabeyro@geociencias.unam.mx

En este trabajo mostramos la Red Magnetosísmica Meridional (Mid Continent Magnetoseismic Chain (McMAC)) que consiste de nueve magnetómetros instalados a lo largo del meridiano magnético 330 entre EU y México. Estos sistemas toman muestras a 2 Hz, monitoreando las micropulsaciones del campo geomagnético producidas en la magnetosfera por el viento solar, en lo que se conoce como clima espacial. El origen de el clima espacial es la actividad del Sol. Los datos obtenidos se pueden encontrar en Internet con el fin de estudiar las oscilaciones características de la magnetosfera terrestre. Por otro lado, se presentan los detalles de la instalación del ultimo magnetómetro del la red McMAC en Linares, Nuevo León y sus primeros registros.

FE-25 CARTEL

ULF GEOMAGNETIC ANOMALIES OF POSSIBLE SEISMOGENIC ORIGIN OBSERVED AT TEOLUYUCAN STATION, MEXICO, IN 1999-2001: INTERMEDIATE AND SHORT-TIME ANALYSIS

Kotsarenko Anatoliy¹, Koshevaya Svetlana², Pérez Enríquez Román¹, Grimalsky Vladimir² y López Cruz-Abeyro José¹

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Universidad Autónoma del Estado de Morelos

kotsarenko@geociencias.unam.mx

The analysis of ULF geomagnetic field measured at Teoloyucan station (Central Mexico, 99° 11'35.735"W, 19° 44'45.100" N, 2280 m height) is presented in an intermediate (± 15 days) and short time scale (the day of the EQ occurrence) in relation to 7 major earthquakes occurred in Mexico in 1999–2001. Local changes in the fractal dynamics of the magnetic field are found to be essential: the pronounced fall of the fractal index is observed prior to the main shock. The study of the ULF resonant structure recently discovered in the frequencies $f_1=10.2\pm 11.1$ mHz and $f_2=13.6\pm 14.5$ mHz reveals regular modification in their character: total, smearing or periodical depression may have relation to the processes of the earthquakes preparation. The success of the observation of mentioned anomalies strongly depends on the closeness of the station to the epicenter and the magnitude of the earthquake.

FE-26 CARTEL

**OBSERVACIONES DE 5 RADIOFUENTES
REALIZADAS EN EL MEXART**

Rodríguez Jiménez César¹, Pérez Enríquez
Román², Carrillo Armando³ y González Esparza A.³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Geociencias, UNAM

²Centro de Geociencias, UNAM

³Instituto de Geofísica, UNAM

cesar@geociencias.unam.mx

La información que proviene del medio interplanetario a través de ondas de radio, requiere de instrumentos que adquieran dichas señales con una gran resolución para poder discernir sobre el estado del medio. Ubicado en el Coeneo, Mich. El MEXART (Mexican array Radiotelescope) es un radiotelescopio de 4096 antenas tipo lineal bipolar distribuidas en un arreglo de 64X64 que opera a una frecuencia central de 139.0 Mhz, con un ancho de banda de 1.5 Mhz. Dentro de los trabajos de calibración de las antenas, la adquisición de radiofuentes es un indicativo importante para dicho proposito; particularmente la calibración de las antenas 7 y 9 de 64 que componen el instrumento fueron las primeras que "observaron" el tránsito de fuentes intensas mayores a 1000 Jansky en el zenit del radiotelescopio. En este trabajo presentamos los resultados de cinco radiofuentes (Cygnus A, Cassiopea, el sol, Crab Nebula y Virgo A), que el MEXART adquirió en el mes de Enero de 2005 y que pueden tomarse como antecedente en los trabajos de calibración actuales de las antenas restantes.

Sesión Regular

Geohidrología

GEOH-1

**DIFFUSE CONTAMINATION OF GROUNDWATER
IN MEXICO: CONDITIONS AND CHALLENGES**

Cardona Benavides Antonio

Facultad de Ingeniería, UASLP

acardona@uaslp.mx

In most arid and semi-arid zones of Mexico groundwater is the main source for potable, agricultural and industrial use; in addition some regions with abundant precipitation also use the groundwater as drinking water supply. However, diffuse contamination of groundwater is a widespread problem in some areas of the country with contrasting hydrogeologic conditions. In some areas, specially those surrounding urban areas inhabited by low-income population, pollution is related with non-point sources producing a diffuse contamination originated from many small sources, whose locations and impact are frequently inadequately documented. These contamination sources are related with leakage from sewers, septic tanks and cesspools; as well as from waste-water irrigation practices. Such conditions prevail in Mexico making natural water resources limited. Water reuse for irrigation purposes makes a lot of sense; however, irrigation with untreated wastewater deteriorates the overall quality of groundwater flow systems, further limiting available water resources for potable usage. Understanding the nature and scale of the contamination problem actually present in shallow groundwater of Mexico is needed as a tool to propose mitigation programs and recover their potential.

In this investigation a survey in different regions of Mexico with contrasting hydrogeologic conditions was carried out to investigate the current water quality deterioration of shallow groundwater, and define the extent that wastewater usage has changed initial (pre-development) natural baseline conditions. Geochemical and microbiological data related with local flow systems were compiled from literature and complemented and updated with field and laboratory work, in order to investigate the reported effects of contamination from different sources associated with human activities carried out in sub-urban areas. Nitrate, nitrite concentrations, and faecal coliforms exceeding the maximum contaminant level proposed by the Mexican Health Agency were determined in most samples within the different regions included in the survey. Findings suggest an important impact on local groundwater flow systems from anthropogenic activities. Heavy metals derived mainly from industrial activities were also identified in high concentrations, suggesting a poor management of solid waste and untreated wastewater in the country. Groundwater is often the only available resource for water supply to most cities in semi-arid Mexico. The main challenge in a sustainable development for the entire country, includes to maintain a positive ecological, or in a broader sense, an environmental equilibrium which depends directly on water availability. Results at country scale investigation suggest that under present development conditions, the quality of drinking water is severely restricted, restraining water usage and limiting any equitable social sustainable development.

GEOH-2

**ORIGEN DEL AS EN LAS CUENCAS
ENDORREICAS, CHIHUAHUA, MÉXICO**

Reyes Cortés Ignacio A.¹, Reyes Cortés Manuel¹, Villalba Lourdes¹,
Montero Cabrera María Elena², Ledesma Ruiz Rogelio¹, Barrera Prieto
Yaravi¹, Precoma Mojarro Alba Yolanda¹ y Vázquez Balderas José F.¹

¹Universidad Autónoma de Chihuahua²Centro de Investigación de Materiales Avanzados A.C.

ireyes@uach.mx

El norte de México tradicionalmente ha basado su desarrollo económico en la minería: exploración y explotación de los yacimientos minerales. La participación de la minería en el estado de Chihuahua representa el principal factor económico. Chihuahua sigue liderando en la producción de minerales. Se pueden identificar cuatro factores naturales responsables de la contaminación por As en el agua subterránea: La formación de la Sierra Madre Occidental, SMO; el hidrotermalismo que redistribuyó los yacimientos minerales; la concentración o enriquecimiento supergénico de los minerales; y la distribución de los yacimientos a lo largo de las cuencas endorreicas del centro del país.

La actividad minera se desarrolla en las áreas que fueron mineralizadas, después de la formación de la SMO. Los procesos de erosión y meteorización dejaron expuestos al intemperismo a los depósitos minerales. Depósitos que en su gran mayoría fueron descubiertos desde los tiempos de la colonia, son pocos los hallazgos en tiempos recientes. Esto significa, que los depósitos se encontraban expuestos a la intemperie, para que los gambusinos los identificaran. Pero, al mismo tiempo indica que los yacimientos, formados principalmente por sulfuros y sulfosales, fueron lixiviados por aguas meteóricas durante largos periodos de tiempo. La lixiviación disuelve los iones de As, que viajan y se desplazan a través del agua superficial y subterránea hasta los lagos, al centro de las cuencas endorreicas.

La distribución de los yacimientos minerales activos e históricos en la parte oriental de la Sierra Madre Occidental, define el patrón de la distribución de las fuentes generadoras del arsénico en el agua. Los depósitos de oro, plata, plomo, zinc y cobre se asocian directamente con el azufre, arsénico y antimonio para formar los diferentes sulfuros y sulfosales. Minerales que son extraídos en los diferentes distritos mineros de la región. El arsénico se lixivia de los sulfuros, disolviéndose. Las concentraciones de arsénico en el agua que esta en contacto, directamente con los sulfuros son mínimas, inclusive se pueden considerar a nivel de trazas. Los datos de valores colectados del agua subterránea indican que la alta concentración se efectuó en los lagos, donde la evaporación sistemática es recurrente.

El arsénico que esta disuelto en el agua es retenido y temporalmente atrapado en los horizontes arcillosos de los sedimentos lacustres. Se observa que mientras el flujo del agua subterránea es laminar y horizontal, los iones de arsénico se mantienen fijos, retenidos por la arcilla. Pero, cuando el flujo deja de ser laminar u horizontal, entonces, parte del arsénico es arrastrado por el flujo para mantener el equilibrio químico. Existen parámetros fisicoquímicos que definen la movilidad del As en el entorno. Sin embargo, en los climas áridos y semiáridos es frecuente observar comportamientos sui géneris, únicos en cada una de las regiones.

GEOH-3

PRESENCIA DE AS EN CHIHUAHUA, CHIHUAHUA, MÉXICO

Reyes Cortés Igancio A., Precoma Mojarro Alba
Yolanda, Villalba Lourdes, Reyes Cortés Manuel,
Barrera Prieto Yaravi y Ledesma Ruiz Rogelio

Universidad Autónoma de Chihuahua

ireyes@uach.mx

El resultado del análisis de los metales pesados de las diversas fuentes de abastecimiento de agua potable de comunidades en el estado de Chihuahua, revelan que en algunas de ellas, las concentraciones principalmente de arsénico y flúor exceden la norma permisible para consumo humano. Las fuentes analizadas se ubican preferentemente en la porción centro sur del Estado, en un área de aproximadamente 2,500 km² situada en el valle Aldama – Delicias - Camargo, limitada al norte por las comunidades de San Diego de Alcalá y Lázaro Cárdenas; por el sur, Saucillo y Naica y al este y oeste por las elevaciones topográficas que bordean el valle.

Las autoridades locales han realizado acciones tendientes a restaurar las fuentes contaminadas, al inicio en aquellas donde la concentración de As era mayor, y su ingesta representaba un peligro para la salud. Se han logrado avances importantes en esta tarea. Sin embargo, se considera que las acciones pueden ser más efectivas conociendo el origen del As en el agua subterránea. El propósito del estudio es determinar qué partes del modelo hidrogeológico conceptual del As se encuentran saturados y entender los factores geológicos que deciden la distribución de los cuerpos con As y determinar la geometría de las superficies de las zonas saturadas o su potencial equivalente deducidas de la dirección y cantidad de flujo que se puedan inferir.

La evolución química del agua subterránea, constituye un indicador de la dirección del flujo, ya que al fluir en el subsuelo, como consecuencia de su capacidad de disolución, se incrementa el contenido de solutos. Se efectuó el estudio cualitativo de la zona El Mimbres, municipio de Aldama, Chihuahua, México y se realizó la interpretación hidrogeoquímica de los datos históricos de calidad del agua. El estudio incluye la identificación de la distribución regional en composición y su relación con las rocas. Establece un modelo conceptual de funcionamiento hidrogeoquímico. Define las principales reacciones que se presentan en el agua subterránea, así como algunos mecanismos de mezcla. Se puede evaluar el riesgo de contaminación del acuífero, dadas las características geológicas del mismo y de las cargas contaminantes que lo afectan. Se evalúa la calidad de las fuentes de agua potable en relación al contenido de As cuya concentración rebasa los límites de la Norma del agua para consumo y se definen acciones específicas dirigidas a la prevención de problemas de salud de origen hídrico. Se pretende establecer una base de datos hidrogeoquímicos para dar seguimiento a las condiciones cambiantes del acuífero y su posible relación con diversos fenómenos hidrológicos.

GEOH-4

AS EN EL SISTEMA HIDROGEOLÓGICO DEL VALLE DE DELICIAS, CHIHUAHUA, MÉXICO

Reyes Cortés Ignacio A., Vázquez Balderas José F., Ledesma
Ruiz Rogelio, Reyes Cortés Manuel y Barrera Prieto Yaravi

Universidad Autónoma de Chihuahua

ireyes@uach.mx

La zona del acuífero Delicias – Meoqui contaminada por As se caracteriza por sus altos contenidos en la porción noroccidental. En el talud, al oriente de las elevaciones topográficas limitantes y en el área de Saucillo. De acuerdo con la información disponible, se interpreta la presencia del As en el agua subterránea relacionada con el área de recarga natural del sistema hidrogeológico, basado en la piezometría y calidad del agua. Las zonas anómalas mencionadas se ubican de las áreas de recarga, que están representadas por las elevaciones próximas, en donde se destacan la Sierra Alta, al noroeste y la de Los Platos al sureste. Estas sierras están constituidas por rocas volcánicas, de naturaleza andesítico-basáltica.

Al infiltrarse el agua meteórica a través de los derrames alterados incorpora el arsénico al agua, misma que recarga al acuífero. Estas rocas contienen sulfuros diseminados (arsenopirita), como lo indican los análisis de sedimentos de arroyo. Los sedimentos muestran contenidos de arsénico en varios sitios. Investigaciones realizadas por la JCAS en La Casita, municipio de Chihuahua, interpretaron que la presencia del arsénico se debía a la percolación del agua meteórica a través de las rocas volcánicas antes descritos.

El arsénico no se asocia a los sistemas regionales de fracturamiento, tampoco con las aguas fósiles, ni con las rocas evaporíticas. Como es el caso de la Comarca Lagunera, entre los estados de Coahuila y Durango, donde se asocia con el agua de mayor profundidad, más tiempo en contacto con los sedimentos lacustres evaporíticos.

La presencia del arsénico en las aguas naturales se debe al contacto de los suelos que lo contienen por un lado y a la contaminación antropogénica por otro. La contaminación antropogénica esta representada por los desechos de las industrias metalúrgicas y los drenajes agrícolas. El empleo del As en los agentes germicidas e insecticidas; en los fertilizantes y detergentes; en los preservativos de la madera y los aditivos en los alimentos para animales etc., ha provocado alteraciones en la calidad natural de los cuerpos de agua, así como en los suelos de muchas áreas.

Las corrientes superficiales importantes del área son los ríos Conchos y San Pedro. Estos ríos no tienen un caudal base significativo. Debido a la explotación extrema a que esta sometido el sistema acuífero, ha ocasionado el agotamiento de los alumbramientos en la mayor parte del cauce. Forma de descarga que sin duda se manifestó ampliamente en el pasado. Sin embargo, en la estación hidrométrica de Las Burras sobre el Río Conchos, aún durante el estiaje se tienen caudales reducidos. Esto confirma que la corriente del Río Conchos en su extremo norte, a la salida del Valle de Delicias, es un medio de descarga de agua subterránea y consecuentemente también es una zona de intensa evaporación. Proceso que incrementa la concentración de As en el agua.

GEOH-5

ESTUDIO HIDROGEOQUÍMICO Y DE VULNERABILIDAD A LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN LA REGIÓN MEOQUI-DELICIAS-CAMARGO DEL ESTADO DE CHIHUAHUA

Barrera Prieto Yaravi, Espino Valdes María
Socorro y Rascon Beltran Blanca Estela

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua

yaravibarrera@yahoo.com.mx

El área de estudio se localiza al sureste del Estado de Chihuahua, entre las coordenadas 27° 30' y 28° 30' de latitud Norte y 104° y 105° 30' de latitud oeste. Comprende la totalidad del acuífero Delicias-Meoqui y una parte del acuífero Jiménez-Camargo, los cuales han sido clasificados como sobreexplotados.

Fisiográficamente ésta zona pertenece a la Provincia de Cuencas y Sierras y a las Llanuras del Norte, el clima de la región corresponde al de las zonas áridas por lo que es muy seco semicálido y seco semicálido.

Ambos acuíferos se localizan en material de relleno con depósitos de arena, grava, bloques y arcilla mal compactados, de alta permeabilidad y espesores que varían de 200 a 1000 metros, con limitaciones laterales de formaciones poco permeables y calcáreas.

La región estudiada abarca los municipios de Delicias, Meoqui, Julimes, Rosales, Saucillo, San Francisco de Conchos, la Cruz y Camargo. En los últimos años en algunas fuentes de agua potable de estas localidades se han detectado características cualitativas especiales por los altos contenidos de ciertos constituyentes indeseables en el agua destinada al consumo humano, tales como arsénico, flúor, sulfatos y/o nitratos. Su presencia en el agua en concentraciones que exceden a la norma correspondiente ocasiona que se limite su uso para consumo humano a causa de posibles efectos en la salud o rechazo de los consumidores.

Las autoridades locales han realizado acciones tendientes a restaurar las fuentes identificadas con el problema logrando algunos avances en esta tarea. Sin embargo, el origen y pronóstico a futuro de la problemática de calidad del agua en la zona requiere de un estudio detallado orientado a definir acciones específicas para prevenir los problemas de salud de origen hídrico.

A partir de datos históricos de la calidad del agua se elaboró un diagnóstico preliminar de las características del área. Con la actualización de dichos datos en base a una detallada campaña de muestreo y análisis se están estableciendo las posibles variables hidrogeoquímicas que expresen las relaciones entre la litología de la zona y la calidad del agua subterránea, así como su grado de vulnerabilidad entre ante posibles riesgos por cargas contaminantes de diversos grados de persistencia y movilidad en el acuífero.

GEOH-6

DETERMINACIÓN DE LA DESCARGA DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE MEXICALI AL RÍO COLORADO POR MEDICIONES PIEZOMÉTRICAS

Pérez González Dennice¹, Figueroa Ortiz
Fernando¹, Ramírez Hernández Jorge¹, Zamora
Arroyo Francisco² y Quezada Ayala Norberto¹

¹Instituto de Ingeniería, UABC

²Sonoran Institute

jorger@uabc.mx

El Delta del Río Colorado (RC) consistía en más de 781,060 ha. cubiertas por bastos humedales riparios de agua dulce, agua salobre y de mareas, que sustentaban una riqueza legendaria de plantas, aves y vida marina, este delta fue alguna vez uno de los estuarios de río desértico más importantes del mundo, conformaba un hábitat para aves migratorias y especies marinas exclusivas de la región. El volumen de agua dulce requerido para este hábitat era suministrado por los escurrimientos superficiales naturales del RC. Hoy las condiciones han cambiado, la construcción de presas y la desviación de agua en Estados Unidos y México le han reducido a un sistema remanente de pequeños humedales y lodazales salobres que son alimentados fundamentalmente por el agua de retorno de riego.

Las prácticas de riego a manta en el Valle de Mexicali han propiciado la recarga del acuífero, estimada en 500X10⁶ m³/año. De este volumen de agua excedente, una parte es captada por canales de drenaje agrícola y descargada al Golfo de California, otra parte es captada por el Río Colorado, a manera de río ganador, y conducido hasta el Golfo por su cauce. Esto propicia que aún en años en los que no se ha vertido agua al Río en su recorrido por suelo mexicano, se observe un escaso flujo fundamentalmente en el tramo de 12 km ubicado al sur del cruce de la vía del ferrocarril.

En este trabajo se muestra un modelo del sistema hidrológico RC-acuífero con base en la medición de las fluctuaciones del nivel freático en la vega del RC en 7 perfiles transversales con 27 piezómetros, durante un año en el cual no se presentaron flujos superficiales.

Se encuentra que la principal fuente de alimentación de agua del RC es el agua subterránea proveniente del retorno de riego. Identificándose que bajo condiciones de riego intenso, durante el traslape del riego primavera y verano, la elevación del nivel freático propicia la descarga del agua subterránea en el río aumentando su nivel y caudal. Mientras que durante las épocas con poco volumen de riego, el nivel del RC baja hasta alcanzar flujo nulo.

El análisis de las relaciones hidrodinámicas en cada uno de los perfiles muestra que mientras que aguas arriba de la zona de estudio se presenta una desconexión hidráulica total entre ambos cuerpos de agua durante el período de "estiaje" en la porción sur no se lleva a cabo esta desconexión manteniéndose los niveles piezométricos siempre por arriba del lecho del río.

La definición de esta relación hidráulica junto con otros parámetros relacionados con la cobertura vegetal, de esta zona del río, permitirán determinar el gasto ecológico requerido para mantener dicha vegetación y proponer esquemas de restauración y conservación del hábitat ripario en su cauce bajo diversos escenarios.

GEOH-7

ANÁLISIS MULTIVARIADO EN LA DIFERENCIACIÓN DE FAMILIAS HIDROGEOQUÍMICAS EN EL GRABEN DE AGUASCALIENTES, MÉXICO

Ramírez Guzmán Alejandro, Hernández Hernández Héctor, Cortés Silva Alejandra y Martínez Cruz Francisco

Instituto de Geofísica, UNAM

halessandro@geofisica.unam.mx

En este estudio se que cuentan con datos de iones mayores, iones menores, elementos traza e isótopos estables analizados en 30 pozos de agua potable, en el graben de Aguascalientes. Se midieron 34 variables fisicoquímicas y se analizaron aplicando algunas de las técnicas de análisis estadístico multivariado, como análisis de cluster, para diferenciar grupos de agua; el análisis de factores por componentes principales y rotación varimax que permiten conocer las correlaciones estadísticas entre variables estudiadas así como sus cargas estadísticas significativas. Se utilizó una matriz del tipo Q, para conocer la interrelación entre muestras o pozos y una matriz del tipo R, para determinar las interrelaciones entre variables. Se determinó que los tres grupos de agua obtenidos por el análisis multivariado fueron semejantes a los encontrados en el diagrama de Piper-Hill, determinándose que el tipo de agua de los tres grupos fue de tipo Na-HCO₃ con diferencias significativas en iones menores y elementos traza. Se logra diferenciar el rango jerárquico del flujo subterráneo según las asociaciones fisicoquímicas encontradas.

GEOH-8

AVANCES DE LA ACTUALIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DE LA SUBCUENCA LA POZA, ESTADO DE SONORA

Peña Coronado Saúl y García Martínez Mónica

Servicio Geológico Mexicano

spcoronado@coremisgm.gob.mx

En convenio con el Organismo Municipal Operador de Agua de Hermosillo, el Servicio Geológico Mexicano desarrolla su estudio de actualización hidrogeológica en la Subcuenca La Poza, mismo que actualmente se encuentra en etapa de interpretación e integración de informe final y cuyo objetivo principal es determinar el potencial geohidrológico de la subcuenca.

La fase de campo ya fue concluida, la cual incluyó una campaña de verificación hidrogeológica de unidades litológicas; censo de aprovechamientos, con un total de 177; muestreo de aguas superficiales y subterráneas, con 50 muestras; campaña de mediciones piezométricas, con 84 aprovechamientos sondeados; seis pruebas de bombeo; colocación de cinco estaciones de lluvia; 50 sondeos eléctricos verticales y 250 km de líneas gravimétricas con estaciones a cada 250m.

Un análisis piezométrico preliminar indica como la mayoría de la zona de estudio mantiene condiciones piezométricas favorables, con excepción de la zona conocida como Willard, donde se ha generado un cono de abatimiento con profundidades mayores a 100m.

La campaña de verificación hidrogeológica arrojó la definición de unidades con permeabilidades alta, media y baja, resultando con posibilidades atractivas de almacenar y transportar agua en riolitas del Mioceno (con espesor de hasta 500m), calizas del

Paleozoico y depósitos granulares recientes. Como una barrera natural opera un conglomerado terciario (Formación Baucarit), el cual genera fenómenos locales de semiconfinamiento e inclusive un acuífero confinado con posibilidades hidrogeológicas atractivas.

Con el desarrollo de la exploración geofísica y el análisis de la isotopía se definirá el papel que desempeña la geología estructural de la zona, además que se caracterizarán los sistemas de flujo de agua subterráneo y se conocerá la morfología y profundidad del basamento geohidrológico.

Es importante mencionar que con los resultados de iones mayores y de metales pesados se desarrollará el modelo de funcionamiento hidrogeoquímico, poniendo atención especial en la calidad de agua en aprovechamientos cercanos a minas abandonadas y un depósito de desechos peligrosos el cual ya está clausurado.

La interpretación de las pruebas de bombeo permitirá definir el comportamiento hidrodinámico del sistema acuífero, pudiendo definir y caracterizar los parámetros hidráulicos que lo gobiernan. En base a la caracterización del modelo de funcionamiento hidrogeológico se definirán las principales zonas de recarga y descarga del acuífero, aunado a esto y utilizando la norma oficial vigente, se determinará la disponibilidad media anual de agua.

GEOH-9

ESTUDIO GEOLÓGICO, GEOFÍSICO E HIDROGEOQUÍMICO PARA GENERAR UN MODELO CONCEPTUAL DEL ACUÍFERO LA CUENCA DEL LAGO DE CUITZEO, MICHOACÁN, MÉXICO

Medina Vega Víctor Hugo¹, Garduño Monroy Víctor Hugo² y García Estrada Gerardo Héctor³

¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, UMSNH

²Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

³Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, CFE

victormedina01@yahoo.com.mx

En México así como en los países en vías de desarrollo, los estudios sobre las cuencas hidrológicas y geohidrológicas han sido abordados sin un modelo claro de geometría del acuífero, de las características hidrogeoquímica y de propiedades físicas básicas para la modelización de acuíferos.

En este estudio se ha definido la geometría y la forma de las tres unidades geohidrológicas más representativas de la zona de estudio, la primera de ellas constituida por materiales fluvio-lacustres, subyaciéndole a ésta encontramos la unidad volcánica, la cual fue separada en secuencias de ignimbritas y andesitas, constituyendo la segunda y la tercera unidad geohidrológica. Es además importante hacer alusión que por medio de la reinterpretación geofísica se logró determinar un espesor máximo de 1100 m de la columna de sedimentos que contienen al Lago de Cuitzeo, en donde anteriormente se había reportado un espesor de 1500m (Arredondo, 1983).

La configuración de los niveles estáticos del agua para diferentes periodos (1977, 1990 y 2001) evidencian un abatimiento de más de 80m dentro de la ciudad de Morelia, mientras que en la mayor parte de la cuenca se mantienen estables los niveles, encontrándose en un rango de 10 a 30m de profundidad. La dirección del flujo nos indica que ésta ocurre de SW-NE, la cual está siendo influenciada por el sistema de fallas regional de la zona.

Se realizó un muestreo de agua para 13 pozos, 2 ríos y 7 manantiales, encontrándose solamente en un manantial con una alta concentración de arsénico de 2.839 ppm rebasando la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 hasta por 56 veces la cual establece el límite máximo de 0.05 ppm.

GEOH-10

AVANCES DEL DIAGNÓSTICO Y VALORACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DEL MANANTIAL LA MINTZITA, ESTADO DE MICHOACÁN

García Martínez Mónica, Salas Martín
Martha Angélica y Peña Coronado Saúl

Servicio Geológico Mexicano
monicagm@coremisgm.gob.mx

Atendiendo a la convocatoria 1-2005 de CONACYT, el Servicio Geológico Mexicano desarrolla su estudio de Diagnóstico y Valoración de la Vulnerabilidad del Manantial La Mintzita, el cual se ubica 5km al noroeste de Morelia. El área comprende una superficie de 860 km² entre los paralelos 19°27' y 19°41' de latitud Norte, y los meridianos 101°12' y 101°28' de longitud Oeste. El marco geológico predominante se caracteriza por litología propia de la Faja Volcánica Transmexicana (basaltos, riolitas, andesitas, entre otras), y en menor proporción por unidades de la Sierra Madre del Sur.

El objetivo principal es determinar la vulnerabilidad y riesgo de contaminación de las unidades hidrogeológicas (zonas de recarga, transporte y descarga) que afloran en el área natural protegida estatal con carácter de zona sujeta a conservación ecológica en el manantial, así como su zona de amortiguamiento, además de generar información sobre la calidad del agua y fragilidad de los recursos para la elaboración del programa de manejo del área.

Se llevó a cabo recopilación y análisis de información previa proporcionada por diferentes instancias involucradas en el manejo del agua y medio ambiente, seguido de una etapa de campo en la cual se desarrollaron actividades como verificación hidrogeológica de unidades litológicas, en la cual se asignó de manera cualitativa la permeabilidad de éstas; censo de aprovechamientos, con un total de 48, de los cuales 18 son manantiales, 29 pozos y una presa; de manera paralela se midieron parámetros como pH, Eh, conductividad eléctrica, STD, temperatura, salinidad y oxígeno disuelto. Para definir el comportamiento hidráulico del sistema acuífero se ejecutaron 5 pruebas de bombeo y se llevaron a cabo mediciones piezométricas donde las condiciones de los pozos lo permitieron. De manera adicional se identificaron sitios potenciales de contaminación: 5 gasolineras, 3 granjas avícolas, 5 panteones, 2 rastros y una fábrica del papel. Se tomaron 40 muestras de agua para ser analizadas por iones mayores y metales pesados, 13 de éstas se analizaron por O18 y Deuterio, cabe mencionar que 5 corresponden a captadores de agua de lluvia instalados de manera estratégica en la zona.

Actualmente se lleva a cabo la interpretación de resultados de campo; se están definiendo los modelos hidrogeológico e hidrogeoquímico, a la par que se alimenta un Sistema de Información Geográfica con niveles generados durante el estudio, además los proporcionados por el área de banco de datos del SGM (geología, estructuras geológicas, imagen de satélite, etc).

Es posible que la abundante presencia de manantiales en la zona esté relacionada a la importante presencia de estructuras geológicas, se presume puedan ser de orígenes diferentes, esto

se constatará al analizar las características físico químicas e isotópicas del agua.

Como resultado de la investigación se entregará una memoria técnica que, entre otros, incluirá atlas cartográfico con mapas temáticos del medio natural, así como las interpretaciones derivadas de los trabajos de campo, además de sugerencias para el desarrollo de un plan de manejo sustentable donde se asignen acciones y actividades de evaluación y monitoreo sistemático del manantial.

GEOH-11

AGUA PARA MONTERREY: EVALUACIÓN DEL SISTEMA SANTIAGO, NUEVO LEÓN

Masuch Oesterreich Dirk

Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica,
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

gis@fct.uanl.mx

En continuación de estudios anteriores, se hizo un análisis del potencial hidráulico del sistema de abastecimiento de agua Santiago, lo cual forma parte del sistema de suministro de agua potable para Monterrey, NL.

Con aproximadamente 3.5 millones de habitantes, Monterrey actualmente requiere de un suministro de agua potable de 11 m³/seg. Según el "Plan Metropolitano 2021: Desarrollo de la Zona Conurbana de Monterrey" de la Secretaría de Desarrollo Urbano y de Obras Públicas del estado, en el año 2020, la población radicada en el área de Monterrey, se colocará en el rango de 4,589 a 5,190 millones, lo cual incrementa la demanda de agua a un paso muy rápido.

El Sistema Santiago se encuentra en el municipio de Santiago al sur de Monterrey y consiste de fuentes superficiales (Presa Rodrigo Gómez, Manantial Estancuela), y de fuentes subterráneas (túnel Cola de Caballo, socavón San Francisco, y galería Los Elizondo). La precipitación media anual en el área es de 866 mm (estación Los Elizondo, período 1956-1987).

Resultados

1. La cuenca hidrológica contribuyente al Sistema Santiago cubre un área de recarga de 267 km².

2. La confluencia de los escurrimientos superficiales coincide con la ubicación de la cortina de la Presa Rodrigo Gómez, implicando que la presa hidrológicamente está localizado en el punto óptimo.

3. La dirección predominante del flujo superficial es de oeste-este y suroeste-noreste, con la excepción del flanco sur del Cerro de la Silla (norte-sur, noreste-suroeste).

4. Las formaciones acuíferas del Sistema Santiago son las Formaciones Aurora, Cupido, y, de menor importancia, Zuloaga, y el Cuaternario.

5. Las conductividades hidráulicas de las formaciones acuíferas están en el orden de 10-2 m/s (Fm. Cupido y Aurora), 10-3 m/s (Fm. Zuloaga), y 10-2 m/s (Cuaternario), con variaciones locales hacia lo menos permeable que pueden resultar en zonas de bajo potencial.

6. Dentro del perímetro de la cuenca, las formaciones acuíferas ocupan un área de recarga directa de 52.6 km² (Fm. Cupido), 2.2 km² (Fm. Aurora), 2.3 km² (Fm. Zuloaga), y 16.8 km² (Cuaternario).

7. La cuenca subterránea del área de recarga se extiende hasta partes centrales de la Curvatura de Monterrey y presenta un sistema de acuíferos de alto potencial hidráulicamente bien conectado.

8. El caudal promedio mensual del Sistema Santiago para los últimos 10 años está constantemente mayor a los 2,000 lps, lo cual está en el orden del aprovechamiento del Sistema Buenos Aires en el Cañón La Huasteca, lo cual comprende una cuenca hidrológica aprox. 4 veces más grande.

Conclusiones

1. Considerando el pequeño área de la cuenca, la producción media anual mayor de 2,000 lps indica un buen diseño de las instalaciones de explotación de agua.

2. El potencial hidráulico subterráneo está subutilizado, ya que la cuenca subterránea se extiende hacia partes centrales de la Curvatura de Monterrey.

(Este trabajo fue apoyado por el programa PAICYT de la UANL)

GEOH-12

INTERACCIÓN DEL FLUJO DE AGUA SUBTERRÁNEA CON UNA FALLA

Pérez Quezadas Juan¹, Cortés Silva Alejandra² y Escolero Oscar³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Instituto de Geología, UNAM

juanpq@geofisica.unam.mx

Se presentan los resultados preliminares del análisis de la información geohidrológica, y fisicoquímica histórica generada por el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León, SAPAL, por un periodo aproximado de 10 años. Se pondrá especial interés en el subconjunto definido por la batería poniente y su vecindad inmediata. En esta porción se pretende entender y comprobar, a través del análisis de datos, la posible interacción y/o funcionamiento hidrogeológico que genera el flujo de agua subterránea ante la presencia de una falla. Esta falla puede tener una importancia fundamental en el flujo de agua subterránea al Valle de León, generando una posible barrera o conducto hidráulico que pudiera estar dando origen a conductos preferenciales de la recarga. El análisis preliminar de los datos, indica que esta porción del sistema se comporta hidráulicamente como un medio continuo.

GEOH-13

DEFINICIÓN DE LAS ZONAS DE RECARGA EN LA CUENCA HIDROLÓGICA DE CALERA, ZACATECAS

Núñez Peña Ernesto Patricio¹, Cardona Benavides

Antonio², Castro Larragoitia Javier², Robles

Berumen Hermes¹ y Escalona Alcazar Felipe de J.³

¹Universidad Autónoma de Zacatecas

²Universidad Autónoma de San Luis Potosí

³Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas

e pnunez@yahoo.com.mx

Para definir las zonas potenciales de recarga de la cuenca de Calera en el Estado de Zacatecas, se utilizó el método APLIS, y los valores de concentración y distribución de los isótopos ambientales, ¹⁸O, ²H y ³H, en las muestras de agua subterránea colectadas durante el estudio. El método APLIS considera, una serie de capas de variables geológicas, geográficas, morfológicas, edafológicas y climatológicas, que corresponden a: (A) altitud, (P) pendiente del terreno menor al 5% y áreas potenciales de inundación, (L) litología favorable para la recarga, de acuerdo a su permeabilidad, (I) zonas de infiltración dominante considerando densidad de drenaje, (S) suelo, componente íntimamente ligado a la cobertura vegetal que propicia la disgregación del suelo y facilita la infiltración, (Pr) precipitación promedio del periodo de lluvias más copioso del año y (T) temperatura media para el mismo periodo. Dichas capas se combinaron utilizando las herramientas del Sistema de Información Geográfica ArcGis, obteniéndose para las diferentes áreas potenciales de recarga, la siguiente clasificación: Valor muy alto para las zonas con mayor posibilidad de recarga; Valor alto para zonas con buena posibilidad de recarga, Valor bajo zonas con poca posibilidad de recarga y Valor muy bajo cuando la recarga se considera que no es significativa.

Para detallar la información obtenida del SIG y definir los mecanismos de recarga natural que predominan en la cuenca, se realizó la interpretación de los valores obtenidos de #¹⁸O, #²H (deuterio), para 35 muestras de agua subterránea y de siete de #³H (tritio). Se consideró como referencia base, la línea meteórica local establecida para la cuenca de San Luis Potosí, ya que su entorno presenta gran similitud con el correspondiente a la cuenca Calera. Los resultados obtenidos, muestran comportamiento lineal y pendiente 4.7 menor respecto a la línea meteórica local referida, lo que sugiere que la recarga en la cuenca de Calera se presenta en condiciones que favorecen la evaporación de la precipitación durante el proceso de infiltración. Además de que la disposición del conjunto de muestras se sitúa muy cercano a la línea meteórica local, indicando que el agua subterránea procede de la lluvia local. En tres de las muestras estudiadas se registran claramente evidencias del efecto de altitud, una de ellas presenta el menor grado de este efecto y valores isotópicos más enriquecidos #²H (-74‰), situación que sugiere eventos de lluvia cortos o precipitación en zonas menos elevadas; otra de las muestras contiene valores isotópicos de menor enriquecimiento #²H (-81‰) con eventos de lluvia de intensidad media; y una tercera que denota las menores concentraciones isotópicas #²H (-84‰), los periodos de lluvia más intensos ó el agua subterránea infiltrada sobre las zonas de mayor altitud. Por otra parte los resultados obtenidos para #³H (tritio) indican que cinco de las muestras representan agua de recarga submoderna (<0.5 a <0.8 TU) y dos de agua de mezcla, categorizada entre submoderna a reciente (1.4 ± 0.33 y 1.7 ± 0.34 T.U.).

GEOH-14

LOCALIZACIÓN DE LAS ZONAS Y CUANTIFICACIÓN DE LA RECARGA EN LA CUENCA DE LA PAZ B.C.S.

Cruz Falcón Arturo y Salinas González Felipe

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

acruzf@ipn.mx

La ciudad de La Paz se localiza al sur de la península de Baja California. Durante años la fuente de abastecimiento de agua dulce para la población y agricultura se ha obtenido de la explotación del acuífero del valle de La Paz. La demanda de agua ha aumentado debido al crecimiento de la población, esto provoca un descenso continuo del nivel freático y por tanto la intrusión de agua de mar, por lo que el acuífero se encuentra sobreexplotado y en riesgo de sufrir un deterioro irreversible.

Una forma de evitar que los escurrimientos de lluvias de tormenta y de huracanes se pierdan en el mar, es localizar las zonas de la cuenca con extensión de 1275 km², de donde se puedan realizar obras para retener los flujos y propiciar la recarga artificial del acuífero. Para localizar las áreas de recarga se utilizó un sistema de información geográfica (SIG) y se procesaron las imágenes de parámetros físicos de: elevación topográfica, pendientes, escurrimientos, geología, geomorfología, edafología, uso de suelo y vegetación. A las imágenes de cada uno de estos parámetros se les asoció una malla computacional con celdas cuadradas de 100 m de lado, además se les asignaron pesos a las diferentes clases de acuerdo a su importancia en la recarga de agua subterránea. Mediante el álgebra de matrices, se obtuvo el plano que presenta la distribución de las zonas de recarga en forma jerarquizada.

Mediante la utilización de otro SIG y la ecuación general de balance hidrológico, se generaron modelos digitales de precipitación, temperatura, evapotranspiración y escurrimientos, y se estimó una recarga potencial por lluvias en 74 millones de m³ distribuidos en la cuenca hidrológica del valle de La Paz.

Con la integración de los resultados mediante las operaciones entre las matrices de imágenes de los dos mencionados SIG, se obtuvo un mapa de distribución de recarga en toda la cuenca, donde se observa un gradiente de recarga del sureste hacia el noroeste.

GEOH-15

EL BARNIZ DE DESIERTO COMO INDICADOR DE EXTENSIÓN DE INUNDACIÓN

Lino Escobedo Selene y Hinojosa Corona Alejandro

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

alhinc@cicese.mx

El abanico aluvial del arroyo Matomí se ubica al Noreste de Baja California en la vertiente oriental del escarpe del Golfo de California donde se depositan los sedimentos de las cuencas Matomí, el Canelo y la Cantera con superficies de captación de 545, 307 y 152 Km² respectivamente, contribuyendo rocas metasedimentarias y batolíticas (Paleozoico-Cretácico), volcanoclasticas (Mioceno), sedimentos marinos y no marinos del Plioceno y depósitos aluviales (Cuaternario). Esta región desértica con escasa vegetación y precipitación media anual menor a los 100mm, ocasionalmente está sujeta a eventos de intensa precipitación como el paso de huracán Nora en el año

de 1997, donde la estación meteorológica más cercana registro 300mm en 24hrs.

El barniz del desierto es un rasgo superficial de los clastos producto de un proceso biogeoquímico que genera una capa delgada de color oscuro (café a negro) que se desarrolla naturalmente en la superficie expuesta de las rocas del desierto y de zonas áridas del mundo. La modificación en la posición de las rocas sobre las zonas activas de los abanicos por el arrastre de la corriente afecta el proceso de formación de barniz del desierto, alterando la respuesta que registran los sensores remotos. Se exploran los efectos de Nora a través de un análisis multitemporal de 3 imágenes Landsat, 2 anteriores al evento (1987 y 1988) y una posterior a éste (2001). Se fotointerpretaron las imágenes multitemporales a través de compuestos en falso color y se aplicó la técnica de componentes principales para resaltar los cambios en el abanico.

GEOH-16

MONITOREO DE POZOS DE OBSERVACIÓN EN LAS CUENCAS SANTIAGO Y SAN JOSÉ, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO, UTILIZANDO DATA-LOGGERSGaytán García Jesús¹, Wurl Jobst² y Martínez Meza Juan Eduardo¹¹Universidad Autónoma de Baja California Sur²Departamento de Geología Marina, UABCS

jgaytang@hotmail.com

En Baja California Sur, México, por sus características fisiográficas, geográficas y climáticas, es de vital importancia tener un monitoreo constante de los pozos de agua que están en funcionamiento, para tener un control puntual sobre la situación en los cambios de los niveles freáticos, entre otras variables, de los distintos acuíferos que se encuentran en la entidad. Los abatimientos de los niveles son consecuencia del bombeo y de la poca precipitación que ocurre, siendo el mayor aporte de agua las lluvias intensas que se generan como producto de la actividad ciclónica.

Las cuencas de Santiago y San José ubicadas al sur del estado generan grandes afluentes de agua para toda esa zona.

La utilización de data-loggers en los pozos de observación es una herramienta efectiva para el monitoreo de la cantidad de agua disponible en los acuíferos. Un data-logger es esencialmente un microcomputador que se programa para obtener datos de cada segundo a días durante todo el año, los parámetros que se obtienen son la presión absoluta y temperatura. En una zona como Baja California Sur el uso de estos dispositivos es importante, ya que el acceso a los distintos pozos es algunas veces complicado y el manejo de estos instrumentos permite la recuperación de los datos de manera rápida.

Se han instalado seis data-loggers en las cuencas de Santiago y San José, con la viabilidad de instalar más en un futuro. Los datos obtenidos por los aparatos se ha recopilado durante los dos últimos años de manera continua, esta información es procesada y comparada con antecedentes existentes del comportamiento de las cuencas.

GEOH-17

VARIACIÓN DEL NIVEL DEL ACUÍFERO SOMERO Y CORRELACIÓN CON EVENTOS DE DEFORMACIÓN SUPERFICIAL EN LA ZONA GEOTÉRMICA DE CERRO PRIETO

Vázquez González Rogelio, Sarychikhina Olga, Glowacka Ewa y Díaz Alejandro

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

rvazquez@cicese.mx

Actualmente se tienen instalados medidores de registro continuo del nivel del agua en 7 pozos de una red de monitoreo que incluye piezómetros al interno de la zona geotérmica de Cerro Prieto y en su periferia. Esta actividad forma parte de un proyecto que estudia los fenómenos de distribución espacial y temporal de las deformaciones en la zona y que incluye el monitoreo por medio de grietómetros e inclinómetros de superficie y de pozo. El proyecto es financiado parcialmente por el CONACYT y cuenta con el apoyo e intercambio de información con la CFE. El contexto geotectónico en la zona geotérmica de Cerro Prieto induce diferentes manifestaciones de sismicidad y deformación superficial que son estudiadas por medio del registro de eventos sísmicos e instrumentación dedicada al monitoreo de las deformaciones, tales como los inclinómetros y grietómetros de registro continuo. Otras manifestaciones que se han observado es la variación del nivel del agua en pozos como respuesta correlacionada a eventos de deformación y recientemente a eventos sísmicos en la región.

El monitoreo con registro continuo del nivel de agua en los piezómetros se inició en el 2000 con dos equipos, posteriormente en 2003 se amplió a 7 y en 2006 entrarán en operación 2 más. Los equipos en los pozos de la red de monitoreo han estado en operación de manera prácticamente continua, programados para registrar los datos del nivel de agua y temperatura con un período de 5 minutos. También se tienen instalados dos barómetros para el registro de la variación de la presión y la temperatura ambiente con el mismo período.

El análisis de las series de tiempo de cada piezómetro permite determinar la magnitud de la variación del nivel del agua e identificar en algunos casos, la periodicidad de eventos en particular, o bien, la respuesta a cambios en las condiciones geohidrológicas del acuífero producidas por diferentes factores, entre ellos los asociados a la deformación superficial, y a la sismicidad en la región.

GEOH-18

SIMULACIÓN SOBRE LOS PERFILES DE HUMEDAD Y LA EFICIENCIA DEL RIEGO POR GOTEO EN SUELOS DE CULTIVO HORTÍCOLA

Delgado Arellano Víctor Gerardo^{1 y 2}, Suárez Arriaga Mario César³, Carreón Silva Luis Miguel³ y Lobit Philippe⁴

¹Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán, CIDEM

²Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, UMSNH

³Facultad de Ciencias Físicomatemáticas, UMSNH

⁴Instituto de Investigación Agroforestal, UMSNH

alvicyolx95@yahoo.com.mx

En el presente trabajo se desarrolla la simulación por el método de elemento finito en dos dimensiones de la distribución hídrica

del suelo para un cultivo hortícola en surco bajo manejo de riego por goteo. El modelo contempla el potencial matricial, el contenido hídrico y la conductividad hidráulica del suelo de acuerdo con las ecuaciones de Van Genuchten tomando la aproximación de que el contenido de agua perdida por la planta en el proceso de evapotranspiración es el mismo que el absorbido por las raíces. Se analiza el fenómeno de histéresis del suelo en el caso de una dimensión. Los resultados obtenidos indican que la distribución del bulbo de humedad para el caso donde no se considera el fenómeno de histéresis es simétrico respecto a la profundidad del suelo, sin embargo, para el caso donde es considerado el fenómeno de histéresis la reducción del contenido de humedad en el proceso de humedecimiento o de secado del suelo es considerable respecto del proceso sin histéresis.

GEOH-19

EL CLIMA Y EL ÍNDICE DE HUMEDAD DEL SUELO: ZONA COSTERA DEL VALLE DE GUASAVE, SINALOA, MÉXICO

Campos Mariano Norzagaray¹, Filograsso Luis Capurro², Maya Delgado Yolanda³, Muñoz Sevilla Patricia⁴, Ladrón de Guevara Torres María¹ y Satamaría Miranda Apolinar¹

¹Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, IPN

²Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN

³Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

⁴Dirección de Estudios Profesionales Medico Biológicas

mnozaga@ipn.mx

En recientes trabajos se ha determinado que la precipitación media anual promedio del Valle de Guasave, Sinaloa, es de 577.9 mm/año y que la evapotranspiración potencial media anual para la época de estiaje (de octubre a mayo) es de 3232.9 mm/año, mientras que para la temporada de lluvias (de junio a septiembre) es de 1753.8 mm/año; con tal información, y la referida a la variación de la precipitación media mensual de 4 estaciones meteorológicas de la Comisión Nacional del Agua (CNA), se determinó el índice de humedad del suelo. Con ello se permite marcar claramente las temporadas existentes en la zona, resultados que se pueden aplicar a un manejo integral del medio ambiente para el éxito de la agricultura, sin incentivar una desertificación, la cual puede ocurrir con el uso inadecuado y desconocimiento de las magnitudes de la humedad, siendo de mas riesgo aquellas zonas con clima húmedo y seco. Los resultados del índice de humedad del suelo marcan un rango de variación de 0.97 a 2.18, y la clasificación climática, con base en los trabajos de Köppen con modificaciones de García, pertenece a dos tipos de clima: húmedo (Ar) y húmedo - seco (Aw).

GEOH-20 CARTEL

ANÁLISIS GEOQUÍMICO DE LOS POZOS DEL ÁREA DE CAPTACIÓN VICTORIA, Y SU RELACIÓN AL FLUORURO EN HERMOSILLO, SONORA

Valenzuela Vásquez Lorenzo¹ y Ramírez Hernández Jorge²

¹Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora

²Instituto de Ingeniería, UABC

lorenzo916@hotmail.com

En diversas partes del mundo, es frecuente encontrar grandes zonas con aguas subterráneas que pueden aparecer con cantidades elevadas de fluoruro. En México aproximadamente el 6% de la población es afectada por el fluoruro contenido en el agua subterránea. En Hermosillo, Sonora las concentraciones detectadas en el agua subterránea, para abastecimiento de consumo humano varían desde 0.1 hasta 7.8 mg/l, mientras que la Organización Mundial de la Salud recomienda entre 0.5 y 1.2 mg/l y la norma oficial mexicana (NOM-127-SSAI-1994) una concentración máxima permisible de 1.5 mg/l.

En este trabajo se analiza el contenido de fluoruro en el acuífero y de los iones mayoritarios, para muestras de agua tomadas de 1995 al 2003 caracterizando geoquímicamente las aguas con ayuda de los diagramas de Staff y Piper. Se realiza una especiación química y se modeliza la evolución del agua y las mezclas que se podrían haber realizado en una línea de flujo idealizada. Para la identificación de las causas que dan origen a las altas concentraciones, fue necesario conocer las características de las rocas en el área de estudio.

La modelación se realizó con el código PHREEQC analizando las interacciones agua roca e infiriendo la composición del agua y la transferencia de masa, con base en esto se calculó la composición de agua de mezcla y la viabilidad de prever la evolución de la composición del agua a lo largo de la dirección de flujo. Se consideró la dirección de flujo y el área de mayor concentración de fluoruro en el agua.

El agua subterránea de pozos someros y de pozos profundos, mostró una estratificación salina, que fue asociada a la infiltración del agua superficial grandemente mineralizada que viene de la filtración del agua irrigada.

Altas temperaturas y altas concentraciones de fluoruro en agua fueron encontrados en los pozos de Tronconal y Bloquera con valores de 38.67°C, para 7.59 mg/l de fluoruros y de 38.80°C, para 7.33 mg/l de fluoruros, respectivamente. Esto se atribuye a que el agua de esta área ha circulado por un acuífero profundo con flujo regional a través de fallas regionales con geotermalismo en el área coincidiendo con lo indicado por otros autores.

Se encontraron aguas de facies sulfatada sódicas posiblemente de circulación profunda que pueden provenir de salmueras geotérmicas. A su vez las aguas bicarbonatada sódicas fueron asociadas a procesos de intercambio iónico con arcillas y con circulación a través de rocas volcánicas fracturadas.

Las aguas sobresaturadas con respecto a la fluorita (CaF₂) fueron relacionadas con alteración hidrotermal lo cual incrementó la solubilidad del fluoruro sobre la del calcio, aunado a la ausencia de rocas carbonatadas en la zona de interés, como lo manifiestan las condiciones geológicas del área.

GEOH-21 CARTEL

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA NOMENCLATURA HIDROESTRATIGRÁFICA EN EL ESTADO DE SONORA

Rodríguez Torres Rafael¹ y Rodríguez Castañeda José Luis²

¹Departamento de Geología, Universidad de Sonora

²Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM

rafael@geologia.uson.mx

Se presentan los resultados de una compilación de los ambientes de depósito y su historia tectónica de unidades estratigráficas en el Estado de Sonora obtenida de una variedad de fuentes.

Los principios básicos para la aplicación de la terminología estratigráfica quedaron plasmados en lo externado en el North American Stratigraphic Code (Artículo 22 incisos g e i) para los posibles acuíferos contenidos en unidades litoestratigráficas y en el Artículo 31 inciso d para aquellos acuíferos incluidos en unidades litodémicas, en ambos casos deben de ser considerados como zonas de producción o explotación. No obstante que el mencionado código tiene una vigencia de hace 24 años, las comunidades de hidrólogos, geohidrólogos e hidrogeólogos han despreciado sus normas posiblemente debido a su desconocimiento.

MacCormack et al. (2005) hicieron un aporte muy importante a la hidroestratigrafía al sostener que el objetivo de un modelado tridimensional en las cuencas de sedimentación ayudan efectivamente a identificar, visualizar y analizar unidades geológicas de subsuelo incluyendo sus formas geométricas y ayudando a entender su historia deposicional y, finalmente las características hidroestratigráficas de esa región. Como aporte final se obtiene la creación de un modelo hidroestratigráfico más realista.

Rodríguez-Torres et al. (2005) concluyen estar de acuerdo con considerar los acuíferos como zonas productoras de agua, en concordancia con el código de nomenclatura estratigráfica y después de un análisis en el territorio sonorense propone los así denominados "acuíferos alternos" que son paquetes rocosos fuertemente fracturados y confinados dentro de bloques tectonoestructurales que les permiten funcionar como contenedores estancos. Se considera factible encontrar este tipo de acuíferos a lo largo de la columna geológica expuesta en el estado y en toda clase de unidades aloestratigráficas, litoestratigráficas e incluso litodémicas.

Ante tal cantidad de posibles acuíferos y después de varios intentos de aplicación en diversos proyectos de investigación aplicada, llevados a cabo por el primer autor, se llega a la conclusión que se puede generalizar a un modelo conceptual que incluya todos los posibles acuíferos tanto los clásicos o convencionales (granulares y no consolidados) por los así denominados "acuíferos alternos" (rocosos fracturados y confinados). El concepto geológico más conveniente a aplicar en los "acuíferos alternos" es el de secuencia, ya sea estratigráfica o de tiempo a lo largo de la columna geológica. La secuencia de facies, que implican cambios laterales o de sentido de evolución progradante.

Estos modelos de secuencias se identifican en los diversos tipos litológicos que constituyen las unidades hidroestratigráficas en la región, las cuales están localizadas en los mayores relieves que forman los contenedores tectono-estructurales.

GEOH-22 CARTEL

EVOLUCIÓN DE LOS NIVELES ESTÁTICOS COMO INDICADORES DEL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA

Huicochea Morales Ramsés

Facultad de Ingeniería, UNAM

rams_ing@hotmail.com

Los niveles estáticos cambian con el tiempo debido a varias causas entre las que se cuentan las naturales y antropogénicas. Según la Comisión Nacional del Agua, CNA, existe una disponibilidad de agua emplazada en 188 acuíferos. A partir de la década de los 70's ha aumentando sustancialmente el número de acuíferos sobreexplotados de: 32 en 1975 a 104 en 2004. El tema del agua tiene dos aspectos fundamentales: la disponibilidad del recurso y la demanda existente; una de las componentes para evaluar estos aspectos es el análisis de los datos históricos de piezometría, así como la realización de censos de los aprovechamientos y sus diferentes usos. Este trabajo presenta el análisis de los datos piezométricos históricos del Valle de León, Guanajuato, recopilados de 17 estudios, siendo el más antiguo, el de 1948, y el más reciente de 2004. Como resultado de este análisis se propone una política de manejo más racional encaminada a una sustentabilidad de los acuíferos.

GEOH-23 CARTEL

PROPUESTA DE RECARGA INDUCIDA DE ACUÍFEROS CON AGUA PLUVIAL. ESTUDIO CASO AGUASCALIENTES, MÉXICOPérez Valera Joaquín¹, Cortés Silva Alejandra² y Martínez Reyes Juventino³¹Facultad de Ingeniería, UNAM²Instituto de Geofísica, UNAM³Centro de Geociencias, UNAM

joaquinperezvalera@gmail.com

Estados Unidos y Canadá han sido países pioneros en el desarrollo de métodos para recarga inducida de acuíferos, tanto de agua pluvial como residual tratada, a pesar de que son los países que menos lo necesitan, por su gran cantidad de agua superficial y extensión de acuíferos. En México, las tres cuartas partes del territorio son áridas y no existe como práctica el aprovechamiento de agua de precipitación. En este trabajo tomaremos al valle de Aguascalientes como zona piloto en donde se propone la instalación de dispositivos para la recarga inducida a los acuíferos, en sus dos variantes: agua pluvial y residual tratada. La zona está constituida geohidrológicamente por una estructura tectónica conocida como "Graben de Aguascalientes". Los flancos del graben están constituidos por secuencias litoestratigráficas que incluyen: un basamento volcanosedimentario del Cretácico inferior y formaciones riolíticas del Oligoceno de la Sierra Madre Occidental en su flanco occidental; un basamento calcareo-terrágeno marino mesozoico y formaciones riolíticas y sedimentarias lacustres y fluviolacustres en su flanco oriental. El relleno del valle está representado por una serie de sedimentos lacustres y fluviolacustres poco consolidados que puede alcanzar más de 300 metros de espesor, sobre terrenos consolidados representados por formaciones riolíticas las que a su vez descansan sobre el basamento mesozoico. En una primera etapa se implementará y diseñará el prototipo más adecuado a las características geohidrológicas de

la zona, en conjunto con los parámetros meteorológicos, tomando en cuenta: la tormenta de diseño, que comprende; duración, periodo de recurrencia y cantidad. A partir de esos datos se calculará la cantidad de agua a infiltrar. La determinación de las características de la tormenta de diseño se basa en los datos históricos de precipitación proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

GEOH-24 CARTEL

ESTUDIO DEL SISTEMA ACUÍFERO DE AGUASCALIENTES, MÉXICO, CON ESTADÍSTICA MULTIVARIADA Y GEOTERMÓMETROSMartínez Cruz Francisco¹, Hernández Hernández Héctor², Cortés Silva Alejandra², Ramírez Guzmán Alejandro³ y Cerriteño Octavio⁴¹Facultad de Ingeniería, UNAM²Instituto de Geofísica, UNAM³Escuela Regional de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero⁴Centro de Geociencias, UNAM

martnez_francisco@yahoo.com.mx

En el estudio del agua subterránea, es difícil distinguir claramente la diferencia entre familias hidroquímicas debido a los aportes de agua de diferentes orígenes, que se comportan químicamente de forma similar. Como ejemplo, los estudios de modelación hidrogeoquímica realizados en el graben de Aguascalientes, México han demostrado que el análisis convencional de iones mayores y menores mediante diagramas de Piper, Stiff, Shoeller, Triangulares, y de Chadda resultan insuficientes para lograr una discriminación aceptable de las facies existentes en la zona. Debido a esto, es necesaria la aplicación de técnicas estadísticas de análisis multivariado que utilizan conjuntamente la información proporcionada por iones mayores, iones menores, elementos traza e isótopos estables. Para este trabajo se manejan variables fisicoquímicas obtenidas de pozos de agua potable correspondientes a un muestreo actual, en el graben de Aguascalientes. A los datos mencionados se les aplicaron las técnicas de análisis estadístico multivariado de análisis de cluster, útil para diferenciar los grupos de agua mediante el reconocimiento de patrones; así como el análisis de factores por componentes principales y rotación Varimax que permiten conocer las correlaciones estadísticas entre variables estudiadas. Con esta metodología, se busca verificar los resultados de estudios previos; tales como la existencia y/o vigencia de tres grupos de agua, principalmente de tipo Na-HCO₃, encontrados mediante el uso del diagrama de Piper-Hill. Adicionalmente se presenta la viabilidad de aplicación de geotermómetros Na/K y K/Mg, considerando la composición geológica local, que consiste, principalmente de materiales detríticos intercalados con tobas, sedimentos lacustres. Todo lo anterior con la finalidad de entender mejor el funcionamiento del sistema.

GEOH-25 CARTEL

INSTALACIÓN DE UN POZO DE OBSERVACIÓN EN EL ARROYO SAN LÁZARO B.C.S., PROBLEMAS Y PRIMEROS RESULTADOS

Wurl Jobst¹, Martínez Gutiérrez Genaro², Gaytán
García Jesús² y Martínez Meza Juan Eduardo²

¹Departamento de Geología Marina, UABCS

²Universidad Autónoma de Baja California Sur

jwurl@uabcs.mx

Con el objetivo de iniciar la construcción de una red de pozos de observación alrededor de la Sierra la Laguna, en el Estado de Baja California Sur, se instaló una estación piezométrica piloto en el arroyo San Lázaro. Dicha estación consta de una perforación de 3" de diámetro a 13.9 m de profundidad, que fue realizada en medio del arroyo unos meses antes. Las mediciones fueron realizadas por medio de un data-logger que registra la presión absoluta y la temperatura cada treinta minutos. El propósito fue la medición de los niveles freáticos y, en caso de un escurrimiento superficial, su medición hidrométrica. Las primeras mediciones fueron realizadas a partir del Noviembre de 2005 y continúan hasta la actualidad. Los hidrogramas obtenidos después de precipitaciones fuertes indican que la cuenca tiene poca capacidad de almacenar agua en el subsuelo.

GEOH-26 CARTEL

EVALUACIÓN DE LA MOVILIDAD DE METALES EN JALES MINEROS MEDIANTE COLUMNAS DE LIXIVIACIÓN

Pérez Rodríguez Miguel Ángel

Instituto de Geofísica, UNAM

angel_quimico@yahoo.com.mx

En 1992, durante una campaña realizada por la Comisión Nacional del Agua de México para la detección del virus del cólera se detectaron altas concentraciones de arsénico en el agua de los pozos del valle de Zimapán, en el estado de Hidalgo. A partir de la publicación del reporte parcial de esta campaña se han realizado diversos trabajos por grupos interdisciplinarios para estudiar este fenómeno.

Se identificaron tres posibles fuentes de este problema: la fuente natural debida a la oxidación de minerales con alto contenido de arsénico, que contaminan las aguas más profundas y dan lugar a las altas concentraciones encontradas; y dos fuentes antropogénicas contaminan los pozos superficiales, el lixiviado de los residuos de minas y la percolación de los gases de hornos de fundición, con un contenido de arsénico, depositados en los suelos en los años 40. (Armienta et al., 1997)

La importancia de conocer acerca de la movilidad de los metales contenidos en los jales de mina del valle de Zimapán radica en analizar el potencial tóxico que puedan generar estos al medio ambiente que los rodea. Se diseñaron columnas de lixiviación para estudiar los jales localizados en las inmediaciones del pueblo de Zimapán. Estas columnas son de fácil manufactura, económicas, inertes, estables y selladas, para evitar derrames de los lixiviados.

La obtención de los lixiviados se realiza periódicamente añadiendo agua Milli Q, dejando reposar la columna y capturando el volumen de líquido que la columna libere. Una muestra del

lixiviado es separada para realizar el análisis potenciométrico de la alcalinidad con una microbureta (también de fabricación personal) que consta de una jeringa de insulina de 1 mL graduada en 2 mL, una llave de tres pasos para relleno de bureta, un ventilador de computadora como agitador, y dos microelectrodos; el de referencia a base de cobre encapsulado en agua destilada y el de trabajo a base de una barra de tungsteno de 99.9% de pureza para soldadura industrial. Un voltímetro comercial nos permite medir en milivolts la diferencia de potencial entre los electrodos al titular la muestra con HCl 0.01 N y hacer curvas de calibración del mismo con buffers a pHs de 4.01, 7 y 10; cuya linealidad ha resultado hasta de 6 órdenes.

En el transcurso de 15 semanas se han obtenido lixiviados que en un análisis semicuantitativo en el laboratorio de ICP-MS, se determinó que contienen arsénico en un rango entre 361 y 536 ppb y antimonio entre 121 y 137 ppb; además de que los duplicados de las columnas presentan un comportamiento similar. Los resultados de pH y alcalinidad reflejan los contenidos minerales reportados en los análisis de difracción de rayos X que muestran la presencia de calcita, la cual amortigua el pH ácido de los lixiviados característicos de oxidación de minerales sulfurosos.

A futuro se efectuará una comparación entre los análisis por ICP-MS con los obtenidos por Espectrometría de Absorción por Flama. Los resultados experimentales se interpretarán en función de la mineralogía y de una modelación con el programa hidrogeoquímico PHREEQC.

GEOH-27 CARTEL

EL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL TRIÁSICO DE GUANACEVI. ALTO TECTÓNICO EN EL NW DE DURANGO Y SU IMPACTO EN LA EXTRACCIÓN DE PLATA Y ORO

Ortiz Valdez José G.¹, Nájera Garza
Jesús² y García Hernández Teodoro J.³

¹Centro de Estudios de Bachillerato Técnico
Industrial y de Servicios, CEBTIS 23

²Consultor Profesional

³Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado, CEAPA Zacatecas
minero_76@walla.com

La importancia de estas rocas triásicas radica no sólo en su mineralización argento-aurífera, sino que sirven como conducto del agua subterránea, a través de su amplio fracturamiento y fallamiento; a la vez, sus estratos lutíticos funcionan como barrera del flujo hacia abajo y conduciéndolo lateralmente, hacia terrenos más bajos, donde se localizan las poblaciones de Guanaceví y San Pedro, Dgo. Sus tres sistemas de fraturamiento se orientan al NW, NE y N; también las fallas se han desarrollado en estas mismas orientaciones, en las que están presentes las vetas más ricas de plata y oro. Desde luego, la estratificación también es otra vía del flujo del agua subterránea, hacia los sistemas de fracturamiento locales. Las rocas más antiguas en la región Guanaceví-San Pedro son lutitas, areniscas y de tipo conglomerático, interestratificadas con algunos flujos de lavas básicas y capas volcánicas; mejor conocidas como "Capas Rojas" del Triásico, correlacionables con las del Triásico de Villa Juárez, Lerdo, Dgo. y la Formación Nazas del Triásico. Esta unidad geológica constituye un alto tectónico que aloja varias vetas mineralizada con plata y oro, este último principalmente en las capas conglomeráticas. El problema que afronta la explotación de estas menas, es la presencia del agua subterránea que las inunda; situación que requiere de una evaluación hidrogeológica

regional, para determinar, con precisión, las áreas de recarga del agua, así como el rumbo de la trayectoria de su flujo y los gastos hidráulicos necesarios, para desaguar y mantener secos a estos yacimientos. El agua que así se obtenga, podría utilizarse para abastecer de agua, de calidad potable, a la población de Guanaceví; siempre y cuando se intercepte el flujo, antes de entrar en contacto con las zonas mineralizadas. Hay la posibilidad que si se incrementa la capacidad de proceso, de la Planta Metalúrgica Guanaceví, se requerirá más agua; y puesto que la autoridad competente, no cederá el uso del agua del Arroyo Guanaceví; se considera indispensable obtener un gasto hidráulico mayor, que el que sólo evitaría la inundación de las menas. Por lo que la evaluación hidrogeológica regional deberá considerar, un gasto hidráulico mayor, que el necesario para desaguar los yacimientos argento-auríferos.

GEOH-28 CARTEL

LA CONTAMINACIÓN SALINA ACTUAL EN ACUÍFEROS COSTEROS DE SONORA, MÉXICO

Nájera Garza Jesús¹, Rodríguez Torres Rafael² y Ortiz Valdez José G.³

¹Consultor Profesional

²Departamento de Geología, Universidad de Sonora

³Centro de Estudios de Bachillerato Técnico Industrial y de Servicios, CEBTIS 23

jng1207@walla.com

Los ineficientes procedimientos de perforación y las interpretaciones geofísicas, sin el apoyo básico y esencial de la geología de superficie y de subsuelo; esta última disponible desde los principios de exploración por la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH) y las evaluaciones paleontológicas del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP, 1969). Han conducido a las muy erróneas y perniciosas interpretaciones, para el desarrollo económico-social, acerca de "una supuesta intrusión salina del mar actual"; y aún más, se han utilizado isótopos ambientales (procesos de evaluación muy confiables), pero su errónea interpretación HIDROGEOLOGICAMENTE inadecuada y NO apegada al origen o causa real (en tiempo geológico y profundidad) de la contaminación salina del agua subterránea, que es inducida desde estratos salinos del Mioceno, por la ineficiente perforación y funcionamiento, de los pozos profundos de la Costa de Hermosillo; ha sido aceptada CASI UNÁNIMEMENTE, por las instituciones académicas y oficiales responsables y las Asociaciones de Productores Agrícolas del Estado de Sonora. Recientemente (año 2001), se perforaron cuatro pozos que encontraron agua dulce, entre la Bahía de Tastiota y Punta Baja, en el área conocida como "El Sahuaral", en la sección SW de la Costa de Hermosillo. Actualmente, algunos o muchos pozos, se dice, que bombean agua contaminada con exceso de sales. Esta comunicación INFORMA CON DATOS FEHACIENTES del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP, 1969), solicitados por la SRH (a fines de la década de los 1960's): que existe una formación de evaporitas (capas salinas con NaCl, Ca, Mg, SO₄, CO₃, etc.), de edad MIOCENO, la cual aporta, por flujo verticalmente inducido, por los POZOS MAL CONSTRUÍDOS Y DE BOMBEO INEFICIENTE, la contaminación SALINA ACTUAL. Esto se puede volver a VERIFICAR, para mayor evidencia científica y SEGURIDAD DE LOS USUARIOS Y DE LA INVERSIÓN ECONÓMICA de muy bajo riesgo; por procedimientos que utilicen varios ISÓTOPOS AMBIENTALES, interpretados por Profesionales con AMPLIA EXPERIENCIA HIDROGEOLOGICA, es decir, Geología de Fluidos en el Subsuelo.

SE PROPONE, FORMALMENTE, DENOMINAR A ESTA UNIDAD ALOESTRATIGRÁFICA COMO "GRUPO SONORA", constituido principalmente, por las formaciones KINO, GUAYMAS y CAJEME, de edad Mioceno (entre 20 y 15 Ma., por microfósiles infra-y-suprayacentes, con espesor variable de 0 a 80 m, IMP.) y como localidad tipo: el subsuelo de la Costa del Estado de Sonora, México. (11-15 de Oct., 2006: Nájera-Garza, Jesús, Rodríguez-Torres, Rafael y Ortiz-Valdez, José G.).

GEOH-29 CARTEL

ATLAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL ESTADO DE SONORA 2005

Grijalva Noriega Francisco¹, Rangel Medina Miguel¹, Oroz Ramos Lucas Antonio², Minjarez Sosa José Ismael¹ y Monreal Saavedra Rogelio¹

¹Departamento de Geología, Universidad de Sonora

²Gerencia Regional Noroeste, Comisión Nacional del Agua

grijalva@correo.geologia.uson.mx

El estudio, manejo y administración de los acuíferos requieren de información básica relativa a sus características hidrogeológicas, recarga, explotación, descarga natural, niveles y calidad del agua. El carácter dinámico de los procesos hidrológicos y los cambios impuestos por el desarrollo obligan a observar en forma sistemática el comportamiento de los niveles y de la calidad del agua, entre otras variables, para efectuar los ajustes pertinentes en el manejo de las fuentes. En esta ocasión se presenta, en el marco de una colaboración entre la CONAGUA y la Universidad de Sonora, un Atlas donde se plasma la información sobre los niveles estáticos y su comportamiento en los diferentes acuíferos del Estado de Sonora

El Atlas de agua subterráneas del Estado de Sonora 2005 consta de cartas temáticas para todo el estado que muestran información general como: Localización con vías de comunicación, Tipos de Climas, Temperatura Media Anual, Fisiografía, Tipos de suelos, Geología, Cuencas, Subcuencas y Regiones Hidrológicas, Hidrografía y acuíferos por región geohidrológica, ilustrando profundidad, elevación y evolución (donde fue posible) del nivel estático. Para facilitar el manejo de la información se agruparon los 63 acuíferos en "regiones geohidrológicas", tomando como criterio que los acuíferos ensamblados pudiesen tener relaciones de flujo subterráneo, o bien, que son intermontanos y exhiben poca presencia de aprovechamientos. De esta manera se presentan 24 regiones geohidrológicas, las cuales contienen desde uno hasta siete acuíferos.

Como parte de este Atlas se tiene también la configuración de la Red Piezométrica del Noroeste, la cual quedó integrada por un total de 1408 aprovechamientos, y en donde 73 (5%) tienen nivel del 2003, 527 (37%) del 2004 y 808 (56%) del 2005. En los casos donde se contó con piezometría del período 2004-2005, fue posible obtener la evolución además de la profundidad y elevación del nivel estático. Es importante resaltar que se obtuvo una red de monitoreo simplificada y confiable para la obtención de información hidrogeológica-piezométrica, y que además se estableció un marco de referencia actualizado para identificar los cambios que generen los desarrollos futuros sobre las fuentes de agua subterránea en el estado.

Sesión Regular

Geología del Petróleo

GP-1

GEOQUÍMICA DE AGUAS DE FORMACIÓN (SALMUERAS PETROLERAS) EN CAMPOS MESOZOICOS DEL SURESTE DE MÉXICO

Méndez Ortiz Blanca Adriana¹, Carrillo Chávez Alejandro¹, Tritlla Jordi¹,
Levresse G.¹, Martínez Kemp Hugo² y González Posadas Fernando²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²PEMEX, Exploración y Producción, Activo de Exploración
ambiente@geociencias.unam.mx

Trazar los mecanismos de origen, transporte y acumulación que controlan la movilización de hidrocarburos, es de vital importancia para la industria petrolera, ya que con ello se puede evaluar y descubrir nuevos yacimientos de gas y aceite. Dentro de las herramientas geoquímicas para lograr este objetivo, destacan aquellas que pueden proveer información suficiente para poder evaluar los yacimientos petroleros, las cuales son: caracterización de salmueras (agua de formación que acompaña a los hidrocarburos), evolución geoquímica e interacciones agua-roca que experimentan las aguas con las dolomías o cuerpos evaporíticos.

Las salmueras petroleras contienen parte del registro de la migración y acumulación de hidrocarburos dentro de las cuencas sedimentarias. La correcta interpretación de los datos químicos de las aguas, permite descifrar la historia dinámica de la cuenca así como determinar las rutas de flujo de los hidrocarburos y de las aguas de formación asociadas y las interacciones agua-roca.

En este trabajo se presenta la composición química de aguas de formación de 23 pozos petroleros localizados en el Sureste de México pertenecientes a los campos petroleros Agave, Cactus y Saramako. Las composiciones de los elementos mayores y traza, permiten reconstruir los procesos hidrogeoquímicos que afectaron la evolución e interacción de las aguas de formación durante su migración. Una de las metas de este proyecto entre Geociencias-UNAM y PEMEX, es el de ayudar a entender los procesos de migración y acumulación de hidrocarburos en la Cuenca Mexicana del Sureste.

Los datos químicos obtenidos de los pozos petroleros de la Cuenca del Sureste de México, muestran una compleja evolución geoquímica determinada por los dos principales procesos: 1) mezcla con salmueras altamente evaporadas, pasando el punto de la precipitación de halita en la curva de evaporación de agua de mar; y 2) interacciones agua-roca entre las salmueras y las rocas carbonatadas (dolomías).

GP-2

EFFECTOS DE LA GEOMETRÍA DE LA RED DE VÚGULOS CONECTADOS POR MICROCANALES SOBRE LA RECUPERACIÓN DE ACEITE Y GAS

Martínez Angeles Raymundo

Instituto Mexicano del Petróleo

rmangele@imp.mx

Se presenta una descripción de cómo los gases y líquidos se mueven (o no se mueven) dentro de una red de vugulos conectados por microcanales, donde dicha red es representativa de un yacimiento naturalmente fracturado – vulgar, YNFV. Asimismo, se presenta cómo la geometría de esta red

afecta las eficiencias de barrido de algunos mecanismos de desplazamiento.

Se describe el comportamiento de líquidos y gases dentro de rocas calizas, provenientes de YNFV y cómo se mueven esos fluidos en el interior de esa red en respuesta a ciertos mecanismos de desplazamiento de fluidos, tales como: imbibición, drene forzado e inyección de gas. La herramienta usada para la descripción de la evolución de la saturación es la tomografía computarizada de rayos X, TCRX.

Se presentan imágenes de TCRX, donde se muestra, esquemáticamente, cómo el gas queda atrapado en la parte superior de los vugulos, mientras que los líquidos (aceite o agua), pueden quedar atrapados en la parte inferior.

De esta manera, se explica el por qué en algunos yacimientos abandonados de aceite ligero, aún quedan saturaciones moderadas de aceite residual, después de pasar por una etapa de producción por recuperación secundaria.

Asimismo, se explica el por qué en el casquete de gas de grandes campos como el complejo Cantarell, aún quedan altas saturaciones de aceite residual o aceite remanente, después de pasar por una etapa de mantenimiento de presión por inyección de nitrógeno.

Se presentan evidencias experimentales de cómo la estructura interna del modelo poroso representado por una red de vugulos conectados por microcanales, influye en la eficiencia de recuperación de los mecanismos de desplazamiento empleados dentro de ese tipo de yacimientos.

Se pone en consideración un modelo físico de la red de vugulos conectados por microcanales y algunas ideas acerca de la distribución de fluidos (aceite, agua y gas) dentro de los vugulos y de cómo estos fluidos se transportan en una red de vugulos conectados por microcanales, en respuesta a los efectos de la aplicación de algunas técnicas de recuperación mejorada de hidrocarburos del yacimiento.

Las ilustraciones de los modelos físicos (en acrílico y en núcleos de laboratorio) muestran, esquemáticamente, cómo el gas puede quedar atrapado en las partes superiores de los cuerpos de vugulos de la red y los líquidos (aceite o agua) en las partes inferiores de dichos cuerpos, explicando de una manera muy sencilla el por qué algunos yacimientos de aceite se cerraron aún con cantidades significativas de saturaciones residuales de aceite, después de una historia de producción tanto primaria como secundaria y terciaria (inyección de agua, inyección de N, inyección de CO₂).

Luego, se discuten las implicaciones que genera ese modelo sobre los mecanismos de recuperación primaria y mejorada, tales como: el desplazamiento por segregación gravitacional, el drene forzado y la inyección de N en el casquete de gas. En particular, se describe a escala de núcleo la enorme influencia de mecanismos del tipo segregación gravitacional.

Por último, se discuten algunos experimentos realizados en un núcleo de campo, apoyados con el modelo propuesto de medio poroso (red de vugulos conectados por microcanales).

GP-3

CARACTERIZACIÓN INTEGRAL DE YACIMIENTOS: INTEGRACIÓN DE DATOS DE REGISTROS DE POZO CON ATRIBUTOS SÍSMICOS USANDO GEOESTADÍSTICA

Jiménez Guerrero Martín, Díaz Viera Martín y Casar González Ricardo

Instituto Mexicano del Petróleo

mjguerre@imp.mx

En el presente estudio se aplicó una metodología para la caracterización de yacimientos petroleros, la cual integra de manera sistemática la información geológica (modelo estratigráfico y litológico), petrofísica (datos de registros de pozo) y sísmico – estructural en un modelo geológico - petrofísico.

Un aspecto fundamental del trabajo, consistió en el empleo de atributos sísmicos, tanto para la definición de rasgos estructurales del yacimiento, como para la modelación de la distribución de propiedades petrofísicas a lo largo de todo el yacimiento. En particular, se aplicaron técnicas geoestadísticas que permiten correlacionar la información proveniente de registros geofísicos de pozos con atributos sísmicos.

En la caracterización de yacimientos existen diversas técnicas geoestadísticas de estimación y simulación de propiedades petrofísicas en áreas con escasa información. Estas técnicas, presentan limitaciones y ventajas que dan un carácter adecuado o no en la reproducción de dichas propiedades. A medida que la caracterización de yacimientos sea más completa, es decir, se cuente con mayor y mejor información, y se apliquen las herramientas adecuadas, dicha caracterización será más confiable y dará como resultado, modelos de yacimientos petroleros más cercanos a la realidad. Las técnicas de estimación aplicadas fueron: kriging y cokriging colocado usando como variable principal la porosidad y como variable secundaria la impedancia acústica. Mientras que como técnica de simulación se aplicó el método de cosimulación colocada con bandas rotantes. Los resultados de cada uno de los modelos fueron comparados observándose que la distribución de la porosidad fue muy coherente y no presentó rasgos contrastantes. Además, se establecieron las condiciones bajo las cuales se pueden aplicar los métodos de estimación y de simulación conjunta de la porosidad con la impedancia acústica.

GP-4

CARACTERIZACIÓN SÍSMICA DE CUERPOS IRREGULARES DE SAL A NIVEL MESOZOICO Y ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO DE POZOS DE DESARROLLO. CASO SEN

Lugo Flores Eduardo¹ y Victoria Marcos²¹PEMEX, Exploración y Producción²Schlumberger

elugof@pep.pemex.com

El campo SEN ubicado al SE de México muestra un sistema estructural complejo. Por un lado, la tectónica compresiva a nivel Mesozoico produjo pliegues y cabalgamientos con fuertes echados; posteriormente, la tectónica extensiva a nivel Terciario generó fallas de crecimiento con cuerpos de arcilla en la base. Adicionalmente, las grandes masas de sal de edad Jurásica han evolucionado a formas muy complejas, manifestándose incluso a nivel Oligoceno justo en la base de las fallas de crecimiento. El área bajo estudio cuenta con un levantamiento sísmico 3D de

pobre calidad. Todo este escenario y la perforación de 4 pozos que quedaron en sal, desalentó la continuación del programa de desarrollo en este yacimiento.

Además del reto que plantea la interpretación sísmico-estructural en estas condiciones, la predicción de la columna geológica esta íntimamente relacionada con el diseño del pozo y en particular con la programación de las tuberías de revestimiento que lo protegerán, de manera que cualquier error en nuestra predicción compromete el resultado del pozo y en consecuencia de la inversión.

La arcilla y la sal a nivel Terciario, son relativamente fáciles de predecir, sin embargo, la sal a nivel Mesozoico no lo es ya que su impedancia acústica es muy similar a la de los carbonatos y esto plantea un reto bastante fuerte ya que la tenemos a nivel del yacimiento y ha comprometido el resultado de varios pozos. En este trabajo práctico, se muestra como los algoritmos de procesado post-apilado y en particular los filtros de frecuencia y la descomposición espectral, mejoran notablemente la imagen sísmica y nos permiten predecir el comportamiento de la sal a nivel Mesozoico. El uso de estas imágenes filtradas como entrada al algoritmo de “Ant-tracking”, junto con atributos de falla nos permite delinear razonablemente la distribución del sistema de fallas. Como resultado, los últimos cuatro pozos han resultado exitosos y actualmente se tienen programados siete pozos adicionales.

GP-5

ESTUDIO DE PLAYS HIPOTÉTICOS TERCIARIOS EN EL BORDE OCCIDENTAL DE LA PLATAFORMA DE YUCATÁN (AREA CHILAM-CHACMOOL)

Ruiz Torres Alejandro¹, Ruiz Morales José¹,
Barceló Duarte Jaime¹, Beauregard Beauregard
Sergio¹, Vara Rubio Luisa¹ y Robles Gervasio²¹PEMEX, Exploración y Producción,
Activo Regional de Exploración Marina²Schlumberger

aruizt@pep.pemex.com

El estudio de Plays del área Chilam-Chacmool está alineado con el Plan Estratégico de Pemex Exploración y Producción que tiene como objetivo evaluar el potencial petrolero del país y encontrar nuevas reservas de hidrocarburos.

El área de estudio se localiza en aguas territoriales de la Sonda de Campeche, su parte central se encuentra a 60 Km. al Norte de Cd. Del Carmen, Campeche. Geológicamente se ubica en el borde occidental de la Plataforma de Yucatán y al oriente de la cuenca de Akalan. El estudio fue enfocado a la columna del Terciario, donde se ha encontrado la presencia de gas contenido en intervalos arenosos detectados durante la perforación de pozos y por el muestreo geoquímico de fondo marino.

En el análisis sísmo-estratigráfico se utilizó el método de estratigrafía sísmica y de secuencias, mediante el cual se identificaron rasgos estratigráficos como canales, abanicos, acuñamientos etc. que pueden constituir plays potenciales de hidrocarburos. Mediante el análisis de datos paleontológicos (Nannoplancton Calcáreo), registros de pozos y sísmica 3D, se identificaron 10 secuencias estratigráficas, del análisis sísmo-estructural se interpretaron dos eventos mesozoicos: compresivo-distensivo, mientras que para el terciario solo un evento distensivo.

Como resultado del análisis geológico – geofísico se obtuvo la integración de mosaicos estructurales y atributos de 6 cubos sísmicos para cada secuencia, arrojando datos claves para entender los factores que controlaron la depositación y evolución de los sistemas deposicionales del Terciario. De las secuencias identificadas, el grupo de la 55 Ma a 16.4 Ma constituyen los plays potenciales mas importantes del área, como el Play Calcareenitas del Paleoceno-Eoceno probados en los campos Cantarell, Ku y Zaap, este play en algunas areas puede tener interes en el Oligoceno, mientras que los plays potenciales para el grupo de secuencias de 16.4 Ma al reciente toman importancia en el campo Cantarell a nivel del Plioceno Medio probado en Utan y algunos otros, se encuentran al noroeste del área en estudio.

GP-6 CARTEL

EL ROL DEL MODELO SÍSMICO-ESTRUCTURAL EN LA EVALUACIÓN DE RESERVAS DE HIDROCARBUROS

Mora Cornejo Nicolás y DelAngel González Ernesto

PEMEX, Exploración y Producción

nmoraco@pep.pemex.com

El proceso de estimación de reservas de hidrocarburos, para campos nuevos y campos en desarrollo, se basa en evidencias físicas de: la presencia, flujo y posibilidad de explotar económicamente un yacimiento de hidrocarburo. Como todo proceso en que se interpreta información y se construye un modelo y existen factores tangibles e intangibles para su concepción y análisis.

Los factores Tangibles al ser resultados de lecturas de datos o cálculos son la parte dura del proceso de estimación de reservas.

Los intangibles, (SPE 94680, Ferruh Demirmen) son los criterios humanos y la conducta, se es proclive a ignorar algunas reglas y la incertidumbre estadística, lo que podría llevar a sobre valoraciones de la reserva. Estos factores son controlados en cierto modo por la normatividad existente, las restricciones que se le colocan al modelo del yacimiento para mantenerlo en niveles adecuados y realistas.

Dentro de la normatividad que aplicamos, cabe resaltar: Lineamientos para la estimación y clasificación de las reservas de Hidrocarburos - Pemex, Junio 2004, Normatividad de Pozos – Pemex, Junio 2006, Normatividad del Proceso Exploratorio y de las Geociencias de Producción –Pemex, Diciembre 2004. Así como la normatividad internacional SPE-AAPG-WPC.

En la construcción del modelo geológico, el enfoque parte de la cadena de valor de PEMEX, Evaluación del Potencial e Incorporación de Reservas van proveyendo el modelo y madurándolo. La creciente interrelación de los profesionales de geociencias con el de ingeniería petrolera claramente nos lleva de los parámetros del sistema petrolero a mostrarlos en términos de beneficio económico del recurso, lo que finalmente constituye la reserva.

Las disciplinas involucradas llevan el objetivo de profundizar en el conocimiento del subsuelo en general y en particular de un yacimiento de hidrocarburos. Las etapas de Evaluación de Potencial, Incorporación de Reservas, Caracterización y Delimitación de yacimientos así como el desarrollo del campo, se pueden relacionar a unidades de análisis: Cuenca, Sistema Petrolero, Play Hipotético, Play Establecido, Prospecto, Yacimiento, Campo, donde la información sísmica juega un papel importante.

La evaluación de la reserva se detona con la obtención de un éxito exploratorio y comercial. Cuando un prospecto fue perforado y nos proporciona un yacimiento que pueda ser explotado y desarrollado. En esta etapa el modelo geológico estructural ha tenido un desarrollo, una madurez que se la ha dado por la información que se ha incorporado y analizado. La información sísmica en algunos casos reduce el riesgo pero reduce la reserva evaluada.

GP-7 CARTEL

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA DE HIDRATOS DE METANO EN EL SECTOR MEXICANO DEL GOLFO DE MÉXICO DURANTE LAS CAMPAÑAS OCEANOGRÁFICAS SO174 Y M67-2

Mortera Gutiérrez Carlos¹, Escobar Briones E.¹, Bohrmann G.², Spiess V.², MacDonald I.³, Bandy William¹, Pelaez Gaviria J. R.¹, Cruz Melo C. E.¹ y Mateos Escobar D.¹

¹Universidad Nacional Autónoma de México²University of Bremen, Alemania³Texas A&M University, USA

carlosm@ollin.igeofcu.unam.mx

Resultados de la exploración de hidratos de metano en el fondo marino con métodos de geofísica en la región profunda del campo de los domos Campeche Knolls del Golfo de México. En los últimos tres años, dos campañas oceanográficas multidisciplinarias se realizaron en el sector mexicano del Golfo de México para caracterizar los indicadores superficiales de la presencia de hidratos de metano cercanos a la superficie del piso del golfo. Durante la primera campaña SO-174 en 1973 a bordo del buque RF SONNE de Alemania, datos del relieve e imágenes de la reflectividad del piso marino en la planicie de Sigsbee y en el campo de los domos Campeche Knolls fueron obtenidas con una ecosonda multihaz EM12, además perfiles sísmicos de muy alta resolución con un sistema PARASOUND proporcionaron secciones de la estratificación del subsuelo hasta una penetración de 150 m. Los resultados de esta campaña muestran que hay varios domos de forma cónica en la parte profunda al norte y de forma alargada al disminuir la profundidad en el sur del campo. Estos datos multihaz e imágenes muestran rasgos superficiales en la cresta de los domos que pudieran estar asociados a las filtraciones de hidratos y asfalto a la superficie y a la formación de carbonatos autóctonos. Los perfiles del PARASOUND muestran una estratificación en que el contraste acústico es variante con la profundidad y lateralmente, marcándose estratos de alta y baja amplitud que pudieran ser indicadores de la presencia de gases. En la segunda campaña M67-2ª durante 2006, la investigación a bordo del buque RF METEOR de Alemania se registraron datos multihaz y backscattering con una ecosonda multihaz EM120, perfiles sísmicos de muy alta resolución con un sistema PARASOUND recientemente modificado, perfiles sísmicos de alta resolución con una penetración mayor de casi 500 m, utilizando un sistema de dos GI-airguns y un cableado de hidrófonos que variaba entre 48 a 96 canales de registro. Los datos batimétricos multihaz de esta campaña son procesados son conjuntado a los de la campaña SO-17402, un nuevo mapa con una mayor cobertura de la región de los domos Campeche Knolls ha sido integrado. Varios de los perfiles sísmicos muestran evidencias de la presencia de hidratos de metano a pocos metros de la superficie. Imágenes del backscattering con el EM120 muestran variabilidad acústica en la reflectividad del piso oceánico que pudiera estar asociado a la formación de carbonatos autógenos, asociados a las filtraciones de hidratos hacia la superficie.

Sesión Regular

Geología Estructural y Tectónica

GET-1

SHRIMP-RG ZIRCON AGE OF HIGH-GRADE MIGMATITE TERRANES OF CENTRAL SPAIN: IMPLICATIONS IN THE ANATEXIS EVOLUTION OF CENTRAL IBERIA

Castiñeiras Pedro¹, Villaseca Carlos¹,
Barbero Luis² y Martín Romera Cristina¹

¹Departamento de Petrología y Geoquímica, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, España

²Departamento de Geología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz, España

castigar@geo.ucm.es

Reliable geochronological information available on the Hercynian migmatization in the Central Iberian Zone is scarce, and the knowledge of its relationship with either the metamorphic peak or the granite intrusions which built the huge Spanish Central System Batholith is limited. However, the analysis of small areas of composite zoned zircons provided by ion microprobe techniques is helpful in elucidating the history of intricate rocks. The coupled CL and geochronological study of zircons in anatectic granites and related rocks is essential in the knowledge on the origin and evolution of the migmatitic complexes.

We present the U-Pb age results from five samples collected in two well-known anatectic complexes cropping out in the Central Iberian Zone of the Iberian Massif (Central Spain): the Anatectic Complex of Sotosalbos and the Anatectic Complex of Toledo.

In Sotosalbos, migmatites and anatectic granites have cordierite and biotite as mafic minerals, representing restite-rich melts related to migmatized orthogneisses. Migmatite metamorphic conditions were estimated around 725 ± 50 °C and 4-5 kb. The Toledo migmatites are contrastingly derived from pelitic metasediments and characterized by garnet and cordierite as mafic minerals. Their metamorphic conditions are 800 ± 25 °C and 4-6 kb.

Peak metamorphism was attained during or immediately after the first Hercynian tectonothermal stage, reaching eclogite or granulite facies depending on the structural level, followed by an exhumation stage with pressure differences of 9-10 kb from peak pressure conditions of ~14 kb and re-equilibration pressures of 4-5 kb. Petrological data indicate that the Spanish Central System and nearby areas have recorded a clockwise P-T-time evolution and that migmatization was related, to a certain extent, to the low-P loop, when temperature was decreasing.

Two samples analyzed from Sotosalbos give us information about the West African provenance of the former sediments, which were incorporated into a granitic melt at ~460 Ma and subsequently migmatized during the late stages of the Hercynian orogeny. In the Toledo area, the geochronological information obtained from three samples also includes the West African provenance of the sedimentary protolith, and its maximum depositional age (~560 Ma) can be deduced from the detrital zircon population.

Regarding the metamorphic ages, we consider ~330 Ma as the most probable age for the migmatization in Sotosalbos area. In Toledo, the main zircon growth has been dated at ~315 Ma, although other episodes of zircon growth could have occurred at ~300 and ~325 Ma. The complexity of the Hercynian metamorphism in both areas is evident in the dispersion of the age data and can be the result either of an isotopic disequilibrium and subsequent disturbance of the system, or the existence of a protracted migmatitic event with at least three episodes of zircon precipitation. A marked diachronism in anatexis between both

migmatite terranes is also evident, being this crustal re-melting a late Hercynian event. Moreover, although several mid- to lower-crustal layers were partially melted at different times during the late Hercynian period, larger scale melting in lower crustal scenarios seems to be the most appropriated source for the post-orogenic Spanish Central System granite batholith.

GET-2

USING SHRIMP-RG U-PB ZIRCON DATING TO UNRAVEL TECTONOMAGMATIC EVENTS IN ARC ENVIRONMENTS: THE EARLY PALEOZOIC ARC OF NW IBERIA REVISITED

Abati Jacobo¹, Castiñeiras Pedro¹, Arenas Ricardo¹,
Fernández Suárez Javier¹ y Gómez Barreiro Juan²

¹Departamento de Petrología y Geoquímica, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, España

²Department of Earth and Planetary Sciences, University of California, USA

abati@geo.ucm.es

In NW Iberia, five allochthonous complexes are preserved in synforms between granitic and migmatitic gneiss domes. From bottom to top, three distinct units can be correlated along this allochthonous complexes: Basal, Ophiolitic and Upper units. Overlying the ophiolites, the Upper Units represent the most exotic terrane and form a complex pile that can be subdivided into a high-pressure and high-temperature sub-unit in the lower part and an intermediate pressure sub-unit. The Upper Units are interpreted as a section of lower to upper magmatic arc crust thinned by extensional detachments and characterised by a complex polymetamorphic history. The high-pressure metamorphism has been related to subduction during the accretion of the arc to the Laurentian margin in late Silurian-early Devonian times (425-390 Ma), although evidence for an earlier Cambrian to early Ordovician high-temperature event is widespread. By contrast, in the overlying intermediate pressure units, the regional metamorphism and tectonic fabrics are mostly connected with the activity of the arc, therefore being older than the high-pressure metamorphism. In summary, we have a lower section of the arc that was subducted in the late Silurian-early Devonian and was subsequently delaminated from its upper part, which still preserves most of the original magmatic, tectonic and metamorphic features of the arc, without a severe overprint of Variscan deformation or metamorphism.

The metamorphic evolution of the lower granulitic parting the intermediate pressure unit is characterized by an anticlockwise P-T path. After a low-pressure event caused by regional rising of isotherms due to voluminous magmatism, the P-T path records an abrupt burial at high-temperature and subsequent cooling, yielding an anticlockwise loop. Similar paths are obtained at shallower crustal levels, in the medium-temperature metapelitic schists overlying the granulites (O Pino Schists).

Dating of zircon cores and rims from granulitic shear zones in the uppermost allochthonous terrane confirm that voluminous calc-alkaline magmatism peaked around 500 Ma and was shortly followed by granulite facies deformation and metamorphism at ca. 480 Ma. This tectonothermal activity is linked with the evolution of a postulated Cambro-Ordovician magmatic arc inserted in the peri-Gondwanan realm. We propose that the uppermost allochthonous units of the NW Iberian Massif and related terranes of the European Variscan Belt constitute and independent and coherent terrane that drifted away from northern Gondwana prior to the variscan collisional orogenesis.

GET-3

THE ROLE OF ARCHEAN LITHOSPHERE IN THE ORIGIN OF THE MOJAVE CRUSTAL PROVINCE: EVIDENCE FROM PROTEROZOIC METAMORPHIC COMPLEXES IN SONORA (NW MEXICO)

Castiñeiras Pedro¹, Premo Wayne² y Dórame Navarro Miguel A.³

¹Departamento de Petrología y Geoquímica, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, España

²U.S. Geological Survey, USA

³Minerales Libertad, Sonora, México

castigar@geo.ucm.es

In NW Sonora, three Proterozoic metamorphic complexes have been investigated, from east to west, Tecolote, Bamuri and La Tortuga. In these complexes a supracrustal section of Proterozoic rocks is composed of, from bottom to top, migmatitic paragneisses, schists and phyllites, interlayered with arkoses in the lower structural levels and mature quartzites in the upper levels. Detrital zircon geochronology in the quartzites has shown an important late Archean component, and maximum depositional ages for the quartzites have been estimated at 1800 Ma using minimum concordant ages. This metasedimentary sequence is widely intruded by felsic and mafic rocks at ca. 1770 Ma, but some younger and localized magmatic events can also be recognized (at ca. 1750 and 1650 Ma). Metamorphic grade varies from low to high temperature, always at low pressures, reaching migmatitic conditions in the lower crustal levels. The age of this LP-HT event remains elusive, but some geochronological evidence suggest that it took place at ca. 1710 Ma. The magmatic and metamorphic ages, the detrital zircon ages patterns and the Nd isotopic character of these complexes are similar to those found in the Mojave Crustal Province defined in SW USA.

In order to characterize the mantle source of this crustal material, we have analyzed eight amphibolite samples from these complexes, trying to avoid the most metamorphosed, migmatitic rocks. Assuming little whole-rock REE elemental disturbance, the amphibolites collected have chondrite-normalized REE patterns variably enriched compared to E-MORB, with an Eu anomaly more pronounced in more enriched rocks, suggesting fractional crystallization from a fertile lithospheric mantle. One sample (PC-31) deviates from this pattern, showing a depletion in all REE, specially in the light REE. $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ratios in the amphibolites vary between 0.512032 and 0.512346 (0.513040 for PC-31), $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ values range between 0.1431 and 0.1679 (0.2251 for PC-31), and the fractionation is negative (except in sample PC-31). Initial epsilon Nd values range between +1.12 and -0.24 (+1.4 for PC-31), and corresponding model ages (TDM) range between 2.08 and 2.21 Ga. Although the Nd data for these amphibolites indicates contamination of a depleted mantle source with an older enriched crustal source, this process is not probable to occur by means of direct Archean crustal assimilation. The source of the contamination could be direct partial melting from an enriched Archean lithospheric mantle underneath a thinned continental margin of an Archean craton. The Nd data obtained in felsic igneous rocks, metapelites and quartzites indicates two different sources for them, with an increasing Archean influence in the quartzites.

The most likely tectonic setting to account for the geological characteristics described above is a continental margin undergoing extension, probably related to subduction.

GET-4

GEOLOGÍA DE LA ARIZONA, NORTE DE SONORA: EXTENSIÓN TERCIARIA ASOCIADA A UN COMPLEJO DE NÚCLEO METAMÓRFICO

Rodríguez Castañeda José Luis¹ y Medina Salazar Jesús Oswaldo²

¹Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM

²Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora

jlrod@servidor.unam.mx

El análisis cinemático de la deformación en el norte del Estado de Sonora, región de La Arizona, suroeste de Nogales, sugiere que la evolución estructural y exhumación de rocas metamórficas de baja presión/baja temperatura que afloran en la Sierra de Cibuta están asociadas a la evolución de los complejos de núcleo metamórfico como resultado de una extensión regional noreste-suroeste y de un adelgazamiento de la corteza en el Mioceno. Este régimen tectónico se desarrollo bajo condiciones de deformación coaxial generando deformación dúctil en la placa inferior y deformación frágil en la placa superior.

Regionalmente se observa que este complejo de núcleo metamórfico en la zona de La Arizona se desarrollo a lo largo de lo que se pudiera llamar un cinturón de complejos de núcleo metamórfico con orientación noroeste-sureste que extiende al menos desde la localidad de Magdalena, en Sonora central, hasta la localidad del Sasabe en el noroeste del Estado. Todas estas estructuras están distribuidas en lo que se llamó inicialmente Lineamiento Imuris y que ahora se interpreta como la prolongación hacia el noroeste de la falla San Antonio. La falla San Antonio es el límite suroeste del Alto de Cananea o el límite noreste de la Cuenca San Antonio.

La falla de despegue de este complejo de núcleo metamórfico buza hacia el suroeste y se localiza en el flanco sur de la parte norte de la Sierra Guacamea cuya orientación es noroeste-sureste. La falla separa la placa inferior compuesta de rocas miloníticas y esquistos de rocas volcánicas jurásicas como toba riolítica (U/Pb 174 Ma) y arenisca que constituyen la placa superior. Algo que llama la atención es que en otras localidades de complejos de núcleo metamórfico la foliación en la zona de milonitas de la placa inferior y en las rocas subyacentes es paralela o subparalela a la falla de despegue, pero en la localidad La Arizona la falla de despegue presenta una geometría de rampa-plana (ramp-flat geometry). Esta geometría puede ser resultado de una compresión que se observa en la falla Las Borregas que pone en contacto al Jurásico en contra del Cretácico Tardío. Esta compresión pudiera estar orientada este-oeste (como se observa en la Sierra El Cobre al oeste de esta localidad o en la localidad del rancho San Antonio al este) y que ocurrió en las etapas finales de la extensión noreste-suroeste.

El esquisto y la milonita se caracterizan por una foliación orientada noroeste-sureste con echados entre 10° a 40° para el esquisto y de noroeste-sureste con echados de 15° a 65° para la milonita.

Los comienzos de extensión en Sonora se suponen a partir del Jurásico Tardío con el emplazamiento de intrusivos de esa edad y depósito de los sedimentos del Grupo Bisbee para ser seguido por un colapso gravitacional y la generación de los complejos de núcleo metamórfico, ambos facilitados por la intrusión de plutones graníticos (56-36 Ma U/Pb) dentro de una corteza adelgazada con zonas de debilidad indicadas por fallas como la Mojave-Sonora y San Antonio.

GET-5

ESTADO ACTUAL DE CONOCIMIENTO DE ALGUNOS LÍMITES ENTRE TERRENOS, CON ÉNFASIS EN LA FALLA DE OAXACA

Alaniz Álvarez Susana A. y Nieto Samaniego Angel Francisco

Centro de Geociencias, UNAM

alaniz@geociencias.unam.mx

Uno de los temas más controvertidos de las últimas décadas de la Geología mexicana ha sido el de los terrenos tectonoestratigráficos y uno de los aspectos medulares sobre este tema es el de los límites tectónicos entre ellos. Recientemente fueron publicados trabajos de síntesis sobre la evolución de algunas megaestructuras de México en el Boletín conmemorativo del centenario de la Sociedad Geológica Mexicana. De acuerdo con estos trabajos y nuestra propia evaluación, podemos destacar que en algunos de los límites propuestos se han documentado estructuras tectónicas de dimensiones corticales, las cuales han presentado actividad en numerosos eventos de deformación regionales y dividen zonas que tienen diferente estratigrafía regional, aún posterior al tiempo de su formación. De las estructuras no analizadas en ese volumen destaca la falla de Oaxaca (FO), límite entre los terrenos Zapoteco y Cuiccateco. Ahora se sabe que muy probablemente se generó en el Pérmico, aunque no se tiene fechado ese evento en la FO, sin embargo se tiene fechada la cabalgadura que originó la falla de Caltepec, que es paralela y cercana a ella. Posteriormente durante el Jurásico la FO se reactivó como falla lateral derecha durante el Calloviano cerca de la ciudad de Oaxaca y durante el Tithoniano en Teotitlán migrando su actividad hacia el noroeste (Ángeles-Moreno, 2006). Durante la Orogenia Laramide la FO actuó como cabalgadura y finalmente durante el Cenozoico, la falla de Oaxaca se comportó como falla normal creciendo de su parte central hacia el noroeste y sur (Dávalos-Álvarez, 2006). Los datos con que se cuenta actualmente sugieren que el origen de las fallas de Oaxaca, Caltepec, Chacalapa y Taxco-San Miguel de Allende están relacionados con diferencias en la topografía y espesor cortical a ambos lados de esas estructuras, lo cual generó una debilidad cortical sobre la cual han ocurrido desplazamientos importantes a lo largo del tiempo geológico durante las fases tectónicas mayores del margen continental poniente de México.

GET-6

LA ZONA DE FALLA TULA-MIXHUCA, UNA ESTRUCTURA IMPORTANTE DENTRO DE LA CUENCA DE MÉXICO

García Palomo Armando¹ y Guerrero Orozco Luis Miguel²¹Departamento de Geología Regional, Instituto de Geología, UNAM²Servicio Geológico Metropolitano, Protección Civil del Distrito Federal

apalomo@geologia.unam.mx

Hasta la fecha solo se conocía un segmento de esta falla, a la cual comúnmente se le denominaba como Falla Mixhuca. Esta porción de la falla había sido inferida por gravimetría, sísmica y diferencia de profundidades entre unidades litológicas en los pozos profundos perforados dentro de la Cuenca de México (Pérez-Cruz, 1988) CIGSA, 2000) considerándosele una actividad del Eoceno tardío (Alaniz-Álvarez y Nieto-Samaniego, 2005). Aunque, escasos estudios reportaban de manera local en superficie la presencia de dichas fallas (Hernández, J.C., 199) (Romero, 2001).

En este trabajo se propone con el nombre de Falla Tula-Mixhuca para una amplia zona de deformación con dirección N-S a NNW-SSE localizada entre la Ciudad de Tula, Hgo. hasta la porción sur de la Cuenca de México. Existen numerosas evidencias tanto cartográficas, topográficas, geomorfológicas, volcánicas y estructurales que permiten definir su presencia en superficie entre estas zonas. En este trabajo proponemos una actividad del Pleistoceno, ya que rocas piroclásticas y depósitos vulcano-sedimentarios de esta edad son afectadas por esta falla. La cinemática y actividad se define de acuerdo a la presencia sobre los planos de falla de brechas hasta de 3 metros de espesor, harina de fallas, estrías verticales con escalones incongruentes en forma de media luna y estructuras RM, estructuras sigmoidales de diferente tamaño, separación de horizontes guía, truncamiento y alineación de estructuras volcánicas, basculamiento de capas y fuerte fracturamiento. La presencia de falla Tula Mixhuca tienen importantes implicaciones tanto geológico-estructurales para el entendimiento de la evolución de la Cuenca de México así como desde el punto de vista de peligros y riesgo para la ciudad de México.

GET-7

PALEOSEISMOLOGY OF THE PASTORES AND VENTA DE BRAVO FAULTS, ACAMBAY GRABEN, TRANS-MEXICAN VOLCANIC BELT, CENTRAL MEXICO

Persaud Mira¹, Zúñiga Ramón¹, Aguirre DíazGerardo¹, Villamor Pilar² y Langridge Robert²¹Centro de Geociencias, UNAM²Institute of Geological and Nuclear Sciences, Nueva Zelandia

mira@geociencias.unam.mx

The Acambay graben is part of the Trans-Mexican Volcanic Belt (TMVB) which strikes ESE-WNW across central Mexico. The graben is c. 80 km long and 15 to 30 km wide and limited by four large E-W striking normal faults that are from west to east, the Epitacio-Huerta (EHF) and the Acambay-Tixmadejé faults (ATF) in the north and the Venta de Bravo (VBF) and the Pastores faults (PF) in the south. There are two known historic earthquakes in the graben, the November 19, 1912, $m_s = 7.0$ (Astíz Delgado 1980) Acambay event and the February 22, 1979, $m_s = 4.9$ (Astíz Delgado 1980) Maravatío earthquake. The paleoseismic history of the ATF has been previously studied by Langridge et al. (2000). Our focus lies on the paleoseismicity of the southern faults. To study the recent paleoseismic history of the two southern faults, we excavated two trenches on the PF. These trenches lie on young alluvial fans protruding from the Pastores fault scarp. Their location was chosen because of "steps" in the surface of the alluvial fan that might indicate the position of the most recent fault scarps, in combination with georadar profiles that confirmed vertical displacements in reflectors underneath those steps. The strata in the trenches consist of lake sediments at the base of one trench overlain by interbedded volcanic pyroclastic flows and ash falls which are found in both trenches. In both trenches we found evidence for one paleoearthquake respectively. We are in the process of dating these events by means abundant charcoal which we found in the pyroclastic deposits. Hence, we are confident that we have at least located one fault strand of the main Pastores fault. The discrete fault planes in the trenches offset all but the uppermost layers in the trenches. The displacements we observed lie in the range of 40-50 cm in one trench and about 35 cm in the other. Thus, these displacements seem to confirm possible event magnitudes around $M = 6.5$ which lie in the

range of the known magnitudes of the Maravatío and Acambay earthquakes.

We are also striving to date the landscape in the graben to get a better feel for the ages of features such as fault scarps in the area. To that end, we are trying to correlate river terrace levels and match alluvial fans across the graben. We intend to date these terraces using the OSL (Optically stimulated luminescence) technique. We will further excavate trenches on the VBF.

Astíz-Delgado, L. M. 1980: Sismicidad en Acambay, Estado de México. El temblor del 22 de febrero de 1979. Unpublished B.Sc. thesis, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 130 pp.

Langridge et al. 2000: Paleoseismology of the 1912 Acambay earthquake and the Acambay-Tixmadejé fault, Trans-Mexican Volcanic Belt. *Journal of Geophysical Research*, 15(B2), 3019-3037.

Suter, M. et al. 1995: The Acambay graben: Active intraarc extension in the trans-Mexican volcanic belt, Mexico. *Tectonics*, 14(5), 1245-1262.

GET-8

CIZALLAMIENTO LATERAL IZQUIERDO EN LA CUENCA DE VERACRUZ Y EN LA PARTE ORIENTAL DEL CINTURÓN VOLCÁNICO MEXICANO DURANTE EL NEÓGENO

Andreani Louis¹, Rangin Claude¹, Martínez Reyes Juventino², Le Roy Charlotte¹, Aranda García Mario³, Le Pichon Xavier¹ y Peterson Rodríguez Rolando Heberto³

¹Chaire de Géodynamique, Collège de France, Francia

²Centro de Geociencias, UNAM

³PEMEX, Exploración y Producción

andreani@cdf.u-3mrs.fr

Generalmente se ha asumido que el fallamiento de corrimiento lateral a lo largo del los arcos volcánicos del Cinturón Volcánico Mexicano (CVM) y de América Central son el resultado de la subducción oblicua de la placa de Cocos bajo las placas de América del Norte y del Caribe. Sin embargo, los vectores de deslizamiento a lo largo de la Trincheras de Centro América son casi perpendiculares a ella. Proponemos el mecanismo que produce el fallamiento lateral izquierdo a lo largo de una zona que hemos trazado desde el Campo Volcánico de Los Tuxtlas (CVT) y la Cuenca de Veracruz (CV), hasta la parte oriental del Cinturón Volcánico Mexicano.

Los datos estructurales colectados en el CVT y en la CV, combinados con el análisis de imágenes de satélite y perfiles sísmicos, muestran al menos tres fallas principales de movimiento lateral izquierdo que afectan rocas volcánicas posteriores a 5 Ma. El alineamiento volcánico principal se produce a lo largo de estas fallas. Otros datos estructurales colectados en la parte oriental del CVM (áreas de Xalapa, Teziutlán y Huauchinango) muestran que la zona de cizalla afecta rocas del Plioceno del C V M. La baja sismicidad en la región de la CV y el CVT, asociada con fallas cuaternarias en terrazas aluviales, abanicos aluviales y volcanes recientes, argumentan a favor de fallamiento activo en esta área. Otra zona importante de actividad sísmica en la parte central de México es el CVM, que es afectado por una deformación transtensiva lateral izquierda. Proponemos que esta deformación en la parte central de México constituye la terminación en "cola de caballo" de una larga zona de cizalla. Sugerimos su conexión hacia el sur a través de la CV y el CVT con la Provincia de Fallas

Laterales de Chiapas, que ha sido interpretada como el fin del límite de placas Caribe/América del Norte.

El movimiento lateral izquierdo durante el Neógeno que afecta la región de la CV-CVT y la parte oriental del CVM, puede ser causado por el movimiento al Este de la placa del Caribe, en lugar de una repartición de la deformación por subducción oblicua a lo largo de la Trincheras de Centro América.

GET-9

ESTUDIO DE LA DEFORMACIÓN CENOZOICA Y SISMICIDAD EN LA REGIÓN DE CANATLÁN, DGO.

Barajas Gea Constancio Ivan, Nieto Samaniego Angel Francisco, Gómez González Juan Martín, Alaniz Álvarez Susana A. y Loza Aguirre Isidro

Centro de Geociencias, UNAM

barajasgea@geociencias.unam.mx

El Sistema de Fallas San Luis-Tepehuanes (SFST) delimita la parte suroccidental de la Mesa Central y tiene una orientación NW-SE, afecta a rocas del Oligoceno y Neógeno cortando sistemas de fallas de orientación N-S localizados en la parte media de la Mesa Central. Este sistema de fallas divide los dos sectores que conforman la Mesa Central, los cuales tienen características estructurales y Geológicas distintas. En la parte noroccidental y dentro del SFST se han reportado sismos históricos locales. El objetivo del estudio es cartografiar esa zona, entre las ciudades de Santiago Papasquiaro y Canatlán, Durango, documentando las fallas que lo conforman para poder determinar las magnitudes del desplazamiento y las fases de actividad que ha presentado durante el Cenozoico. Como objetivo complementario se instaló una red sismológica temporal, compuesta por 8 estaciones GBV-316 de periodo corto para localizar la actividad sísmica presente en la zona.

En el área de estudio el SFST esta definido por el graben de Santiaguillo con una orientación NW-SE, una característica importante de esta estructura es un relevo de falla derecho dentro del cual se observan depósitos piroclásticos plegados y fallas laterales izquierdas con orientación NW-SE. Las estaciones sismológicas fueron instaladas en el mes de Abril de este año, y se han recopilado los datos de 5 meses de registro continuo, estos datos están siendo procesados y en una revisión preliminar se han detectado varias señales correspondientes a una posible fuente sísmica. En este trabajo se presentan resultados preliminares del estudio, el cual posteriormente integrará los datos estructurales y sismológicos intentando así identificar segmentos sismogénicos en el SFST.

GET-10

NUEVOS DATOS DE LOS ESTUDIOS DE MACROSISMOLOGÍA Y PALEOSISMOLOGÍA DE LOS SEGMENTOS ACTIVOS DEL SISTEMA DE FALLAS MORELIA-ACAMBAY, MÉXICO

Garduño Monroy Víctor Hugo¹, Rodríguez Pascua Miguel Angel²,
Israde Alcántara Isabel¹ y Hernández Madrigal Victor Manuel

¹Departamento de Geología y Mineralogía, UMSNH

²Universidad de San Pablo CEU, Madrid, España

vgmonroy@zeus.umich.mx

Los estudios de Paleosismología a lo largo de diferentes fallas del sistema Morelia-Acambay muestran claras evidencias de su simicidad, en la región de Acambay durante el Plioceno Pleistoceno se identificaron 4 eventos sísmicos, los dos primeros ligados a grandes deslizamientos subacuáticos, los otros dos a grabados por procesos de licuefacción. Los eventos sísmicos ligados a deslizamientos fueron también reconocidos en la región de Ixtlahuaca, Mex., por lo que ellos debieron ser eventos sísmicos importantes a nivel regional. Las magnitudes de ellos van por encima de una magnitud de 5 grados. Por encontrarse en una misma columna estos 4 eventos podrían ayudar a conocer posibles periodos de recurrencias.

En la región sur del lago de Pátzcuaro ha sido identificado un colapso que generó una avalancha de rocas hace aproximadamente 29,000 años, dicho colapso es asociado a un sismo de una magnitud de más de 6 grados, generando una disminución del área del lago y una morfología de pequeños hummocks.

Jarácuaro que fue una isla, significa en lengua Purhepecha "lugar que aparece", dicho sitio fue un importante asentamiento prehispánico, la isla solo está compuesta de secuencias lacustres levantadas mas de 50m por fallas E-O, estudios geofísicos de georadar y de registros eléctricos verticales (SEV) muestran que no hay cuerpos intrusivos asociados con su deformación. Las tasas de deformación que se observaron en las zanjas fue de al menos 0.04mm/año.

Mediante una serie de estudios de archivos históricos llevados a cabo en diferentes municipios del estado de Michoacán se han logrado reconstruir las isosistas de la escala de Mercalli modificada, de los sismos de 1845 y 1858, con ellos se encuentran isosistas de IX grados en la región de Pátzcuaro factor que generó el colapsamiento de su basílica. Durante el sismo de 1858 un alzamiento de las aguas de más de 2m del sur del lago de Pátzcuaro y la destrucción de 120 casas de adobe es asociado a la generación de un tsunami. Este evento está siendo caracterizado en los pozos y zanjas realizados en la región de Pátzcuaro, donde está constituido por arenas de tipo volcánicas de color negro con gasterópodos, ostracodos y fragmentos de cerámica del periodo clásico.

GET-11

THE GEOLOGICAL EVOLUTION OF SOUTHWESTERN MEXICO EXPLAINED AS A PROGRESSIVE INTERACTION OF THE CARIBBEAN PLATE WITH THE SOUTHERNMOST EDGE OF NORTH AMERICA SINCE THE LATE CRETACEOUS

Cerca Martínez Mariano¹, Ferrari Luca¹, López Martínez
Margarita², Martini Michelangelo³ y Serrano Durán Lina³

¹Centro de Geociencias, UNAM

²División de Ciencias de la Tierra, CICESE

³Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

mcerca@geociencias.unam.mx

We analyze the Late Cretaceous–early Tertiary deformation and magmatism of southwestern Mexico and its relation to the evolution of the Caribbean plate. The Campanian collision of the Caribbean plate with the southernmost edge of North America may have caused the east-directed progressive shortening inversion of basins and the development of a fold and thrust belt from Turonian to Paleocene. East directed shortening affected a wide region between the Tzitzio anticline to western Oaxaca. Between late Paleocene and Oligocene time a second episode of NE to ENE shortening affected the Sierra de Zongolica and the western part of the Veracruz basin. This deformation was coeval with left-lateral transpression in the Guerrero Morelos Platform and normal left-lateral mylonitic deformation in the northwestern part of the Xolapa complex. Strike-slip structures are parallel or slightly oblique to the present day margin and in general indicate a WNW-ESE left-lateral displacement. Transpression predominates from the Paleocene to the Eocene, whereas from late Eocene to the Miocene a transtensional regime prevailed. Associated with the transtensional phase, a ~60 km wide, coast parallel belt of middle to lower crustal rocks (Xolapa complex) was exhumed.

During the same period three main episodes of arc magmatism may be recognized: (1) between ~100 and ~87 Ma a first episode with a general NNW-SSE orientation is represented by continental intrusive bodies in the Jalisco Block while marine lavas were emplaced to the east in a extensional back-arc basin (Arcelia-Palmar Chico Group); (2) from ~83 to ~60 Ma, the axis of arc magmatism migrates toward the east and slightly rotates to a NW orientation. Massive deposits of volcanic conglomerates (Cutzamala Formation) were deposited in a continental basin located behind the arc and to the west of the Arcelia basin, which was tectonically inverted during shortening. This magmatic episode also coincides with the peak of east-directed shortening in the Guerrero Morelos Platform, located further to the east; (3) after a possible hiatus, arc magmatism resumed during Eocene to early Oligocene (~44 to ~30 Ma) further to the east and with a WNW orientation. Major granitic bodies belonging to this arc are exposed near the present coast and are covered inland by thick sequences of lavas that are often related with WNW trending strike-slip faults. A strong association between deformation and magmatic activity is suggested by the progressive eastward migration and coincident counterclockwise rotation of both the main structures and the axis of magmatic arcs. In particular, the switch from east directed shortening to strike-slip deformation is characterized by a transpressional regime and scarce magmatism to the east of the active arc in Jalisco and Michoacan. The geologic, geochronologic, and structural data of a wide area in the Sierra Madre del Sur, allow us to describe the geometry, kinematics, and timing of the deformational phases. Finally, we discuss an interpretation in which the tectonic evolution of the western and central SMS is the result of the progressive interaction of the

Caribbean plate with the southernmost edge of North America since Late Cretaceous.

GET-12

ANÁLISIS GEOMÉTRICO Y CINEMÁTICO DEL PLIEGUE FRONTAL DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL, CAÑÓN EL ALAMAR, LINARES, NUEVO LEÓN

Chávez Cabello Gabriel¹, Jasso Saldaña José Jonathan¹,
Peterson Rodríguez Rolando Heberto², Cossío Torres Tomás¹,
Hernández Sánchez Otilio¹, Álvarez San Román Fernando¹,
Luna Muñoz César René¹ y Carreño Salgado Marisol³

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²PEMEX, Exploración y Producción

³Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero

gabchavez2001@yahoo.com.mx

El frente tectónico de la Sierra Madre Oriental (SMOr) entre Saltillo y Linares ofrece una variedad amplia de estilos de plegamiento que van desde pliegues por doblez de falla en la parte oriental de la Sierra de Parras, pliegues de despegue clásicos en la Saliente de Monterrey y, finalmente, estructuras que asemejan pliegues por propagación de falla o pliegues de despegue fallados tardíamente evolucionando a pliegues por propagación de falla cerca de Linares. Se conoce que los estilos de plegamiento están ampliamente influenciados por la estratigrafía en la zona, por la distribución restringida de un espesor de evaporitas que controla el despegue regional de la secuencia marina del Jurásico superior-Cretácico, y por el propio basamento que fue involucrado en la deformación y que funcionó como contrafuerte e inhibió un transporte tectónico mayor en gran parte de la SMOr.

En el presente trabajo se cuestiona la existencia de una cabalgadura mayor expuesta en el frente tectónico de la SMOr en el cañón El Alamar, al noroeste de Hualahuises, N. L., y se analiza la geometría y cinemática del pliegue frontal. Se realizó cartografía geológica de detalle en el frente tectónico, documentándose los espesores y variaciones litológicas de las formaciones aflorantes, fallas, así como la geometría y cinemática de pliegues a diferentes escalas y niveles estratigráficos. Se documentaron mesoestructuras que son comúnmente empleadas en la literatura para definir mecanismos de plegamiento y que a su vez son utilizadas para discriminar los diferentes tipos de pliegues relacionados con fallas. Por otro lado, se documentaron estructuras como mesoplegues asimétricos aplastados, con variaciones amplias en espesores de sus flancos, variaciones en el espesor y espaciado de vetas (Formación Taraises) que se interpreta fueron desarrolladas durante la etapa temprana de la deformación y, boudinage en estratos, vetas y pliegues (Formación Agua Nueva) que indican la clara progresión de la deformación y el crecimiento de la cuña sedimentaria en el frente tectónico. En primera instancia, no parece existir una cabalgadura mayor importante expuesta en la zona, los mecanismos de plegamiento predominantes son cizalla y deslizamiento flexural controlado por el alto contraste litológico intra e inter formacional. Finalmente, el avance de la investigación nos permite inferir que el tipo de pliegue mayor podría corresponder a un pliegue por propagación de falla transportado.

GET-13

INTERPRETACIÓN TECTÓNICA Y PALEOMAGNÉTICA DE LAS ROCAS JURÁSICAS Y CRETÁICAS DEL VALLE SAN MARCOS, COAHUILA, MÉXICO

Arvizu Gutiérrez Irving Rafael y Molina Garza Roberto

Centro de Geociencias, UNAM

irvingrafa@hotmail.com

En el Valle San Marcos (VSM), localizado en la parte central del estado de Coahuila, se encuentra la Falla San Marcos (FSM) que es la única falla de basamento multi-reactivada que ha sido claramente documentada en el NE de México. La falla tiene una longitud mínima de 300 km y tiene una dirección ~N62°W, pertenece a un grupo de lineamientos que han sido identificados o postulados para el noreste de México. La FSM limita a dos regiones contrastantes estructuralmente, al norte el Cinturón Plegado de Coahuila (CPC) y al sur el Bloque de Coahuila (BC). Esta falla se ha interpretado ser parte de un sistema de fallas transformantes, asociada a la Megacizalla Mojave-Sonora (MMS) que conectaron la dorsal del Golfo de México con el borde activo del Pacífico durante el Jurásico tardío. La evolución misma de la actividad de la FSM produjo la deposición de una cuña clástica marina y continental registrando de manera la excelente evidencia de sus periodos de actividad e inactividad a lo largo del Jurásico, Cretácico y Terciario en el VSM, esta cuña clástica fue muestreada en 27 sitios para un análisis paleomagnético con la finalidad de determinar la dirección en términos de declinación e inclinación de cada uno de los sitios muestreados por formación, todo lo anterior para poder determinar rotaciones paleomagnéticas que sufrieron dichas rocas durante los diversos periodos de actividad de la FSM. Todas las formaciones están afectadas por una rotación horaria pero de menos magnitud en los sitios de muestreo que se encuentran fuera de una zona de restraining bend en el VSM. Las rotaciones varían entre un máximo de ~69-95° y un mínimo ~4-30°. Existen dos modelos para explicar la rotación, el primero, propone que durante el Jurásico tardío existió movimiento lateral izquierdo a lo largo de la FSM y dentro del restraining bend existió una rotación horaria contraria a la que se espera en este tipo de cinemática de la falla. Posteriormente durante la Orogenia Laramide cambio el régimen de esfuerzos provocando una segunda rotación horaria. El último sugiere que la rotación horaria ocurrió durante la Orogenia Laramide en el Cretácico tardío.

GET-14

ANÁLISIS ESTRATIGRÁFICO Y DE LA DEFORMACIÓN DE LAS SECUENCIAS MESOZOICAS DE LA SIERRA DE ZACATECAS

Escalona Alcázar Felipe de J.^{1 y 2}, Delgado Argote Luis A.², Ortiz Acevedo Olivia³, Navarro Velasco José Luis⁴ y Tavizón García Jesús Patricio³

¹Departamento de Ordenamiento Ecológico, Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas

²División de Ciencias de la Tierra, CICESE

³Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas

⁴Unidad de Ciencias de la Tierra, UAZ

escalona@cicese.mx

La mitad norte de la Sierra de Zacatecas (SZ) está formada por dos secuencias volcanosedimentarias deformadas

del Mesozoico. La más antigua es la Fm La Pimienta o Zacatecas, del Triásico Superior (Cárnico), que aflora en la parte occidental; está formada por filitas y esquistos con protolitos de sedimentos marinos intercalados con tobas y lavas aparentemente andesíticas. La cubre en discordancia erosional y por falla inversa por una secuencia vulcanosedimentaria indiferenciada similar a la formación Chilitos (Fm Chilitos) del Jurásico Superior (?)-Cretácico Inferior (?); en la SZ está compuesta principalmente por derrames masivos y almohadillados de andesita de augita (en algunos derrames se infiere la presencia de olivino) interestratificados con wackas feldespáticas, lodolitas y cuerpos irregulares de caliza. La Fm Chilitos está intrudida por cuerpos de diorita de augita de aspecto lacolítico, así como diques y sills de la misma composición. Las lavas de ambas secuencias muestran alteración hidrotermal intensa, donde los clinopiroxenos están cloritizados y tremolitizados, así como calcita y sericita en la plagioclasa. Son comunes las vetillas de calcita y cuarzo, así como una escasa silicificación de la matriz de los sedimentos. La mineralogía similar de las lavas y los cuerpos intrusivos sugiere que ambos forman una secuencia comagmática de un arco de islas que sería parte del Terreno Guerrero.

La foliación de la Fm Zacatecas es subhorizontal y de rumbo variable; el polo promedio está en $84^{\circ}/231^{\circ}$, similar al de la Fm Chilitos que está en $71^{\circ}/231^{\circ}$. La foliación está bien desarrollada en la parte occidental de la Sierra de Zacatecas y hacia el N y NE disminuye en intensidad hasta ser imperceptible en los afloramientos de, por ejemplo, Saucedo de la Borda. Del análisis cinemático de la deformación en la Fm Zacatecas se obtuvo que el eje de máximo esfuerzo (#1) varía entre $12^{\circ}/204^{\circ}$ y $12^{\circ}/064^{\circ}$; en la Fm Chilitos el valor promedio de #1 para el fallamiento inverso resultó en $03^{\circ}/040^{\circ}$, mientras que la solución para el fallamiento normal arroja un valor de #3 que promedia $00^{\circ}/031^{\circ}$. Los valores cercanos de #1 y #3 anteriores sugieren que las fallas normales se desarrollaron a lo largo de planos paralelos a las fallas inversas principales.

A partir del análisis cinemático se identificaron dos eventos de deformación, el primero es una etapa de compresión con #1 orientado NW-SE que posiblemente ocurrió durante la Orogenia Laramide y, el segundo, es de extensión con #3 orientado NW-SE.

GET-15

INFERENCIAS SOBRE EL EMPLAZAMIENTO REGIONAL DE COMPLEJOS PLUTÓNICOS EN BAJA CALIFORNIA CENTRAL A TRAVÉS DE INDICADORES ESTRUCTURALES

Delgado Argote Luis A.¹, Camarena García Miguel A.^{1y2}, Peña Alonso Tomás A.¹, Weber Bodo¹, Molina Garza Roberto³ y Böhnel Harald³

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²Universidad de Guadalajara

³Centro de Geociencias, UNAM

ldelgado@cicese.mx

De acuerdo con la premisa de que todos los plutones tienden a ser circulares o elípticos en planta prácticamente en cualquier ambiente, se interpretaron plutones a partir de lineamientos curvilíneos en una imagen satelital compuesta de la parte central de la península de Baja California. La forma de emplazamiento puede inferirse a partir del fracturamiento, el cual se considera paralelo al zonamiento composicional o se relaciona con la anisotropía básica de los esfuerzos. Muchos plutones son cuerpos discretos que, en arreglo anidado o concéntrico, pueden formar complejos plutónicos. Son comunes

los cuerpos circulares pequeños y alineados que podrían estar asociados con estructuras regionales que controlan el movimiento y emplazamiento de grandes masas de magma. La densidad de plutones se estimó mediante el conteo de los lineamientos curvilíneos en una malla con cuadros de 10 x 10 km de donde se trazaron curvas de isodensidad, similares a las topográficas, lo que permitió definir regiones de complejos plutónicos. Se propone que las cimas y crestas representan zonas con mayor flujo y acumulación de magma. Si la masa fundida se encuentra a profundidades relativamente someras (< 5 km), los magmas tenderán a moverse lateralmente, predominantemente en sentido horizontal.

Se seleccionaron tres complejos relacionados espacialmente con una cresta orientada burdamente E-W de 30 km de longitud, dos localizados al sur de la misma cresta se asocian con cimas discretas y, uno más, se encuentra en la costa Pacífico (Punta Prieta; PP) y no tiene relación con la cresta de referencia. En cada uno de los complejos, el fracturamiento vertical, es casi ortogonal a las curvas de isovalores, interpretándose que tiende a ser paralelo a la dirección de movimiento (fracturas longitudinales) que, en el caso del complejo del extremo W de la cresta, desarrolla cizalla por desplazamiento lateral orientado S63W. La actitud del fracturamiento horizontal imprime un aspecto dómico pero la mayoría de estas fracturas buza hacia el NNE y SSW. Los diques son más paralelos a la foliación magmática que al fracturamiento, lo que sugiere que son cogenéticos con los plutones. Dicha foliación, excepto en PP, es perpendicular al eje de la cresta E-W regional. En los complejos que se encuentran en la cresta y bordes occidental y sur, a lo largo de casi 50 km, se desarrolla una foliación por deformación que promedia 132/68S. La deformación es intensa en la parte sur y occidente de la cresta regional y prácticamente desaparece en la parte norte. En PP se desarrolla una milonita asociada con un sistema de fallas N70W que incluso corta a la roca encajonante formado por lavas y brechas andesíticas. En lo que se interpreta como el techo de un plutón que se encuentra en el extremo oriental del complejo PP, esta unidad andesítica muestra deformación compresional e intensa alteración hidrotermal.

Se propone que la distribución de los complejos plutónicos está influenciada por discontinuidades estructurales orientadas casi E-W y que, casi contemporáneo a sus emplazamientos, la región estuvo bajo un régimen compresional cuyo vector P promedio es 193/45 (valor característico de 0.57).

GET-16

CORRELATION OF THE RIFTED MARGINS IN THE SOUTHERN PART OF THE GULF OF CALIFORNIA: PRELIMINARY RESULTS

López Martínez Margarita¹, Ferrari Luca², Lonsdale Peter³, Martín Arturo¹, Orozco Esquivel María Teresa² y García Carrillo Paula¹

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²Centro de Geociencias, UNAM

³Scripps Institution of Oceanography, University of California, USA

marlopez@cicese.mx

The southern part of the Gulf of California accommodates ~480 km of tectonic separation (Fletcher et al. 2006) that occurred after ~15 Ma. About 370 km are presently occupied by newly formed oceanic crust emplaced after 3.5 Ma whereas the remaining ~110 km resulted from a period of slow and oblique rifting mostly in late Miocene time. We have begun a study aimed at correlating the geology of the rifted margins with samples dredged in the Nayarit

- Sinaloa shelf during the DANA cruise in 2004 and a detailed bathymetry resulted from dense array of seabeam profiles.

The eastern continental margin of the Gulf of California, onshore and offshore Nayarit and Sinaloa, is wider than the western margin in Baja California, consistently with a westward progression of the rifting process. The pre-rift rocks at the eastern margin are early Miocene ignimbrites grouped in two main packages: the El Salto-Las Canoas succession dated at ~23.5 Ma and the Nayar succession with age ranging between ~21 and 19.9 Ma (Ferrari et al. 2002, Tectonics) whose source is a caldera field in northern Nayarit. These rocks are underlain by late Cretaceous to Eocene, and early Miocene intrusives. The ignimbrite successions can be preliminarily correlated with distal facies ash flow tuffs intercalated in the Comondú group between La Paz and Loreto. These tuffs yielded ages between 23.3 and 19.3 Ma and are overlain by more proximal lavas younger than ~19 Ma (Drake et al. 2004, GSA abstract with programs). The syn- rift volcanism is represented by late Miocene transitional basaltic plateaus, and dikes and Quaternary alkaline basalts emplaced along the Nayarit and Sinaloa coast. Among the later the largest one is the newly discovered Perico volcanic field near Culiacán, Sinaloa. Samples dredged in the Nayarit and Sinaloa shelf correlate well with onshore rocks units and include late Cretaceous and early Miocene granites as well as undated arc lavas, and late Miocene transitional basalts. The tectonic fabric deduced from the seabeam bathymetry reveals several NNE trending normal faults that disrupt the western part of the Nayarit shelf. This orientation resemble the early Miocene fault pattern in western Jalisco, and eastern Nayarit but differs from the late Miocene NNW trending listric faulting of coastal Nayarit. Additional correlation of syn- rift ash flow tuffs across conjugate margins in the Lower Delfin basin is expected to provide constraints to the timing and amount of deformation that occurs during development of a proto oceanic basin within the northern gulf. In the next two years we will continue our geochronologic, petrologic and geologic study of these continental margins of the Gulf of California to provide a more detailed picture of its evolution.

GET-17

NEOGENE EVOLUTION OF RIFTING IN THE NORTHERN GULF OF CALIFORNIA: TECTONOSTRATIGRAPHIC ANALYSIS OF SEISMIC REFLECTION AND BOREHOLE DATA

Martín Arturo¹, Helenes Javier¹, González Escobar

Mario¹, Aragón Manuel¹, García Abdeslem

Juan¹, Carreño Ana Luisa² y Pacheco Martín³

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²Instituto de Geología, UNAM

³PEMEX, Poza Rica, Veracruz

amartin@cicese.mx

The northern Gulf of California contains >5,000 of sedimentary fill, which constitutes a detailed record of Neogene rifting and tectonic subsidence. The interpretation of several exploration wells, and ~4000 km of seismic reflection data from PEMEX (Mexican national oil company) indicate that the northern Gulf contains two basin systems (1) the Tiburon-Tepoca-Adair-Altar along the eastern margin offshore Sonora, and (2) the Wagner-Consag and Delfin basins along the western margin adjacent to Baja California. A north-south trending basement high divides these two basin systems from the northern tip of Isla Angel de la Guarda to the northern Sonora coast. We

identify three main sedimentary sequences in boreholes and seismic sections. The lower sequence (A) directly overlies the acoustic basement and has parallel reflectors and a largely uniform thickness (~1-2 seconds TWTT) that gradually pinches out toward the lateral margins of the gulf. Samples of sequence A from three boreholes show that most of it is a marine sequence with upper Middle Miocene (<12 Ma) microfossils. Importantly, Sequence A is found in both basin systems and does not show obvious changes in thickness near the basin bounding faults, which suggests that the unit was deposited prior to the segmentation of the basin systems. Sequence B conformably overlies sequence A, and is characterized by up to 2 km growth strata that show a clear genetic relationship to the major transtensional faults that control the segmentation of the two basin systems. In the Altar and eastern Cerro Prieto basins, sequence B is 500-800 m-thick, and composed of late Miocene-early Pliocene marine shale and subordinated evaporite deposits that underlie Colorado River deltaic deposits. Here sequence B has a fanning geometry (indicating syn-tectonic deposition) above a NW-directed detachment fault that contains crystalline basement in its footwall. Sequence C in the Tiburon and Tepoca basins is comparatively thin (<800 m) and includes several unconformities, but is much less affected by faulting. In contrast, sequence C in the Wagner, Consag and Upper Delfin basin is a much thicker (up to 2 Km) growth sequence. Marked variations in sequence C in the different basin systems clearly demonstrate a major westward shift of deformation and subsidence at this time. In summary, sequence A was deposited across most of the northern gulf in the upper Middle Miocene, sequence B marks the onset of two discrete transtensional basin systems controlled by both low and high-angle faults in late Miocene-early Pliocene, and sequence C marks the regional migration of plate-margin shearing to its present location in the western gulf.

GET-18

VISUALIZACIÓN TRIDIMENSIONAL INMERSIVA DE DATOS DE CIENCIAS DE LA TIERRA

Pérez Campos Nahúm¹, Cárdenas Soto Martín¹, Juárez Casas Miguel² y Castrejón Pineda Ricardo¹

¹Facultad de Ingeniería, UNAM

²PEMEX, Exploración y Producción

nahump@gmail.com

La visualización tridimensional inmersiva es una herramienta actual que se utiliza en las ramas de medicina, arquitectura, ingeniería, diversión, etc. Recientemente la Dirección General de Cómputo Académico (DGSCA) de la UNAM puso en funcionamiento la sala Ixtli; la cual cuenta con una de las tecnologías más avanzadas para llevar a cabo proyectos académicos y de investigación que requieran de la visualización inmersiva para una mejor comprensión de los conceptos involucrados. La División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, a través del Departamento de Geofísica, tiene en marcha un proyecto cuyo énfasis es la visualización de datos geológicos, geofísicos y petroleros que permitan a los profesores incorporar material de apoyo para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en los alumnos de ciencias de la tierra. En este trabajo mostramos ejemplos específicos derivados de cubos sísmicos interpretados, modelos de propagación de ondas en sismología natural y modelos de estructuras del subsuelo a partir de datos batimétricos, gravimétricos y sismológicos; así como proyectos en desarrollo que ayudarán a visualizar mejor modelos tridimensionales de diferentes categorías, como lo son

la estructura del domo del volcán Popocatepetl, un atlas de riesgo para la delegación Álvaro Obregón del Distrito Federal y la localización de sismos vulcanotectónicos de un enjambre ocurrido el 16 de junio de 1999 en el volcán Popocatepetl, entre otros. Estos trabajos han sido llevados a cabo con el apoyo otorgado por DGSCA y DGAPA, mediante infraestructura y becas; así como con el apoyo de empresas de servicios petroleros, al permitirnos utilizar licencias de software especializado en esta área. En una primera instancia, los datos son adecuados en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería por profesores y estudiantes de licenciatura y de maestría, previamente capacitados en DGSCA. Posteriormente, dichos datos son llevados a la sala de visualización Ixtli para su adecuación final y visualización. Estos ejemplos constituyen una biblioteca de material de apoyo tanto a nivel licenciatura como posgrado. Seguramente, la participación entusiasta de los profesores y aportación de datos de otras áreas, nos permitirán incrementar el acervo de ejemplos y estar a la vanguardia de la enseñanza a través de técnicas visuales.

GET-19 CARTEL

**MULTIBEAM BATHYMETRY AND SIDESCAN IMAGING
OF THE RIVERA TRANSFORM-MOCTEZUMA
SPREADING SEGMENT JUNCTION, NORTHERN
EAST PACIFIC RISE: NEW CONSTRAINTS ON
RIVERA-PACIFIC RELATIVE PLATE MOTION**

Bandy William¹, Michaud Francois^{2 y 3}, Dymont Jerome⁴,
Mortera Gutiérrez Carlos¹, Bourgois Jacques^{2 y 3}, Calmus
Thierry⁵, Sosson Marc⁶, Ortega Ramírez José⁷, Royer
Jean-Yves⁸, Pontoise Bernard² y Sichler Bertrand⁹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Géosciences Azur, Villefranche sur Mer, Francia

³Escuela Politécnica Nacional, Ecuador

⁴Institut de Physique du Globe de Paris, CNRS, Francia

⁵Instituto de Geología, UNAM

⁶Géosciences Azur, Université de Nice-Sophia Antipolis, Francia

⁷Instituto Nacional de Antropología e Historia

⁸Domaines Océaniques, CNRS, Francia

⁹Institut Français de Recherche pour l'exploitation de la Mer, Francia

bandy@geofisica.unam.mx

The Moctezuma Spreading Segment of the East Pacific Rise is located off western Mexico between 17.8°N and 18.5°N. Its morphology and magnetic characteristics, along with the morphology of the Rivera Transform, provide essential constraints on the relative motion of the Rivera and Pacific plates. Unfortunately, the morphology of the Moctezuma Spreading Segment and the eastern part of the Rivera Transform are poorly known due to an incomplete coverage of detailed bathymetric data. As a result, Pacific-Rivera relative motion is poorly constrained and six different models for this motion have been published during the past two decades. This uncertainty has seriously hindered studies of the geologic processes and resulting hazards occurring in western Mexico. To provide a detailed understanding of the morphology in the area of the Moctezuma Spreading Segment and to further constrain Pacific-Rivera relative motion, total field magnetic data, multi-beam bathymetric data and sidescan sonar images were collected during the BART and FAMEX campaigns of the N/O *L'Atalante* conducted in April and May of 2002. These new, previously unpublished, data show that the principle transform displacement zone of the Rivera Transform east of 107°15'W is well defined, and four of the

six previously proposed plate motion models poorly predict its observed azimuths. Further, the magnetic data indicate that either seafloor spreading has been accommodated at more than one location since the initiation of seafloor spreading in the area of the Moctezuma Spreading Segment, or this spreading center is not a Rivera-Pacific plate boundary as was previously assumed.

GET-20 CARTEL

**DEFORMACIÓN POST-OLIGOCENO EN ROCAS
VOLCÁNICAS DE LA SIERRA CUESTA EL INFIERNO Y
SU POSIBLE RELACIÓN CON EL LEVANTAMIENTO DE
PLOMOSAS, CHIHUAHUA, MÉXICO: INFORME PRELIMINAR**

Oviedo Padrón Edgar Gerardo¹, Aranda Gómez José Jorge²,
Molina Garza Roberto², Chávez Cabello Gabriel³, Cervantes
Corona Jorge Alfredo¹ y González Becerra Paula Cecilia¹

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Geociencias, UNAM

²Centro de Geociencias, UNAM

³Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

ecaco3@hotmail.com

La Sierra Cuesta el Infierno (SCI) está al E de la ciudad de Chihuahua y en el borde SW del Levantamiento de Plomosas (LP). El LP pone en contacto tectónico a un paquete de rocas paleozoicas sobre el Cretácico inferior. Hennings (1994) propuso que el LP es: 1) un pliegue por doblez de falla (fault bend fold), con transporte tectónico hacia el SW, 2) de origen laramídico y 3) se formó durante la inversión tectónica de la cuenca de Chihuahua, por un acortamiento oblicuo izquierdo a lo largo de la Falla de Plomosas. Esta última es una cizalla en el basamento con rumbo WNW. La fotointerpretación de pares estereoscópicos y verificación de campo permitieron separar tres zonas con estilos estructurales diferentes en la SCI y sus alrededores. En la parte centro-septentrional del área hay un sinclinal con rumbo N20W, con inmersión al SE en rocas posiblemente del Neógeno. En esta zona se identificaron cuando menos ocho unidades volcánicas, principalmente ignimbritas félsicas, con algunas intercalaciones de depósitos epiclásticos-volcánicos. En el área al sureste de la SCI hay un estilo estructural radicalmente distinto, ya que ahí la secuencia terciaria es repetida varias veces por dos sistemas de fallas con arreglo en dominó de rumbo N45W y bloques hundidos al SW y NE, que formaron una antiforma en las unidades neógenas. Más al oriente, las cuevas volcánicas asociadas a fallamiento normal llegan a tener un rumbo N75W. En esta zona afloran tres o hasta cuatro unidades volcánicas, posiblemente correlacionables con algunas de las unidades más antiguas expuestas en el sinclinal. Al W del sinclinal hay otro arreglo de fallas dominó con rumbo N30W y bloques hundidos al NE, que bascula a las unidades volcánicas hacia el SW. Estas fallas normales son subparalelas al eje del pliegue de la SCI y truncan su flanco occidental. El límite entre el sinclinal y la antiforma causada por fallas tipo dominó inferimos es una falla de transferencia significativa, ya que la zona de falla alcanza por lo menos 10 m de espesor y separa estilos de deformación contrastantes. Cabe señalar que de esta estructura hacia el sur y oriente, el rumbo de las unidades neógenas (N65W) difiere al rumbo del sinclinal de la SCI (N20W). Al norte y oriente de la SCI se encuentra la Sierra El Morrión, que es parte de la zona frontal occidental del LP. El rumbo de esta sierra en su extremo septentrional es N20W, mientras que en el sur cambia gradualmente a N75W a través de una saliente notable. Las estructuras neógenas en las rocas volcánicas, ubicadas al W y S de la Sierra El Morrión siguen la trama tectónica de ésta, por lo que se especula que: la edad del LP puede ser más joven de lo

que se pensaba o, preferentemente, las estructuras que controlan al LP fueron reactivadas después del volcanismo del Terciario medio, controlando el desarrollo de una falla de transferencia importante en las rocas neógenas.

GET-21 CARTEL

**ESTUDIO DE LA GEOLOGÍA DE LA PORCIÓN
MERIDIONAL DE LA SIERRA EL DIABLO CON
ÉNFASIS EN LA DEFORMACIÓN DE SUS ROCAS
PRE-CRETÁICAS, CHIHUAHUA, MÉXICO**

Cervantes Corona Jorge Alfredo¹, Aranda Gómez José Jorge¹,
Molina Garza Roberto¹, Chávez Cabello Gabriel², González
Becerra Paula Cecilia¹ y Oviedo Padrón Edgar Gerardo¹

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

jorgjacc83@hotmail.com

La Sierra El Diablo (SED) localizada en la parte suroccidental de Chihuahua, en una región comprendida entre la Falla de San Marcos al norte y la hipotética Megacizalla Mojave-Sonora al sur. En el núcleo de la SED afloran rocas volcánicas pre-cretácicas cubiertas discordantemente por caliza de la Fm. Aurora (Albiano). En la base de la Fm. Aurora existe un conglomerado rico en fósiles formado por clastos de la secuencia volcánica cementados por carbonato de calcio. Este conglomerado marca la transgresión del mar cretácico sobre un área previamente emergida.

Vista como un todo, la SED es un anticlinal muy abierto con rumbo ~N-S. En la mayor parte de la sierra las capas de caliza cretácica son sub-horizontales y solo cerca de sus bordes se observan inclinaciones que varían de suaves a moderadas. La SED ocupa un área rectangular de 30 x 60 km, y en su porción meridional consta de una forma aproximadamente cuadrada, con bordes N-S y E-W, y tiene una depresión alargada en dirección N-S en su centro. Su porción septentrional es de forma burdamente triangular y teniendo un rumbo N30W en su flanco oriental, mientras que en el occidental es ~N-S. En nuestros trabajos previos se ha propuesto que existen fallas normales a ambos lados de la sierra y está bordeada por los dos ramales del Bolsón de Mapimí. Así mismo se ha dicho que aproximadamente en la parte media de la SED existe un cambio notable en la dirección de las fallas normales por la influencia de la Falla San Marcos durante la extensión del Neógeno. La fotointerpretación sugiere la existencia de fallas normales importantes en los bordes de la sierra y en los flancos de su depresión central. En el límite sudoccidental de la SED existe una anomalía estructural importante, ya que en el Cerro Las Mariposas hay un pliegue con rumbo E-W. Este tipo de arreglo ortogonal de los ejes de los pliegues larmídicos lo hemos interpretado en regiones cercanas como evidencia de "drape folding" asociado a la reactivación de fallas de basamento.

La edad y afinidad de las rocas volcánicas del núcleo de la SED es de gran relevancia para la interpretación de la evolución tectónica de la región, ya que puede tratarse de vestigios de la Formación Nazas (¿Jurásico temprano?) o del único afloramiento hasta ahora conocido del Arco de las Delicias (¿Paleozoico tardío?). La secuencia volcánica, compuesta por dos unidades distintas en composición y actitud estructural, está expuesta en dos afloramientos pequeños separados por varios kilómetros de distancia y se ha inferido que entre ellas existe una discordancia angular, por lo que es posible que en el área hayan evidencias de dos pulsos de deformación pre-larmídicos. De ahí la importancia de obtener una edad isotópica confiable (U-Pb) y caracterizar

geoquímicamente ambas unidades para tratar de demostrar que, efectivamente, existe una discordancia angular o un hiato importante entre ambas; además de establecer su ambiente geotectónico para definir su posición dentro de la compleja evolución tectónica del norte de México.

GET-22 CARTEL

**ESTUDIO PRELIMINAR DEL FLUJO DE GAS RADON
222 EN DIFERENTES SITIOS DE QUERÉTARO
COMO BASE PARA ESTUDIAR SUS VARIACIONES**

Pérez Enríquez Román, López Cruz-Abeyro José, Zúñiga
Ramón, Kotsarenko Anatoliy y Arzate Flores Jorge A.

Centro de Geociencias, UNAM

roman@geociencias.unam.mx

La emisión de gas radón proveniente del subsuelo ha sido asociada con la presencia de agrietamientos relacionados a actividad tectónica. En este trabajo se hace un análisis preliminar del flujo de radón 222 en diferentes sitios del estado de Querétaro con el fin de observar su distribución espacial y posibles variaciones. Se reportan el flujo y espectro de algunas de las mediciones obtenidas con un espectrómetro RTM 2100, que servirán de base para la instalación de una red de instrumentos portátiles cuyos datos puedan ser integrados al sistema de geográfico de información del estado.

GET-23 CARTEL

**ESTRUCTURA CORTICAL Y ESTRATIGRAFÍA EN
EL MARGEN PACÍFICO DE BAJA CALIFORNIA
SUR, MÉXICO, EMPLEANDO SÍSMICA DE
REFLEXIÓN 2D MULTICANAL PROFUNDA**

Requena González Neptalí Alberto¹, González Fernández
Antonio¹, Fletcher John¹, Lizarralde Daniel², Kent G. M.³,
Harding A. J.³, Holbrook W. S.⁴, Umhoefer P.J.⁵ y Axen G. J.⁶

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²School of Earth and Atmospheric Sciences,
Georgia Institute of Technology, USA

³Institute of Geophysics and Planetary
Physics, University of California, USA

⁴Department of Geology and Geophysics, University of Wyoming, USA

⁵Department of Earth and Space Sciences, University of California, USA

⁶Department of Earth and Environmental
Sciences, New Mexico Tech, USA

requena@cicese.mx

Datos sísmicos profundos, de cinco líneas de reflexión 2D multicanal, fueron procesados e interpretados con la finalidad de estudiar la estructura y la estratigrafía de la corteza en el margen Pacífico de Baja California Sur, México. La adquisición de los datos se efectuó empleando cañones de aire que dispararon cada 50 m, y un cable de registro de 6 km de longitud con 480 canales, espaciados 12.5 m entre sí, que registró durante 16 s los arribos de las ondas.

Se efectuó una secuencia convencional de procesamiento, obteniéndose secciones sísmicas migradas en tiempo post-apilamiento. Las secciones sísmicas resultantes muestran la presencia de numerosos escarpes de falla, cañones submarinos, grabens y horst, asociados a fallas de desplazamiento

normal significativo costa afuera de Baja California Sur. Estas observaciones no concuerdan con la teoría de una fase de “rifting” del Protogolfo durante el Mioceno medio a tardío, según la cual solamente existió movimiento lateral derecho, con muy poco desplazamiento normal, a lo largo de la falla de Tosco-Abreojos en el margen Pacífico de Baja California Sur.

También se aprecia la existencia de sedimentos recientes fallados en el área de la zona de falla Tosco-Abreojos, lo cual sugiere que este sistema de falla aún se encuentra activo, y por tanto es probable que continúe acomodando parte de la deformación entre el Bloque de Baja California y la placa Pacífico como ha sido propuesto previamente por diferentes autores.

Al noroeste y zona central del área de estudio se detectó un reflector simulador del fondo marino, asociado probablemente a hidratos de gas, el cual se extiende por al menos 200 km a lo largo de tres líneas sísmicas. De acuerdo a las características de amplitud, coherencia lateral y frecuencia de las reflexiones, así como la correlación entre las secciones sísmicas y las columnas estratigráficas de pozos presentes en el área, los eventos sobre el basamento acústico generalmente pueden dividirse hasta en tres unidades sismoestratigráficas. La geometría del basamento acústico evidencia la existencia de numerosos cuerpos intrusivos, fragmentos de corteza oceánica y probable fallamiento inverso asociados a la subducción de la placa Farallón bajo Norteamérica hasta hace 12 Ma.

Palabras clave: Reflexión 2D multicanal, Margen Pacífico de Baja California Sur, zona de falla Tosco-Abreojos, Unidades Sismoestratigráficas.

GET-24 CARTEL

EL SINCLINAL DE LA SIERRA LA HERRADURA (CHIHUAHUA) ¿EVIDENCIA DE REACTIVACIÓN DE LA FALLA DE SAN MARCOS O PLIEGUE RELACIONADO A EXTENSIÓN?

González Becerra Paula Cecilia¹, Aranda Gómez José Jorge²,
Chávez Cabello Gabriel³, Molina Garza Roberto², Cervantes
Corona Jorge Alfredo¹ y Oviedo Padrón Edgar Gerardo¹

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Geociencias, UNAM

²Centro de Geociencias, UNAM

³Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

paugonzalez@geociencias.unam.mx

La Falla San Marcos (FSM) es una estructura mayor, formada en el Jurásico, que separa a regiones con estratigrafía, estilos de deformación y magmatismo contrastantes. Al Norte de ella se ubican los cinturones plegados de Coahuila y Chihuahua, y al Sur la Plataforma de Coahuila. La FSM ha tenido varios períodos de reactivación. Los pulsos post-oligocénicos afectaron rocas de la Sierra Madre Occidental y lavas intraplaca del Campo Volcánico de Camargo (CVC). La traza de la falla es obvia en las rocas sedimentarias mesozoicas de Coahuila; en Chihuahua la falla está enmascarada, ya que es sepultada por rocas volcánicas orogénicas, y/o por productos del CVC y/o por el aluvión en valles sinclinales o tectónicos. Cerca al CVC existen al menos dos sinclinales mayores en secuencias volcanosedimentarias del Terciario medio y tardío (i.e., las sierras Aguachile y La Herradura). La Sierra La Herradura, ubicada en el Este de Chihuahua, es una estructura compleja formada por un sinclinal asimétrico con inmersión hacia el SE y que cambia hacia el Norte a un monoclinal modificado por fallas con corrimientos laterales menores, pero cartografiados. En La Herradura, el

sinclinal afecta a caliza mesozoica, expuesta en la base de la estructura, a un depósito de grava compuesta principalmente por clastos derivados de caliza, a brechas volcánicas andesíticas y a varios derrames de andesita. En el monoclinal la secuencia está formada por una ignimbrita de grado bajo y una andesita, éstas últimas unidades de edad desconocida. La caliza mesozoica está mejor expuesta en el flanco Este del sinclinal y yace directamente debajo de las rocas volcánicas del Terciario medio y/o es sepultada por las gravas del Cenozoico tardío. El flujo de lava más joven, expuesto en el núcleo del sinclinal, arrojó una edad Ar-Ar de 32.4 Ma, por lo que esta deformación es posterior e independiente de la Orogenia Laramide, la que en otros sitios del Noroeste de México se ha documentado que culminó ~40 Ma (Chávez-Cabello, 2005).

La longitud total del sinclinal y el monoclinal es de más de 25 km, y la amplitud mínima del sinclinal en su parte sur es de 3.5 km. La Sierra La Herradura tiene un rumbo NNW, modificado ligeramente por fallas posteriores a su formación. La nariz del sinclinal Herradura es cortada y duplicada al menos cuatro veces por fallas predominantemente normales. El desplazamiento aparente, lateral derecho, del eje del sinclinal sugiere que esas fallas tienen una componente oblicua. En el extremo norte de la sierra, el monoclinal fue modificado por desplazamientos pequeños a lo largo de juegos de fallas laterales izquierdas (ENE) y laterales derechas (NE). Los trabajos iniciales de campo sugieren que el espesor y complejidad de la secuencia volcánica andesítica aumentan en la parte sur del complejo estructural. Interpretación de fotos aéreas verticales ha permitido identificar posibles cuellos volcánicos en las cercanías de los Cerros El Emilio. Esto permite suponer que la fuente de parte del material volcánico se ubica en dicha zona. Se desconoce la localización de la fuente de la ignimbrita félsica.

GET-25 CARTEL

MAPA E INTERPRETACIÓN MORFOTECTÓNICA DEL ESTADO DE SONORA, MÉXICO DERIVADO DE DATOS SRTM

Piri Verduzco Mario Alberto¹, Herrera López Pedro¹,
Rodríguez Castañeda José Luis² y García Martínez David¹

¹Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora

²Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM

mario.piri@gmail.com

A partir de la liberación de los datos del Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) se propuso hacer un análisis de modelamiento de superficie iniciando con el procesamiento de los datos crudos. Este trabajo constituye el avance de una tesis de Licenciatura cuyo objetivo principal es la generación de un mapa morfotectónico del estado de Sonora. Se considera en primera instancia un análisis simple de todos los rasgos lineales que se observan en el modelo de elevación digital y después combinar con un análisis regional de la geomorfología del Estado de Sonora, donde destacan las formas tectónicas, las formas volcánicas, las formas fluviales, las formas deltaicas, y las formas eólicas.

La combinación o interrelación de la geomorfología con la geología conduce a la propuesta de unidades que dependen de la tectónica, de la estratigrafía y de procesos sedimentarios, entonces el mapa incluye información morfoestructural y litológica que da soporte a los elementos propios de la geomorfología.

Este mapa morfotectónico proporcionará una cartografía básica necesaria en las investigaciones en ciencias de la tierra y será útil con todos aquellos problemas relacionados con los procesos generados por el hombre como: agricultura, riego, erosión, obras públicas, urbanismo, etc.

En la metodología se establece desde como se trata el dato original para hacerlo compatible con programas de modelos digitales de elevación hasta su uso en programas como el Surfer (modelador de superficies) y otros de SIG para generar y correlacionar las diferentes capas.

GET-26 CARTEL

UNA REVISIÓN DEL CENOZOICO DE LA MESA CENTRAL DE MÉXICO

Nieto Samaniego Angel Francisco, Loza Aguirre Isidro, Alaniz Álvarez Susana A., Barajas Gea Constancio Ivan y Gómez González Juan Martín

Centro de Geociencias, UNAM

afns@geociencias.unam.mx

La estratigrafía y las estructuras del Cenozoico de la Mesa Central (MC) ha sido relativamente poco estudiada a pesar de la enorme importancia que tiene por su asociación con depósitos minerales. En este trabajo se realizó una revisión del conocimiento con que se cuenta a la fecha, integrando una columna estratigráfica en la que se distinguen seis grupos litoestratigráficos, cinco de ellos de naturaleza volcánica y uno sedimentario, abarcando en tiempo del Paleoceno ¿tardío? al Pleistoceno.

El registro estratigráfico inicia con una gran discordancia que separa las rocas mesozoicas deformadas por acortamiento, sobre ella yace la secuencia cenozoica y dentro dicha secuencia se reconocen dos discordancias más, ambas de carácter regional con edades Eoceno medio y Eoceno superior-Oligoceno. Los sistemas de fallas mayores son el sistema Taxco-San Miguel de Allende, la falla del Bajío y el graben de Aguascalientes los cuales limitan a la MC. Se reconoció también una gran estructura denominada sistema de fallas San Luis-Tepahuates, está ubicada en el límite sur de la MC en su porción poniente mientras que en el oriente la divide en dos partes, las cuales presentan estratigrafía y estructuras muy distintas. La actividad tectónica que formó las estructuras mencionadas, y otras menores que se localizan el interior de la MC, le imprimió un carácter primordialmente de fallas tipo normal; las fases mayores de actividad ocurrieron una en el Eoceno tardío-Oligoceno temprano y otra en el Mioceno, observándose que las zonas con actividad migraron hacia el sur y NW, donde alcanzan el Reciente. Un aspecto importante que vale la pena señalar es la localización de la gran mayoría de yacimientos epitermales a lo largo del sistema de fallas San Luis-Tepehuates, cuya posible relación genética no ha sido estudiada.

GET-27 CARTEL

ESTRUCTURAS DE CABALGADURA POS-LARAMÍDICAS DEL CERRO EL MACHO Y APANLÁZARO EN EL SECTOR CHILPANCINGO-TIERRA COLORADA, GRO.

Hernández Treviño Teodoro¹, Torres de León Rafael², Pérez Gutiérrez Rosalva², Salgado Soto Zacarias³, Solís Pichardo Gabriela⁴ y Schaaf Peter¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

³Comisión Federal de Electricidad

⁴Instituto de Geología, UNAM

tth@geofisica.unam.mx

Al oriente de Tierra Colorada, Guerrero se encuentra una sierra conformada por los Cerros El Macho, La Mula y Apanlázaro. En ella afloran rocas del Complejo Acatlán, Complejo Xolapa y Formación Chapolapa, intrusionadas por los plutones de Tierra Colorada y El Limón. La relación de contacto entre las tres primeras unidades litoestratigráficas es de tipo estructural; y corresponden a fallas inversas con rumbos generales W NW-SE E con vergencias hacia el sur. El fallamiento inverso desarrolló un conjunto de cabalgaduras que se extienden desde el SE de El Ocotito hasta el sur de la Presa de la Venta Vieja.

Las cabalgaduras del área en cuestión afectan a: esquistos de moscovita, clorita y granate del Complejo Acatlán, augengneis del Complejo Xolapa, rocas metavolcánicas de la Formación Chapolapa, calizas de la Formación Morelos y rocas sedimentarias de la Formación Balsas.

Algunas de las evidencias de estas cabalgaduras son los klippen que se observan en las cimas de los Cerros El Macho, La Mula y Apanlázaro, donde los esquistos del Complejo Acatlán sobreyacen a los augengneis del Complejo Xolapa. En la base de esta sierra, sobre el camino a Tlayolapa, los augengneis sobreyacen a la formación Chapolapa. En ambos contactos se observan las superficies de rampas de las cabalgaduras con rumbos promedio de 2100 con inclinaciones de 200 a 450 al NW. En el área de la Venta Vieja también se observan estructuras de cabalgamiento similares pero involucrando rocas metavolcánicas de la formación Chapolapa, calizas de la formación Morelos y depósitos continentales de la Formación Balsas, observándose imbricaciones entre las calizas Morelos y metavolcánicas de la Formación Chapolapa. En la región de Acapulco y el sur de la Venta Vieja se observa un fallamiento inverso con rumbo similar a las fallas de la Venta y Apanlázaro que afecta rocas del complejo Xolapa.

Este conjunto de fallas inversas y cabalgaduras se interpretan como un proceso pos-laramídico porque afectan a rocas de la Formación Balsas de 56.3 ± 1.4 Ma (K-Ar en biotitas) y de 47 Ma (Rb-Sr) fechadas en las áreas de Tixtla al este de Chilpancingo, Gro., y en Palo Blanco al norte de El Ocotito, Gro.; áreas donde se pueden observar los estratos con deformación similar a los afloramientos de La Venta Vieja.

Si las estructuras de depósito de la Formación Balsas son discordantes a las estructuras de la deformación laramídica, que afecta a rocas mesozoicas de la región, entonces se considera que las estructuras reportadas en este trabajo son posteriores a los depósitos de la Formación Balsas porque están afectadas por las cabalgaduras en cuestión.

Se plantea que esta deformación pos-laramídica evolucionó entre 50 y 40 millones de años. Esta edad la constreñimos si consideramos que la edad de K-Ar de la Formación Balsas es

de 56.3 ± 1.4 Ma y que las estructuras de cabalgaduras y fallas inversas son intrusionadas por los plutones de Tierra Colorada, Azinyehualco, El Limón, Xaltianguis etc y cubiertas por rocas volcánicas de la Sierra de Alquitrán de edades entre 30 y 34 millones de años.

GET-28 CARTEL

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA PORCIÓN ESTE DEL CERRO DE LA SILLA, LA ESTANZUELA MONTERREY, N. L.

Rosales Bravo Karina¹, Chapa Guerrero José Rosbel¹ y González Naranjo Gildardo Alonso²

¹Universidad Autónoma de Nuevo León

²Centro de Geociencias, UNAM

alejandra_feliz_travieza@hotmail.com

El presente trabajo se desarrolla dentro de la provincia fisiográfica de la sierra madre oriental, en la elevación conocida como cerro de la Silla, el motivo principal de tener como objeto el estudio de esta zona en particular es por la problemática que se tiene por la inestabilidad que presentan los taludes; Se empieza con una descripción de la geología de la zona, se plantea hacer un mapa geológico con la geología de la zona y columna estratigráfica, también elaborar una carta de riesgos geológicos, en la cual se analizaran los taludes, se determinara la estabilidad y se evaluaran los riesgos de la zona. Se hace notar que investigadores de la Facultad de Ciencias de la Tierra llevaron acabo también una investigación de riesgos geológicos en el área metropolitana de monterrey junto a mi área de estudio.

GET-29 CARTEL

ANÁLISIS GEOMÉTRICO Y CINEMÁTICO DEL PLIEGUE FRONTAL DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL, CAÑÓN ALAMAR, LINARES, NUEVO LEÓN

Jasso Saldaña José Jonathan¹, Chávez Cabello Gabriel¹, Luna Muñoz César René¹, Peterson Rodríguez Rolando Heberto², Cossío Torres Tomás¹, Hernández Sánchez Otilio¹, Álvarez San Román Fernando¹ y Carreño Salgado Marisol³

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²PEMEX, Exploración y Producción

³Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero

jon_vegeta27@hotmail.com

El frente tectónico de la Sierra Madre Oriental (SMOr) entre Saltillo y Linares ofrece una variedad amplia de estilos de plegamiento que van desde pliegues por doblez de falla en la parte oriental de la Sierra de Parras, pliegues de despegue clásicos en la Saliente de Monterrey y, finalmente, estructuras que asemejan pliegues por propagación de falla o pliegues de despegue fallados tardíamente evolucionando a pliegues por propagación de falla cerca de Linares. Se conoce que los estilos de plegamiento están ampliamente influenciados por la estratigrafía en la zona, por la distribución restringida de un espesor de evaporitas que controla el despegue regional de la secuencia marina del Jurásico superior-Cretácico, y por el propio basamento que fue involucrado en la deformación y que funcionó como contrafuerte e inhibió un transporte tectónico mayor en gran parte de la SMOr.

En el presente trabajo se cuestiona la existencia de una cabalgadura mayor expuesta en el frente tectónico de la SMOr en el cañón El Alamar, al noroeste del municipio de Hualahuises, N. L., y se analiza la geometría y cinemática del pliegue frontal. Se realizó cartografía geológica de detalle en el frente tectónico, documentándose los espesores y variaciones litológicas de las formaciones aflorantes, fallas, así como la geometría y cinemática de pliegues a diferentes escalas y niveles estratigráficos. Se documentaron mesoestructuras que son comúnmente empleadas en la literatura para definir mecanismos de plegamiento y que a su vez son utilizadas para discriminar los diferentes tipos de pliegues relacionados con fallas. Por otro lado, se documentaron estructuras como mesoplegues asimétricos aplastados, con variaciones amplias en espesores de sus flancos, variaciones en el espesor y espaciamento de vetas (Formación Taraises) que se interpreta fueron desarrolladas durante la etapa temprana de la deformación y, boudinage en estratos, vetas y pliegues (Formación Agua Nueva) que indican la clara progresión de la deformación y el crecimiento de la cuña sedimentaria en el frente tectónico. En primera instancia, no parece existir una cabalgadura mayor importante expuesta en la zona, los mecanismos de plegamiento predominantes son cizalla y deslizamiento flexural controlado por el alto contraste litológico intra e inter formacional. Finalmente, el avance de la investigación nos permite inferir que el tipo de pliegue mayor podría corresponder a un pliegue por propagación de falla transportado.

Sesión Regular

Geología y Geofísica Ambiental

GGA-1

UN SIG PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE MUNICIPAL

Paniagua Chávez Verónica

Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas

veroxp@hotmail.com

Objetivo

Integrar sistemas que permitan a personas no especialistas en sistemas de información geográfica, la consulta y sistematización de la información existente de contaminación, de recursos y reservas naturales de cada municipio del Estado, esto con la finalidad de establecer prioridades para orientar la exploración, explotación y sobre todo la remediación sustentable de los recursos naturales. Así como darle difusión a la información por medios electrónicos como el Internet, mediante páginas Web con información de cada municipio para fomentar y establecer una educación ambiental.

Importancia

Entre las herramientas más útiles para el manejo y difusión de la información ambiental, se encuentran los Sistemas de Información Geográfica, que permiten un mejor conocimiento de las características ambientales de los municipios. Por lo que el Gobierno del Estado de Zacatecas, por conducto del Instituto de Ecología y Medio Ambiente ha instrumentado Sistemas para el soporte para la toma de decisiones por medio de mejorar la administración de los datos ambientales y desarrollar estrategias de difusión de la información ambiental y participación ciudadana.

Problemática

La atención a los problemas ambientales que afectan al Estado de Zacatecas, no puede ser concebida sin la utilización de adecuados instrumentos y herramientas que nos permitan encaminar acciones y estrategias para lograr el desarrollo regional. En este sentido, la tecnología y la información constituyen para los planificadores y tomadores de decisiones una herramienta de análisis y de gestión.

En materia de Información Ambiental en el nivel gubernamental aún se tiene un incipiente nivel de desarrollo, debido a la falta de recursos económicos y humanos, desarrollo tecnológico, falta del intercambio de información entre instituciones gubernamentales y estandarización de mecanismos eficientes de difusión y divulgación de la información.

Soluciones

La implementación de los Sistemas de Información Ambiental Municipal permiten un conocimiento real del entorno geográfico, logrando de esta manera una mejor planificación en todos los sectores tanto urbanos como rurales y permitiendo un mejor aprovechamiento de los recursos naturales del municipio, debido a que facilita conocer de una manera rápida y oportuna las prioridades en las necesidades de sus pobladores en los diferentes niveles.

Estos sistemas constituyen el medio ideal, el cual nos permitirá presentar información de los inventarios de recursos naturales existente en el territorio estatal, del agua y del suelo, el ordenamiento ecológico, las áreas naturales protegidas, caracterización de los procesos de las micro medianas y pequeñas empresas, así como información correspondiente a la biodiversidad del estado y de los programas y acciones que se realicen para la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.

Conclusiones

Las soluciones para muchos problemas frecuentemente requieren acceso a varios tipos de información que sólo pueden ser relacionadas por geografía o distribución espacial. Sólo la tecnología SIG permite almacenar y manipular información usando geografía y para analizar patrones, relaciones, y tendencias en la información, todo tendiente a contribuir a tomar mejores decisiones.

GGA-2

MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD POR PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA DEL DISTRITO FEDERAL

Carlos Valerio Víctor¹, García Palomo Armando²,
López Miguel Celia¹ y Galván García Adriana¹

¹Servicio Geológico Metropolitano, Protección Civil del Distrito Federal²Instituto de Geología, UNAM

vcarlos@geología.unam.mx

El estudio de los procesos de remoción, con frecuencia englobados bajo el término de deslizamientos, es importante para generar mapas de susceptibilidad, de inventarios, de peligro y por último de riesgo.

Se presenta el Mapa de Susceptibilidad por Procesos de Remoción en Masa del Distrito Federal, el cual separa las zonas con potencial a presentar algún tipo de proceso dependiendo del tipo de material, forma de emplazamiento y pendiente.

El mapa de susceptibilidad toma como base el Mapa Geológico del Distrito Federal (realizado por el Servicio Geológico Metropolitano) y de acuerdo con la escala de trabajo utilizada, 1: 75 000, y con las características geológicas de los materiales de ladera, se hizo una reclasificación a partir del mapa geológico para obtener cuatro tipos de materiales de acuerdo con su litología y forma de emplazamiento, que muestran un comportamiento similar ante la falla de las laderas: 1) Lavas félsicas (andesitas y dacitas). La forma de emplazamiento de este tipo de lavas es a través de domos y volcanes, que son estructuras de forma semielíptica y cónica, respectivamente, con zonas de fuerte pendiente y generalmente afectados por rasgos tectónicos (fallas y fracturas). Las discontinuidades que afectan a los macizos rocosos formados por estas lavas son planos de flujo o estratificación, planos de enfriamiento, planos de origen tectónico y fracturas de tensión. 2) Lavas máficas (derrames de lava basáltica). Este tipo de materiales se encuentra principalmente en las laderas de la Sierra de Chichinautzin. Estos derrames son extendidos, de poca altura, se emplazan a través de fisuras y se extienden de sur a norte, siguiendo la paleotopografía. El peligro en este tipo de derrames se presenta en los bordes, en los cuales existen brechas y fracturamiento no sistemático, dando la posibilidad de que haya desprendimientos y deslizamientos rotacionales.

3) Conos. Este tipo de estructura es común en la Sierra de Chichinautzin, que es campo monogenético formado por más de 200 conos de escoria, y en la Sierra de Santa Catarina. Están formados por escoria volcánica y en ocasiones derrames de lava intercalados. El peligro asociado a estas estructuras es el deslizamiento y flujo de detritos y el rodamiento de bloques, principalmente.

4) Materiales granulares (lahares, flujos de detritos y flujos de bloques y cenizas). Estos materiales son productos de las estructuras volcánicas que forman la sierra de Las Cruces y están

ampliamente distribuidos en las partes bajas e intermedias de la sierra, conformando una serie de barrancas a través de las cuales se pueden encauzar flujos de lodos y/o detritos provenientes de las partes altas o aún de las mismas barrancas.

En el mapa de susceptibilidad se conjugan la litología y las pendientes mayores a 30°, para definir zonas en las cuales potencialmente puede presentarse algún tipo de falla de los taludes. Esto permitirá una regionalización de los procesos que afectan al Distrito Federal. Los mecanismos potenciales de falla se determinaron con base en las características litológicas, la forma de emplazamiento y observaciones de campo.

GGA-3

IDENTIFICACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS DE TIERRA POR MEDIO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Castillo Román José

Centro Universitario para la Prevención de Desastres Regionales, BUAP
jocaroman@hotmail.com

Año con año los deslizamientos causan un gran número de pérdidas económicas a las comunidades de la sierra norte de Puebla, como sucedió en el año de 1999 donde el costo de reconstrucción de daños a la infraestructura ascendió a 1 mil 836.597 millones de pesos (Secretaría de Gobernación del Estado, 1999). Por tal motivo, para evitar grandes costos de reconstrucción es necesario la implementación de nuevas herramientas que proporcionen un análisis multivariable al estudio de los impactos de los fenómenos naturales, con la finalidad de reducir las grandes áreas de estudio a zonas de interés prioritario, donde se apliquen programas de prevención de desastres; pues el hecho de anticiparse al fenómeno, permite mitigar los daños que podrían generarse por el impacto del fenómeno.

En este trabajo se revisaron varios modelos que proporcionan el nivel de amenaza de los deslizamientos y como primera aproximación adaptamos el modelo de Mora y Vahrson a un sistema de información geográfica, con el cual se analizó las condiciones físicas del medio natural para identificar zonas críticas.

En primer lugar identificamos las variables del medio físico que inciden directamente en los deslizamientos de tierra, (condiciones geológicas y topográficas, entre otras), posteriormente definimos qué variables actúan como detonadores del fenómeno, para nuestro caso consideramos a las precipitaciones y vibraciones sísmicas. Otro grupo de variables que toman un papel importante en la generación de deslizamientos son aquellas que aceleran el proceso; en este grupo de variables, consideramos como tales a la deforestación y construcción de caminos (Actividades antrópicas).

Todas las variables involucradas en la generación de deslizamientos, se clasifican de acuerdo a su contribución al fenómeno y se integran a un sistema de información geográfica (SIG). Los resultados del modelo se clasificaron en tres clases de susceptibilidad: Alta, Media y Baja.

Por último, las zonas susceptibles identificadas se combinan con las vías de comunicación y zonas de asentamientos para definir zonas de alto riesgo.

GGA-4

HUNDIMIENTOS EN EL MUNICIPIO DE GUADALAJARA, JALISCO, MÉXICO

Suárez Plascencia Carlos¹, Díaz Torres José de Jesús¹, Camarena García Miguel A.¹, Guillen Patiño Karen Chantal¹, Núñez Cornú Francisco Javier², Azúa Bertha Marquez¹ y Solís Heriberto Cruz¹

¹Departamento de Geografía y Ordenación Territorial, Universidad de Guadalajara

²Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara

csuarez@cencar.udg.mx

El crecimiento urbano de la ciudad de Guadalajara a partir de la década de los cincuenta ha generado cambios significativos en la morfología del relieve del llamado "valle" de Atemajac, como es la alteración de la red fluvial original que drenaba esta geoforma, el relleno de barrancas con materiales inadecuados como escombro, y basura y la modificación de elevaciones topográficas. Estos cambios en la geomorfología se han traducido actualmente en el aumento de hundimientos y por deslizamientos de tierras y caída de bloques.

El uso de los SIG, los sensores remotos y el sistema GPS, junto con el análisis geológico-geomorfológico e hidrológico, permitieron localizar, identificar, y cartografiar los diferentes procesos que han dado origen a los peligros referidos, y así determinar su grado riesgo en el municipio de Guadalajara.

Una base fundamental para el trabajo, fue la cartografía detallada con curvas de nivel a cada metro, que fue rectificada, para posteriormente elaborar el MDT con dos SIG's, (IDRISI y ERMAPPER). De igual forma se consultó las fotografías aéreas de los años 1940, 1960, 1962, 1970, 1985, 1992 y 2004, así como la imagen satelital Quikbird del 2003. Con estos elementos se procedió a evaluar el grado de modificación del relieve, los sitios de rellenos de barrancas y depresiones topográficas, así como fue alterada de la red fluvial a partir de la década de los 40's.

Se identificaron las áreas con problemática de hundimientos, que son la zona conocida como Alcalde-Barranquitas, ubicada al norte del centro de la ciudad, sitio de antiguas barrancas modeladas en una litología pumicitica y rellenadas entre 1950 y 1970; el subdistrito Monumental-La Perdida (sector norte de la ciudad), muestra un relleno con escombro de la barranca del arroyo Los Manzanos y áreas de relleno de antiguos bancos de extracción de material. La zona de Mezquitan también muestra una serie de problemas de hundimientos en calles y edificaciones.

Todas estas zonas se ubican del sector centro hacia el norte de la ciudad, identificándose en el antiguo trazo del río San Juan de Dios y sus efluentes, un patrón de zig-zag, área donde se ubican regiones con mayor densidad de hundimientos, y los que van disminuyendo hacia el sector sur del municipio. Cabe destacar que la litología del subsuelo de la ciudad es una secuencia de tobas pumiciticas que alcanzan cerca de los 120 m de espesor hacia el poniente y norte y va disminuyendo hacia el sur y oriente, toda esta secuencia descansa sobre basaltos-andesitas e ignimbritas, en cuyos afloramientos en la ladera sur de la Barranca del Río Grande de Santiago, se han identificado varias fallas de edad reciente.

GGA-5

USO DE LOS SIG'S PARA LA CLASIFICACIÓN DE CUENCAS HIDROLÓGICAS EN LA REGIÓN GUADALAJARA, Y SU UTILIZACIÓN COMO HERRAMIENTA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE INUNDACIÓN

Camarena García Miguel A.¹, Suárez Plascencia Carlos¹, Díaz Torres José de Jesús¹, Núñez Cornú Francisco Javier² y Guillen Patiño Karen Chantal¹

¹Departamento de Geografía y Ordenación Territorial, Universidad de Guadalajara

²Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara

macg670729@yahoo.com.mx

Año con año durante la época de lluvia el Municipio de Guadalajara es afectado por una serie de inundaciones, las cuales son motivadas por las adecuaciones de ingeniería que se han realizado sobre los antiguos cauces que drenaban naturalmente a la zona.

En el mes agosto del 2006 en la colonia El Briseño se registro el desbordamiento de un cauce recientemente canalizado, este canal funciona como otros de la zona como canales pluviales de los escurrimientos de la parte suroriental del piedemonte de la Sierra la Primavera que se extiende desde los domos El Colli y el Tajo y que se internan posteriormente en la ciudad. Las características topográficas que circundan el entorno del municipio de Guadalajara, hacen que este funcione como un vaso receptor y vía de paso de los escurrimientos provenientes de esta serranía hacia la depresión del Río Grande de Santiago, ubicada en el limite norte de la traza urbana.

El crecimiento de la mancha urbana de Guadalajara desde la década de 1960, ha generado que el coeficiente de escurrimiento haya aumentado hasta alcanzar el 100% en este momento, por lo que la red de drenaje ha sido rebasada en los recientes temporales de lluvias. De no existir la zona urbana de Guadalajara tendríamos una cuenca regional donde su cresta estaría en los domos El Colli y El Tajo y el Cerro del Cuatro. Su canal de desagüe sería la zona el denominado "Valle de Atemajac" y el cono de deyección lo forma la depresión tectónico-erosiva del Río Grande de Santiago.

Utilizando información de curvas de nivel de 1970 a 10 m y del 2000 a 1 m, se construyeron Modelos Digitales del Terreno, previamente esta información fue rectificada, para elaborar los MDT's se utilizaron los SIG's Ermapper, Idrisi y River Tools, los dos últimos permiten identificar cuencas hidrológicas, una vez generados los modelos raster estos fueron exportados entre los tres SIG's, con lo cual se obtuvieron siete cuencas hidrológicas, esto es posible utilizando como metodología de clasificación el método de Horton-Strahler. Esta clasificación permite comprobar como la zona urbana adopta la función de un canal de desagüe, originalmente esta función debe ser cumplida por la red de causas naturales y una vez que la zona es urbanizada las obras antrópicas toman esta función como lo son la red de colectores, alcantarillado, vasos y canales reguladores, pero cuando estas son rebasadas en su capacidad generan la problemática de inundaciones recurrentes que sufre la ciudad.

Se identificaron siete cuencas, utilizando tres parámetros a) La altimetría de la cuenca, b) La geomorfología y c) la hidrología. Estos junto con los reportes de inundación, determinamos que la zona norte de la ciudad (Huentitán) se considera como una cuenca de clase cuatro donde se recibe gran parte de las precipitaciones del sector poniente y sur de la Ciudad. Estos datos

se utilizaron cuantificar el nivel de riesgo a inundaciones en el municipio.

GGA-6

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA CUENCA ATENQUIQUE DEL COMPLEJO VOLCÁNICO COLIMA

Díaz Torres José de Jesús y Suárez Plascencia Carlos

Departamento de Geografía y Ordenación Territorial, Universidad de Guadalajara

jesus79_80@hotmail.com

En Octubre de 1955, la localidad de Atenquique localizada en la desembocadura de la cuenca Atenquique sobre el flanco NE del Complejo Volcánico Colima, fue afectada por un potente flujo de detritos originado por la consecución de procesos naturales.

Este evento causó la muerte de al menos 11 personas y pérdidas en infraestructura e insumos de la fábrica papelería. La importancia del análisis de las variables del riesgo en la localidad radica en la detección de los fenómenos naturales que representan una amenaza para la localidad, así como la delimitación de las zonas susceptibles a ser afectadas.

El método utilizado fue la interpretación y análisis del relieve de la cuenca mediante el análisis de ortofotos, la determinación y limitación espacial de la morfología del relieve, la aplicación de parámetros morfométricos, recorridos de campo, la generación de un modelo digital de elevación y modelos reclasificados de pendientes del terreno, además de la caracterización de los tipos de climas, unidades litológicas, geomorfología, unidades edafológicas, unidades vegetales y uso del suelo. Este método permitió identificar las zonas susceptibles a ser erosionadas por los efectos del periglaciismo, precipitación, escorrentía y la acción de los movimientos gravitatorios.

Actualmente la cuenca de Atenquique presenta gran cantidad de detritos depositados en sus talwegs, gran parte de ellos generados a causa del sismo de enero del 2003 que ocasiono derrumbes de las ladera escarpadas a lo largo de la cuenca del Atenquique y del arroyo Seco, también, se detectaron rasgos de desplazamientos de bloques de ladera.

Dada la altura de la cresta de la cuenca (4330 msnm) la crioclastia es el principal agente erosivo por encima de la cota 3600 (cima del Nevado de Colima). Este proceso aporta detritos que son arrastrados paulatinamente en cada temporal de lluvias hacia las partes bajas de la cuenca, los cuales se suman a los que se desprenden por erosión de los gruesos paquetes de conglomerados y brechas, formados de potentes lahares que se sucedieron durante el pleistoceno y que pertenecen a las unidades litoestratigráficas conocidas como Formación Atenquique y Toba Los Mazos. Estos procesos erosivos han incrementado la cantidad de sedimentos no consolidados en los valles que forman la cuenca y con ello ha aumentado la probabilidad que se pueda formar un nuevo flujo de detritos si se combinan con condiciones climáticas extremas en el complejo volcánico.

Con el análisis cartográfico y matricial de las variables antes mencionadas y la probabilidad de lluvias extraordinarias en 24 horas obtenidas a partir de la aplicación de los periodos de retorno, se estableció la zonificación de las áreas de peligro por inundación, movimientos de masas y flujos de detritos.

Para definir la vulnerabilidad de la localidad se realizó el levantamiento de la infraestructura, se obtuvieron testimonios de

eventos históricos, se trazaron perfiles transversales del relieve en la desembocadura ayudados con un GPS geodésico. El cruce de la información cartográfica y la creación de una matriz de peligro y vulnerabilidad permitió identificar el grado de riesgo al que esta expuesta la localidad.

GGA-7

EVALUACIÓN DE LAS INUNDACIONES PROVOCADOS POR LOS RÍOS GRANDE Y CHIQUITO EN LA CIUDAD DE MORELIA, MICHOACÁN

Silva Martínez Claudia Esperanza y Arreygue Rocha Eleazar

Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

yhary79@yahoo.com.mx

En las últimas décadas las inundaciones han sido el tipo de desastre de mayor magnitud. Los casos más frecuentes son los desbordamientos de grandes ríos, cuyas riberas están frecuentemente ocupadas por asentamientos humanos. El incremento anormal en un cauce fluvial se debe a lluvias excepcionales, sean torrenciales de corta o prolongadas duración, además son más frecuentes las inundaciones provocadas por los huracanes.

En el presente estudio interesa conocer las zonas más susceptibles a inundaciones provocadas por los ríos en estudio que se localizan dentro de la ciudad, ya que ambos ríos atraviesan la ciudad de Morelia. Lo anterior debido a la recurrencia de los desbordamientos de los ríos en los últimos 10 años, que han afectado a los habitantes de esta ciudad que se sitúan cerca y sobre las márgenes de los ríos, provocado pérdidas económicas a la ciudadanía en general.

El trabajo consistió en realizar un análisis hidrológico con información recabada de 7 estaciones pluviométricas con series históricas de más de 40 años, las cuales se localizan dentro de la cuenca en estudio con un área de 1200Km², el objetivo principal es conocer la tendencia de los eventos climatológicos en el pasado.

Además se está realizando un estudio sobre la dinámica fluvial de los dos ríos, con el propósito de conocer y establecer el caudal de diseño de cada uno de estos, para posteriormente hacer un modelo de escenarios para conocer las zonas más propensas a inundaciones y poder proponer obras de mitigación que eviten los constantes desbordamientos.

GGA-8

PROCESOS DE SEDIMENTACIÓN COSTERA EN LA ENSENADA EL ANCLOTE, NAYARIT

Nava Sánchez Enrique H.¹ y Castro Bringas Ernesto M.²

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²Ingeniería de Costas y Puertos

enava@ipn.mx

La Ensenada El Anclote se localiza en la porción Noroeste de la Bahía de Banderas, inmediatamente al Este de Punta de Mita. Esta última es la frontera Norte de la Bahía de Banderas con las condiciones de alta energía del Océano Pacífico. La línea de costa de la Ensenada El Anclote está orientada Este – Oeste y en ella domina el proceso erosivo. Debido a la orientación de la

ensenada, sus playas están protegidas del oleaje de alta energía del Norte que se presenta en invierno, aunque está expuesta al oleaje de mar de fondo (Swell) del Suroeste y al oleaje que genera el paso de los ciclones, el cual proviene del Sur al Oeste. Estos patrones de oleaje generan direcciones encontradas de transporte de sedimentos a lo largo del litoral; en la margen occidental un transporte hacia el Este, de sedimento grueso que disminuye gradualmente en tamaño hacia la parte central de la ensenada, en tanto que la margen oriental presenta un transporte hacia el Oeste, de sedimento arenoso, que disminuye en tamaño hacia la parte central del litoral. El sedimento transportado en ambas márgenes converge hacia la parte central del litoral de la ensenada, en donde la playa es más amplia, aunque actualmente está impactada por la construcción de espigones. El transporte perpendicular a la costa es mínimo, y es a través de éste que la playa pierde sedimentos.

GGA-9

ANÁLISIS DEL RUIDO Y VIBRACIONES GENERADA POR VOLADURAS Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE ROCA

Malagón Montalvo Arturo¹ y Ibarra Torres José²

¹Universidad de Guadalajara

²Tratamientos Geotécnicos, S. A. de C. V.

malagon_arturo@hotmail.com

Las principales alteraciones que originan las voladuras son: vibraciones, onda de aire y proyecciones de roca. Estas pueden originar daños en las estructuras próximas (pilares, losas, taludes, y/o edificaciones cercanas, etc.). Para minimizar los efectos dañinos de las voladuras de producción, precorte o remoción de material en excavaciones, es necesario reducir los niveles del ruido ambiental y la vibración del terreno.

Se analiza la teoría de generación y propagación de las vibraciones y onda aérea producida por voladuras, la metodología en el monitoreo de vibraciones, los criterios de daños aplicables y los parámetros de diseño que debe considerar el técnico para controlar esas alteraciones ambientales.

Este estudio se inició con una campaña de monitoreo de ruido y vibraciones en canteras. Se hace una revisión de la normatividad existente y criterios de daño adoptado respecto a los niveles de vibración aceptables. Los trabajos fueron ejecutados con apoyo de software y equipo sísmico en el monitoreo de ruido y vibraciones ambientales.

Se propusieron una serie de recomendaciones para los diseños de las voladuras en sitios de monitoreo. Se consideró un nivel máximo de vibración en voladuras producidas en canteras cercanas a zonas urbanas, convirtiéndose así en una ayuda al Geotecnista responsable en el diseño de las voladuras y la estabilidad de los taludes en los bancos de explotación. En general podemos decir que las vibraciones disminuyen realizando algunos cambios en los diseños de voladuras, como son: disminuyendo el esfuerzo a la roca (reduciendo la cantidad de energía empleada). Incrementando el tiempo en que se libera la energía. Incrementando el tiempo de retardo entre voladuras, etc.

Los valores de onda aérea, velocidad de partícula, aceleración y desplazamientos obtenidos en los diversos monitoreos para las canteras no rebasan los criterios de seguridad internacionales de la USBM (≤ 2.00 in/sec)

La presencia de suelos de recubrimiento sobre sustratos rocosos afecta, generalmente a la intensidad y frecuencia

de las vibraciones. Los suelos tienen unos módulos de elasticidad inferiores a los de las rocas y por ello, las velocidades de propagación de las ondas disminuyen en estos materiales. La frecuencia de vibración disminuye también, pero el desplazamiento aumenta significativamente conforme los espesores de recubrimiento son mayores. Un manejo adecuado del uso de explosivos, aunado a una mejora en las técnicas de explotación, trituración y comprender las propiedades geomecánicas de los materiales y su comportamiento ante las vibraciones originadas por explosivos, permitirá minimizar el riesgo de accidentes en la operación y obviamente la reducción de daños probables a las unidades habitacionales cercanas al sitio de voladuras.

GGA-10

ANÁLISIS PRELIMINAR DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL VALLE ALUVIAL DE MONTERREY, N.L. MÉXICO

Alva Niño Efraín, De León Gómez Héctor, Navarro de León
Ignacio, Montalvo Arrieta Juan Carlos y Medina Barrera Francisco

Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

ealvan@fct.uanl.mx

La Ciudad de Monterrey como tercera Ciudad mas poblada del país requiere de la construcción de infraestructura para el transporte público. De tal forma que se tiene la necesidad de obras civiles de gran envergadura. Por tal motivo el conocer las características geotécnicas, de los materiales que conforman el Valle de Monterrey es imperativo. El presente trabajo muestra de manera preliminar los resultados obtenidos durante la documentación geológica llevada a cabo en los sondeos realizados a lo largo de la Línea II del Metro, previos a su construcción, los cuales sirvieron como base para el diseño y planeación de las excavaciones realizadas. También fue posible realizar una clasificación de los diferentes horizontes aluviales, logrando deducir las direcciones de aportación de sedimentos para el Valle de Monterrey. Destacando la ubicación de 3 paleo-cauces, que controlan el relieve en el basamento rocoso constituido por lutitas y margas del Cretácico superior. Así mismo se ubicaron estructuras de disolución en forma de cavernas sobre todo en los materiales consolidados de gravas y boleas.

De acuerdo al nivel de desplante del trazo de la línea II, se obtuvieron las características geotécnicas de los diferentes tipos de suelo, además de ubicar el nivel freático que en algunas secciones quedaba expuesto como acuífero libre. Con esta primera documentación se tiene referencia para la caracterización geomecánica del subsuelo en el área Metropolitana de Monterrey, para la planeación de obras futuras.

GGA-11

CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN LA ZONA NORTE DEL ESTADO DE GUERRERO

Ramírez Guzmán Alejandro, Díaz Villaseñor Elvia, Talavera
Mendoza Oscar, Farfán Panamá José L. y Ramírez Ramos Ana Lilia

Unidad Académica de Ciencias de la
Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero

halessandro@geofisica.unam.mx

El presente estudio, aporta información sobre el conocimiento del estado actual de contaminación del agua superficial en

la zona norte del estado de Guerrero, en los municipios Buenavista de Cuellar, Cocula, Cuetzala de Progreso e Iguala de la Independencia. En las cercanías de los municipios en estudio existen sitios potencialmente contaminantes, debido su mineralización: 1) Buenavista de Cuellar, donde los minerales principales están asociados a los óxidos de hierro, las cuales tienen conexión con rocas volcánicas e intrusivas del área. 2) Mineralización relacionada con Cu, Ag, Pb y Zn en rocas metamórficas del esquistos Taxco. Con el propósito de conocer el estado de la calidad del agua y ubicar puntos de posibles fuentes de contaminación se realizó un análisis al final de la época de lluvias en el año 2003. Los datos obtenidos fueron parámetros físico-químicos, iones mayores y menores, así como elementos traza. Existe presencia de As aunque comparado con la NOM-001-ECOL-1996 para aguas residuales no representan ningún riesgo de salud para los habitantes.

Las variables fisicoquímicas medidas se analizaron aplicando técnica de análisis estadístico multivariado: cluster, análisis de factores por componentes principales y rotación varimax. Estas técnicas permitieron conocer las asociaciones de iones y elementos trazas de origen natural y los que son introducidas por contaminación antropogénica a las aguas superficiales.

GGA-12

EARTH SCIENCES RESEARCH JOURNAL-ESRJ: REVISTA EN CIENCIAS DE LA TIERRA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Sánchez Aguilar John Jairo, Zuluaga Mazo Indira, Montes
Vides Luis Alfredo y Vargas Jiménez Carlos Alberto

Universidad Nacional de Colombia, Colombia

jjsancheza@unal.edu.co

La revista Earth Sciences Research Journal-ESRJ es la nueva revista profesional en Ciencias de la Tierra impulsada por el grupo de Geofísica del departamento de Geociencias de la Universidad Nacional de Colombia. ESRJ es una revista creciente con amplia cobertura que publica artículos de calidad científica, con previa evaluación por parte de expertos locales e internacionales. Los temas y disciplinas apropiados para publicación en ESRJ incluyen (pero no están restringidos a): 1. Geofísica: Sismología, Prospección Sísmica, Métodos Gravimétricos, Magnéticos y Eléctricos. 2. Geología: Vulcanología, Tectónica, Neotectónica, Geomorfología, Geoquímica, Geotermia, Glaciología, Geología de Yacimientos, Geología Ambiental, Amenazas Geológicas. 3. Geodesia: Geodinámica, Medidas GPS aplicadas a problemas geológicos y geofísicos. 4. Ciencias Básicas y de la Computación aplicadas a la Geología y la Geofísica.

Este trabajo busca motivar el interés de los científicos de las Ciencias de la Tierra en América Latina y en el mundo y presenta los aspectos relevantes de ESRJ que sirven como guía para autores y revisores de manuscritos. Los logros alcanzados durante los últimos dos años, y las metas futuras, proyectan a ESRJ como una publicación de amplia aceptación a nivel regional. Invitamos a toda la comunidad de las Ciencias de la Tierra a contribuir al crecimiento y mejoramiento de ESRJ, para posicionarla como un medio de difusión de investigación en Ciencias de la Tierra que quiere estar al nivel de las mejores revistas del mundo.

GGA-13

COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO DEL PLOMO EN SEDIMENTOS ACUÁTICOS CONTAMINADOS CON RESIDUOS MINEROS

Pérez Rodríguez Rebeca Yasmín¹, Pelallo Matínez Nadia Azenet¹, Alfaro de la Torre María Catalina¹, Castro Larragoitia Javier² y Morton Bermea Ofelia³

¹Centro de Investigación y Estudios de Postgrado, Facultad de Ciencias Químicas, UASLP

²Instituto de Geología, UASLP

³Instituto de Geofísica, UNAM

bekapr@fcq.uslp.mx

La explotación minera histórica (más de 200 años) de sulfuros de Pb-Zn-Ag y Cu-Au, en el poblado de Villa de la Paz y Matehuala, SLP México, ha originado el depósito masivo de residuos mineros (jales) en presas a cielo abierto, caracterizados por altas concentraciones de As, Pb, Cd, Zn, entre otros metales. Las presas de residuos, el transporte de jales a través de arroyos y las antiguas refinerías y fundiciones, han contaminado suelo, agua y sedimentos de esta zona.

El origen geológico y confinamiento en común de Pb y As permite establecer el origen de estos y otros metales mediante el estudio del comportamiento de Pb en tres sitios: (S1)-norias afectadas por el arrastre de jales a través de inundaciones, (S2)-afloramiento de un acueducto cercano a residuos de fundición y (S3)-laguna de almacenamiento de agua subterránea.

Se realizó la caracterización mineralógica (MEB, DRX); y el análisis de metales (Pb, As, etc.) y se obtuvieron relaciones isotópicas de Pb en muestras de sedimento. El agua intersticial (AI) fue caracterizada químicamente (aniones, metales totales disueltos ([M]d), sulfuros (S[H₂S]), pH). Mediante DRX se observó alto contenido de calcita, yeso y cuarzo, cuya disolución mantiene valores de pH básico (8-9.5) en los tres sitios.

En S1, se observan movilizaciones de [Pb]d atribuidas a (1) Disolución de minerales de calcio como la calcita (CaCO₃); (2) Disolución o reducción de oxihidróxidos de Fe; y (3) Disolución de sulfuros primarios (PbS), redistribución de FeSx diagenéticos y liberación de Pb asociado a estos sulfuros.

Comparando la concentración de Pb en agua y en sedimento, con la obtenida en registros anteriores a un desasolve, se observa una disminución en la concentración de metales, por lo que se puede atribuir la contaminación de este sitio al ingreso de agua de arroyo con alta carga de material proveniente de las presas de jales. Las principales fases observadas mediante MEB y DRX son FeAsS, Pb-FeS y PbS unido a aluminosilicatos.

En S2, existe un flujo difusivo de [Pb]d de la columna de agua al sedimento que indica la contribución de Pb a la fase sólida. Bajo la interfase agua-sedimento se observa disminución de [Pb]d por una posible precipitación como PbS de reciente formación. Las principales fases encontradas mediante MEB (PbS, asociaciones de Pb-CaCO₃, Pb-FeS, Pb-ZnO, As-PbO y Pb metálico,) señalan a los residuos de tostación como posible fuente de contaminación.

En S3, se observaron partículas altamente alteradas, posiblemente transportadas desde otros sitios del mismo sistema somero de agua subterránea. Las principales fases encontradas fueron FeAsS, asociaciones de Pb-Cu₂S, Pb-As, Pb-CuS y hasta Ag metálica. Por lo que las principales contribuciones de Pb pueden atribuirse a la disolución de partículas acumuladas en el sedimento a través del tiempo.

Para complementar este estudio, se realiza el análisis de isótopos de plomo en muestras digeridas de Jales mineros, escorias de fundición, suelo y sedimentos.

GGA-14

CONTROLES MINERALÓGICOS SOBRE LA MOVILIDAD DE METALES PESADOS EN RESIDUOS MINEROS DE CONCEPCIÓN DEL ORO, ZACATECAS

Castro Larragoitia Javier^{1 y 2}, Martínez Hernández Karla³ y Monroy Fernández Marcos Gustavo⁴

¹Facultad de Ingeniería, UASLP

²Instituto de Geología, UASLP

³Posgrado en Geología Aplicada, Facultad de Ingeniería, UASLP

⁴Instituto de Metalurgia, UASLP

gcastro@uaslp.mx

Uno de los principales riesgos que existen a partir de los residuos del procesamiento de minerales metálicos, es su alto potencial para liberar elementos potencialmente tóxicos (EPT's) a los medios del ambiente. Una vez depositados en las presas de jales, cuando estas no están protegidas contra la acción de los agentes de intemperismo, pueden ocurrir una serie de procesos que pueden conducir a la liberación de EPT's. Esta liberación se puede dar a partir de procesos de lixiviación de minerales, directamente en los montones de residuos por soluciones percolantes, las cuales pueden llevar en muchos casos a la generación del fenómeno denominado como Drenaje Ácido de Roca (DAR). Además de ello la dispersión de los residuos debido a los agentes meteóricos (viento, lluvia) puede llevar este material a impactar medios como sedimentos, suelos y agua. En todos estos procesos el material sufre de modificaciones en su composición mineralógica y/o química lo cual modifica el comportamiento ambiental de los elementos de interés.

En el presente trabajo se estudió el papel que ejercen los cambios mineralógicos en la movilidad de EPT's durante los procesos de alteración de residuos mineros en el distrito de Concepción del Oro, Zacatecas. Para ello se muestrearon las presas de jales localizadas en las inmediaciones de la cabecera municipal y que son producto del procesamiento de menas de un sistema de Skarn rico en Fe, con Cu y Au como elementos de interés económico. Este distrito se encuentra inactivo desde principios de los años 90's y las presas se encuentran abandonadas sin medidas de protección.

La metodología utilizada consistió en caracterizar química y mineralógicamente los jales utilizando para ello Espectrometría de Absorción Atómica, así como Difracción de Rayos X y Microscopía Electrónica de Barrido con EDX respectivamente. Para caracterizar el potencial de movilidad de EPT's en jales se usaron extracciones de tipo ASTM 3985 87, además se caracterizó el potencial de generación de drenaje ácido (ABA-Sobeck Modificado) y con el fin de poder correlacionar la mineralogía con el comportamiento de movilidad se aplicó el procedimiento de extracción secuencial propuesto por Tessier modificado.

Los residuos se caracterizan por elevadas concentraciones de Cu con contenidos significantes de As, Pb y Zn. Como fases primarias en el residuo se identifican silicatos y carbonatos típicos del ambiente de skarn, con cantidades menores de sulfuros de Fe y Cu así como arsenopirita, esfalerita y tetrahedrita. Como minerales secundarios se identifican principalmente sulfatos simples como yeso y complejos como copiapita y jarosita.

Además se encuentran muy variables cantidades de hidróxidos de Fe siendo el más importante la goehtita. Algunas muestras presentan potenciales elevados de generación de drenaje ácido, estando el potencial de neutralización totalmente consumido en muestras con un estado avanzado de oxidación.

Los resultados que serán presentados muestran la importancia de los cambios de fases mineralógicas debido a procesos de alteración para determinar el comportamiento ambiental de los residuos.

GGA-15 CARTEL

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA REGIÓN SURSURESTE DEL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY, NUEVO LEÓN, MÉXICO (MEDEROS)

Ibarra Martínez Sergio Eduardo

Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

sibarra@fct.uanl.mx

Dada la gran explosión demográfica que se tiene en el área Metropolitana de Monterrey (4 millones de habitantes), en las últimas décadas se ha recurrido a la construcción en montaña con planificación muy restringida. Por tal razón, en esta zona se han presentado diversos problemas de ingeniería, tales como: inestabilidad de taludes, el bloqueo de los cauces de corrientes superficiales por construcción de obras civiles, extracción de material en canteras aplicando métodos inadecuados, entre otros. A pesar de los avances en el conocimiento técnico y científico de los procesos geológicos que ocurren en el área de estudio o en zonas urbanas análogas, muchas zonas son aún vulnerables a situaciones de desastre. La geología urbana está en continua evolución y los procesos afectan tanto a los materiales rocosos como a los suelos.

Entre las zonas con mayor riesgo a deslizamientos de ladera impactados por urbanización en el área metropolitana de Monterrey se pueden incluir: (1) las laderas de la Sierra Madre Oriental, en San Pedro Garza García; (2) las laderas del Cerro de las Mitras, en Santa Catarina, San Pedro Garza García y Monterrey; (3) el Cerro del Topo Chico, en San Nicolás de los Garza y Monterrey; (4) las laderas del Cerro de la Silla, en Ciudad Guadalupe y Monterrey; (5) las laderas del Cerro de la Loma Larga; y (6) en las orillas del Cerro El Mirador, en San Pedro Garza García y las laderas del Cerro de Mederos en Monterrey, estas regiones mencionadas ya se encuentran en gran medida urbanizadas.

Desde los años 90's se empezó a trabajar con una metodología de Ingeniería Geológica que a permitido subsanar los diferentes problemas geológicos que se presentan al construir en diferentes zonas montañosas y también en sus valles.

Esta metodología se aplicó en el área de estudio en donde se efectuaron análisis Geomorfológicos, Geológicos, Estructurales, escala 1:10000 y con base en estos se realizó una carta de zonas homogéneas en roca y suelos. Se determinó una zona en rocas y tres diferentes zonas en suelos, se llevó a cabo un estudio de estabilidad de los taludes existentes para determinar cuñas de deslizamiento en taludes artificiales, y se evaluaron los problemas geotécnicos del área determinándose diferentes zonas de riesgo.

GGA-16 CARTEL

INTEGRACIÓN DE LOS DATOS DEL ATLAS DE RIESGOS NATURALES Y EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y TERRITORIAL PARA PUERTO VALLARTA EN UN SIG

Trejo Gómez Elizabeth, Núñez Cornú Francisco Javier,
Suárez Plascencia Carlos y Chávez Dagostino Rosa María

Centro de Sismología y Volcanología de
Occidente, Universidad de Guadalajara

e_291058@yahoo.com.mx

Los de datos e imágenes referentes al Atlas de Riesgos Naturales en Puerto Vallarta (ANR) que de forma alterna se trabaja con el del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial (POET); se integran al Sistema de Información Geográfica (SIG) de tipo vectorial y raster, esto con el fin de recomendar la implementación de un SIG que responda a las necesidades de la administración municipal en áreas como Protección Civil, Planeación Urbana, Turismo, Ecología. Otra meta es hacer las recomendaciones para la utilización de la información de los documentos ARN y POET. La zona de estudio corresponde al Centro de Población.

Las tres etapas para integrar los datos en el SIG de manera general son:

A) Generación e ingreso de datos al SIG.- Generación de los datos, Referencia Geográfica, Ingreso de los datos al Sistema.

B) Tratamiento de la información.- Edición y captura de las capas de información, Consultas.

C) Representación de la información.- Reportes y Mapas temáticos.

Con los datos que se disponen y de los SIG empleados para este proyecto, la edición, captura y reportes se facilita en el SIG de tipo vectorial, mientras que el análisis se mejora en el SIG de Tipo Raster. El intercambio de información entre los diferentes SIG se facilita con los archivos de tipo *.shp.

En cuanto al ARN; a la fecha se han identificado los peligros naturales de manera puntual y delimitadas zonas de influencia de los mismos; y del POET se conocen los tipos de vegetación e identificado las especies protegidas presentes en la zona del Centro de Población de Puerto Vallarta.

GGA-17 CARTEL

LA RIQUEZA DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO COMO ALTERNATIVA TURÍSTICA: RECORRIDO GEOTURÍSTICO EN EL PARQUE ECOLÓGICO EL ORITO, GUANAJUATO

Puy Alquiza María Jesús, Miranda Avilés Raúl, Miranda
Bustos Diana y Patiño Vargas Claudia Alejandra

Facultad de Minas, Metalurgia y Geología, Universidad de Guanajuato

yosune@quijote.ugto.mx

El patrimonio geológico abarca todos los recursos naturales no renovables tales como formaciones rocosas, estructuras geológicas como: pliegues, fallas; formas, paisajes, yacimientos minerales y paleontológicos que poseen un valor científico, cultural, educativo, paisajístico y recreativo. Los geositos representan una categoría ambiental ejemplo de ello son los puntos de interés geológicos que ofrece el parque ecológico El Orito, ubicado al noroeste de la mancha urbana de la ciudad de

Guanajuato, el cual fue decretado como parque ecológico el 11 de mayo del 2000.

El parque ecológico El Orito forma parte de uno de los corredores ecológicos del Estado de importancia fundamental por su diversidad faunística y vegetal. Posee múltiples recursos turísticos tanto naturales como culturales, estos últimos en todas sus modalidades: arquitectónicos, etnológicos, geológicos, etc.

Los procesos orogénicos laramídicos y vulcano-plutónicos post-laramídicos han dado lugar a formaciones geológicas de importante carácter turístico, siendo los más destacados los afloramientos metamórficos de la Formación Esperanza, afloramientos sedimentarios como el Conglomerado Guanajuato. De igual manera cabe resaltar los depósitos minerales producto del hidrotermalismo como: veta de la Luz y la misma Veta Madre que ha dado fama internacional al Distrito minero de Guanajuato, la cual ha sido explotada por más de 450 años.

GGA-18 CARTEL

GEOLOGICAL-GEOPHYSICAL MONITORING OF CERRO PRIETO DAM, NE MEXICO

Yutsis Vsevolod, Masuch Oesterreich Dirk, De León Gómez Héctor y Izaguirre Valdez Fátima

Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

vyutsis@fct.uanl.mx

Cerro Prieto Dam is located 130 kms. SE of Monterrey and 20 Kms. NE of Linares and is one of the principal sources of potable water for Monterrey, an industrialized city with a population of about four million inhabitants.

The purpose of geophysical research was studying a near surface as well as a deep structure, and also the hydrogeological analysis of the Cerro Prieto area. 80 gravity reading points grouped in two lines were carried out, surrounding the water reservoir from the South and the East. Furthermore, 400 onshore magnetic field readings as well as about 100 offshore magnetic points were carried out. The general trend of the magnetic field reduced to a pole is NW - SE on which background anomalies of northeast trend are obviously traced. However, local magnetic anomalies have mosaic character and, being morphologically extended in a NE direction, grouped in chains of northwest trend. The analysis of magnetic data allows assuming that a series of the superficial fractures is focused in a NE direction, perpendicular (NW-SE) to the general deep fault. Bouguer gravity values in the East margin of the reservoir are in the range of -40 up to -60 mGal and are showing several weak local anomalies of 2-5 mGal. However in the South frame the gravity field sharply changes its character that is shown in a series of sign-variable residual anomalies by amplitude of 0.5-2.0 mGal.

To begin a monitoring of the fluctuation of water storage a system of GIS-based calculations of water volumes using the 278.2 m level was established. The procedure comprises standard hydrological modeling as implemented in Arc/Info as well as a cell-based modeling of water depth and storage volumes. The maximum water storage of the Cerro Prieto dam is 395 million m³ which corresponds to a water level of 295 meters. By the end of June 2006 the water level was at 278.2 m which greatly reduced the amount of water stored in the reservoir. A significant reduction in the size of the reservoir is obvious. The water volume stored was calculated at 127,806,300.00 m³ which is less than a third of maximum storage. Water levels are so low that presently one of two water intakes is in the air. It is intended to keep monitoring the water levels in the reservoir on a bi-weekly basis

and consecutively update the corresponding amount of water stored. During July-August 2006 the water level was observed twice. By July, 8 it was at 277.42 m and by August, 12 it was at 276.0 m, which corresponds to 112,966,810 m³ and 95,747,616 m³ respectively. Presently, the margin of error in the monitoring of the reservoir volume is 5.5%. This error is expected to be reduced significantly by refining the Digital Elevation Model that is the basis for the calculation.

GGA-19 CARTEL

ATMOSPHERIC AND THERMAL ANOMALIES OBSERVED AROUND THE TIME OF STRONG EARTHQUAKES IN MEXICO COLIMA, OAXACA, GUERRERO STATES

Dunajacka Monika

Universidad Nacional Autónoma de México

monicdun@yahoo.com

Recently developed theory of Lithosphere-Atmosphere-Ionosphere (LAI) coupling (Pulinets and Boyarchuk, 2004; Pulinets et al., 2006) pays attention to the processes taking place within the near ground layer of atmosphere. Air ionization produced by radon emanating from the earth's crust launches the chain of physico-chemical processes which change significantly the composition of air molecules, as well as air temperature and humidity. All these changes, as it was detected earlier, take place two-three weeks before strong earthquakes occur within the area of earthquake preparation. The present paper is an attempt to track these changes using meteorological data collected at meteorological stations close to the epicenters (less than 200 km) of strong earthquakes in Mexico. The data of remote stations are used for comparison. Atmospheric anomalies were detected both on long term intervals (several tens of years) and within one-two week before the earthquakes occur. The long term variations reveal the anomaly for the year of earthquake, while the short-term anomalies demonstrate the dynamics of changing of air temperature and humidity before earthquake. The daily temperature range and relative humidity variations resemble the radon variations before earthquakes described in the literature. Regardless we do not have the simultaneous measurements of radon, but the time scale and the variations pattern can be interpreted in terms of radon action on the near ground layer of atmosphere. The revealed pattern of atmosphere parameters variations opens the way to use the meteorological data for monitoring of the process of earthquake preparation together with other short-term physical precursors of earthquakes.

GGA-20 CARTEL

CARACTERIZACIÓN DE LAGOS CRATÉRICOS

Cruz Ronquillo Olivia¹, Armienta Hernández Ma. Aurora¹, Vilaclara Gloria², Aguayo Rios Alejandra¹ y Cenicerós Bombela Nora Elia¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

corinoli@hotmail.com

Los ecosistemas acuáticos de origen volcánico tipo maars se consideran como ecosistemas frágiles debido a sus características morfológicas. Asimismo, sus condiciones endorreicas hacen que sean muy susceptibles a los impactos

de contaminación, eutrofización y tasas altas de sedimentación. Debido a esto, se debe tener en cuenta la protección y la conservación, evitando la introducción de elementos nocivos para las aguas y sedimentos que cambiarían las condiciones naturales del lago; es conveniente dar un manejo racional al recurso y considerar la restauración de la flora y fauna silvestre, así como otras formas de vida. Para ello es importante no alterar las características físico-químicas naturales del agua resultado de la evolución natural del mismo.

Se realizó un estudio para determinar diferentes variables físico-químicas de agua procedente de diversos lagos cratéricos ubicados en los límites de los Estados de Puebla y Veracruz, en la cuenca Oriental. Los principales parámetros determinados son: SDT, pH, conductancia, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos, calcio, magnesio, sodio, potasio y cloruros.

De los seis lagos analizados todos mostraron una alcalinidad elevada, pH entre 8.3 y 9.1, así como dominancia de Na^+ y Mg^{2+} sobre Ca^{2+} . En la zona norte, dos de ellos (Alchichica y Atexcac) son subsalinos, con predominancia de Cl^- y elevada cantidad de SO_4^{2-} . La Preciosa presenta condiciones limitrofes entre aguas dulces y salinas, mientras que Quechulac, aun encontrándose en una zona climática similar (subárida), presenta aguas dulces probablemente debido al aporte de las aguas subterráneas que lo alimentan, captadas por la Sierra Madre Oriental. En el sur de la cuenca, los lagos en principio están menos mineralizados como resultado de la interacción con un clima templado, excepto Tecuitlapa por que se halla en un proceso progresivo de desecación debido a la interrupción de la descarga de aguas subterráneas hacia el mismo.

GGA-21 CARTEL

SEA-LEVEL CHANGES, PREHISTORIC EARTHQUAKES AND TSUNAMIS AS EVIDENT ON TROPICAL MARSH ENVIRONMENTS ALONG COSTAL GUERRERO, MEXICO

Ramírez Herrera María Teresa, Cundy Andrew¹,
Kennett Douglas² y Kostoglodov Vladimir³

¹School of Life Sciences, University of Sussex, Reino Unido

²Department of Anthropology, University of Oregon, USA

³Departamento de Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM

maria_teresa_ramirez@yahoo.com

The problem of distinguishing the signatures of rapid sea-level changes, prehistoric earthquakes and tsunamis in the geologic record left in particular sedimentary deposits (marsh, sand and peat deposits) is still triggering several questions. Typically, studies of tsunami deposits have been performed in marshes of temperate and cold climate. Tropical marsh environments have been studied relatively less often for paleoseismic and paleotsunami reconstructions. The southern Pacific coast of Mexico has experienced numerous earthquakes of large magnitude ($M > 7.5$) in historical time, and has had 50 documented tsunamis since AD1732. However, few studies have addressed the question of the geologic signature of prehistoric earthquakes and tsunamis in this region. Moreover, there is still insufficient data to understand the long-term record (Pleistocene and Holocene) of sea level changes in this region. We present the initial results of the first study of relative sea-level changes, prehistoric earthquakes, and tsunamis along coastal Guerrero. Landscape characterization and stratigraphic studies of the Guerrero coast reveal the feasibility of using lagoonal marsh sediments to document relative sea-level changes, prehistoric earthquakes and tsunamis. Five coastal lagoons along the Guerrero coast

were explored to determine their potential. We analyzed the site stratigraphy of ten cores, 2 to 6 m long. Samples were collected at the site for laboratory analyses. Laboratory analyses included particle-size distribution measured with X-rays, scanning electron microscopy, pollen, phytolith, and diatom analysis. With the accelerator mass spectrometry (AMS) we analyzed 6 wood and charcoal samples and determined their radiocarbon ages. Finally, sediment geochemistry analysis was performed on selected cores using an ICP-MS. We surveyed core sites with a GPS to determine their elevations, and corrected for differential and geoids effects. Core sediment sequences near the Mitla, Coyuca, and the Tres Palos Lagoons reflect sea-level changes during the last 5000 BP years. Plausible explanations for the observed contrasting and abrupt changes in sediment type are rapid sea-level changes caused by earthquakes, and/or to marine flooding events most likely produced by tsunamis. We tested the potential for revealing evidence of earthquakes and tsunamis during the late Holocene using pilot coring of tropical marshes along the Guerrero coast. This investigation provided results which proved the feasibility of using marsh sediments from the Guerrero coastal lagoons of Mexico to document prehistoric sea-level changes, earthquakes and tsunami events.

GGA-22 CARTEL

IDENTIFICACIÓN DE ZONAS FRACTURADAS QUE FAVORECEN LA INFILTRACIÓN DE LIXIVIADOS PRODUCIDOS POR UN TIRADERO DE BASURA, A PARTIR DE MÉTODOS ELECTROMAGNÉTICOS

Belmonte Jiménez Salvador I.¹, Navarro
Mendoza Susana¹ y Campos Henríquez Oscar²

¹Centro Interdisciplinario de Investigación
para el Desarrollo Integral Regional, IPN

²Instituto de Geofísica, UNAM

sbelmont@prodigy.net.mx

Se presentan los resultados al realizar un estudio usando los métodos electromagnéticos de bobinas electromagnéticas (EM-34) y VLF (Very Low Frequency) en el tiradero de basura municipal de la ciudad de Oaxaca. Este tiradero está ubicado en una loma afectada por la falla de Oaxaca, existiendo en el área fracturas y pequeñas fallas. Afloran areniscas y lutitas muy deleznales, así como calizas, y una cubierta aluvial de menos de 2 m de potencia.

Se realizaron mediciones con bobinas EM en el patio de tiro, alrededores, zonas de dren y donde surgen los lixiviados producidos por el tiradero midiendo con dipolos vertical y horizontal, espaciamientos de dipolos de 10, 20 y 40 m, y frecuencias de 6400, 1600 y 400 Hz, respectivamente, obteniéndose 4 perfiles, uno en cada lado del tiradero. Las mediciones con VLF se hicieron coincidiendo con los perfiles de EM-34, cuyas mediciones fue cada 5 m.

A partir del procesado, interpretación e integración de los resultados de estos dos métodos geofísicos se han identificado algunos sitios por donde se infiere se infiltran los lixiviados, cuyos valores de conductividad eléctrica medida con una sonda Hydrolab indicó valores de resistividad de 2 a 2.5 $\Omega\cdot\text{m}$ a la salida del tiradero

Los datos de EM-34 se interpretaron a partir de la inversión de datos (Pérez et al. 2001) identificando sitios que coinciden con la presencia de surgencias de lixiviados. Principalmente hacia la parte norte y sur. Los datos de VLF se interpretaron usando el filtro

de Karous y Hjelt, el cual corresponde a una técnica de modelado directo y considera que las heterogeneidades eléctricas en el subsuelo que distorsionan el campo primario, se pueden asociar a líneas de corriente, dando como resultado una distribución vertical de densidades de corriente aparentes, obteniéndose mapas donde los valores altos se asocian con zonas conductoras en el subsuelo asociadas con la presencia de lixiviados.

El fracturamiento es intenso y el método VLF y EM-34 han proporcionado resultados importantes para monitorear la ubicación y dirección del flujo de los lixiviados, los cuales entre otros metales son ricos en fierro, elemento que se ha medido en la salida del tiradero y entrada de laguna de captación de éstos, encontrándose valores entre 17,540 y 39, 060 ppm lo que indica la gran precipitación de este elemento en el subsuelo.

GGA-23 CARTEL

SITUACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA ZONA CONURBADA DE LA CIUDAD DE QUERÉTARO

Martínez Reyes Juventino¹, Mitre Salazar Luis Miguel¹,
Bayona Celis Armando² y De La Lla Roberto²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Centro Queretano de Recursos Naturales

jmr@geociencias.unam.mx

La zona conurbada de la ciudad de Querétaro debido a su intenso crecimiento presenta actualmente una serie de graves problemas que ponen en riesgo su sustentabilidad. Sin lugar a dudas uno de los problemas principales está asociado con el suministro de agua potable, el que a su vez se relaciona directamente con el inexorable agotamiento de los acuíferos. Un problema no menos importante es el relacionado con la disposición de los residuos sólidos urbanos generados en los cuatro municipios que conforman esta región (Querétaro, Corregidora, El Marqués y Huimilpan). En el Estado de Querétaro se generan aproximadamente más de 1,400 toneladas diarias de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, de las cuales 900 corresponden a la zona conurbada.

Es importante hacer notar que en la zona conurbada no todos los municipios contribuyen de igual forma en la generación de residuos sólidos, pues ésta está relacionada directamente con el ingreso y capacidad de consumo de sus habitantes, así como con las actividades desarrolladas en cada región. De esta manera es el Municipio de Querétaro el que genera la mayor cantidad (.961 Kg./hab./día), mientras que es el Municipio de Huimilpan donde se genera la menor (0.441 k.o./hab./día). El contraste se da entre el municipio más urbanizado con el de menor desarrollo urbano de la zona.

Los municipios de la zona conurbada, salvo el Municipio de Querétaro, no cuentan con un relleno sanitario en el sentido estricto del término. Los sitios de disposición de los residuos sólidos son antiguos bancos de material abandonados que han sido utilizados sin los mínimos estudios previos que justifiquen ese propósito. Su ubicación en sedimentos arenosos poco consolidados (pumicitas, tobas re TRABAJADAS y materiales de relleno de los valles), o en rocas volcánicas muy fracturadas, los convierten en sitios de una gran vulnerabilidad para la contaminación del ambiente en general, y en particular para la contaminación de los acuíferos de los lixiviados que allí se generan.

A través del proyecto de investigación "Programa maestro con enfoque regional e intermunicipal para detener la creación de

tiraderos de residuos a cielo abierto" financiado por CONCYTEQ, se pretende diagnosticar y dictaminar sobre el funcionamiento de los sitios de disposición final de residuos sólidos en el estado de Querétaro. Dentro de este marco, y como una conclusión del avance de este proyecto, los tiraderos de residuos sólidos utilizados en los municipios de Corregidora, El Marqués y Huimilpan no disponen de la tecnología adecuada que señala la legislación vigente para estos casos, por lo que es urgente su clausura, previa selección, dictamen y disposición de los sitios adecuados, fundamentados en los estudios geológico-ambientales pertinentes.

GGA-24 CARTEL

ZEOLITA-AG2+ UN BACTERICIDA INOCUO AL HUMANO

Robledo Flores Deniza Edrey¹, Manjarrez Guerrero Delia¹, Flores Acosta Mario², Grijalva Noriega Francisco¹ y Ramírez Bon R.³

¹Departamento de Geología, Universidad de Sonora

²Centro de Investigación en Física, Universidad de Sonora

³Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN

assined_0212@hotmail.com

Las zeolitas están siendo empleadas actualmente en la separación de hidrocarburos a gran escala, para mejorar las propiedades de materiales de construcción, en el área de la salud se aplica, entre otras formas, en recubrimientos antibacterianos de mobiliario de hospitales y en pastas dentales, solo por mencionar 2 casos. Por supuesto, una de las aplicaciones ampliamente prometedora es en la síntesis de nanopartículas semiconductoras. Este conjunto de cavidades nanométricas, regular y periódicamente ordenadas en el espacio tridimensional pueden alojar clusters de semiconductores originando una nanoestructura con propiedades muy interesantes. Los clusters metálicos o semiconductores tienen propiedades intermedias entre las moléculas y el material en volumen lo cual representa una fascinante clase de nuevos materiales sobre los que se está haciendo una amplia tarea de investigación.

En éste trabajo se presenta un análisis que demuestra que la zeolita modificada actúa como un bactericida.

Las zeolitas modificadas fueron estudiadas por espectroscopia óptica por reflectancia difusa, difracción de rayos x, microscopia electrónica de barrido, el análisis de la composición química demuestra que la zeolita es capaz de atrapar plata en aproximadamente 5% (en peso). Las pruebas bacteriológicas demuestran una completa inhibición al crecimiento de la bacteria E.colli.

Trabajo parcialmente apoyado por la División de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Sonora; proyecto P/PIFI-2005-26-07

GGA-25 CARTEL

COBRE IÓNICO EN ZEOLITA NATURAL

Manjarrez Guerrero Delia¹, Robledo Flores Deniza Edrey¹, Flores Acosta Mario², Ramírez Bon R.³ y Grijalva Noriega Francisco¹

¹Departamento de Geología, Universidad de Sonora

²Centro de Investigación en Física, Universidad de Sonora

³Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN

assined_0212@hotmail.com

Existen reportes en la literatura especializada sobre la actividad de los iones cobre para reforzar las propiedades antibacterianas de la plata. Un medio ideal para obtener de forma estable y por largo tiempo a los iones cobre, son las zeolita. Las zeolitas están siendo empleadas actualmente en la separación de hidrocarburos a gran escala, para mejorar las propiedades de materiales de construcción, en el área de la salud se aplica, entre otras formas, en recubrimientos antibacterianos de mobiliario de hospitales y en pastas dentales, solo por mencionar 2 casos.

En éste trabajo se presenta un análisis que demuestra que la zeolita modificada actúa como un bactericida.

Las zeolitas modificadas fueron estudiadas por espectroscopia óptica por reflectancia difusa, difracción de rayos x, microscopia electrónica de barrido, el análisis de la composición química demuestra que la zeolita es capaz de atrapar cobre en aproximadamente 4% (en peso). Las pruebas bacteriológicas demuestran una inhibición al crecimiento de la bacteria E-coli.

Trabajo parcialmente apoyado por la División de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Sonora; proyecto P/PIFI-2005-26-07

Sesión Regular

Geomagnetismo y Paleomagnetismo

GEOPAL-1

NUEVO APORTES AL CONCEPTO DE OBSERVATORIO MAGNÉTICO VIRTUAL

Nava Flores Mauricio¹, Hernández Ordóñez Rodrigo²,
Cifuentes Nava Gerardo¹ y Hernández Quintero Esteban¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

mauricio.nava@gmail.com

El concepto de Observatorio Magnético Virtual (OMV) fue propuesto con el fin de atender los casos en los que la exploración magnética no cuenta con un instrumento base para la corrección por variación diurna de los datos en los sitios de estudio.

Existen modelos matemáticos (por ejemplo el International Geomagnetic Reference Field) que pueden auxiliar en estos casos, sin embargo, dado el origen teórico de estos, resulta de menor resolución temporal que el obtenido con la metodología del OMV.

Se recopilaron series de datos del sur, occidente y centro de la República Mexicana de manera simultánea, con el objetivo de realizar la reconstrucción de la señal del campo geomagnético en un sitio de coordenadas conocidas, y que para el presente estudio se cuenta con el registro geomagnético real de este punto, con el objeto de efectuar la calibración del resultado obtenido a partir del OMV.

Estudios previos contemplaban una reconstrucción de la señal para un punto en el cual la componente latitudinal tenía un peso mayoritario, estos nuevos datos nos permiten observar el comportamiento de la metodología en el caso que la componente longitudinal sea la de mayor peso, o bien, en la que ambas componentes tienen una influencia similar.

Se presentan los resultados de las reconstrucciones de la señal para cada sitio, en función de los restantes.

GEOPAL-2

ESTRUCTURA CORTICAL, ANOMALÍAS MAGNÉTICAS, Y LA FRONTERA COMPOSICIONAL MAGNETITA-ILMENITA EN BAJA CALIFORNIA

Martínez Cañedo Pedro Martín y García Abdeslem Juan

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

jgarcia@cicese.mx

Se presentan resultados de la modelación 2D de datos gravimétricos y aeromagnéticos, en un perfil de ~450 km de longitud y rumbo E-W, que se extiende desde la margen continental de Baja California, en el Océano Pacífico, hasta la porción occidental del Estado de Sonora, pasando por la Sierra San Pedro Mártir. En el modelo, la profundidad a la interfaz corteza-manto (ICM) se incrementa, desde ~22 km en la margen continental occidental de Baja California, hasta un máximo de ~44 km por debajo de la Sierra San Pedro Mártir. Al oriente del Escarpe Principal del Golfo de California, la profundidad a la ICM disminuye hasta ~17 km en la región de la Provincia Extensional del Golfo de California (PEGC), y se profundiza hacia el estado de Sonora. En la PEGC, una amplia depresión tectónica acomoda estratos sedimentarios de hasta 7 km de espesor.

El modelo 2D acomoda un cambio lateral en la susceptibilidad magnética, consistente con la frontera composicional magnetita-ilmenita, la cual separa a las rocas graníticas ricas en magnetita, localizadas al occidente de los batolitos peninsulares, de las rocas graníticas ricas en ilmenita, localizadas al oriente. A partir del análisis de las anomalías aeromagnéticas se logró definir una franja de anomalías magnéticas, cuyos bordes coinciden, al oriente con la frontera composicional magnetita-ilmenita, y al occidente con el alineamiento Santillán y Barrera. Esta franja de anomalías magnéticas de ~60 km de ancho y 1200 km de largo, es un rasgo de escala continental que se extiende desde el sur de California hasta poco más al sur de la Bahía de La Paz. La mayoría de los yacimientos de minerales metálicos conocidos en el Estado de Baja California, tales como hierro, cobre y oro, ocurren sobre esta franja de anomalías magnéticas, lo cual sugiere que en el Estado de Baja California Sur, y localizados sobre esta franja de anomalías magnéticas, pudieran existir yacimientos de minerales metálicos de interés económico.

GEOPAL-3

MAGNETISMO DE ROCAS Y PALEOMAGNETISMO DE LA SECUENCIA VOLCÁNICA JESÚS MARÍA, JALISCO: IMPLICACIONES TECTÓNICAS Y MAGNETOESTRATIGRÁFICAS

González Rangel José Antonio¹, Gogichaishvili Avto¹, Alva Valdivia Luis M.¹, Rosas Elguera José², Zhao Xixi³ y Coe Robert³

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Universidad de Guadalajara

³University of California Santa Cruz, USA

antonioiog@geofisica.unam.mx

Realizamos un estudio paleomagnético de magnetismo de rocas sobre secuencias volcánicas pertenecientes a la Faja Volcánica Transmexicana, ubicadas en la región de Los Altos de Jalisco. Cerca de 170 núcleos paleomagnéticos estándar orientados, que corresponden a 21 unidades volcánicas, se colectaron en la localidad de Jesús María. Se efectuaron varios experimentos de magnetismo de rocas para identificar los portadores magnéticos y obtener información sobre su estabilidad paleomagnética. Así mismo uno de los objetivos fue el realizar una prueba de la hipótesis de un probable desplazamiento lateral izquierdo, a lo largo de la FVT. La edad de las unidades volcánicas varía entre los 10.2 ± 0.6 y 11.1 ± 0.8 Ma, según datos radiométricos que se realizaron en estas unidades.

Los experimentos combinados con estudios microscópicos muestran que el principal mineral magnético es titanomagnetita pobre en titanio, asociados con exsoluciones de ilmenita. En la mayor parte de las muestras fue observada una componente estable y sencilla de magnetización, en los dos tratamientos de desmagnetización (térmico y campos magnéticos alternos). Generalmente se presenta una componente secundaria de probable origen viscoso, que podría ser de la dirección del campo magnético actual, pero que es fácilmente removida en las primeras etapas. En la mayor parte de las muestras las temperaturas de bloqueo están en el rango de 550 a 580 °C y el rango de los campos destructivos principalmente están en el intervalo de 30-60 mT. Mediciones continuas de susceptibilidad y experimentos de histéresis, resultaron en muchos casos en curvas razonablemente reversibles con puntos de Curie cercanos a los de magnetita con dominios pseudo-sencillo. Con estos resultados nos permite realizar tentativamente una correlación

directa con la escala de tiempo de polaridad geomagnética (GPTS), ubicando a estas unidades volcánicas en el subcron C5n.2n con un intervalo de edad de 9.95-10.95 Ma. Las paleodirecciones medias calculadas de todos los sitios después de descartar polaridades intermedias es, $D=346.0$ $I=27.6^\circ$ $\alpha_{95}=3.5^\circ$ y $K=132$, difieren en 15° con las direcciones esperadas para el Mioceno Tardío.

GEOPAL-4

**PALEOMAGNETIC STUDY OF JURASSIC
AND CRETACEOUS ROCKS NORTH OF SAN
MARCOS FAULT, CENTRAL COAHUILA, MÉXICO**

González Naranjo Gildardo Alonso¹, Molina
Garza Roberto¹ y Chávez Cabello Gabriel²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

gildardo@geociencias.unam.mx

Upper Jurassic and Lower Cretaceous continental strata at Potrero Colorado, in the core of Sierra La Fragua anticline in central Coahuila, carry dual-polarity characteristic magnetizations that we interpret as near primary chemical remanent magnetizations; the interpretation is based on a positive conglomerate test. These magnetizations are overprinted by a north-directed and moderately steep positive component of recent origin. Both magnetizations reside in hematite. Upper Jurassic fluvial and eolian sandstones of the Colorado beds yield a tilt-corrected mean of $D=10.2^\circ$ $I=28.2^\circ$ ($n=18$ sites, $k=22.1$, $\alpha_{95}=7.5^\circ$). A high-inclination magnetization observed in five sites of the Colorado beds is interpreted as a secondary, post-Laramide folding, magnetization. Lower Cretaceous fluvial sandstones of the San Marcos Formation yield a combined mean of $D=358.1^\circ$ $I=46.4^\circ$ ($n=13$ sites, $k=22.7$, $\alpha_{95}=8.9^\circ$), but the stratigraphically lower sites on the eastern side of the anticline have south-southwest directed and moderately steep negative magnetizations (mean of $D=191.7^\circ$ $I=-54.9^\circ$; $k=38.7$, $\alpha_{95}=9.8^\circ$, $n=7$ sites) which are statistically distinct from northwest directed magnetizations (mean of $D=333.6^\circ$ $I=58.0^\circ$; $k=28.3$, $\alpha_{95}=12.8^\circ$, $n=7$ sites) observed in sites in the west-central part of the anticline. We interpret the difference in declinations in the San Marcos Formation as the result of rotation during deposition of this unit. An intraformational angular unconformity in the San Marcos Formation supports this interpretation. The characteristic low-inclination magnetization in Jurassic strata is also discordant with respect to the Late Jurassic reference direction. Both, the lower San Marcos Formation and the Colorado beds indicate clockwise rotations of $38.5^\circ \pm 8.3^\circ$ and $30.0^\circ \pm 2.3^\circ$, respectively. The sampling sites are located within a clastic wedge that records activity of the San Marcos fault during Late Jurassic and Early Cretaceous time, as detritus shed from the uplifted block to the south of the fault accumulated in the down-dropped block. Although earlier work in the San Marcos fault proposed that the fault behaved as a left-lateral strike-slip fault, related to the Mojave-Sonora fault system, more recent work shows that left-lateral slip is inconsistent with the faults observed within Potrero Colorado. These data indicate that during deposition of the Colorado beds and San Marcos Formation, the fault behaved as a normal fault with a small right-lateral component. A bend in the fault at Potrero Colorado, from ESE to ENE and again ESE orientation is interpreted as a zone of relay in the normal San Marcos fault, which accommodated clockwise rotation recorded by Upper Jurassic and Lower Cretaceous strata.

GEOPAL-5

**EARLY CRETACEOUS ABSOLUTE
GEOMAGNETIC PALEOINTENSITIES FROM
CÓRDOBA PROVINCE (ARGENTINA)**

Cejudo Ruiz Rubén y Gogichaishvili Avto

Instituto de Geofísica, UNAM

avto@geofisica.unam.mx

We present here new paleointensity and geochronology results from Early Cretaceous volcanic rocks of Sierra Chica de Córdoba (Argentina). The new K-Ar isotopic ages of 5 samples range from 136 to 122 Ma. Twenty five samples from 7 individual flows yielded acceptable paleointensity estimates. The mean paleointensity values per flow are ranging from 53.0 to 25.4 microtesla and the corresponding Virtual Dipole Moments (VDMs) are ranging from 9.3 to 4.6 (10^{22} Am²). This corresponds to the mean value of 7.3×10^{22} Am², which is compatible to the present geomagnetic axial dipole. Currently available selected paleointensity data from 80 to 130 Ma suggest that geomagnetic field strength frequently fluctuated before and during the Cretaceous Normal Superchron while the magnetic polarity maintained stable. The mean paleointensities derived from Córdoba lavas agree remarkably well with those obtained from the Paraná Magmatic Province (133-132 Ma). This reinforces the hypothesis about the unreliability of 'Mesozoic Dipole Low'.

GEOPAL-6

**ARQUEOINTENSIDAD MAGNÉTICA ABSOLUTA SOBRE
MATERIALES CERÁMICOS PRECOLOMBINOS DE LA ZONA
ARQUEOLÓGICA DE QUIAHUITLAN, VERACRUZ, MÉXICO**

López Téllez Juan Manuel¹, Gogichaishvili

Avto² y Morales Contreras Juan Julio²

¹Facultad de Ciencias, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

narmak_toten@yahoo.com.mx

Se expone un estudio interdisciplinario de Arqueomagnetismo y Magnetismo de rocas en materiales cerámicos arqueológicos.

Estos objetos, debido a su proceso de fabricación y a los materiales con los que fueron elaborados, presentan características propias de materiales en los que se puede llevar a cabo un estudio arqueomagnético.

Como la mayoría de los materiales arqueológicos contienen partículas magnéticas estos pueden ser empleados en muy diversos estudios. Una de las principales propiedades es que ellos pueden adquirir una remanencia magnética a un tiempo específico. Como el campo geomagnético cambia en dirección e intensidad con el tiempo (variaciones paleoseculares), el momento de adquisición de la magnetización remanente puede determinarse mediante la comparación de estos parámetros con los registros conocidos del campo magnético en el pasado en una localidad específica. Cuando las variaciones pasadas del campo magnético terrestre han sido bien establecidas, el fechamiento arqueomagnético puede ser tan preciso como el método más caro de fechamiento absoluto.

De esta forma, se estima la edad de las cerámicas arqueológicas, se establece la viabilidad de este tipo de estudios (típico en rocas volcánicas) sobre esta clase de materiales y se

aportan datos para la creación de la curva maestra de variación secular geomagnética para Latinoamérica.

GEOPAL-7

DETERMINACIÓN DE ARQUEOINTENSIDADES DE LAS CERÁMICAS DE LOS PERIODOS CLÁSICO TEMPRANO/TARDÍO Y POSCLÁSICO TEMPRANO DEL CENTRO DE MÉXICO: PRIMEROS RESULTADOS

Rodríguez Ceja María¹, Gogichaishvili Avto¹, Morales Contreras Juan Julio¹, Manzanilla Linda², Soler Arechalde Ana María³ y Urrutia Fucugauchi Jaime¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM

³Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear, Instituto de Geofísica, UNAM

avto@geofisica.unam.mx

Realizamos mediciones sistemáticas de arqueointensidades en algunos sitios arqueológicos bien conocidos del centro de México. El objetivo es contribuir a la cronología relativa y absoluta de Mesoamérica en el intervalo de tiempo aproximado 1-1200 A. D. Nuestra estrategia de estudio esta guiada en gran medida por los numerosos estudios realizados por la Dra. Linda Manzanilla, en dos de los más importantes sitios arqueológicos del centro de México: Xalla en Teotihuacan y el Templo Mayor. Es por esta razón que analizamos sólo materiales que han sido bien estudiados y con edades arqueológicas (edades C14 principalmente) coherentes. Hasta la fecha contamos con alrededor 95 determinaciones de arqueointensidades distribuidas entre 300-1200 dC. Los primeros resultados son alentadores puesto que 70% de las muestras estudiadas proporcionan la intensidad absoluta de campo magnético terrestre.

GEOPAL-8

ANÁLISIS DE LAS BRECHAS DEL POZO UNAM-5 DEL CRÁTER CHICXULUB MEDIANTE ANISOTROPÍA DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA

Velasco Villarreal Miriam

Instituto de Geofísica, UNAM

fatima_miriam@hotmail.com

El cráter de Chicxulub constituye una de las estructuras de impacto de mayores dimensiones y la única cuenca multianillada que preserva la secuencia de brechas. El estudio de las brechas permite investigar los mecanismos de fragmentación y de colapso y depósito de la nube de material fragmentado y calentado generado por el impacto. Parte de la información sobre estos procesos se conserva en los tipos de fábrica. El objetivo general de este trabajo es investigar el tipo y características de la fábrica en los depósitos de brecha de impacto mediante el método de anisotropía de susceptibilidad magnética (AMS). Este estudio se realizó en las brechas de impacto del pozo UNAM-5, perteneciente al cráter Chicxulub; en este pozo la brecha de impacto tiene un espesor de 172 m y se define como una brecha polimíctica tipo suevítica con matriz arcillosa, rica en carbonato, vidrio de impacto, roca fundida de impacto, fragmentos del basamento y brecha tipo suevita con matriz de roca fundida. La AMS tiene la contribución de diferentes fracciones minerales y se define a través de un elipsoide de susceptibilidad magnética que

identifica direcciones principales de susceptibilidad y es descrita también por parámetros magnéticos como son la foliación, lineación, el grado de anisotropía y el parámetro de forma T.

De la inspección por AMS se encontraron dos tipos de fábrica: (1) prolada, presente en los primeros 118 m de la columna con la lineación predominante en un 55% y la susceptibilidad presenta valores entre 250 y 1000 unidades en el sistema internacional. (2) oblada en los siguientes 53m, donde la susceptibilidad varía de 700 a 1500 unidades en el sistema internacional, el grado de anisotropía es menor o igual a 1.1 con valores dentro de lo reportado para rocas sedimentarias e ígneas. La intensidad promedio de NRM en la secuencia analizada es de 0.079 A/m y la inclinación promedio obtenida de los especímenes analizados es negativa (-37°) lo que sugiere que las muestras podrían haber adquirido su magnetización durante el cron geomagnético 29R, es decir, estarían dentro del límite K-T.

En este tipo de eventos concurren muchas variables y se esperaba que los resultados de la fábrica fueran aleatorios, sin embargo las mediciones muestran ciertos patrones que sugieren la ocurrencia de procesos de depósito "ordenados" como lo muestran las gráficas de direcciones en proyecciones ortográficas para cada unidad, así como los parámetros de AMS.

GEOPAL-9

ESTUDIOS DE MAGNETISMO DE ROCAS SOBRE SUELOS SUPERFICIALES, MÉTODO ALTERNATIVO DE ESTIMACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN. RESULTADOS PRELIMINARES EN EL DISTRITO FEDERAL

Martínez Pichardo Erick Eduardo¹, Soler Arechalde Ana María¹, Acosta Solís Tania², Morton Bermea Ofelia², Hernández Alvarez Elizabeth² y Urrutia Fucugauchi Jaime¹

¹Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear, Instituto de Geofísica, UNAM

²Laboratorio de Espectrometría ICPMS, Instituto de Geofísica, UNAM

erick160180@yahoo.com.mx

La contaminación del suelo por metales debida a las actividades humanas es uno de los grandes problemas del medio ambiente y la Cd. de México y su área conurbada no es la excepción. Comúnmente se determina empleando métodos geoquímicos de gran costo y consumo de tiempo. La aplicación del magnetismo de rocas en este campo de estudio, debido a que los contaminantes y las partículas magnéticas están relacionadas, ha sido de gran utilidad por su menor costo y consumo de tiempo, además de que de una manera rápida pueden mostrar la distribución espacial de la contaminación.

En el presente trabajo se muestran los resultados de 97 muestras de una totalidad de 120 que comprenden un área aproximada de 1602 km en la zona norte del Distrito Federal.

Se mostrarán las relaciones encontradas entre diversos elementos y compuestos químicos y los parámetros magnéticos. Nuestros resultados muestran buenas correlaciones entre la susceptibilidad magnética y el contenido de Zn, Cu, Ni y Co, no siendo tan clara en el caso del Pb.

La discusión de los resultados se hará en el marco de la ubicación del sitio de muestreo: zona habitacional, industrial y de tráfico vehicular.

GEOPAL-10

NANOPARTÍCULAS DE MAGNETITA GENERADAS EN UN DEPÓSITO DE FIERRO: EFECTOS DEL TAMAÑO DE GRANO EN SUS PROPIEDADES MAGNÉTICAS

Rivas Sánchez María Luz y Alva Valdivia Luis M.

Instituto de Geofísica, UNAM

mlrivas@geofisica.unam.mx

El propósito de nuestra investigación fue determinar el efecto del tamaño de grano (micro- y nanométrico) en las propiedades magnéticas de magnetita proveniente del yacimiento ferrífero Peña Colorada, México. Se seleccionó una muestra del área mineralizada con nanopartículas de magnetita de 0.5 a 14 nm. La identificación y estudio cristalográfico de las nanoestructuras de magnetita se llevó a cabo por microscopía electrónica de transmisión de alta resolución. La magnetita a escala micrométrica fue concentrada magnéticamente y separada en fracciones en un rango selectivo de tamaños de: 85 a 56 μm , 56 a 30 μm , 30 a 22 μm , 22 a 15 μm , 15 a 10 μm , 10 a 7 μm y < 7 μm . El concentrado de magnetita se caracterizó por difracción de Rayos X. Los resultados obtenidos en las propiedades magnéticas de la magnetita muestran un cambio drástico, cuando el tamaño de grano rebasa la frontera entre lo micro y lo nanométrico. La susceptibilidad por cambios de frecuencia en porcentaje (#fd%), reportan en la fracción de 0.5 a 14 nm un valor alto, hasta del 13 %, atribuido a una proporción dominante de partículas superparamagnéticas, confirmando los resultados obtenidos por espectrografía Mössbauer. Variaciones de #fd% > 5 % en las fracciones de 85 a < 7 μm , ocurren debido a presencia de granos de dominio sencillo estable (SSD). Los parámetros de coercitividad y magnetización remanente de la magnetita aumentan gradualmente al disminuir el tamaño de grano. Tamaños < 7 μm y nanométricos requieren de un campo magnético mayor (hasta de 152 mT) para lograr la saturación de la magnetita durante las pruebas de adquisición del magnetismo remanente isoterma. Los estudios de susceptibilidad magnética por efecto de la temperatura (K-T), muestran curvas reversibles de enfriamiento producidas por magnetita a escala nanométrica.

GEOPAL-11 CARTEL

ESTUDIOS PALEOMAGNÉTICOS EN LA PORCIÓN CENTRAL DEL ESTADO DE CHIHUAHUA, AVANCE A 2006: ÁREA DE MAJALCA

Royo Ochoa Miguel^{1 y 2}, Alva Valdivia Luis M.³, Urrutia Fucugauchi

Jaime³, González Rangel José Antonio³, Rivas Sánchez

María Luz³, Chávez Aguirre Rafael⁴, Villalba Lourdes⁴, Franco

Rubio Miguel^{2 y 4}, Morton Bermea Ofelia⁵, Reyes Cortés

Ignacio A.⁴, Irigoyen Soto Manuel^{4 y 6}, Martínez Leyva Pedro⁴,

Zesati Pereyra C. Cecilia⁴ y Vázquez Balderas José F.^{4 y 7}

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua

²Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM

³Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear, Instituto de Geofísica, UNAM

⁴Secretaría de Investigación y Posgrado, Facultad de Ingeniería, UACH

⁵Laboratorio Universitario de Geología Isotópica, Instituto de Geofísica, UNAM

⁶Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

⁷Servicio Geológico Mexicano

mroyoo_2000@yahoo.com

Ciertas áreas en el Estado de Chihuahua, han sido objeto de estudios interdisciplinarios, desde el año de 1996 y hasta la fecha, dentro de un proyecto de investigación a largo plazo, que se viene desarrollando entre la Facultad de Ingeniería U.A.CH. y el Instituto de Geofísica, U.N.A.M., a través de un convenio de intercambio académico. Estos estudios están permitiendo comprender mejor el entorno geológico en general de la zona, dentro de un marco tectónico regional.

El área de Majalca se encuentra halla situada aproximadamente a 40 km, al N 70° W de la ciudad de Chihuahua, Chih.

En esta área de estudio las rocas volcánicas más antiguas están representadas por el complejo volcánico del Cretácico Tardío que es una componente importante de la sección volcánica del Cañón de Majalca, se encuentra basculado y las tobas del Eoceno le sobreyacen en forma tal que existe una discordancia angular y en edad.

El sector de Peñas Azules, se halla ubicado al este en la porción baja de la entrada al cañón, hacia donde continúa el arroyo que lo drena, y que es donde afloran las rocas volcánicas más antiguas de la sección, con una edad de 68 Ma, compuestas por un grueso apilamiento de rocas donde predominan las lavas de composición intermedia, interestratificadas con flujos de lodo brechoides y unidades con clásticos gruesos; incluye también en menor proporción tobas félsicas; esta secuencia ha sido denominada previamente como: Volcánicos de Peñas Azules.

A la secuencia volcánica Cretácica le sobreyace en forma de discordancia angular y de edad, una secuencia subhorizontal que consiste de una unidad basal clástica y varias ignimbritas riolíticas, que oscilan en edad de los 46 a los 42 Ma.

En la parte más elevada de la zona, el área de Cumbres de Majalca, aflora la unidad denominada Toba Acantilado de 30 Ma. Depositados hacia el este de la Toba Acantilado, se hallan las unidades: Volcanoclásticos Rojos y un poco más al este los Basaltos que forman parte del Conjunto Volcánico de la Trampa.

Se muestrearon 13 sitios, para interpretación paleomagnética, en distintas unidades volcánicas, que van en edad de los 68 Ma, hasta los 30 Ma. En esta última unidad se identificaron

una Declinación e Inclinación medias de 141.64° y -43.37°, respectivamente, con una a_{95} de 2.1 y una K de 527.

GEOPAL-12 CARTEL

ROCK MAGNETISM AND MICROSCOPY STUDIES OF THE JACUPIRANGA ALKALINE-CARBONATITIC COMPLEX, BRASIL: MAGNETIC ANOMALY INTERPRETATION

Alva Valdivia Luis M.¹, Rivas Sánchez María Luz¹, Gogichaishvili Avto¹, López Loera Héctor², Bastos Bonás Thiago³ y Ferreira Lopes Omar⁴

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica

³Bunge Fertilizantes S/A, Unidade Cajati, Brazil

⁴Universidade Federal do Paraná, Brazil

lalva@geofisica.unam.mx

Mineralogical and rock-magnetic studies of oxide ores and host rocks in the Jacupiranga Mine are carried out to characterize the magnetic mineralogy and the processes that affect the natural remanent magnetization during emplacement and evolution of the opaque minerals. Particularly valuable is the identification of magnetic mineralogical composition and grain size. These data permit examination of magnetic domain state and magnetization acquisition processes and to evaluate their significance as a source of magnetic anomalies. Chemical remanent magnetization (CRM) seems to be present in most of investigated ore and wall-rock samples, substituting completely or partially the original thermoremanent magnetization (TRM). Titanomagnetite and titanohematite (in minor amount) are commonly found in the ores and host rocks. Even though hematite may carry a stable CRM, no secondary components are detected above 580°C, which probably attests that oxidation occurred soon after the extrusion and cooling of the ore-bearing magma. Magmatic titanomagnetite, found in igneous rocks, shows trellis texture, which is compatible with high temperature (deuteric) oxy-exsolution processes. Hydrothermal alteration in ore deposits is indicated by maghemite oxide minerals. Grain sizes range from a few microns to >100 µm, and possible magnetic states from single to multidomain, in agreement with hysteresis measurements. Thermal spectra, continuous susceptibility measurements, and isothermal remanent magnetization acquisition suggest a predominance of spinels as magnetic carriers, most probably titanomagnetites with low-Ti content.

For quantitative modeling of the magnetic anomaly, we used data on bulk susceptibility and natural remanent intensity for calculate the relative contributions of induced and remanent magnetization components, and this allows greater control of the geometry of source bodies. The position and geometry of these magnetic sources are shown as several irregular striking tabular bodies, some steeply inclined (from 35° to 70°) both north and south.

GEOPAL-13 CARTEL

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICO-MAGNÉTICA PRELIMINAR DE LAS ROCAS CIRCUNDANTES AL LAGO ZIRAHUÉN, MICH., MEXICO

Vázquez Castro Gabriel y Ortega Guerrero Beatriz

Instituto de Geofísica, UNAM

gvazquez@geofisica.unam.mx

En este trabajo se presentan los resultados iniciales de la caracterización petrográfica y de mineralogía magnética de las unidades volcánicas que circundan al lago de Zirahuén, Michoacán. Este trabajo es parte de un proyecto cuyo principal objetivo es investigar los cambios ambientales y climáticos registrados en los sedimentos de éste lago. En esta etapa, se analizó parte de las rocas que proporcionan la fracción detrítica a la cuenca. Se identificaron 10 unidades de roca principales. Debido al alto desarrollo de la cubierta de suelo, los afloramientos de roca fresca son escasos en la región, por lo que únicamente se realizó un muestreo de roca en cinco de las unidades circundantes al lago.

El lago Zirahuén se localiza en la porción centro-occidental de la Provincia Fisiográfica de la Faja Volcánica Transmexicana. Sus coordenadas geográficas son: 19° 26' 00" N y 101° 45' 00" W y se encuentra a una altitud de 2,075 m snm. Tiene un diámetro aproximado de 3 km, una profundidad máxima de 48 m y su forma es aproximadamente rectangular con los bordes sinuosos. El cuerpo lacustre de Zirahuén se aloja en una cuenca endorreica formada a partir de la emisión de un flujo volcánico que tapó el drenaje local.

Para los estudios petrográficos se analizaron 16 muestras, observándose únicamente rocas ígneas extrusivas, en su mayoría basaltos de olivino y augita. La mineralogía magnética se ha determinado inicialmente a través de las temperaturas de Curie (T_c), obtenidas al observar los cambios en la susceptibilidad magnética (c) durante el proceso de calentamiento y enfriamiento entre 20 y 700 °C. Al medir estas muestras se observó tres comportamientos magnéticos principales. Un primer caso -y que es el más frecuente-, presenta una temperatura de Curie cercana a la de la magnetita (580 °C) durante el calentamiento, y curvas de enfriamiento reversibles. El segundo comportamiento presenta curvas de calentamiento con dos máximos, uno alrededor de los 200 °C y otro alrededor de los 450 °C, indicando posiblemente la presencia de maghemita y su transformación a magnetita, y una curva de enfriamiento no reversible. El tercer tipo -y también el menos frecuente-, presenta un aumento en la susceptibilidad durante el calentamiento, con un máximo alrededor de los 150 °C, seguido de una súbita disminución cercana a cero, para posteriormente decrecer muy lentamente, denotando la posible presencia de titanomagnetitas ricas en titanio.

En general, de las pruebas de susceptibilidad magnética vs. temperatura, se ha podido encontrar la posible presencia de maghemita, magnetita y titanomagnetitas ricas en titanio como fases magnéticas dominantes, las cuales son típicas de rocas máficas como los basaltos.

Sesión Regular

Geoquímica y Petrología

GEOQP-1

MAGMATISMO, DEFORMACIÓN Y METALOGENIA LARAMIDE: ANÁLISIS DE LA SUBDUCCIÓN Y EL PAPEL DE LA LITÓSFERA EN EL NORTE DE MÉXICO

Valencia Moreno Martín¹, Ferrari Luca², Calmus Thierry¹, López Martínez Margarita³, Chávez Cabello Gabriel⁴, Tolson Jones Gustavo⁵, Ochoa Landín Lucas⁶, Pérez Segura Efrén⁶, Weber Bodo³, Cerca Martínez Mariano² y Orozco Esquivel María Teresa²

¹Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM

²Centro de Geociencias, UNAM

³División de Ciencias de la Tierra, CICESE

⁴Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

⁵Instituto de Geología, UNAM

⁶Departamento de Geología, Universidad de Sonora

valencia@geologia.unam.mx

Después de unas tres décadas de trabajo geológico para entender el magmatismo y deformación ocurridos en el norte de México durante el Cretácico Tardío y el Paleógeno temprano, aún existen grandes interrogantes. En el Cretácico Temprano, la actividad magmática se caracterizó por un arco relativamente estático al oeste de las Sierras Peninsulares de Baja California y a lo largo de Sinaloa, el cual migró en el Cretácico Tardío por la porción oriental de las Sierras Peninsulares de Baja California y el occidente de Sonora. Durante el evento Laramide (~90 y 40 Ma), dicha actividad migró más al oriente, especialmente por Sonora, Sinaloa, Durango, Chihuahua y posiblemente hasta Coahuila. Los datos geocronológicos sugieren que la migración oriental fue más rápida en Sonora (~8.5 km/Ma), y relativamente más lenta en Sinaloa (~1.5 km/Ma). Sin embargo, la existencia de edades relativamente viejas en el oriente de Sonora (~90 Ma) complica la percepción actual que se tiene respecto al mecanismo de subducción. El cinturón laramídico exhibe además una deformación diferencial poco entendida, con zonas fuertemente plegadas y cuencas sin-tectónicas hacia el oriente (Coahuila y Nuevo León), y zonas muy poco deformadas hacia la parte central y occidental del mismo. Por otro lado, los mayores depósitos metálicos de México ocurren en la porción centro-oriental del cinturón Laramide. Esto no parece casual, sino consecuencia de un arreglo geométrico particular de la subducción, hasta ahora incierto. Es probable que al inicio de este evento, el magmatismo haya sido controlado por dos sitios de alimentación; uno ubicado por debajo de la actual costa de Sonora, y el otro ubicado más hacia el oriente, migrando progresivamente ambos hacia el interior del continente. Esto requiere un modelo tectónico que garantice la producción sincrónica de magma en dos regiones relativamente distantes entre sí (~150 km restando la extensión cenozoica). No se ha observado un comportamiento similar más al sur en Sinaloa, donde se estima que el basamento es más delgado y de carácter oceánico. En este sentido, quizás la influencia de la gruesa corteza norteamericana hacia el norte, favoreció el proceso de fusión parcial en un sector relativamente amplio en la base de la misma. Conforme la edad del segmento subducido de la placa Farallón disminuyó, el ángulo de subducción se redujo y la zona de fusión parcial se alejó progresivamente de la paleotrinchera. La subducción de bajo ángulo redujo el volumen de manto astenosférico atrapado entre las placas, y con ello la posibilidad de fusión parcial del mismo, lo cual explicaría el fin del magmatismo laramídico, que terminó a los 56 Ma en el este de Sonora, a los 45 Ma al este de Sinaloa, y a los ~40 Ma más al oriente. En general, estas ideas han sido consideradas como punto de partida de un proyecto multi-institucional encabezado por los coautores y

financiado por el CONACYT, con el fin de dilucidar un nuevo modelo geotectónico integral capaz de explicar las dudas que aún quedan por resolver.

GEOQP-2

NEW INSIGHTS INTO LARGE VOLUME RHYOLITE GENERATION AT THE MID-TERTIARY SIERRA MADRE OCCIDENTAL PROVINCE, MEXICO, REVEALED BY U-PB GEOCHRONOLOGY

Bryan Scott¹, Ferrari Luca², Reisner Peter³, Allen Charlotte M.⁴ y Campbell Ian H.⁴

¹School of Earth Sciences and Geography, Kingston University, Reino Unido

²Centro de Geociencias, UNAM

³Department of Geology and Geophysics, Yale University, USA

⁴Research School of Earth Sciences, Australian National University, Australia

s.bryan@kingston.ac.uk

Voluminous (#3.9 x 105 km³), prolonged (~18 myr) explosive silicic volcanism makes the mid-Tertiary Sierra Madre Occidental of Mexico one of the largest intact silicic volcanic provinces known. The rhyolites are generally considered to have formed by fractional crystallisation from crustally contaminated andesitic parental magmas (AFC), with <20% crustal contributions. Evidence for larger crustal contributions have been constrained by the lack of isotopic variation between the lower crustal xenoliths, and coeval SMO rhyolite and basaltic andesite to andesite volcanic rocks. Here, we use zircon and apatite isotopic systematics as probes to assess crustal involvement in Sierra Madre Occidental silicic magmatism. Laser ablation ICP-MS analyses of zircons from rhyolitic ignimbrites located at the northeastern and southwestern sectors of the province yield U/Pb ages that are generally consistent with previously obtained K/Ar ages from these areas, but in two cases, are younger by ~2 myr suggesting some excess Ar is contributing to the bulk feldspar age spectra. Apatite age data sentence. More importantly, the zircon and apatite age data provide new insights into silicic magma generation in the Sierra Madre Occidental. Zircon xenocrysts with new overgrowths in some of the oldest rhyolite ignimbrites from the northeastern sector provide direct evidence for some involvement of Proterozoic crustal materials, and potentially of more importance, the derivation of zircon and apatite from Mesozoic and Eocene age, and isotopically primitive subduction-related igneous basement. The youngest rhyolitic ignimbrites from the southwest sector show even stronger evidence for inheritance in the age spectra but lack old inherited zircon (ie. Eocene or older). Instead, inherited grain ages range between ~20-32 Ma in the southern and youngest Sierra Madre Occidental ignimbrites that have eruptive ages of ~18 and 25 Ma; these inherited zircon ages suggest much of the zircon in the youngest rhyolites was derived by remelting of igneous rocks formed during earlier phases of Sierra Madre Occidental volcanism. The incorporation of zircons derived from earlier phases of rhyolite generation may indicate that the crustal source regions had become overwhelmed by coeval igneous underplate and/or the locus of crustal melting had migrated to shallower crustal levels by the terminal stages of magmatism. The data (ie. evidence for involvement of young and isotopically primitive crustal materials via the Late Mesozoic to Oligocene age zircon and apatite xenocrysts) have important implications for how we interpret mantle-like isotopic compositions in rhyolites, as generally observed for the Sierra Madre Occidental. The strong

zircon undersaturation, and estimations for very rapid dissolution rates of entrained zircons preclude the coeval mafic magmas as being parental to the rhyolite magmas via assimilation and crystal fractionation (AFC) processes. A greater role for crustal anatexis is indicated such that long-lived basaltic fluxes into the crust may result in the early onset of the recycling of newly formed igneous crustal materials.

GEOQP-3

EL MAGMATISMO EN EL BORDE ORIENTAL DEL BLOQUE DE LOS CABOS, B.C.S., MÉXICO

Pérez Venzor José Antonio¹, Schaaf Peter², Aranda Gómez José Jorge³, Pérez Espinoza Jesús Efraín¹ y Hiraes Rochin Joel¹

¹Departamento de Geología Marina, UABCS

²Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica, Instituto de Geofísica, UNAM

³Centro de Geociencias, UNAM

japerez@uabcs.mx

El nombre de Ensamble Plutónico del borde oriental del Bloque de Los Cabos, es usado para agrupar las rocas ígneas intrusivas sin deformación penetrativa que afloran en esa región. El trabajo de campo, permitió reconocer en las rocas ígneas una amplia variación en la litología; en donde las rocas dominantes son principalmente de afinidad granodiorita y tonalítica, que varían a granitos (s s) existen intrusiones menores de microdioritas, cuarzomonzonitas, cuarzodioritas, dioritas gabroicas, varios sistemas de diques pegmatíticos, dacíticos, microdioríticos y andesíticos

Las características de estas unidades fueron descritas considerando los principales afloramientos y relaciones de campo expuestas en los arroyos principales

No obstante el reconocimiento de las diferentes litologías, las relaciones de campo y sus asociaciones en algunos casos fue difícil separarlas en unidades cartográficas individuales. Por tal razón se optó por agruparlas en unidades mayores cartografiables, con descripciones individuales; apegándose al Código de Nomenclatura Estratigráfica. Estableciendo sus características mineralógicas, texturales, estructurales, relaciones de campo. Las relaciones de campo entre las unidades, permitió establecer las edades relativas y los eventos magmáticos.

Las edades obtenidas y sugieren un magmatismo entre los 78 Ma y 58 Ma. Las características isotópicas reflejan afinidad con granitos de arcos volcánicos. El trabajo expone los resultados obtenidos y sus implicaciones geológicas en un contexto local: Bloque de Los Cabos y regional: NW de México

GEOQP-4

PLUTONISMO HIPERALUMINOSO ASOCIADO AL "METAMORPHIC CORE COMPLEX" DE MAGDALENA, SONORA NORTE CENTRAL, MÉXICO

Herrera Urbina Saul¹, Valencia Víctor², Paz Moreno Fco. Abraham¹, Gehrels George² y García Salido Roberto¹

¹Departamento de Geología, Universidad de Sonora

²Department of Geosciences, University of Arizona, USA

sherrera@geologia.uson.mx

El "Metamorphic Core Complex" de Magdalena (MCCM) es uno de los más típicos MCC cordilleranos, aflorantes desde Canadá hasta Sonora, México. Sus características estructurales y microestructurales, así como su historia de exhumación terciaria han sido previamente establecidas por diversos autores. El MCCM consiste de una placa inferior muy heterogénea, compuesta de rocas meta-volcanosedimentarias, cuyo protolito es una secuencia volcano-sedimentaria, perteneciente al arco volcánico del Jurásico presente en la margen occidental de Norteamérica. Esta secuencia se encuentra intrusada por granitos leucocráticos gnéisicos, sintectónicos, en forma de plutones (posibles lacolitos), numerosos sills y escasos diques.

Se recolectaron 15 muestras de estos granitos, con la finalidad de analizarlas geoquímicamente por elementos mayores y trazas. El diagrama discriminativo A/CNK / A/NK muestra claramente su carácter hiperaluminoso. En el diagrama discriminativo de granitos tipo I y S (SiO₂/ASI), las 15 muestras se encuentran sobre el límite entre los dos tipos de granitos (ASI = 1.1), por lo que no es posible su discriminación con este diagrama. Los diagramas discriminativos del contexto tectónico [(Y+Nb)/Rb; (Yb+Ta)/Rb] revelan que se trata de granitos de arco volcánico.

Dos muestras de granitos (MMCC-1 y MMCC-3) fueron enviadas al "Arizona LaserChron Center" del Departamento de Geociencias de la Universidad de Arizona, donde fueron estudiadas con el fin de determinar la edad de sus zircons, mediante la técnica de ablación láser, utilizando un "GVI Isoprobe multicollector ICPMS". Los resultados obtenidos en ambas muestras revelan una historia compleja.

47 granos de zircón fueron medidos en la muestra MMCC-1, la cual corresponde a un plutón de dimensiones decamétricas (Leucogranito Magdalena). Los sobrecrecimientos de estos zircons, reconocidos por su color gris oscuro en las imágenes de catodoluminiscencia, con altos cocientes U/Th (> 20), dan una edad 206Pb/238U de 42.8 ± 1.1 Ma (Eoceno Medio: Bartoniano), la cual es interpretada como una edad de metamorfismo. Zircons con bajos cocientes U/Th (< 7), con un zoneamiento fino de crecimiento visto en las imágenes de catodoluminiscencia, característicos de zircons de magmas félsicos, dan una edad 206Pb/238U de 46.5 ± 0.9 Ma (Eoceno Medio: Luteciano), la cual es interpretada como una edad de cristalización. Además, fueron reconocidas 5 poblaciones de zircons heredados: aprox. 140 Ma, aprox. 301 Ma, aprox. 1,094 Ma, aprox. 1,431 Ma y aprox. 1,700 Ma.

50 granos de zircón fueron medidos en la muestra MMCC-3, correspondiente a un sill-dique de un espesor máximo de 3.5 metros. Los sobrecrecimientos con altos cocientes U/Th (> 7), reconocidos como sobrecrecimientos homogéneos oscuros en las imágenes de catodoluminiscencia, dan una edad 206Pb/238U de 40.9 ± 1.1 Ma (Eoceno Medio: Bartoniano), la cual es interpretada como una edad de metamorfismo. Los datos geocronológicos para esta muestra no permiten la identificación del evento de cristalización. Además, fueron reconocidas 6

poblaciones de zircones heredados: aprox. 90 Ma, aprox. 121 Ma, aprox. 143-172 Ma, aprox. 390 Ma, aprox. 984 Ma y aprox. 1,118 Ma.

Los nuevos datos geocronológicos reportados en este trabajo constituyen una contribución al conocimiento de la historia antigua de los MCC cordilleranos de Sonora y Arizona.

GEOQP-5

ORIGEN DE LOS MAGMAS MÁFICOS DEL COMPLEJO VOLCÁNICO DE ALDAMA, TAMAULIPAS

Ramírez Fernández Juan Alonso, Viera Decida Federico, Velasco Tapia Fernando y Vasconcelos Fernández José Manuel

Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

juanaram@prodigy.net.mx

El complejo volcánico de Aldama (CVA) en el estado de Tamaulipas, representa el estado final del magmatismo de la Sierra de Tamaulipas (ST), que tuvo una duración de al menos 40 m.a., a partir del Eoceno superior. Durante este período, se generaron en la ST abundantes magmas sieníticos y graníticos, además de gabros y dioritas. Abundantes productos volcánicos bordean este complejo intrusivo. En la región occidental, se desarrolló el CVA, del Plio-Pleistoceno, que es el único de la denominada Provincia Alcalina Oriental Mexicana, con vulcanismo explosivo. Las estructuras son conos y cráteres parcialmente erosionados, hasta anillos de tobas. Afloran basaltos alcalinos y subalcalinos hasta traquitas de olivino, en un desarrollo general de cristalización fraccionada de acuerdo a los diagramas divariados de elementos mayores y traza. Algunos de los basaltos presentan características geoquímicas correspondientes a magmas primarios, generados en el manto subcontinental. Los datos de elementos trazas indican un ambiente extensional, caracterizado por el enriquecimiento de elementos altamente incompatibles, a condiciones de equilibrio de 15 a 20 kbar. Se propone, de acuerdo a los modelados de inversión, el tipo de fuente en el manto a partir de la cual se formaron los basaltos. La fusión del manto se dio por procesos adiabáticos, asociados a la extensión postlaramídica presente a nivel regional.

GEOQP-6

ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y PETROGRÁFICO DEL PLUTÓN NUEVO ROSARITO, BAJA CALIFORNIA

Peña Alonso Tomás A.¹, Delgado Argote Luis A.¹ y Frery Emanuelle²

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre, Francia

alepena@cicese.mx

En el margen occidental de Baja California y el paralelo 28.5°N, se localiza el plutón diorítico tonalítico Nuevo Rosarito (NR). Este intrusivo de 27 km² fue dividido para fines descriptivos en las secciones norte (donde está elongado hacia N18°W) y sur (donde su forma es circular). Ambas secciones están dominadas por diorita y limitadas al E por un cinturón de deformación de dirección N16°W.

En la sección norte, la diorita está cortada: a) al SW por rocas tonalíticas en una zona de mingling de 0.3 km², b) en la mitad occidental, por diques tonalíticos de grano medio a grueso

orientados principalmente hacia S20-40°E y c) en el cinturón de deformación, por diques félsicos de grano fino. En el límite entre las secciones norte y sur, la inclinación de los diques occidentales disminuye hasta ser sub-horizontal. En los contactos de los diques es común hallar dioritas de aspecto brechoide (siendo más clara esta relación en la zona de mingling), lo que sugiere el ascenso de los pulsos tonalíticos más jóvenes por fracturamiento hidráulico.

En la sección sur, las rocas dioríticas de la periferia son de grano fino y suelen tener fracturas rellenas e interconectadas por material magmático posterior; y en el núcleo, son de grano grueso y contienen diques microdioríticos con arreglo en enrejado. Los diques tonalíticos de grano grueso están expuestos en el cinturón de deformación donde junto a la diorita, presentan una marcada foliación estructural y son cortados por los diques félsicos de grano fino.

La foliación estructural, que decrece gradualmente de oriente a occidente, tiene una dirección dominante (foliación estructural primaria, FEP) que varía entre S10-20°E y N40-60°W que es subparalela al cinturón de deformación, a la foliación magmática de la diorita en S10-20°E y a la elongación de la sección norte de NR. También se observa una foliación estructural secundaria (FES) hacia S50-60°W que define la dirección dominante de los diques félsicos de grano fino.

Los planos que mejor definen la orientación de las fracturas verticales primarias son N81°E/89°S, que es dominante, y N09°W/86°E. El fracturamiento horizontal buza hacia el S en la zona de mingling y hacia el N en el resto de la sección norte; asimismo, buza hacia el SE y NW, al occidente y oriente de la sección sur, respectivamente.

Las direcciones de la FEP y FES son similares a la solución de los planos del fallamiento en NR en N20°W/88°E y N70°E/83°S, donde los ejes P y T indican movimiento lateral derecho, una compresión regional en dirección N25°E y extensión en N65°W.

Se concluye que NR experimentó, en el núcleo de la sección sur el posible emplazamiento de un stock diorítico y, en el margen oriental de la sección sur y en toda la sección norte, distintos episodios de intrusiones tonalíticas controladas por fracturamiento hidráulico. Tales episodios probablemente fueron penecontemporáneos a la deformación del intrusivo.

GEOQP-7

CALIDAD ESTADÍSTICA E INTERPRETACIÓN PETROLÓGICA DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE ELEMENTOS TRAZA POR ICPMS, IGL, UNAM

Lounejeva Baturina Elena

Instituto de Geología, UNAM

elenal@servidor.unam.mx

En respuesta a la creciente demanda de calidad de estudios geoquímicos, presentamos una comparación entre calidad de análisis de elementos traza por espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICPMS) evaluada con herramientas meramente estadísticas (precisión y exactitud) y en términos de interpretación petrológica de los mismos. La comparación se lleva a cabo sobre resultados obtenidos para los estándares internacionales de material geológico utilizados rutinariamente para calibración de paquete multi elemental y otras de control de calidad analizadas esporádicamente.

El análisis instrumental por ICPMS, tal y como se efectúa actualmente en el instituto de geología con

equipo Agilent 7500 (<http://geologia.igeolcu.unam.mx/geol.htm>), requiere transformación de una muestra geológica sólida (polvo) en una solución acuosa ligeramente ácida. En esta etapa de preparación química de muestra el aseguramiento de calidad de resultados exige uso de un ambiente limpio, reactivos y recipientes de alta pureza, adición de estándar interno, así como preparación de materiales de referencia y blancos analíticos en paralelo con material incógnito y algunas réplicas de las mismas.

Durante el análisis instrumental de masas y procesamiento de datos numéricos el aseguramiento de calidad implica monitoreo, cuantificación y posterior corrección de la señal por efectos de matriz (interferencias espectrales), inestabilidad de la señal, así como evaluación de límites de detección/cuantificación y de curvas de calibración.

La precisión y exactitud de resultados de concentración calculada para cada elemento en muestras incógnitas se evalúa con base en los resultados obtenidos para materiales de referencia internacional aplicando prueba estadística t-student. Basándose en criterios estadísticos recomendados para diferentes rangos de concentración, se aceptan o se rechazan los resultados con determinado grado (95%) de confianza.

Un conjunto de valores obtenidos y evaluados en nuestro laboratorio junto con los reconocidos (certificados o recomendados) por diversos autores se verá proyectado en patrones normalizados de tierras raras y diagramas discriminantes de ambientes tectónicos de elementos traza en rocas. Esto con el fin de consolidar el criterio de confianza del investigador cuando se pregunta ¿qué tanto este grado de incertidumbre afecta mis interpretaciones?

GEOQP-8

GEOQUÍMICA Y ORIGEN DE MANANTIALES TERMALES EN LA COSTA DEL PÁCIFICO DE MÉXICO: IMPLICACIONES PARA LA HIDROSISMOLOGÍA

Ramírez Guzmán Alejandro¹, Taran Yuri²,
Inguaggiato Salvatore³ y Varley Nick⁴

¹Escuela Regional de Ciencias de la
Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Istituto Nazionale di Geofisica e
Vulcanologia, Sezione di Palermo, Italia

⁴Universidad de Colima

halessandro@geofisica.unam.mx

Un estudio geoquímico completo de manantiales termales en una franja de 30 km a lo largo de la costa del Pacífico Mexicano se ha desarrollado con la finalidad de seleccionar manantiales o grupos de manantiales sensitivos a los eventos sísmicos dentro del área.

Se presentan datos de análisis de elementos mayores, composición de gas, composición isotópica de (δD y $\delta^{18}O$), carbono en CO_2 y CH_4 , así como isótopos de C, He, B y N. de 17 manantiales termales localizados entre 16°N y 21°N.

Todos los manantiales presentan bajas salinidades (0.2 – 2 g/L); excepto los manantiales Punta Mita en Nayarit, Río Purificación en Jalisco y El Salitre en Colima, con salinidades son muy altas. El nitrógeno es el gas dominante en todos los manantiales. Las concentraciones de He van de alta a muy alta, con bajas relaciones isotópicas de origen radiogénico. El agua de

los manantiales es de origen meteórico, de circulación profunda, con áreas de recarga en la Sierra Madre del Sur.

Dos manantiales cerca de la Ciudad de Acapulco (Dos Arroyos y Paso Real) fueron encontrados como sensitivos a sismos con ocurrencia epicentral cercana a la localización del manantial. Las anomalías se registraron en los iones Cl^- , SO_4^{2-} y en la composición isotópica del agua. Estos manantiales son objeto de monitoreo hidrogeoquímico.

Los manantiales Río Purificación, El Salitre con altos contenidos de Cl^- (7 -17 g/l), y el manantial diluido Majahuita (cercano a la línea de costa) muestra clara evidencia en los isótopos de nitrógeno y boro (altos valores de $\delta^{15}N$ y $\delta^{11}B$) de la contribución de fluidos provenientes de sedimentos de acreción o de complejos sedimentarios de corteza continental.

Las relaciones más altas de $3He/4He$ (por encima de 4.5 Ra) fueron encontradas en el graben de Puerto Vallarta y en el manantial El Salitre (2.1 Ra) que se localiza en el borde sur del graben de Colima. La mayoría de los valores $3He/4He$ a lo largo de la costa del Pacífico dentro del complejo Xolapa son # 1 Ra, indicando el origen de los fluidos de la corteza en concordancia con las edades del complejo Xolapa.

GEOQP-9

CARBON ISOTOPIC SIGNATURES IN BENTHIC FORAMINIFERA BIO- AND TANATHOCENOSIS FROM METHANE-SOAKED SEDIMENTS IN GUAYMAS BASIN, GULF OF CALIFORNIA

Herguera García Juan Carlos¹, Pérez Elena²,
Paull Charles³, Ussler Bill³ y Peltzer Edward³

¹División de Oceanología, CICESE

²Natural History Museum, Reino Unido

³Monterey Bay Aquarium Research Institute, USA

herguera@cicese.mx

Recent results from an extensive ROV-based exploration along the NE transform margin of the Guaymas Basin in the Gulf of California unveil at least two patterns of carbon isotopic assimilation into the benthic foraminiferal tests along known gradients of present methane venting. Cores were retrieved from: (i) vigorous methane venting site visible by a continuous emanation of gas bubbles from the seafloor at 1,582 m depth of water, (ii) beds of living calyptogenid clams, (iii) white bacterial mats, commonly found on exposed strata on the flanks of the basin, and (iv) background sites at the same depth in the neighboring slopes of Guaymas Basin. Oxygen and carbon isotopic ratios were determined from Rose bengal-stained and non-stained specimens of *Uvigerina peregrina*, *Planulina wuellerstorfi*, *Globobulimina pacifica*, and *Bulimina mexicana*. Dissolved inorganic carbon isotopic values measured in several pore water samples extracted from sediments range between -2.9‰ to -35.85‰. The most depleted values indicate that while some methane derived carbon has entered the authigenic DIC pool within the seafloor sediments during early diagenesis, there is no record of the assimilation of this carbon on the calcitic shells of living benthic foraminifera. Here we will further compare the carbon isotopic composition of stained (living) foraminifera shells and non-stained tests to show the patterns of carbon assimilation and early diagenetic imprint of both assemblages. These results question the extent to which strong carbon isotopic depletion signals in the geological record are features recorded by living foraminifera or the result of a posterior diagenetic imprint.

GEOQP-10

CARACTERÍSTICAS GEOQUÍMICAS E ISOTÓPICAS (SR Y S) DE LA INTRUSIÓN DE AGUA GEOTÉRMICA EN EL ACUÍFERO DEL VALLE DE PUEBLA, MÉXICO

Martínez Serrano Raymundo G.¹, Flores Márquez Leticia¹, Solís Pichardo Gabriela² y Soler Albert³

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

³Facultad de Geología, Universidad de Barcelona, España

rms@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

El constante desarrollo urbano e industrial de la mayor parte de las grandes ciudades en México ha provocado el deterioro de la calidad y cantidad de las aguas subterráneas. El sistema acuífero del Valle de Puebla no es la excepción, ya que a pesar de contar con una extensa área de recarga y circulación, la sobreexplotación de éste ha causado un importante abatimiento en la superficie potenciométrica. El balance hidráulico del acuífero (Flores- Márquez et al., 2006) muestra que la extracción anual excede en 12 millones de m³ a las recargas. El sistema hidrológico está compuesto por tres acuíferos independientes contenidos en sedimentos volcánicos Plio-Cuaternarios y en rocas sedimentarias mesozoicas separados por rocas lacustres del Neógeno. La sobreexplotación de los acuíferos durante los últimos 25 años, ha provocado una serie de fenómenos como son la intrusión de aguas geotérmicas, la formación de un cono de abatimiento del nivel potenciométrico de hasta 80 m al sur – suroeste de la Ciudad de Puebla y un incremento en las cantidades de sólidos totales disueltos (STD) de más de 500 mg/L. Con el fin de identificar las posibles fuentes de las aguas geotérmicas y subterráneas que se explotan con gran intensidad en el Valle de Puebla, se efectuó un estudio geoquímico e isotópico de muestras de aguas de pozo en producción localizados en seis áreas dentro de la zona urbana de la Ciudad de Puebla. Los resultados se pueden agrupar en dos tipos: Pozos sin evidencias marcadas de actividad geotérmica (la gran mayoría) con contenidos bajos a altos de sólidos totales disueltos (STD) (promedio= m = 637 mg/L), contenidos medios de bicarbonatos y sulfatos (m = 661 mg/L y m =165 mg/L, respectivamente), temperaturas promedio de 22 C y las siguientes variaciones isotópicas de 87Sr/86Sr m = 0.70656 y d34S m =13.6‰. El segundo tipo pertenece a algunos pozos con evidencias de influencia geotérmica, ya que se tienen altos contenidos de STD (m = 1176.5 mg/L), contenidos relativamente más altos de bicarbonatos y sulfatos (m = 992 mg/L y m =641 mg/L, respectivamente), temperaturas de hasta 30 C y mayores variaciones isotópicas (87Sr/86Sr m = 0.70722 y d34S m =15.2‰). Estos resultados indican que las aguas con influencia geotérmica probablemente provienen de rocas ricas en estroncio radiogénico como son las calizas mesozoicas (acuífero profundo) y que la temperatura ligeramente más alta no está relacionada con una posible fuente magmática cercana (ver estructuras volcánicas vecinas: Popocatepetl o La Malinche), sino probablemente a la existencia de reacciones exotérmicas de oxidación de sulfuros a sulfatos. De hecho, los demás pozos muestran evidencias de mezcla entre aguas derivadas del acuífero profundo con aguas superficiales menos radiogénicas en estroncio.

Ref.: Flores- Márquez, E.L., Jiménez-Suárez, G., Martínez-Serrano, R.G., Chávez, R.E. and Silva-Pérez, D. 2006. Study of geothermal water intrusion due to groundwater exploitation in the Puebla Valley aquifer system, Mexico. Hydrology Journal (in press) 15p.

GEOQP-11 CARTEL

ISÓTOPOS DE SR EN TEOTIHUACÁN: TRAZADORES DE MIGRACIÓN HUMANA EN LA ANTIGÜEDAD

Solís Pichardo Gabriela¹, Schaaf Peter², Hernández Treviño Teodoro², Horn Peter³ y Manzanilla Linda⁴

¹Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica, Instituto de Geología, UNAM

²Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica, Instituto de Geofísica, UNAM

³Department of Geosciences, University of Munich, Alemania

⁴Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM

gsolis@geofisica.unam.mx

Los isótopos de Sr se han convertido en una herramienta importante para la arqueología y la antropología. Comparando las firmas isotópicas de dientes y huesos de esqueletos humanos con las del suelo donde se encuentran enterrados, las proporciones isotópicas de Sr se han utilizado como trazadores para identificar regiones pobladas así como la proveniencia geográfica de individuos. Las proporciones isotópicas de Sr del esmalte dental reflejan el tipo de dieta de una persona durante su juventud; mientras que las proporciones de la dentina y de los huesos, son reflejo de la comida que se produjo sobre un suelo específico durante la época cercana a su muerte.

Debido a que los procedimientos analíticos varían entre los diversos laboratorios, presentamos nuestra técnica y cómo afecta a los resultados. Al inicio estudiamos 16 dientes (esmalte) y 17 respectivos huesos provenientes del sitio arqueológico de Teotihuacán, así como muestras de agua y suelo de la localidad. La preparación mecánica consistió en aislar la capa de esmalte con la ayuda de una herramienta dental. La preparación química implicó una serie de limpiezas para dientes y huesos, seguida de lixiviados únicamente para los dientes. En las primeras limpiezas se utilizó peróxido y agua MQ; finalizando con HNO₃, agua MQ y etanol, siempre en baño ultrasonido. Posteriormente, las muestras se pulverizaron con la ayuda de un mortero de ágata. Una vez molidas, la tercera limpieza fue con peróxido, NH₄Cl y agua MQ. En el caso de los dientes, la última fase de limpieza involucra una serie de lixiviados con ácido acético de diferentes normalidades, en donde la solución lixiviada también se conserva. De esta manera, para alguna muestras de esmalte, hasta 3 fracciones se obtuvieron para su medición.

Como ejemplo, los resultados 87Sr/86Sr de una muestra con 0.70477 para el hueso (similar al suelo), 0.70530 para el primer lixiviado, 0.70590 para el segundo lixiviado, y 0.70668 (+/- 0.00004) para el esmalte, muestran claramente que hubo efectos de contaminación. De esta manera, enfatizamos que la limpieza repetida, y en particular la obtención de los diferentes lixiviados, incluyendo su medición, son críticos para poder diferenciar proporciones isotópicas de Sr primarias de la secundarias. El intercambio isotópico puede ser debido a la interacción con el suelo, el agua y/o los sedimentos del substrato donde se realizó el entierro.

GEOQP-12 CARTEL

CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA Y GEOQUÍMICA DE LA SECUENCIA CARBONATADA SOBREYACIENTE A LA BRECHA DE IMPACTO EN EL POZO UNMA-5, CRÁTER CHICXULUB

Escobar Sánchez Juana Elia y Urrutia Fucugauchi Jaime

Instituto de Geofísica, UNAM

elia@geofisica.unam.mx

El presente trabajo se enfoca al estudio de la secuencia calcárea sobre la brecha de impacto en el pozo UNAM-5. El pozo está ubicado a los 20° 23' de latitud Norte y 89° 39' de longitud oeste, a una distancia radial de 112 km del centro del cráter Chicxulub que se ubica en la porción noroeste de la Península de Yucatán y está sepultado por una secuencia de rocas carbonatadas y evaporíticas del Cenozoico. Se perforó con recuperación continua hasta la profundidad de 504 m, presentando una columna de rocas calcáreas hasta los 332 m y de ahí hasta su base brechas de impacto.

El objetivo es determinar las variaciones petrológicas y geoquímicas en su intervalo de 30 m de roca calcárea depositada sobre la brecha, para estudiar los cambios paleoambientales después del impacto y su posible relación con el mismo. Se analizaron 60 muestras, con un muestreo denso hacia la zona más cercana a la brecha. Las técnicas geoquímicas utilizadas son Fluorescencia de Rayos X, ICP-MS para elementos de Tierras Raras, Isótopos estables de #13C y #18O, geoquímica Isotópica de Sr.

A partir de los estudios petrográficos se logró diferenciar tres cambios texturales que indican cambios en los niveles de energía, interpretados como condiciones de somerización de la plataforma. Tanto en los estudios petrográficos como en los geoquímicos se pudo notar el constante incremento de material terrígeno e inhibición de materia orgánica, que existió desde la base de la secuencia hasta aproximadamente 10 m arriba del material de impacto (de los 332 m hasta los 322 m). Los procesos diagenéticos se ven ampliamente manifestados en este intervalo, reflejados en el alto contenido de MgO, así como de SiO₂. La constante presencia de agregados evaporíticos de forma esférica, hace pensar que estos se deban a un proceso diagenético de relleno de poros. A partir de los estudios isotópicos de Sr se establece una edad de 63.66 Ma para la profundidad de 330 m. En cuanto a las condiciones relacionadas con la presencia de organismos, se puede observar que la abundancia de materia orgánica, se da 10 metros arriba de la base de la secuencia, lo cual podría darnos la pauta para decir que el impacto del meteorito posiblemente afectó la región por un periodo de varios miles de años, hasta que las condiciones ambientales se normalizaron.

El material terrígeno es de interés ambiental porque indica condiciones cercanas a la costa, lo cual nos reafirma la propuesta de condiciones someras en general para la secuencia; aunque en este caso posiblemente este influenciada por aporte local de material arcilloso, retrabajado por las brechas.

En general se observa que prevalecieron condiciones someras por un periodo largo y que aunado a esto existió un levantamiento tectónico de la plataforma que persistió hasta la actualidad. Evidencia en apoyo es la anhidrita, presente a largo de la columna, la cual indica condiciones de plataforma somera.

GEOQP-13 CARTEL

CARTOGRAFÍA Y PETROGRAFÍA DE LAS KOMATIITAS Y EL COMPLEJO ÍGNEO ULTRAMÁFICO DE LA ISLA GORGONA, COLOMBIA

Serrano Durán Lina¹, Ferrari Luca¹ y López Martínez Margarita²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²División de Ciencias de la Tierra, CICESE

lserrano@geociencias.unam.mx

Las komatiitas son lavas ultramáficas caracterizadas por su alto contenido de MgO (>18%) y presentar textura espinifex; comúnmente reportadas en terrenos Arcáicos (Greenstone belts). En la Isla Gorgona, localizada 50km al occidente del Pacífico colombiano, se han registrado las únicas komatiitas Fanerozoicas del mundo, como parte de un complejo ígneo ultramáfico. Recientemente hemos iniciado un estudio de este complejo, el cual representa una pieza clave en diferentes modelos sobre la evolución tectónica de la placa del Caribe, aunque ha sido descrito de manera incompleta en estudios anteriores. En este trabajo presentamos de manera preliminar un nuevo mapa geológico de la isla y la petrografía detallada de las principales unidades. Éstas se encuentran en bloques separados por estructuras tectónicas que en el occidente de la isla son fallas inversas con vergencia al Este además de una zona cataclástica que se prolonga 1.5km con múltiples deslizamientos. En contraste con la parte oriental de la isla, donde es menos evidente la deformación.

La sucesión está formada a la base por rocas de composición peridotítica que afloran en el eje central, seguidas por rocas gabróicas en la zona NW, NE y centro, con variaciones texturales y granulométricas por las que gradan transicionalmente a microgabros. Suprayaciendo y en contacto inferido se encuentran brechas volcánicas en Playa Blanca y Playa Gorgonilla, formadas por fragmentos de rocas y cristales anhedrales, subangulares e inequigranulares similares a olivino y piroxeno, recristalizados a vidrio y con alteración a clorita en una matriz vítrea con textura orbicular. Sobreyaciendo a esta unidad se encuentran lavas basálticas intercaladas con basaltos komatiíticos y komatiíftas, las cuales afloran al oriente de la isla, localmente como pillow lavas, en Boca El Horno y Punta Trinidad. También se encuentran discontinuamente en la costa oeste, suprayaciendo en discordancia lutitas negras estratificadas y basculadas, y en contacto por falla inversa (NW/SE) con sedimentos descritos como Terciarios. Estos últimos están constituidos como un depósito formado por matriz laterítica y bloques irregulares de basaltos. Las komatiitas además de tener textura espinifex definida por cristales de olivino, augita y plagioclasa, presentan texturas secundarias: variolítica, subofítica y glomeroporfídica, así como desarrollo de dos generaciones de olivino, euhedrales y subhedrales, con formación de serpentina en los bordes y fracturas, o en el núcleo formando nidos y textura poikilítica; también se reconocen zeolitas y cristales esqueletales de olivino y augita con inclusiones de plagioclasa y vidrio.

Aunque la interpretación petrográfica y la relación entre las unidades es compleja, observaciones preliminares indican que: 1) Las rocas del complejo ígneo de Gorgona, a excepción de los sedimentos Terciarios y costeros, tuvieron un origen submarino. 2) Emergieron a través de un sistema de fallas inversas. 3) Las múltiples texturas en las komatiíftas y basaltos komatiíticos sugieren varios pulsos magmáticos, posiblemente algunos hidratados a los que se pueden asociar procesos de disolución.

Se prevé que nuevos datos de campo junto con los análisis geoquímicos y geocronológicos que estamos realizando permitirán reconstruir la historia tectonomagmática de la isla y sus implicaciones con la evolución de la placa del Caribe y el Occidente colombiano.

GEOQP-14 CARTEL

ANÁLISIS PETROGRÁFICO DE LOS DIQUES MÁFICOS EN EL COMPLEJO XOLAPA, ENTRE TIERRA COLORADA Y ACAPULCO, GUERRERO

Hernández Pineda Guillermo Armando¹ y Solari Luigi²

¹Instituto de Geología, UNAM

²Centro de Geociencias, UNAM

nnemon@prodigy.net.mx

Mucho se ha discutido sobre el origen y edad del Complejo Xolapa, así como de la naturaleza de los cuerpos intrusivos que lo cortan a lo largo y ancho; sin embargo, pocos han sido los trabajos desarrollados en esta zona debido a la complejidad de sus estructuras y accesibilidad topográfica. Pero el consenso en cuanto a su composición petrográfica es claro; está conformado por rocas metamórficas de medio a alto grado en facies de anfibolita, cuya intensidad de metamorfismo se ven incrementada en dirección S-SE, con repetidas intrusiones de cuerpos graníticos y granodioríticos. Dichos cuerpos pueden presentarse deformados o sin deformación alguna.

Por otro lado, muy poco o casi nada se ha investigado a cerca de los enjambres de diques máficos que cortan a dicho complejo ígneo metamórfico. Los atributos texturales y relaciones de campo, sugieren la existencia de al menos tres generaciones de diques que pudieron acompañar a los pulsos magmáticos que dieron origen al arco magmático Xolapa.

Como parte del proyecto "Geocronología de U-Pb, isotopía y geología estructural en las migmatitas del Complejo Xolapa, Guerrero", este trabajo presenta un estudio petrográfico aplicado en diques máficos que se colectaron sistemáticamente a lo largo de la sección Tierra Colorada-Acapulco. El objetivo principal de esta investigación fue la caracterización petrográfica de los diques y el reconocimiento de los procesos en los que pudieron encontrarse involucrados, como la deformación y metamorfismo.

GEOQP-15 CARTEL

PETROGRAFÍA Y GEOQUÍMICA DEL MAGMATISMO RIOLÍTICO EN CHALCATZINGO, MORELOS Y SU RELACIÓN CON EL BASAMENTO CORTICAL

Rincon Herrera Nelly Evelyn¹, Gómez Tuena Arturo¹ y Ortega Gutiérrez Fernando²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

nelly@geociencias.unam.mx

Los domos de Chalcatzingo del estado de Morelos son unos cuerpos volcánicos relativamente aislados ubicados a unos 40 km al SSW del volcán Popocatepetl. Con una edad de ~20 Ma (40Ar/39Ar en plagioclasa y anfíbol), representan uno de los pocos vestigios de la actividad volcánica más temprana de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM).

Las rocas que conforman estos domos tienen una composición riolítica relativamente homogénea (SiO₂ ~70 wt%), presentando texturas porfídicas y fenocristales de plagioclasa y hornblenda. Existen también algunas manifestaciones aisladas de rocas menos diferenciadas en donde es posible reconocer algunos olivinos iddingsitizados. Estas rocas forman diques y coladas de lava que cortan o cubren a las rocas riolíticas y se encuentran a su vez cubiertas por depósitos vulcanoclásticos asociados al volcán Popocatepetl, pero se desconoce su edad absoluta.

Una de las características más relevantes de las rocas riolíticas de Chalcatzingo es la presencia de una gran cantidad y diversidad de xenolitos corticales (10-1 cm): anfibolitas, gabros, esquistos y gneisses. Sorprendentemente, las rocas máficas no parecen haber acarreado xenolitos.

Los patrones de elementos traza de las rocas riolíticas son típicos de rocas asociadas a arcos magmáticos (Ba/Nb ~100). Sin embargo, y en contraste con otras rocas riolíticas de la FVTM, las rocas de Chalcatzingo tienen un alto #Mg (~55), concentraciones muy altas de Sr (~500 ppm), contenidos muy bajos de tierras raras pesadas (Yb ~0.4 ppm), y valores muy altos en las relaciones Sr/Y (~90) y Sm/Yb (~6). Estas características no parecen estar relacionadas a un proceso de diferenciación simple a partir de un magma máfico, y en cambio sugieren un origen ligado a fundidos parciales de la corteza oceánica subducida que han interactuado con el manto durante su ascenso.

En ese sentido, los resultados preliminares muestran que Chalcatzingo es una localidad clave para entender los procesos involucrados en la generación de magmas en la FVTM y para conocer las características de la corteza continental que forma el basamento del arco.

GEOQP-16 CARTEL

VOLCANISMO BIMODAL DE LA REGIÓN ZACUALTIPÁN-METEPEC, ESTADO DE HIDALGO, MÉXICO

Hernández Ramírez Montserrat, Orozco Esquivel María Teresa y Ferrari Luca

Centro de Geociencias, UNAM

montherra@geociencias.unam.mx

En el sector nororiental de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM), en la región comprendida entre Zacualtípán y Metepec, Estado de Hidalgo, se han emplazado a partir del Mioceno tardío rocas volcánicas con una distribución bimodal de la composición (riolita/basalto). La coexistencia de estas rocas de composición contrastante es atípica de arcos volcánicos relacionados con subducción; aunque recientemente han sido detectadas secuencias similares en otras localidades de la FVTM, lo que indica que en ambientes de subducción pueden ser generadas rocas de composición variada. En este trabajo, se presentan los primeros resultados de un estudio geológico, petrográfico y geoquímico enfocado a definir la estratigrafía y composición de las rocas volcánicas, con el fin de plantear un modelo de evolución petrogenética para el magmatismo en esta área y su relación con los eventos magmáticos regionales de la FVTM.

En el área se han identificado flujos de lava basáltica, en su mayoría de origen fisural, y domos, ignimbritas y tobas riolíticas. Las rocas volcánicas más antiguas son de composición basáltica y fueron emplazadas sobre rocas sedimentarias mesozoicas y paleozoicas de la Sierra Madre Oriental; los escasos fechamientos indican edades de 5.1 a 7.3 Ma para estas lavas. Sobreyaciendo, y en parte intercalados con ellos, afloran

domos riolíticos e ignimbritas riolíticas; para estas rocas se han reportado sólo dos edades del Plioceno (4.3 y 4.4 Ma). En la parte sur del área, en el cañón del Río Venados aflora una secuencia de gran espesor constituida por varios flujos basálticos entre los cuales se presentan depósitos de tobas riolíticas. Los coladas más jóvenes de esta secuencia han sido previamente definidas como Basaltos Atotonilco y fechados en 2.4 a 2.6 Ma; es probable que la base de esta secuencia esté constituida por basaltos más antiguos, pero esto deberá ser confirmado con fechamientos isotópicos. Las rocas más jóvenes identificadas son lavas basálticas cuaternarias que constituyen un pequeño volcán escudo y cubren extensas áreas en el valle al N de Tulancingo.

Petrográficamente, las rocas básicas del área de estudio presentan, texturas porfídicas, inequigranulares con cantidades variables de fenocristales euhedrales a subhedrales de plagioclasa, olivino y en menor medida clinopiroxeno, embebidos en una matriz de plagioclasa, minerales opacos y, en algunos casos, vidrio. Así mismo, las tobas riolíticas presentan variaciones texturales que van de afíricas a porfídicas; en el último caso, los fenocristales más frecuentes son cuarzo, feldespato alcalino, biotita y en menor proporción pómez. Los análisis de elementos traza de las rocas basálticas más antiguas indican patrones similares a los de rocas de intraplaca mientras que las rocas más jóvenes presentan patrones típicos de arco magmático con enriquecimiento de los LILE con respecto a los HFSE, así como anomalías positivas de Pb.

Nuevos datos geocronológicos y el análisis de un número mayor de muestras permitirán definir con mayor precisión la secuencia de eventos volcánicos en esta área poco estudiada de la FVTM y de esta manera contribuir al conocimiento de los procesos que dieron lugar al peculiar volcanismo que le caracteriza.

GEOQP-17 CARTEL

COMPLEJO VOLCÁNICO IZTACCÍHUATL: UN ESTUDIO GEOQUÍMICO E ISOTÓPICO DE SR, ND Y PB DE SUS PRINCIPALES EVENTOS ERUPTIVOS

Zepeda Frías Adriana Gpe.¹, Martínez Serrano Raymundo G.¹, Solís Pichardo Gabriela², Hernández Treviño Teodoro¹ y Morales Contreras Juan Julio¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

adrianazepeda2002@yahoo.com.mx

El Complejo Volcánico Iztaccíhuatl (CVI) (lat 19°10.73'; long 98°38.5') forma parte de la Faja Volcánica Trans-Mexicana (FVTM) y está localizado aproximadamente a 60 Km. al sureste de la Ciudad de México, en la parte central de la Sierra Nevada. La FVTM es considerada como un arco continental magmático que atraviesa la parte central de México y presenta una orientación E-W a partir del Océano Pacífico hacia el Golfo de México. La actividad de este arco volcánico aparentemente comenzó hace 16 Ma (Ferrari et al., 1994) y continúa hasta nuestros días. La FVTM tiene una longitud de 1200 km. El volcanismo en la FVTM ha sido asociado con la subducción de las placas de Cocos y de Rivera bajo la placa de Norteamérica. Con el fin de conocer los procesos petrogenéticos que dieron origen a las rocas del CVI, cuya actividad se inició hace aproximadamente 1.7 Ma y terminó hace 12 000 años, en este trabajo se presentan resultados geoquímicos e isotópicos de los principales eventos magmáticos producidos durante su actividad. Las rocas analizadas muestran concentraciones de

SiO₂ y álcalis que varían de 58 a 65% en peso y de 5 a 6.3% en peso, respectivamente (andesitas-basálticas a dacitas) y con patrones calcoalcalinos. En diagramas tipo Harker se observó una fuerte dispersión de datos, es decir, no siguen una correlación lineal sino que existen variaciones químicas importantes. Esto puede deberse a que las muestras pertenecen a diferentes magmas asociados a ciertos procesos de contaminación cortical. La reciente determinación de concentraciones de elementos traza en rocas del CVI permite observar un enriquecimiento de los elementos LIL con respecto a los HFS y anomalías negativas de Nb, Ta, P y Ti, y positivas de Pb, muy similar a las rocas calcoalcalinas formadas en arcos volcánicos. También, se observa un enriquecimiento en las tierras raras ligeras (La-Sm) y un empobrecimiento de las tierras raras pesadas (Gd-Lu). Algunas muestras presentan una anomalía negativa del Europio que es característico en estados bivalentes; como en la plagioclasa y en el feldespato potásico; en donde se remueve el feldespato del fundido félsico durante la cristalización fraccionada, y el feldespato queda retenido en la fuente originando la anomalía negativa del Eu en el fundido. Los recientes valores isotópicos determinados para el CVI varían como sigue: 87Sr/86Sr de 0.70424 a 0.70537. epsilon-Nd va de -0.35 a +4.08, 206Pb/204Pb van de 18.615 a 18.765, 207Pb/204Pb van de 15.570 a 15.631 y 208Pb/204Pb van de 38.329 a 38.674. Estos resultados sugieren que los magmas del CVI fueron producidos a partir de la fusión parcial de un manto empobrecido, posiblemente heterogéneo, asociado a fenómenos de subducción. Los magmas del CVI parecen haber sufrido una mayor modificación por procesos de contaminación cortical y cristalización fraccionada en comparación con los magmas producidos por las estructuras del Popocatepetl.

GEOQP-18 CARTEL

ANÁLISIS GEOQUÍMICOS Y DE ISÓTOPOS ESTABLES DE VETAS ASOCIADAS A PLIEGUES LARAMÍDICOS EN EL ÁREA VIZARRÓN –SAN JOAQUÍN– TAMAZUNCHALE, ESTADOS DE QUERÉTARO Y SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Nava Urrego Lizeth Marina¹, Fitz Díaz Elisa², Bernal Uruchurtu Juan Pablo³, Morales Puente Pedro⁴ y Tolson Jones Gustavo³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM

²Department of Geology and Geophysics, University of Minnesota, USA

³Instituto de Geología, UNAM

⁴Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica, Instituto de Geología, UNAM

aniuk2892@hotmail.com

El Cinturón de Pliegues y Cabalgaduras Mexicano (CPCM) es una estructura regional que corresponde a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental originado durante la deformación por acortamiento de la Orogenia Larámide. El CPCM está constituido de manera general por un conjunto de rocas sedimentarias marinas que reflejan la paleogeografía mesozoica del NE de México.

Uno de los aspectos poco conocidos del CPCM es la naturaleza de la deformación progresiva laramídica, lo que se refiere a la evolución geométrica y temporal de sus estructuras individuales (pliegues y cabalgaduras) en relación al proceso orogénico. Para abordar esta problemática, se ha llevado a cabo un análisis geológico estructural que, por un lado indica que un proceso de deformación dominante es la disolución por presión, y por otro lado permite ubicar las vetas en un marco temporal relativo. La determinación de elementos mayores, traza

y relaciones de delta 18 O y delta 13 C, tanto de vetas como de la roca encajonante, permite identificar la fuente de los fluidos y, eventualmente, la distancia que han recorrido.

El área de estudio comprende la sección de Vizarrón-San Joaquín-Tamazunchale, en vista de que abarca gran parte de la estructura que caracteriza al CPCM, desde la parte trasera del Orógeno hasta el antepaís.

La marcada heterogeneidad litológica (banco El Doctor, cuenca de Zimapán, plataforma Valles-San Luis y cuenca Tampico-Misantla), tiene como resultado que la geometría, orientación y penetratividad de las estructuras varía sistemáticamente. A lo largo de la sección estudiada, se realizó un muestreo sistemático y se seleccionaron 28 muestras de vetas de calcita para realizar análisis de isótopos estables, así como 11 muestras representativas de la columna estratigráfica. Todas las muestras se tomaron orientadas y se les hizo un análisis petrográfico detallado.

GEOQP-19 CARTEL

LA CALDERA DE RODALQUILAR (ALMERÍA, ESPAÑA): REVISIÓN DE VIABILIDAD DE NUEVAS EXPLOTACIONES DE SUS YACIMIENTOS

López Jiménez Ramón¹, Leva López Julio², De Lara Villareal Jorge² y González Núñez José Manuel²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Universidad Complutense de Madrid, España

rlopez@geociencias.unam.mx

El sector de Rodalquilar (Almería, España) está emplazado en una de las pocas zonas con volcanismo reciente (Mioceno) de la península Ibérica, en el denominado campo volcánico de Cabo de Gata. Lo que hoy podemos observar como caldera de Rodalquilar, según numerosos trabajos anteriores, es resultado de la explosión catastrófica de la denominada "ignimbrita de Cinto". Parece conocerse con bastante exactitud la evolución de este foco volcánico de forma que después de una primera etapa de erupciones con la consiguiente génesis de edificios volcánicos se habría producido el colapso de la cámara magmática a favor de la intensa fracturación por el empuje del magma ascendente. Una reactivación en la parte más central de la caldera formada, ocasionó la formación de domos riolíticos (algunos de ellos visibles en los bordes de la caldera actual) y nuevas explosiones ignimbriticas. Ya en la última etapa volcánica en la zona se emplazaron coladas, diques y chimeneas de andesitas porfídicas anfibólicas; de nuevo dando lugar a numerosas y profundas fracturas. Es en estos materiales ignimbriticos intensamente fracturados donde hoy día se encuentran las mineralizaciones que desde hace muchos siglos han sido explotadas. Ya en el campo se han podido observar los dos tipos de yacimientos más importantes, los cuales son: epitermal de baja sulfuración (sulfuros de Pb-Zn (Cu, Au, Ag)) y epitermales de alta sulfuración (Au (Cu, Te, Sn)). Los segundos son los únicos que hasta ahora han tenido una importancia económica aunque fueron los de baja sulfuración los que primero se explotaron ya en tiempos de los romanos. También abunda un tercer tipo de yacimientos, los de alunite, bien de origen hidrotermal bien producto de la alteración de las rocas más superficiales de la zona de alteración supergénica. La alunite también fue profusamente explotada desde tiempos remotos por su utilización como "alumbre". Hoy día no existe explotación minera alguna en Rodalquilar.

Este estudio trata de dilucidar la posibilidad de nuevas explotaciones mineras en el sector de Rodalquilar. Para ello se ha realizado un trabajo de campo, de gabinete y bibliográfico. En el campo primeramente se estudió someramente la geología regional para luego en la zona de estudio realizar una cartografía 1:5000 determinando las unidades, que son ignimbrita del Cinto, ignimbrita de Las Lazaras, los domos anulares y unidades menores como la ignimbrita de la Pedrera, los depósitos de caída y varios depósitos sedimentarios cuaternarios. Además se constató un control estructural muy fuerte de las mineralizaciones, especialmente por parte de las familias de fallas N35°E, N150°E, N-S y E-W. Tomando en cuenta todos los datos obtenidos durante la cartografía y los estudios de gabinete posteriores, se puede concluir que se consideran buenas las expectativas de encontrar nuevos yacimientos rentables y por lo tanto se recomiendan nuevos estudios más en detalle (prospección geofísica y geoquímica) para corroborar y concretar esta conclusión.

GEOQP-20 CARTEL

ESTRUCTURAS MINERALIZADAS POR MIGRACIÓN DE FLUIDOS CORTICALES: EL CASO EL TULE, FM. BUDA, CUENCA DE SABINAS, COAHUILA

Lamadrid de Aguínaco Héctor¹, Tritlla Jordi¹, Levresse G.¹ y Bourdet Julien²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²CREGU, Vandoeuvre-les-Nancy, Francia

lamadrid@geociencias.unam.mx

En el NE de México aparecen un conjunto de estructuras, encajonadas en la serie carbonatada mesozoica, que testimonian la existencia de zonas de circulación preferencial de fluidos durante la compresión laramídica y la extensión subsiguiente. Estas estructuras consisten en zonas de reemplazamiento de los carbonatos por cementos de celestina, fluorita y calcita que, en algunos casos, llegan a tener importancia económica. El estudio de estas estructuras es una oportunidad única para conocer la composición química de las salmueras de cuenca, su régimen de expulsión durante los procesos de deformación de la cuenca, así como para poder estimar las condiciones termobarométricas imperantes durante la diagénesis tardía de estas formaciones. Asimismo, es posible evaluar el papel que jugaron estos fluidos en la maduración y expulsión de hidrocarburos a través de zonas preferenciales de flujo.

Una de las estructuras de flujo de fluido más interesantes se encuentra en el distrito minero de El Tule, al norte de la población de Muzquiz (Coahuila). Esta estructura se sitúa en una zona levemente deformada, y se emplaza a favor de superficies de estratificación en los carbonatos de la Fm Buda (Cretácico superior), que muestra evidencias de movimiento sub-horizontal (layer-parallel slip). La característica más destacable de este yacimiento es la presencia en un mismo depósito de cantidades significativas de celestina y fluorita, coexistiendo en las mismas estructuras. La superficie estructural mineralizada es ondulada y, en las zonas de mayor apertura, se presenta parcialmente cementada por varias generaciones de celestina, la primera de las cuales presenta indicios de deformación, así como por una generación tardía de fluorita.

La mineralización aparece exclusivamente concentrada en esta estructura. Se observan dos episodios de mineralización de celestina: (1) hacia las paredes del manto, bandeamientos rítmicos (ritmitas) de cristales finos y deformados que forman horizontes de alto y bajo reemplazamiento de la roca original,

y hacia el centro del manto cristales subuhedrales deformados, y (2) cristales euhedrales idiomórficos grandes (varios cm) sin deformar dispuestos en el manto. La fluorita aparece de forma subordinada a la celestina, como un mineral tardío dispuesto en las cavidades y espacios vacíos dejados por la segunda generación de celestina.

La celestinas presentan inclusiones fluidas bifásicas (L+V) y escasas trifásicas (L+V+Sazufre) con Th entre 130° y 180°C y salinidades de entre 8 y 11% wt. eq de NaCl (peso equivalente en NaCl). La fluorita presenta dos familias de inclusiones fluidas: (1) inclusiones trifásicas (L+V+Sno identificado) cuya fase vapor contiene CH₄, H₂S y trazas de CO₂, con Th alrededor de 130°C y salinidad entre el 10 y el 14 % en wt. eq. de NaCl; (2) inclusiones de hidrocarburos bifásicas a trifásicas (L+V+Sbitumen) de color café oscuro a claro con Th de alrededor entre 90 y 130°C.

GEOQP-21 CARTEL

**PETROLOGÍA Y GEOQUÍMICA DE LOS
CENTROS VOLCÁNICOS DE LA SIERRA
DE PINOS ZAC. Y SU RELACIÓN CON EL
CAMPO VOLCÁNICO DE SAN LUIS POTOSÍ**

Rocha Echavarría Nadia Angélica¹, Aguillón Robles Alfredo², Rodríguez Ríos Rodolfo^{2 y 3}, Bellon Hervé⁴ y Torres Hernández José Ramón²

¹Posgrado en Geología Aplicada, Facultad de Ingeniería, UASLP

²Instituto de Geología, UASLP

³Facultad de Ingeniería, UASLP

⁴Institut Universitaire Européen de la Mer,
Université de Bretagne Occidentale, Francia

nnatajsha@yahoo.com

El Campo Volcánico de San Luis Potosí (CVSLP) está localizado en la parte meridional del estado y está compuesto por rocas félsicas del Terciario medio (K-Ar: 32-26 Ma; Labarthe et al., 1982). Siendo en su mayoría extensos derrames piroclásticos, así como derrames de lavas voluminosos asociados a estructuras dómicas que fueron emplazadas durante las etapas iniciales de la extensión en el Centro de México (Labarthe et al., 1982; Tristán-González, 1986; Aranda-Gómez et al., 1989). El CVSLP, se extiende a lo largo de aproximadamente de 40,000 Km², los cuales se han subdividido en 10 centros volcánicos, con características geoquímicas similares, siendo su máxima actividad durante el Oligoceno medio con la extrusión de lavas de composición riolítica y riodacítica; en base en la distribución de los centros volcánicos se considera que el magmatismo félsico del CVSLP utilizó como conductos para el ascenso del magma los sistemas de fallas y fracturas NW-SE y NE-SW (Waitz, 1922; Tristán-González, 1986; Aguillón-Robles, 1992).

El Centro Volcánico de Pinos (CVP) forma parte del Campo Volcánico de San Luis Potosí; y se localiza en su porción oriental, a unos 70 km al NW de la ciudad del mismo nombre. El CVP se encuentra constituido por un complejo de domos volcánicos exógenos y endógenos que se formaron sobre un complejo basal mesozoico y sedimentos marinos del Terciario Inferior. Posteriormente, en el CVP termina la actividad volcánica con derrames piroclásticos de la Riolita Panalillo alrededor de los 28 ± 0.8 Ma. Mas tarde se deposito de manera discordante, sobre algunas de las rocas antes mencionadas, una secuencia continental compuesta por sedimentos clásticos continentales intercalados con rocas volcánicas subaéreas de composición intermedia a félsica (Aguillón-Robles et al., 1994) El CVP está conformado por las siguientes estructuras dómicas: Domo de Pinos, Domo San Juan de los Herrera, Domo Santana y Domo

Cerro Blanco, en donde se observan las siguientes unidades volcánicas, Riolita San Miguelito, Riodacita Barbechos y Riolita Santana (Labarthe-Hernández et al., 1982; Labarthe-Hernández y Jiménez-López, 1993), las cuales se emplazaron entre los 32 ± 0.8 y 31 ± 0.8 Ma.

Por sus características geoquímicas de elementos mayores se han agrupado a estas unidades en derrames riolíticos y riodacíticos, muy similares a las unidades volcánicas reportadas por Labarthe-Hernández et al., (1982); aunque Labarthe-Hernández (op. cit.) no reporta elementos traza, en el CVP por sus características de elementos traza (Ba, Sr, Th, Ta, Zr, etc), se puede inferir cierto grado fusión parcial en estas rocas, que se han emplazado por medio fracturas con dirección NW-SE, que conectó una cámara magmática a profundidad (Torres-Hernández et al., 1997; Torres-Hernández et al., 2006).

GEOQP-22 CARTEL

**CARACTERÍSTICAS GEOQUÍMICA DE LAS UNIDADES
VOLCÁNICAS ASOCIADAS AL EVENTO TECTÓNICO
DEL GRABEN DE VILLA DE REYES, EN EL S-SE
DEL CAMPO VOLCÁNICO DE SAN LUIS POTOSÍ**

Galicia Ovalle Rogelio¹, Aguillón Robles Alfredo², Tristán González Margarito^{2 y 3}, Bellon Hervé⁴ y Rodríguez Ríos Rodolfo^{2 y 5}

¹Posgrado en Geología Aplicada, Facultad de Ingeniería, UASLP

²Instituto de Geología, UASLP

³Centro de Geociencias, UNAM

⁴Institut Universitaire Européen de la Mer,
Université de Bretagne Occidentale, Francia

⁵Facultad de Ingeniería, UASLP

rogelio_ovalle@yahoo.com.mx

En la porción meridional del Estado de San Luis Potosí, se han propuesto dos grandes campos volcánicos uno de los cuales es el Campo Volcánico de San Luis Potosí (CVSLP) está localizado al sur y poniente de la ciudad de San Luis Potosí, está compuesto por rocas félsicas del Terciario medio (K-Ar: 32-26 Ma; Labarthe-Hernández et al., 1982). Originándose por la extravasación de derrames piroclásticos voluminosos y derrames de lavas asociados a estructuras dómicas que son emplazados durante las etapas iniciales de la extensión cortical del Centro de México (Labarthe-Hernández et al., 1982; Tristán-González, 1986; Aranda-Gómez et al., 1989). Cubriendo alrededor de 40,000 Km². El otro campo volcánico fue denominado como el Campo Volcánico Río Santa María (CVSRM), que se formó entre los límites de la Cuenca Mesozoica del Centro de México y la Plataforma Valles-San Luis Potosí (Labarthe-Hernández et al., 1985; Tristán-González, 1977); iniciando su formación con depósitos de flujos piroclásticos (~32 Ma; Labarthe-Hernández et al., 1982) y derrames de lavas de composición intermedia (~31 Ma) y flujos de lavas andesíticas que conforman la Caldera de Milpa Grande (Labarthe-Hernández et al., 1985).

En el límite entre estos dos campo volcánicos y asociado a la extensión cortical se formó la fosa tectónica del Graben de Villa de Reyes (GVR), que presenta una dirección NE-SW, y se extiende desde la Sierra de Guanajuato hasta el norte de la Ciudad de San Luis Potosí, con una longitud aproximada de 200 km, y con un ancho promedio de 50 km (Tristán-González, 1986). El evento principal de formación del GVR, está asociado al emplazamiento de domos riodacíticos denominado como Latita Portezuelo (Labarthe-Hernández et al., 1982; Tristán-González, 1986), que por su composición de elementos mayores se clasifica

como una riolita; estas estructuras dómicas se emplazaron principalmente lo largo y en el interior de la fosa tectónica observándose sus mejores afloramientos al norte y sur-oriental de la ciudad de San Luis Potosí.

En el hombro oriental del GVR, se emplazaron a lo largo de fracturas con orientación NW-SE, flujos piroclásticos (31.7 y 31.3 Ma); y cadenas de domos orientados NW-SW de derrames traquíticos, que presentan características en elementos mayores variando desde andesita-basáltica, andesita, dacita (Medina-Romero et al., 2005).

Al hombro poniente del GVR, se encuentran flujos piroclásticos y de lavas riolíticas emitidos durante el Oligoceno medio (entre 30 y 28 Ma); además de encontrarse en las fosas transversales (graben de Bledos) un volcanismo intraplaca de composición basáltica-andesítica alcalinas (~ 20 Ma; Torres-Hernández et al., 2001; Torres-Aguilera, 2005); y derrames de lava traquíticas (20 Ma, Torres-Hernández et al., 2001).

Se concluye que la estructura tectónica del GVR, ha controlado el emplazamiento de los derrames volcánicos de la región principalmente del hombro poniente, ya que se encuentra una variación desde flujos piroclásticos y derrames de lavas de composición riolítica con un alto grado de diferenciación (emplazados durante el Oligoceno medio); y derrames de lavas con características alcalinas (~20 Ma); que nos indican que son del tipo intraplaca y que tuvieron poca contaminación de la corteza continental.

GEOQP-23 CARTEL

MINERALOGÍA DE LAS METEORITAS METÁLICAS MEXICANAS CHARCAS, CHUPADEROS Y TOLUCA

Dávalos Elizondo María Guadalupe¹, Linares López Carlos²,
Reyes Salas Margarita³ y Ortega Gutiérrez Fernando³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Instituto de Geología, UNAM

wyl_83@yahoo.com

Las meteoritas metálicas presentan una serie de características que las diferencian del resto de las meteoritas, como es el caso de los regmaglitos, las bandas de Neumann o el patrón Widmanstätten. Su mineralogía compleja y variada consiste en fases de Fe-Ni, sulfuros, carburos, óxidos y en ocasiones hasta silicatos.

Las fases de Fe-Ni conocidas como kamacita y taenita forman orientaciones paralelas a planos octaédricos dando lugar al desarrollo del patrón Widmanstätten. La plessita es otra microestructura típica que consiste en un intercrecimiento fino de ambas fases metálicas (kamacita / taenita) y aparece entre dicho patrón en áreas triangulares o poligonales y se piensa que se forma en una etapa tardía del proceso de difusión del Ni a una temperatura menor a los 500°C.

Se tienen registradas 62 meteoritas metálicas mexicanas, de las cuales 17 se encuentran en la colección del Instituto de Geología de la UNAM. Se realizó un estudio metalográfico de tres piezas correspondientes a las meteoritas metálicas mexicanas Charcas, Chupaderos y Toluca con el objetivo de conocer su mineralogía general y describir las diferentes estructuras presentes en éstas. Además, se realizaron análisis semicuantitativos con microsonda electrónica para confirmar las fases minerales presentes e imágenes de electrones

retrodispersados para complementar la descripción mineral y estructural de las piezas seleccionadas.

Las tres piezas muestran el patrón Widmanstätten típico; el mineral accesorio más común es el fosfato de Fe-Ni (schreibersita), encontrándose también algunas inclusiones de fosfatos, carburos, cromita y esferita. La textura observada en cada una de las piezas así como la presencia de estos minerales accesorios reflejan un proceso de cristalización donde el fósforo tiene un papel importante en el desarrollo del patrón Widmanstätten.

Las tres meteoritas estudiadas se clasifican como octaedritas, y mineralógicamente son semejantes, aunque por las fases accesorias que presentan se puede considerar que se originaron en cuerpos parentales diferentes.

GEOQP-24 CARTEL

TERMOMETRÍA DE LOS CONDROS DE LA METEORITA NUEVO MERCURIO: IMPLICACIONES SOBRE SU FORMACIÓN Y METAMORFISMO

Cervantes de la Cruz Karina Elizabeth¹, Linares López Carlos², Reyes Salas Margarita³ y Ortega Gutiérrez Fernando³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Instituto de Geología, UNAM

kecervan@hotmail.com

La meteorita Nuevo Mercurio cayó en el poblado de Nuevo Mercurio, Zacatecas. Fue reportada como una condrita ordinaria H5, con bajo metamorfismo de impacto (S1) y se caracteriza por ser porosa. Las condritas contienen los primeros materiales sólidos del Sistema Solar, tales como los cristales que constituyen la matriz, los minerales metálicos y los condros.

Este trabajo está enfocado en evaluar las temperaturas de formación y metamorfismo de los condros de Nuevo Mercurio.

Los análisis WDS preliminares en los silicatos nos revelan la siguiente química mineral: ortopiroxeno (Fs16.5-18.1), olivino (Fa18.95-20.28), pigeonita (Fs16.7-17.3; Wo13.7-14.5), augita (Fs9-11.5; Wo31.6-34.7).

Utilizando los análisis cuantitativos se obtuvieron temperaturas de equilibrio mediante diferentes modelos y pares de minerales. Se reportan algunos de los resultados preliminares que se tienen hasta el momento. Aplicando los geotermómetros de intercambio de Mg:Fe para dos piroxenos y el de transferencia de Ca en cpx, un condro criptocristalino presenta una temperatura de cristalización magmática de 1271°C. Al utilizar el geotermómetro basado en el contenido de Ca en opx en dos condros granulares de olivino y piroxeno se obtuvieron temperaturas de 778-923°C.

Las temperaturas de metamorfismo termal calculadas en meteoritas tipo 5 están entre 700-800°C, sin embargo, los artículos no especifican en que tipo de material fueron tomados los análisis. Quizá la temperatura de 1271°C represente la temperatura de formación del condro, sin embargo, los efectos del metamorfismo termal han afectado ya la química del mineral. Es por eso que se propone seguir trabajando con otros termómetros, tales como el de intercambio de Mg:Fe entre olivino y espinela.

Agradecemos a Diego Aparicio por hacer las secciones delgadas, y al CONACYT por apoyar el proyecto 43227 referente al estudio de condritas mexicanas.

Sesión Regular

Oceanología

OCE-1

MODULACIÓN DE LA ESTRUCTURA VERTICAL DE LAS CORRIENTES DE MAREAS SOMERAS EN LA BAHÍA DE GUAYMAS

Dworak Robinson Juan¹ y Gómez Valdés José²

¹Instituto Tecnológico de Guaymas

²División de Oceanología, CICESE

jdworak@cicese.mx

Durante el verano y el otoño del 2000 un ADP registró en el fondo de la boca de la Bahía de Guaymas, Sonora, la presión y las corrientes de la columna de agua. La bahía es clasificada como una laguna costera somera con régimen de mareas mixto diurno. En este trabajo, hicimos una proyección de las componentes de la velocidad a lo largo del eje principal correspondiente a la dirección de máxima varianza (94 %). Con las series de tiempo, de 144 días, estudiamos, con la técnica de demodulación compleja continua, el caso de la velocidad verticalmente integrada y el caso de la velocidad dependiente de la profundidad, en ambos casos tratamos sólo a las corrientes de marea somera. Para el primer caso, la banda cuartidiurna resultó la más energética de todas y tuvo principalmente modulación catorcenal, del tipo sinódico, pero con evidencias de los efectos de la declinación de la luna y el sol. Los máximos de amplitud de la banda cuartidiurna ocurrieron durante mareas muertas evidenciando la contribución de la fricción en su generación. Para el segundo caso, encontramos que todas las bandas tenían dos capas, con una interface oscilante. Las capas que distinguimos fueron la capa inferior de 0 a 5 m con respecto al fondo y la capa superior de 8 a 12 m.

OCE-2

CIRCULACIÓN RESIDUAL EN BAHÍA SAN QUINTÍN, B.C. MÉXICO

Flores Vidal Xavier¹, Durazo Arvizu Reginaldo²,
Camacho Ibar Victor³ y Mejía Trejo Adán³

¹División de Oceanología, CICESE

²Facultad de Ciencias Marinas, UABC

³Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC

xflores@cicese.mx

Datos de ADCP's (Acoustic Doppler Current Profilers) anclados por 60 días se usan para estudiar el patrón de circulación residual en Bahía San Quintín, Baja California México. El patrón de circulación residual es complementado con datos de un ADCP adaptado a una embarcación, que realizó pases sobre un transecto cercano a la boca de conexión, lo que permitió estimar los flujos netos de intercambio entre la bahía y el océano adyacente. Los datos mostraron una circulación de dos capas influenciada por el esfuerzo del viento en la superficie, mismo que da lugar a un apilamiento de agua del orden de 8 cm. Durante periodos de vientos débiles el nivel del mar disminuye y da lugar a corrientes del orden de 1 cm/s en dirección contraria al viento. La marea juega un papel secundario en la capa superficial, mientras que en la capa de fondo domina la circulación. Durante vientos débiles la circulación de dos capas es inhibida, dando lugar a una circulación homogénea en toda la columna de agua y modulada por la marea. En la boca de conexión la circulación es homogénea en la vertical, dominada por la marea y sin presentar ningún indicio

de la influencia del viento. Aquí los flujos netos de entrada se restringen al canal profundo (lado oeste de la boca), mientras que los flujos de salida se ubican en el canal somero (lado este de la boca). Este patrón de circulación es consistente con resultados teóricos para sistemas lagunares, donde los efectos de fricción son más importantes que los efectos de la rotación de la tierra (número de Ekman > 1).

OCE-3

CIRCULACION RESIDUAL FORZADA POR MAREA EN EL SISTEMA LAGUNAR BAHÍA MAGDALENA - ALMEJAS: EXPERIMENTOS NUMÉRICOS

Zaitsev Oleg y Sánchez Montante Orzo

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

ozaytsev@ipn.mx

A partir de la implementación del modelo numérico ECOM 3-D fue simulada la circulación hidrodinámica en el interior del sistema lagunar Magdalena-Almejas, B.C.S., México. El modelo fue calibrado con base en las mediciones hidrográficas realizadas por el CICIMAR en el periodo 2000-2003. La variabilidad de la circulación forzada por marea fue analizada por medio de los experimentos numéricos en los que se varían los parámetros del forzamiento de marea definidos en las bocas del sistema.

La circulación hidrodinámica en el interior del sistema mostró un comportamiento reversivo con valores máximos de la intensidad promedio de las corrientes hasta de 0.6 m/s en la zona de la boca de Bahía Magdalena (BM). La circulación residual inducida por la marea (CRIM) se estimó considerando de manera independiente para las componentes principales de la marea, diurna (K1) y semidiurna (M2). En los experimentos numéricos fueron consideradas en relación a unos periodos de marea la CRIM Euleriana (CRIME), asociada a la rectificación de la marea al campo medio de corrientes, y la CRIM Lagrangiana (CRIML), asociada al desplazamiento promedio de partículas fluidas.

Las CRIME asociadas a las mareas M2 y K1 tienen un campo de circulación idéntico, la cual se caracteriza por una estructura de un par de giros tipo ciclón-anticiclón que aparecieron alineados longitudinalmente en BM. La escala de estos giros fue de aproximadamente 12 km de diámetro. Las intensidades de las corrientes en la CRIME inducida por la M2, integrada en la vertical, son hasta 7 veces mayores que en las de la K1. La CRIML asociada a las mismas componentes de marea M2 y K1 confirma la existencia de la estructura de giros en BM. La ocurrencia del giro ciclónico en la proximidad de la boca de BM puede actuar como un sistema dinámico que aumente el tiempo de residencia de material marino procedente del mar abierto adyacente, contribuyendo en esta forma a la productividad primaria del sistema lagunar.

OCE-4

INFLUENCIA DEL DOMINIO NUMÉRICO EN LA MODELACIÓN DE LA CIRCULACIÓN HIDRODINÁMICA EN EL SISTEMA LAGUNAR BAHÍA MAGDALENA-BAHÍA ALMEJAS, BCS

Sánchez Montante Orzo¹ y Zaitsev Oleg²

¹Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, IPN

²Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

orzosam@yahoo.com

Distintos experimentos numéricos fueron realizados para analizar la variabilidad de la circulación asociada al intercambio de agua a través de las bocas del sistema lagunar Bahía Magdalena-Bahía Almejas. La experimentación se realiza utilizando el modulo hidrodinámico del modelo ECOMSED (de las siglas inglés: Estuarine Coastal Ocean Model with SEDiment transport) en una malla computacional cuyas fronteras abiertas se encuentran a 100 km hacia el mar abierto. Este dominio numérico es una variante a experimentos anteriores que se realizaron en este sistema, en los que se especificaron las fronteras abiertas en la entrada de las bocas. En cada caso se analizó la respuesta de la circulación hidrodinámica a variaciones en las condiciones geométricas "realistas" (línea de costa y batimetría) e ideales. Experimentos en cuencas rectangulares, fondos planos de diferente profundidad y distintas dimensiones (ancho y largo) de los canales de interconexión son considerados a fin de distinguir los efectos asociados a las asimetrías geométricas. La especificación de las condiciones de frontera se realizó con base en el ajuste de mínimos cuadrados de las mediciones experimentales, garantizando un forzamiento de las fronteras abiertas coherente con las condiciones hidrodinámicas del interior del sistema lagunar.

Las diferencias en la circulación hidrodinámica obtenidas por la modelación en el sistema lagunar para diferentes configuraciones geométricas indican:

* La intensidad relativa de la circulación interior es dependiente de la fricción del fondo.

* La permanencia temporal de los giros residuales que caracterizan la circulación interior se encontró dependiente de la intensidad del intercambio de agua a través de la boca.

* En las dimensiones específicas de las bocas del sistema de estudio se incrementó la disipación local de la energía del flujo a lo largo de las bocas respecto de la respectiva disipación en el interior del sistema. Particularmente se encontró para el sistema Bahía Magdalena-Bahía Almejas una relación entre el ancho y la profundidad de las bocas con la extensión, intensidad y la orientación del eje principal del flujo de intercambio, que determina los parámetros geométricos y dinámicos de los giros residuales. No obstante, asimetrías debidas a la configuración de la línea de costa son aún elementos que deben de considerarse en el análisis.

Adicionalmente, un análisis comparativo de magnitudes de escala en los términos de la ecuación de movimiento indicó un balance entre los gradientes de presión y los términos disipativos.

OCE-5

CIRCULACIÓN Y CONTAMINACIÓN EN EL COMPLEJO LAGUNAR DE NICHUPTÉ-BOJÓRQUEZ, CANCÚN

Carbajal Pérez Noel¹, Partida Gutierrez Dulce Isela¹ y Galicia Pérez Marco Antonio²

¹Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica

²Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima

noelc@ipicyt.edu.mx

Mediante una combinación de mediciones hidrográficas, muestreo de contaminantes y un modelo hidrodinámico-numérico de circulación, se obtuvo importante información sobre la hidrodinámica y el grado de contaminación en el complejo lagunar de Nichupte –Bojórquez. Los resultados muestran que existe un escaso intercambio de aguas entre los diferentes cuerpos de agua que conforman el complejo. Los resultados revelan diferentes zonas con altas concentraciones de contaminantes (fosfatos, nitratos, amonio, etc). La laguna Bojórquez es la más contaminada y está exportando los contaminantes hacia Nichupté. El efecto oscilatorio de las mareas se refleja únicamente en las zonas cercanas a las dos bocas que comunican hacia el Mar Caribe. La dinámica en la laguna es forzada primordialmente por el viento.

OCE-6

DYNAMIC RESPONSE TO MOUNTAIN BREEZE CIRCULATION IN ALCHICHICA, A CRATER LAKE IN MEXICO

Filonov Anatoliy¹, Tereshchenko Iryna¹ y Alcocer Duran Javier²

¹Departamento de Física, Universidad de Guadalajara

²Laboratorio de Limnología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM

afilonov@cencar.udg.mx

In this paper we discuss the dynamic response to mountain breeze circulation in Alchichica, a deep crater lake in Mexico. A numerical model was used to simulate integrated drift currents based on wind data sampled at 1-h intervals. The results are compared with those measured by an ADCP. Measurements taken with a level recorder demonstrate that the mountain breeze is coordinated with diurnal level inclinations up to 11 cm and that it simulates free seiches with a period of 2.7 and 2.1 min with amplitudes equal are 7 mm and 4 mm. Measurements carried out with a STD-19 profiler show that in the second half of day the breeze blowing from the north causes a sinking of the thermocline by 3 meters in the southern part of the lake. It appears that periodic inclinations of the thermocline serve as the main mechanism in the generation of internal waves in Lake Alchichica.

OCE-7

CONTROL DE LA DESCARGA DE UN LIMPIADOR PARA DESINFECTAR SISTEMAS ACUÁTICOS CONTAMINADOS CON BIOFILMS

Parra Guevara David y Skiba Yuri N.

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

pdavid@atmosfera.unam.mx

Las comunidades de bacterias protegidas por una estructura hecha de un polímero y adherida a una superficie húmeda se conocen como biofilms. Las características fundamentales de estas complejas comunidades, las cuales aparecen en tejido vivo, equipo médico e industrial, líneas de suministro de agua potable y sistemas acuáticos, es que son responsables de infecciones crónicas y son altamente resistentes a ser eliminadas con desinfectantes y antibióticos. Ya que bacterias peligrosas como la E. Coli se pueden desarrollar en biofilms que se encuentran dentro de sistemas acuáticos resulta muy importante planificar estrategias para desinfectar este tipo de zonas contaminadas. Una de tales estrategias consiste en aprovechar la dinámica presente en una región bidimensional y acotada D como un lago o una zona costera, la cual presenta entradas y salidas de flujo, para distribuir un limpiador (cloro, yodo, etc.) que destruya los biofilms en algunas zonas internas de especial importancia ecológica (p. Ej. zonas de acuicultura o turísticas). La idea central es suministrar el agente limpiador en un punto interior r_0 de D con un ritmo $Q=Q(t)$ (tasa de descarga) que permita que a un tiempo $T>0$ la concentración promedio en cada zona Z_i en D sea igual a una concentración crítica C_i ($i=1,...,N$). Tal concentración debe ser suficiente para limpiar cada zona involucrada Z_i . Es claro que este problema puede no tener solución cuando el punto r_0 en el que se desea descargar el limpiador no está correctamente ubicado con respecto al flujo y la posición de las zonas Z_i , o si el tiempo T en el que se desea alcanzar las concentraciones críticas no es suficientemente grande para la adecuada diseminación de la sustancia. Por otra parte, cuando existen varias tasas de suministro es deseable determinar y aplicar la que introduce una menor masa del agente limpiador (control óptimo), esto con el objetivo de perturbar lo menos posible el resto del ecosistema.

En este trabajo se estudia esta estrategia a través de un modelo bidimensional de difusión-advección-reacción y se determinan condiciones necesarias y suficientes para la existencia y unicidad del control óptimo, así como una forma de calcular dicha tasa de descarga en términos de ciertas funciones adjuntas g_i . Tales funciones son relevantes ya que son independientes de la tasa Q de suministro, y representan la influencia del sitio de emisión sobre cada zona Z_i de acuerdo a la dinámica presente, además, son el núcleo (funciones de Green) de las integrales que estiman los valores promedio JZ_i de la concentración de la sustancia que se aplica. El resultado analítico más importante muestra que la tasa óptima de suministro es una combinación lineal de los cocientes g_i/c , donde c es el costo unitario de la sustancia que se descarga. Los coeficientes en dicha combinación son las soluciones de un sistema lineal donde la matriz M es simétrica y definida positiva, y cada entrada m_{ij} es el producto interior en L^2 de dos funciones adjuntas.

OCE-8

MEDICIÓN DE PARÁMETROS OCEANOGRÁFICOS EN LA LAGUNA DE CHACAGUA, OAXACA

Mendoza Maravillas Alejandro, Vargas de la Cerda Guadalupe Araceli y Barco Bazán Iván Omar

Departamento de Geofísica, Ciencias de la Tierra, ESIA, IPN

menmara@yahoo.com.mx

En los últimos días de septiembre y primeros días de octubre en la Zona de Chacagua los Alumnos de la ESIA ciencias de la tierra Iniciaron un estudio de Medición de parámetros oceanográficos. Estos parámetros son Temperatura, densidad, salinidad, turbidez, PH, batimetría, materia orgánica, susceptibilidad magnética y radioactividad.

Las temperaturas que se obtuvieron en la laguna Pastoría-Chacagua, el mínimo es de 27 y máxima de 33° centígrados estas temperaturas que se registraron se debe a que los fenómenos meteorológicos que se presentaron fueron nublados y los valores promedios que se registran en una laguna costera son de 34° a 35° C.

Con respecto a la salinidad, el valor más bajo es de 1.5 ‰ y el más alto de 38‰ en este caso la temperatura hace que la salinidad aumente, deberíamos tener altas salinidades, pero como se muestra en los datos sus valores son bajos, esto es debido a que el área está siendo afectada por grandes cantidades de agua dulce proveniente de las lluvias torrenciales, que se están presentado con mayor fuerza en los últimos años. La densidad por lo consiguiente se encuentra baja, la salinidad y la densidad son dos factores íntimamente relacionados.

El pH que se determinó dentro de la laguna es bajo (5.8), y el máximo es de 7.11. En relación al pH del mar abierto (pH 8) y es porque tenemos un ambiente con poca comunicación con el mar abierto esto propicia que los nutrientes que se presentan en los sedimentos que se encuentra dentro de la misma tenga un proceso de putrefacción.

Los valores de turbidez más bajos son de 0.11 m. y máximos de 0.85 m. estos valores se deben a que se tiene poca profundidad y el viento que sopla sobre la superficie hace que los sedimentos finos que se presentan en el fondo de la laguna se levanten y se encuentren suspendidos en la columna de agua. También se realizaron mediciones de materia orgánica.

En la batimetría que se presenta en la laguna podemos ver que las profundidades que se observan van de 0.28 m a una máxima de 3.70 metros. Dentro de este cuerpo se tienen muy pocos aportes de sedimentos que sería el principal factor que modifica el fondo de la laguna.

En la susceptibilidad magnética se midió para conocer la distribución de minerales magnéticos que se presentan a lo largo de la línea de costa, los rangos en que se observan son muy amplios.

La radioactividad que se midió en la zona costera es relativamente baja de 0.5 y el más alto es de 1.9 APIS, esta radioactividad es ambiental y es muy diferente en comparación de la radioactividad que se presenta en una roca radioactiva.

OCE-9

VALIDACIÓN DEL MODELO ROMS EN EL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE

Mancilla Rojas Rocio y Sheinbaum Pardo Julio

División de Oceanología, CICESE

mancilla@cicese.mx

Utilizando datos de nivel del mar, temperaturas superficiales y datos climatológicos para comparar y validar los resultados de una simulación de la circulación en el Mar Caribe y Golfo de México del Modelo ROMS.

Se realizan comparaciones de perfiles verticales promedio y desviaciones estándar de temperatura y salinidad. Así mismo se comparan las estructuras típicas de variabilidad del nivel del mar y temperaturas superficiales en el modelo y las observaciones, utilizando Funciones Empíricas Ortogonales.

Se comparan también las características del flujo en el canal de Yucatán.

El modelo reproduce cualitativamente las estructuras observadas, sin embargo tiene dificultad para reproducir la salinidad.

OCE-10

REMOTE SENSING OBSERVATIONS OF COHERENT/NON-COHERENT RING STRUCTURES IN VICINITY OF LESSER ANTILLESBulgakov Sergei¹ y Cruz Gomez Raul²¹Universidad de Guadalajara²Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

sbulgako@cencar.udg.mx

North Brazil Current rings play a significant role in ocean dynamics, as they maintain and influence the strong western boundary currents and Caribbean Sea circulation. Pinched off by the North Brazil Current (NBC) near 6°-8°N, these rings usually travel in the northwestern direction toward the Lesser Antilles (LA) interacting with the uneven topography of the island arc. Anticyclonic rings of NBC play a fundamental role in redistributing energy, momentum, salt and temperature balance in the Caribbean Sea. To understand the process of rings-straits interaction three main data sets used in this study: merged altimeter-derived sea height anomaly (TOPEX/Poseidon, Jason-1 and ERS-1,2), data on the color of the ocean surface (SeaWiFS) and Global Drifter Program information. Three methodologies are applied to the data: (1) longitude-time plots (also known as Hovmöller diagrams), (2) two-dimensional Radon transform and (3) two-dimensional Fourier transform. The results have shown that NBC rings mostly propagate through the LA into Caribbean Sea as non-coherent structures. Whereas near the 17°N (north of Guadalupe island) NBC rings are thought to have coherent structures during squeezing into the eastern Caribbean, i.e. with conservation of the characteristics of principal signal of the incident ring. That difference is probably related with the bottom topographic features in the vicinity of the LA. The result is consistent with the conclusion proposed by Simmons and Nof (2002) that when the islands are small compared to the ring, it should enter the western basin as a single vortex.

OCE-11

EL EFECTO DEL HURACÁN WILMA SOBRE LA CORRIENTE DE YUCATÁN

Candela Pérez Julio, Sheinbaum Pardo Julio, Ochoa de la Torre José Luis, Badán Dangón Antonio y Coronado Méndez César

División de Oceanología, CICESE

jcandela@cicese.mx

A finales de octubre de 2005 la región del caribe mexicano sufrió el paso del Huracán Wilma, uno de los más intensos de las últimas décadas que presentó el record histórico de presión mínima central (882 mb) para un huracán en la cuenca Atlántica, con efectos devastadores para el noreste de la Península de Yucatán. En su trayectoria por la región, Wilma interactuó con la Corriente de Yucatán, una de las corrientes de frontera occidental más energéticas del planeta en estas latitudes. La presencia de una red de 9 anclajes instrumentados a lo largo de la costa de Quintana Roo, mediciones de nivel del mar e información meteorológica, brindan un conjunto de observaciones único para analizar en detalle la interacción de estos dos colosos de la naturaleza. El día 22 de octubre, cuando Wilma se encontraba sobre la Isla de Cozumel, se llega a invertir por ~15 horas el sentido de la corriente en el Canal de Cozumel hasta profundidades mayores a 100 m. Las oscilaciones del flujo a lo largo de toda la costa de Quintana Roo se excitan y perduran por ~5 días después del paso del huracán, estableciéndose posteriormente un régimen de circulación hacia el suroeste alrededor de Banco Chinchorro que permanece por varias semanas (>4). La información disponible permite analizar el balance de momentum relacionado a los movimientos observados y también cuantificar la transferencia de energía entre el huracán y la corriente.

OCE-12

IMPACTO DEL HURACÁN WILMA SOBRE LA CIRCULACIÓN DE LA LAGUNA ARRECIFAL DE PUERTO MORELOS, Q.R. MÉXICO

Coronado Méndez César, Candela Pérez Julio, Sheinbaum Pardo Julio, Ochoa de la Torre José Luis y Badán Dangón Antonio

División de Oceanología, CICESE

coronado@cicese.mx

El 21 de Octubre de 2005 el ciclón tropical Wilma impactó la costa de Quintana Roo como un huracán categoría 4 y vientos sostenidos de 240 km/h. El ojo del huracán tocó tierra cerca de Puerto Morelos, Q.R., donde permaneció prácticamente estacionado durante 24 horas, aunque la región sufrió vientos de huracán categoría 2 durante más de 72 horas. Un arreglo de corrientímetros acústicos instalados en el interior y el exterior de la laguna arrecifal de Puerto Morelos documentaron el comportamiento de la circulación de la laguna arrecifal durante estas condiciones extremas. El oleaje en el exterior de la laguna (profundidad: 22 m) se registró una altura significativa (Hs) máxima de 10.55 m, con un periodo de 12 s, mientras que en su interior (profundidad: 3.5 m) la Hs máxima fue de 2.1 m con un periodo de 4.5 s. El registro de temperatura del agua de fondo muestra un impactante descenso de 11 °C en menos de 12 horas, mientras que las mediciones de nivel del mar muestran una marea de tormenta de 1.3 m. Las corrientes máximas se registraron en los canales de acceso de la laguna, con magnitudes de hasta 2.2 m/s, asociadas al transporte inducido por la rompiente del oleaje

sobre la barrera arrecifal; en cambio en el exterior de la laguna la corriente superficial alcanzó un máximo de 1.8 m/s dirigida hacia el suroeste, virando durante el transcurso del huracán hacia el noreste debido a la influencia del viento. Se discuten las repercusiones de estas condiciones oceanográficas extremas sobre la infraestructura de la región, además de la conexión entre los procesos físicos y algunos procesos ecológicos en la laguna, principalmente relacionados con el fenómeno de blanqueamiento de coral.

OCE-13

CIRCULACIÓN PROVOCADA POR VIENTO EN LA ZONA DEL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO

Zavala Hidalgo Jorge y Martínez López Benjamín

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

jzavala@atmosfera.unam.mx

Se analiza la circulación en la zona del Puerto de Veracruz, Boca del Río, Antón Lizardo y el Sistema Arrecifal Veracruzano. Se utiliza el Navy Coastal Ocean Model para analizar los patrones de circulación y la estructura de la columna de agua encontrados durante el verano y el invierno. Los resultados se comparan con mediciones hidrográficas y de corrientes de la zona.

OCE-14

PROPAGACIÓN Y GENERACIÓN DE REMOLINOS OCEÁNICOS EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC, OAX.

Quijano Roviroso Eduardo, Martínez Alcalá José Antonio, Durazo Arvizu Reginaldo y Velázquez Muñoz Federico Angel

Facultad de Ciencias Marinas, UABC

eduardo.quijano@gmail.com

Los remolinos oceánicos (eddies) en el Golfo de Tehuantepec, son generados por el viento local que se ve canalizado por las montañas del Istmo de Tehuantepec y desemboca perpendicular a la costa. La presencia de estos remolinos es mayor en invierno, de octubre a febrero, donde se encuentran eventos de viento de altas velocidades y poca duración. Los eventos de viento son conocidos como "Tehuano" o "Nortes". Estos fenómenos atmosféricos se caracterizan por ser intensos (17 ms⁻¹), tener una dirección preferente de tierra a mar y de corta duración (2-3 días). En este trabajo se estudia la relación entre anomalías de nivel del mar (altimetría), temperatura superficial, color del mar, y viento superficial en el Golfo de Tehuantepec. También se intenta asociar las variables mencionadas con la generación y propagación de remolinos. Toda la información analizada es obtenida a partir de satélites (Topex-Jason, AVHRR, QuikScat, y Modis), correspondientes al periodo entre agosto del 2001 y diciembre del 2005.

Mediante la correlación puntual se muestran las relaciones entre las diferentes variables. Los efectos del viento sobre la temperatura superficial muestran una correlación negativa. Por otro lado la relación viento-clorofila muestra una correlación positiva, indicativo del afloramiento de agua rica en nutrientes. De manera similar se presenta la relación entre la anomalía del nivel del mar con el viento, y la temperatura superficial con el color del mar.

OCE-15

ESTUDIO DE LA DINÁMICA INDUCIDA POR EL VIENTO DEL NORTE EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC

Velázquez Muñoz Federico Angel, Martínez Alcalá José Antonio y Durazo Arvizu Reginaldo

Facultad de Ciencias Marinas, UABC

federico@uabc.mx

La zona del Golfo de Tehuantepec se caracteriza por los intensos vientos del norte que soplan en dirección tierra-mar y por la presencia de remolinos ciclónicos y anticiclónicos de mesoescala. Es bien sabido que el forzamiento por viento produce estos remolinos sin embargo no se han analizado los mecanismos de generación y existe una controversia sobre las causas de la asimetría observada. Todo esto ha propiciado numerosos estudios analíticos y de modelación numérica que se han centrado en explicar la dominancia del remolino anticiclónico

Con el fin de clasificar los procesos dominantes inducidos por el viento, en este trabajo realizamos una serie de experimentos numéricos con complejidad creciente, hasta llegar a un caso realista. En todos los experimentos se usa únicamente viento como forzamiento y han sido diseñados para analizar el balance dinámico, mezcla y los flujos de energía hacia el océano. Se estudia también, el papel que juegan las ondas cuasi-inerciales como transmisoras de energía hacia el interior del océano. Los resultados numéricos realistas son comparados con observaciones de velocidad obtenidas a través de mediciones con sistemas de radar de alta frecuencia y de sensores remotos.

OCE-16

CICLONES TROPICALES EN EL PACÍFICO NORORIENTAL Y SU MANIFESTACIÓN EN LA PLATAFORMA CONTINENTAL DEL ESTADO DE JALISCO

Tereshchenko Iryna, Filonov Anatoliy, Monzon Cesar y Cornejo Victor

Departamento de Física, Universidad de Guadalajara

itereshc@cencar.udg.mx

Con base en datos históricos de mediciones de ciclones tropicales se discute en forma estadística las trayectorias de los ciclones tropicales en el Pacífico nororiental durante el periodo de 1969-2004. Se analiza la estructura de las surgencias generadas en la costa por los ciclones tropicales en la costa del estado de Jalisco. Se muestran los resultados de mediciones instrumentales (datos de perfilador CTD, de ADCP y de una estación meteorológica automática) sobre los cambios de la estructura térmica y de corrientes en la costa, durante el paso de los huracanes "Juliette" (septiembre 2001) y "Marty" (agosto 2003). Se muestra que los ciclones tropicales provocan en la plataforma continental de la costa del Pacífico Mexicano una mezcla muy intensiva del agua marina. A su vez, esto provoca un cambio significativo de los padrones de corrientes, concentraciones de nutrientes y, como resultado, un cambio de la productividad primaria de las aguas costeras.

OCE-17

SIMULACIÓN NUMÉRICA DE VIENTO Y OLEAJE BAJO CONDICIONES EXTREMAS Y REALES

Salinas Prieto José Antonio¹, Oropeza Rosales
Fernando¹ y Padilla Hernández Roberto²

¹Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

²Instituto de Investigación en Ingeniería,
Universidad Autónoma de Tamaulipas

jsalinas@tlaloc.imta.mx

A pesar de que los procesos observados en la interacción océano atmósfera juegan un papel fundamental en la dinámica de la capa límite planetaria, aún falta mucho por entenderlos, ya que poseen escalas espacio-temporales de un amplio espectro. Para mejorar su descripción, es fundamental integrar los conocimientos tanto de la componente atmosférica, como de la oceánica. Una manera eficiente es integrar simulaciones numéricas de la atmósfera con simulaciones de oleaje y evaluar el desempeño de los modelos como herramienta complementaria a las observaciones.

Considerando esto, se presenta la evaluación del desempeño de los modelos numéricos de la atmósfera: MM5, y de océano: WAM y SWAN, de manera anidada para simular oleaje profundo y somero respectivamente.

Para analizar la sensibilidad de los modelos de oleaje a las condiciones de viento extremo y cambiante en dirección, se presentan resultados de la simulación numérica de oleaje y viento generado por un huracán. Para contrastar las condiciones de viento, adicionalmente, se realizan simulaciones numéricas de los mismos procesos asociados a un frente frío, los cuales no poseen cambios importantes en la dirección de viento. En ambos casos el área de estudio es el Golfo de México y los resultados de simulaciones de oleaje son comparados con datos obtenidos con boyas de National Data Buoy Center de la NOAA, discutiendo los resultados a la luz de la variabilidad espacial y temporal del viento simulado.

OCE-18

SIMULACIÓN DEL OLEAJE EN EL LA ZONA DEL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO MEDIANTE MODELOS ANIDADOS

Martínez López Benjamín¹, Zavala Hidalgo
Jorge¹ y Padilla Hernández Roberto²

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

²Instituto de Investigación en Ingeniería,
Universidad Autónoma de Tamaulipas

benmar@atmosfera.unam.mx

Se simula el campo de oleaje en el Golfo de México utilizando el modelo WAM (WAVE Model) y el modelo SWAM (Simulating WAVes Nearshore) en forma anidada. La resolución espacial máxima (50 m) se alcanza en la región aledaña al puerto de Veracruz. Los resultados bajo diversas condiciones de viento de estos modelos son utilizados para inferir las corrientes costeras asociadas al oleaje.

Se pretende con estos resultados tener una componente del campo de corrientes, que sumada a otra obtenida mediante

un modelo hidrodinámico, nos permita estimar la dispersión de contaminantes en la zona del Sistema Arrecifal Veracruzano.

OCE-19

AIRBORNE OBSERVATIONS OF SURFACE WAVES IN THE GULF OF TEHUANTEPEC

Romero L., Kleiss J. M. y Melville W. K.

Scripps Institution of Oceanography, University of California, USA

leromero@ucsd.edu

Surface waves are important for air-sea interaction processes as they directly influence the exchange of energy, momentum, and mass between the ocean and the atmosphere. This study is concerned with the analysis of fetch-limited wave measurements from the NSF/NCAR C-130 aircraft during the Gulf of Tehuantepec Experiment (GOTEX) in February 2004. Research flights were carried out during strong offshore wind conditions (15 to 25 m/s) over fetches up to 500km. The instrumentation on the C-130 included standard atmospheric sensors to measure the wind, humidity, temperature, and turbulence, and a downward-looking scanning LIDAR (ATM → Airborne Topographic Mapper) to measure the sea surface displacement. The 3-dimensional ocean surface topographic data allow a direct estimation of the directional wavenumber spectra of surface waves with high resolution (Hwang, 2000). We present various spectral projections and moments, as well as statistical descriptions important for the characterization of surface waves. The results are discussed in the context of previous observational and numerical studies.

OCE-20

ANÁLISIS DE LAS VARIACIONES DEL ESFUERZO DEL VIENTO INDUCIDAS POR EL OLEAJE

García Nava Héctor y Ocampo Torres Francisco Javier

División de Oceanología, CICESE

hgarcia@cicese.mx

El flujo de propiedades entre la atmósfera y el océano constituye una de las componentes claves para la descripción y simulación de fenómenos atmosféricos y oceánicos. En particular, el flujo de momento, o esfuerzo del viento, es relevante en procesos de diversas escalas de tiempo y espacio, tales como la circulación oceánica superficial, la formación de la capa de mezcla y la generación y evolución de ondas capilares y gravitatorias. Sin embargo, las mediciones directas del esfuerzo del viento sobre el océano son difíciles y escasas, por lo que en la mayoría de los modelos de simulación se le parametriza como una función de la velocidad promedio del viento y un coeficiente de arrastre. Con la finalidad de investigar las variaciones del coeficiente de arrastre debidas a la presencia de olas en la superficie del mar se realizaron mediciones simultáneas y directas del esfuerzo del viento y el campo de oleaje en el Golfo de Tehuantepec de febrero a abril de 2005. En este trabajo se describe el efecto que tienen, en el coeficiente de arrastre, la limitación del área de generación del oleaje y la presencia de olas provenientes de diferentes áreas de generación y se discuten los resultados en términos de las diferencias observadas entre las mediciones del esfuerzo del viento y los datos disponibles a través de sensores remotos (QUIKSCAT).

OCE-21

EVALUACIÓN DEL RÉGIMEN DE OLEAJE Y SU RELACIÓN CON LA DINÁMICA LITORAL FRENTE A PUNTA GASPAREÑO, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Godínez Orta Lucio, Troyo Diéguez Sergio, Navarro Lozano José Octavio y Saldivar Reyes Manuel

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

lorta@ipn.mx

Durante los periodos del 26 de junio al 28 de julio y del 3 de septiembre al 4 de noviembre del 2005, se registraron datos de oleaje mediante un ológrafo marca Falmouth Modelo 3ACM-WBP-350 anclado a una profundidad de 18 m, frente a Punta Gaspareño, Baja California Sur.

Paralelamente se midieron los perfiles de playa y la configuración de la línea de costa durante los meses de julio, septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 2005. Los resultados preliminares muestran una distribución de energía del oleaje bastante constante, con períodos de 5 a 20 segundos, con el máximo de energía en la banda de 10 a 15 segundos de período. En general se observa una dirección dominante de arribo del oleaje del SW.

En los resultados de la medición de perfiles de playa se puede observar que los cambios ocurren principalmente sobre el frente de playa. De julio a octubre este frente sufre un retroceso de aproximadamente 23 m al tiempo que la berma experimenta un proceso de acreción vertical de 1 metro en promedio. Sin embargo, si consideramos la variación de julio a diciembre nos damos cuenta que el frente de playa (vértice de la berma) retrocede aproximadamente 31 m. Los perfiles próximos a los extremos laterales de la playa, experimentan cambios de gran magnitud en su frente, evidenciando la concentración de energía de oleaje alrededor de las puntas o salientes rocosas.

La línea de costa muestra un patrón estacional de erosión-depositación ya que durante los meses del verano la parte sureste de la playa se erosiona, mientras que la parte noroeste se acreciona, lo anterior es consistente con el arribo de oleaje del suroeste durante esta época del año. Por otro lado, a finales del otoño y principio del invierno, la playa muestra un patrón inverso al anterior, es decir, la erosión se presenta en la parte noroeste y la acreción en la parte sureste. En este caso el comportamiento de la playa es resultado del arribo del oleaje de oeste-noroeste. Aparentemente la playa exhibe un patrón estacional, al menos entre el verano y el otoño.

Lo anterior sugiere la posibilidad de que el sistema se comporte como una celda litoral que mantiene su propio balance sedimentario, es decir, el sistema gana o pierde muy poco sedimento, por lo que la dinámica se circunscribe a un reacomodo de la misma arena, lo que implica que probablemente la playa se encuentre cerca de su condición de equilibrio.

OCE-22

INFLUENCIA DE LA RUGOSIDAD DEL FONDO EN LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO, EN UN AMBIENTE DONDE INTERACTÚAN OLAS Y CORRIENTES

Rosales Grano Pedro¹ y Ocampo Torres Francisco Javier²

¹Instituto Tecnológico de Guaymas

²División de Oceanología, CICESE

prosales@cicese.mx

El esfuerzo con el fondo generado por la acción combinada de las olas y las corrientes, depende de las características del flujo en la capa límite turbulenta y de la rugosidad del fondo. Cambios en el esfuerzo con el fondo provocan modificaciones en el espectro de energía del oleaje y por lo tanto en los parámetros integrales de las olas como la altura significativa. Para determinar el esfuerzo se utilizó una formulación que considera explícitamente el proceso de interacción entre olas y corrientes. La formulación se incluyó en un modelo espectral de olas que esta acoplado a un modelo hidrodinámico bidimensional, mediante un sistema que permite el intercambio de información entre ambos modelos. El sistema de modelos acoplados se aplicó en el Mar de Norte mediante 4 mallas anidadas. En la malla de más alta resolución, frente a la costa de Bélgica se realizaron experimentos numéricos en modos desacoplado y acoplado, modificando el parámetro de rugosidad. Los resultados en general muestran una alta sensibilidad a variaciones del parámetro de rugosidad, en especial los campos de esfuerzos con el fondo y de altura significativa para diferentes condiciones de corrientes y oleaje.

OCE-23

RECONSTRUCCIÓN NUMÉRICA DE CAMPOS DE VIENTO Y OLEAJE GENERADOS POR EL HURACÁN WILMA

Oropeza Rosales Fernando¹, Salinas Prieto José Antonio¹ y Padilla Hernández Roberto²

¹Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

²Instituto de Investigación en Ingeniería, Universidad Autónoma de Tamaulipas

fernando_oropeza@tlaloc.imta.mx

México se encuentra rodeado por extensas zonas marinas, las cuales contienen a las albercas de agua caliente del Mar Caribe y del Océano Pacífico del este, estas condiciones combinadas con la situación atmosférica, provocan que durante los meses de verano y de otoño se generen y desarrollen frecuentemente Ciclones Tropicales. En la actualidad diferentes instituciones realizan esfuerzos serios encaminados a mejorar el entendimiento de los efectos destructivos de estos meteoros.

En este estudio se presentan los resultados de un experimento numérico en el que se utiliza el modelo de mesoescala MM5 y los modelos WAM y SWAN (oleaje global y regional respectivamente) para simular campos de viento y oleaje generados por el Huracán Wilma en Octubre de 2005. El modelo MM5 se inicializa con datos de reanálisis de NCEP y los campos de viento simulados se utilizan para forzar a los dos modelos de oleaje, que interactúan en mallas anidadas. Los resultados obtenidos se comparan con datos medidos por las boyas del National Data Buoy Center de la NOAA, verificando la respuesta de los modelos de oleaje al cambio de dirección de viento observado en huracanes.

OCE-24

EL CAMPO DEL OLEAJE EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC, INFERIDO A PARTIR DE OBSERVACIONES CON RADARES DE ALTA FRECUENCIA

Ocampo Torres Francisco Javier¹, Hernández Walls Rafael², Durazo Arvizu Reginaldo³ y García Nava Héctor¹

¹División de Oceanología, CICESE

²Universidad Autónoma de Baja California

³Facultad de Ciencias Marinas, UABC

ocampo@cicese.mx

El campo del oleaje se infiere a partir de las mediciones de la reflexión de la señal de un sistema de dos estaciones con radares de alta frecuencia (16 MHz) en el Golfo de Tehuantepec. Durante los primeros meses de 2005 se llevó a cabo una campaña de mediciones como parte del Programa para el Estudio del Golfo de Tehuantepec, en la que funcionó un sistema de radares de alta frecuencia cubriendo un área aproximada de 80km x 80km, proporcionando información horaria para la estimación de la altura significativa del oleaje. Mientras que cada mapa de alturas se obtiene a partir de la incorporación de la señal de los radares cubriendo un periodo de unos 20 min, los resultados del oleaje pueden compararse con las mediciones realizadas con dos sensores instalados in-situ (correntímetros Doppler con capacidad para determinar el oleaje direccional) en la región cercana a la costa, a una profundidad aproximada de unos 20m. Los resultados representan la primera contribución al entendimiento de la evolución del campo espacial del oleaje determinada mediante este tipo de sensores remotos y en especial ante condiciones de eventos tehuanos (viento persistente, moderado a intenso con dirección predominante hacia el sur).

OCE-25

VARIACIÓN ESTACIONAL DE UNA SUPERFICIE DE DENSIDAD POTENCIAL CONSTANTE FRENTE A BAJA CALIFORNIA

Jerónimo Gilberto y Gómez Valdés José

División de Oceanología, CICESE

gjeronom@cicese.mx

En este trabajo se investiga la variabilidad estacional de las propiedades termodinámicas de la superficie 25 sigma theta de la parte sur de la Corriente de California, usando los datos del programa Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California (IMECOCAL) del periodo 1998-2005. En la distribución espacial de la profundidad de la superficie sobresalen tres franjas paralelas a la costa, en la franja más cercana de la costa, cuya variabilidad es principalmente controlada por surgencias, el mínimo de profundidad (10 m) se presentan en abril y el máximo (50 m) en enero; en la franja intermedia, cuya variabilidad es principalmente controlada por la Corriente de California, la diferencia de profundidad de la franja es máxima (30 m) en abril y mínima (10 m) en enero; en la franja más lejana de la costa la variabilidad es claramente controlada por remolinos. La distribución espacial de la temperatura potencial de la superficie es básicamente zonal con valores bajos al norte de Punta Eugenia y valores altos al sur de esta, excepto en abril, cuando las surgencias ocasionan que las isotermas más costeras corran paralelas a la costa. En abril se alcanzan las temperaturas más

bajas (13 °C) y en octubre las más altas (16 °C). El patrón espacial de salinidad es similar al patrón de temperatura potencial. En abril se alcanzan las salinidades más bajas (33.3) y en enero y octubre las más altas (33.9). El máximo de salinidad se puede asociar a la ocurrencia de contracorrientes al sur de Punta Eugenia.

OCE-26

CAMBIOS ESTACIONALES DE LA RAZÓN DE DENSIDAD SOBRE LA SUPERFICIE DE 25 SIGMA THETA FRENTE A BAJA CALIFORNIA

Jerónimo Gilberto y Gómez Valdés José

División de Oceanología, CICESE

gjeronom@cicese.mx

Desde 1997, el programa Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California (IMECOCAL) ha organizado cruceros para medir las propiedades físicas y químicas y para censar las poblaciones de zooplancton en la parte sur de la Corriente de California. En este trabajo se presenta la variación estacional de la razón de densidad (R) de la superficie 25 sigma theta, para el periodo 1998-2005. Esta variación estuvo controlada principalmente por el flujo de calor de la atmósfera hacia el océano y, la Corriente de California en julio y octubre, en cambio en enero y abril los mecanismos de control fueron principalmente la Corriente de California y la Contracorriente Superficial. En las inmediaciones de Punta Eugenia se generó un frente termohalino (R=1) que estuvo presente durante la mayor parte del año (excepto en julio), producido por la variación estacional de la confluencia de las masas de agua de origen subártico con las masas de agua de origen ecuatorial. La variación estacional de los gradientes de temperatura fue resultado de la variación estacional de la intensidad de la Corriente de California y el ciclo estacional de radiación solar. En cambio, la variación estacional de los gradientes de salinidad fue resultado de las variaciones estacionales de las contracorrientes y los remolinos de mesoescala.

OCE-27

INFLUENCIA DE LOS PROCESOS FÍSICOS EN LA PRODUCCIÓN PRIMARIA FRENTE A BAJA CALIFORNIA

Espinosa Carreón T. Leticia¹, Cepeda Morales Jushiro², Gaxiola Castro Gilberto³ y Zenón Gutiérrez Xochitl A.

¹Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, IPN

²Dirección de Planeación, CICESE

³División de Oceanología, CICESE

leticiaesp@gmail.com

Se presentan los efectos de amplia escala como El Niño y La Niña sobre la producción primaria frente a Baja California. A partir de imágenes mensuales de color del mar, temperatura superficial del mar (SST), irradiancia, y el coeficiente de atenuación de luz difusa se estimó la producción primaria con el modelo vertical generalizado (VGPM) de enero de 1998 a mayo del 2002. El patrón medio de la producción primaria mostró dos zonas de alta asimilación de carbono, una franja costera de aproximadamente 50-150 km de ancho y la otra ubicada en el Frente Ensenada. Se presentó una zona oceánica de baja producción primaria. A partir del análisis armónico se determinó la variabilidad estacional

e interanual de la producción primaria, y con ello el efecto de los eventos de amplia escala como El Niño y La Niña en la región. El primer modo explicó el 53% de la varianza total y el ciclo estacional explicó el 88% de este modo. En la región se presentó una anomalía positiva de asimilación de carbono durante los meses de marzo a julio y una negativa de agosto a febrero. Cuando se sustrae el ciclo estacional el efecto de El Niño y de La Niña sobresalen. Se apreció la influencia de El Niño de marzo a septiembre de 1998, con anomalías negativas de asimilación de carbono, principalmente en la zona costera al sur de Punta Eugenia. La influencia de las condiciones La Niña se manifestaron durante los años 1999 y 2000, las mayores anomalías positivas fueron de mayo a julio del 2000, este incremento de producción primaria durante estos meses es atribuido al efecto de una mayor disponibilidad de nutrientes en la zona eufótica ocasionado por la elevación de la termoclina. De demuestra que la producción primaria en la zona costera frente a Baja California no se realiza al mismo tiempo, debido probablemente a condiciones locales.

OCE-28

PRODUCCIÓN PRIMARIA EN LA CAPA DE MEZCLA FRENTE A BAJA CALIFORNIA

Espinosa Carreón T. Leticia¹, Gaxiola Castro Gilberto²,
Cepeda Morales Jushiro³ y Mariano Matías Manuel

¹Centro Interdisciplinario de Investigación
para el Desarrollo Integral Regional, IPN

²División de Oceanología, CICESE

³Dirección de Planeación, CICESE

leticiaesp@gmail.com

La profundidad de la capa de mezcla (MLD) en el océano varía a lo largo del año, donde el esfuerzo del viento, el calentamiento (enfriamiento) de la columna de agua, así como los procesos físicos de mesoescala determinan su profundidad. Los cambios en la MLD se reflejan a su vez en una variación de la producción primaria fitoplanctónica. El objetivo de este trabajo es estudiar la variabilidad de la producción primaria en la capa de mezcla (PPMLD) durante enero, abril, julio y octubre del 2000. La PPMLD se estimó a partir de composiciones mensuales de color del océano, irradiancia, coeficiente de atenuación de luz difusa, de la MLD y de parámetros fotosintéticos regionales promedio en enero, abril, julio y octubre del 2000. La producción primaria manifestó los mecanismos de fertilización principalmente en las zonas de surgencia y del FE, primordialmente en abril. Aunque el efecto de las surgencias fue menor en julio, sus consecuencias se mantuvieron en ciertas localidades. El porcentaje de PPMLD con relación a la producción en toda la zona eufótica fue de 53% en promedio para los cuatro meses. Los cambios regionales del coeficiente de máxima utilización de luz a lo largo de los cuatro meses sugiere una variación en la abundancia de especies fitoplanctónicas de enero a abril, cambiando de nuevo hacia julio y octubre. La tasa fotosintética máxima a saturación de luz parece estar asociada a la irradiancia superficial. El efecto combinado entre el calentamiento (enfriamiento) y el esfuerzo del viento crean las condiciones para encontrar frente a Baja California el predominio de una capa de mezcla que disminuye de enero a abril y de abril a julio y se incrementa de nuevo en octubre. Esta variabilidad está asociada a su vez a la producción primaria y a la temperatura en la columna de agua.

OCE-29

VARIABILIDAD ESPACIAL DE LOS CAMPOS HIDROGRÁFICOS Y DE CORRIENTE DURANTE EL VERANO DE 2004 EN LA REGIÓN SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Castro Rubén¹, Beier Emilio², Lavín Miguel³ y Castillo Martínez Aaron¹

¹Facultad de Ciencias Marinas, UABC

²Dirección de Planeación, CICESE

³División de Oceanología, CICESE

rubenc@uabc.mx

Se reportan observaciones hidrográficas y de corriente (196 lances CTD-LADCP), ambas de alta resolución, en la parte sur del Golfo de California, desde la boca interna hasta la Cuenca de Guaymas. Los datos fueron obtenidos durante la campaña North American Monsoon Experiment (NAME-02) del 7 al 20 de agosto del 2004. Los campos hidrográficos y las corrientes muestran la presencia de remolinos baroclínicos tanto ciclónicos como anticiclónicos, permitiendo así la primera descripción directa de las propiedades de estos remolinos. Se encontraron dos remolinos anticiclónicos, uno al oeste de cuenca Pescadero y otro en la cuenca del Carmen, además de dos ciclónicos, uno en la cuenca Farallón y otro en la cuenca de Guaymas. Los remolinos anticiclónicos tienen las siguientes características: en la cuenca Pescadero el hundimiento de varias isólineas del campo hidrográfico fue de ~100 m entre 300-500 m de profundidad. Dicho efecto se detectó hasta 800 m pero la amplitud se redujo a ~50 m. En cuenca Carmen el hundimiento alcanzó ~600 m, con la mayor amplitud (~80 m) a ~350 m de profundidad. El campo de velocidad geostrofica en la cuenca Pescadero mostró un flujo profundo cerca de la península con rapidez de 20 cms-1 a 500 dbar y de salida de ~15 cms-1 por la parte central a 300 dbar. Los remolinos ciclónicos mostraron en las cuencas Farallón y Guaymas un ascenso del campo hidrográfico de ~60 m entre 300-500 m de profundidad. La velocidad geostrofica asociada al giro en la cuenca Farallón fue de 20-30 cms-1 a 200 m. En la cuenca de Guaymas, el flujo se limitó a 400 m, con el máximo cerca de la superficie con una intensidad entre 40 y 50 cms-1. El campo de velocidad observado con LADCP mostró las características de los remolinos desde la superficie hasta ~1000 m de profundidad, y se obtuvieron velocidades de mayor intensidad respecto al campo geostrofico. Por ejemplo, en la capa superficial (0-100 m) del remolino de cuenca Pescadero se presentaron velocidades de ~70 cms-1; en la capa 100-250 m las velocidades alcanzaron 50 cms-1.

OCE-30

SURFACE VELOCITY AND SST PATTERNS IN THE SOUTHERN GULF OF CALIFORNIA IN SPRING AND SUMMER

Lavín Miguel¹, Niiler Peter², Amador
Alberto¹, Castro Rubén³ y Beier Emilio⁴

¹División de Oceanología, CICESE

²Scripps Institution of Oceanography, University of California, USA

³Facultad de Ciencias Marinas, UABC

⁴Dirección de Planeación, CICESE

mlavin@cicese.mx

Surface drifters released in the Gulf of California between May 2004 and June 2006 are used to describe the surface

circulation, and its effect on the SST evolution, in spring and summer. In June, there is a very strong (up to 80 cm/s) inflowing surface current on the mainland side of the Gulf, which can carry drifters from the entrance to the Upper Gulf in three weeks. By contrast, the drifters in the peninsular half of the Gulf present weak recirculating patterns. The coastal current lasts a few weeks at most, but transports a large amount of heat into the Gulf, and is probably responsible for the observed advance of the surface isotherms during (climatological) June. There are strong across-gulf velocity and SST gradients at this time, with lower SST off the peninsular coast. Velocity and hydrographic profiles observed with a CTD+LADCP show that the coastal current is geostrophic and reaches to ~400 m depth. In July the coastal current disappears and eddies (both cyclonic and anticyclonic) become more evident. By August, these eddies are the dominant circulation feature, with surface currents ~25-50 cm/s, rotation period ~3-5 days and reaching to depths up to 1000 m. By this time, the SST is homogeneous throughout the southern Gulf.

OCE-31

MONTHLY AND INTERANNUAL VARIABILITY OF THE EASTERN PACIFIC WARM POOL

Zamudio Luis¹, Hogan Patrick², Metzger Joseph² y Zavala Hidalgo Jorge³

¹Center for Ocean-Atmospheric Prediction Studies, Florida State University, USA

²Naval Research Laboratory, Stennis Space Center, USA

³Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

luis.zamudio@nrlssc.navy.mil

The variability of the Eastern Pacific Warm Pool (EPWP) is studied analyzing results from a 25 year simulation of the Hybrid Coordinate Ocean Model (HYCOM). Results indicate that the EPWP strengthens and weakens, but remains along the year. The strengthening of the EPWP is partially due to the warm water transported poleward by an annual downwelling coastally-trapped-wave (CTW). During its poleward propagation the CTW: deepens the thermocline strengthening the EPWP, and generates westward propagating long Rossby waves that contribute to the westward deepening of the thermocline, to the westward strengthening of the EPWP, and to the generation of the EPWP's May (January) maximum (minimum) coverage of ~4,000,000 (~30,000) km². Furthermore, it is shown that the dimensions of the EPWP vary interannually increasing (decreasing) during El Niño (La Niña) years. That is explained by the corresponding interannual variability in the generation of downwelling (upwelling) Kelvin Waves in the central-western equatorial Pacific.

OCE-32

PATRONES DE VARIABILIDAD DEL MAR SUPERFICIAL Y DE LAS DIATOMEAS EN EL SUR DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA PARA LOS ÚLTIMOS 100 AÑOS

Esparza Alvarez Maria Auxilio¹, Herguera García Juan Carlos¹ y Lange Carina²

¹División de Oceanología, CICESE

²Universidad de Concepción, Chile

mesparza@cicese.mx

La reconstrucción de unas series de tiempo obtenida de unos sedimentos laminados de alta resolución en el margen Pacífico de Baja California muestra la sensibilidad de las diatomeas a la variabilidad oceanográfica en distintas escalas de tiempo para los últimos 100 años. Estas series muestran como años fríos (cálidos) están asociados con mayores (menores) acumulaciones de este fitoplancton opalino, lo que interpretamos como un índice de la producción exportada de la capa de mezcla al fondo. En esta serie observamos dos importantes excepciones, una a comienzos de la década de 1940 asociada a un evento de El Niño fuerte y persistente entre 1939-1942, mientras que la segunda se observa por una década entre mediados de 1980 hasta 1994, cuyas implicaciones discutiremos en términos que los efectos de la mezcla ejercen sobre esta población de diatomeas. Por otro lado observamos una clara dirección en los cambios de la estructura de la comunidad de la flora opalina a lo largo de todo el siglo que sucede en paralelo al calentamiento observado durante todo el período para esta región sureña de la Corriente de California. Esta sucesión de diatomeas está reflejada en tres tipos de asociaciones que marcan una clara progresión entre las especies típicas de los afloramientos de primavera y principios de verano, hacia especies tropicales típicas de una columna de agua estratificada y de bajo contenido en nutrientes. Esta asociación que encontramos entre la sucesión de este grupo de fitoplancton opalino y la tendencia al calentamiento de la Corriente de California implican un cambio de largo período que no se puede explicar por los mismos mecanismos comúnmente asociados con la típica variabilidad interanual –eventos de El Niño y La Niña– o la interdecadal capturada por el índice de la Oscilación interdecadal del Pacífico.

OCE-33

CUANTIFICACIÓN DE LA MEZCLA INDUCIDA POR MAREAS EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

Martínez Alcalá José Antonio

Facultad de Ciencias Marinas, UABC

amartine@uabc.mx

La importancia de la mezcla en el Golfo de California ha sido siempre asumida importante, ya que el balance termodinámico así lo requiere. Los forzamientos asociados a la mezcla han sido las mareas y el viento. Sin embargo a pesar de su importancia, y debido a la complejidad que representa, la mezcla no ha sido cuantificada directamente. En este trabajo, usando un modelo numérico tridimensional de relativa alta resolución (~ 2 km.), se simulan los efectos de la marea en el Golfo de California. Para cuantificar la mezcla, se realiza el balance de la "Energía Potencial Mínima" (Background Potential Energy). Esta cantidad permite cuantificar la energía utilizada para mezcla.

El balance muestra que la mezcla es más intensa cerca de el umbral, donde la profundidad disminuye abruptamente. Para explicar los procesos que determinan las zonas de mezcla intensa, se muestran diferentes aspectos de la marea interna en la cercanía de esas zonas. Se presentan resultados para las principales componentes de marea por separado y combinadas. Por último, en lo posible, se compara la energía disipada por fricción de fondo con la de procesos asociados a la mezcla.

OCE-34

CORRIENTES DE FONDO EN DOS UMBRALES DE LA PARTE NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA

García Córdova Joaquín, López Mariscal Manuel y Candela Pérez Julio

División de Oceanología, CICESE

joaquin@cicese.mx

Se presentan datos hidrográficos y perfiles de corrientes en los umbrales de San Lorenzo (SL) y Delfín (DEL). En ambos umbrales, aguas relativamente densas fluyen cerca del fondo hacia la cabeza del golfo. Hacia el sureste de los umbrales (corriente arriba), la estratificación cerca del fondo es relativamente fuerte pero la mezcla en el umbral y en puntos corriente abajo (hacia la cabeza del golfo) reduce la estratificación significativamente. En puntos corriente abajo de ambos umbrales la densidad en el fondo permanece esencialmente constante e igual al valor en el umbral a pesar de los cambios grandes de profundidad (más del doble) en ambos umbrales. A pesar de que la estratificación se reduce corriente abajo de los umbrales, la estructura de las isopícnas y la invariabilidad de la densidad a lo largo del fondo, son consistentes con una corriente de densidad fluyendo a lo largo de una pendiente abrupta. En el caso del umbral de SL la corriente descarga sobre el canal de Ballenas y en el umbral de DEL la corriente descarga sobre cuenca Delfín. En ambos umbrales las corrientes de marea son relativamente fuertes y durante 2005 los datos se colectaron en mareas semivivas (valores máximos de 30 y 50 cm s⁻¹ cerca del fondo para DEL y SL, respectivamente). Las corrientes de mareas provocan que las corrientes se inviertan cerca del fondo durante el reflujo. Sin embargo, cerca del umbral, la mayoría de los perfiles de corrientes sin la predicción de las corrientes de marea, presentan un flujo hacia la cabeza del golfo cerca del fondo. Datos hidrográficos de menor resolución horizontal tomados en marzo de 2002, así como series de tiempo de corrientes sobre los umbrales confirman la presencia de la corrientes de fondo en SL y DEL.

OCE-35

VARIACIÓN ESPACIAL DE SEDIMENTO EN SUSPENSIÓN EN EL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA

Ramírez Mendoza Rafael y Álvarez Sánchez Luis Gustavo

División de Oceanología, CICESE

rrafael@cicese.mx

El Alto Golfo de California (AGC) es una región donde la resuspensión de sedimentos es muy importante según observaciones puntuales, sin embargo, los estudios que incluyen las variaciones espaciales son muy limitados, en parte debido a la dificultad para medir simultáneamente los cambios en la concentración de sedimento en suspensión a escalas de horas y distancias de decenas de kilómetros. En virtud de que la

corriente de marea es el factor dominante para la resuspensión de sedimentos y para la intensa mezcla vertical, se calculan las variaciones espacial y temporal de concentración de material particulado en suspensión (MPS) en el AGC, partiendo de un modelo hidrodinámico bidimensional de marea (M2+S2) y una malla de perfiles de Rouse. Las variables para el cálculo de los perfiles de Rouse se obtuvieron de campañas oceanográficas entre 1997 y 2002. Los resultados se compararon con mediciones en dos sitios, uno al este y otro al oeste.

En mareas vivas y cerca del fondo, la máxima concentración de MPS estuvo entre 90 mg#l-1 y 120 mg#l-1 en la cabeza del estuario (extremo noroeste). En el lado oeste, frente a Baja California, el máximo fue 40 mg#l-1 y disminuyó hacia la costa de Sonora en el lado opuesto, donde la concentración de MPS fue de 20 mg#l-1. Cerca de la superficie, en mareas vivas, la máxima concentración se localizó también en la cabeza del estuario pero fue de 40 mg#l-1 y no se presentó un cambio entre el oeste y noreste como en la distribución cerca del fondo. En estas zonas la concentración de MPS fue menor a 10 mg#l-1. La batimetría del área se vio reflejada en la concentración superficial de MPS en forma de franjas paralelas al eje del AGC y transversalmente a este eje, se presenta una secuencia de máximos y mínimos de turbidez. La comparación de la concentración de MPS de perfiles medidos y calculados es buena para un sitio del lado oeste mientras que del lado este, se encontró que los perfiles calculados subestiman las observaciones.

OCE-36

TRANSPORTE DE SEDIMENTO SUSPENDIDO EN PLANICIES DE MAREA DEL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA

Álvarez Sánchez Luis Gustavo y Ramírez Mendoza Rafael

División de Oceanología, CICESE

lalvarez@cicese.mx

Se estudian los procesos de transporte de sedimentos finos en suspensión en la costa oeste del Alto Golfo, frente a Baja California. El sitio se caracteriza por planicies de marea de 1-2 km de ancho en mareas vivas con rango de 8 m. Una planicie submareal se extiende por 15 a 20 km, hasta profundidades de 15 m. Se considera que esta región es un centro de depósito de sedimentos finos provenientes del norte, producto de la erosión del delta del Río Colorado. Hasta ahora no se han reportado observaciones para cuantificar el transporte de sedimentos finos en suspensión sobre las planicies de marea.

El sitio de observación se ubica 20 km al norte del puerto de San Felipe, B.C. Se midieron corrientes y concentración de sedimento en suspensión en un sitio de la zona intermareal y en secciones normales a la costa, en agosto y diciembre de 2001 y en mayo-junio de 2002. El análisis preliminar de datos muestra asimetría entre flujo y reflujo de la marea, lo cual genera transporte neto de material particulado hacia el sur, fuera del Alto Golfo. La concentración superficial de partículas suspendidas en la zona intermareal (~250 mg/l) fue 3 a 4 veces más alta que en la submareal, formando un frente de turbidez paralelo a la costa. Cerca del fondo la concentración máxima fue de ~600 mg/l, asociada con un evento de vientos moderados durante 5 días, hacia el final de las mareas muertas. Suponemos que las planicies de marea operan como zona de traspaso muy activo de material sedimentario fino hacia el sur y hacia aguas más profundas del Alto Golfo.

OCE-37

CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA DE LOS AMBIENTES COSTEROS DE BAHÍA SAN LUCAS, BCS, MÉXICO

Navarro Lozano José Octavio, Nava Sánchez Enrique H. y Murillo Jiménez Janette Magali

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

jnavarro@ipn.mx

El análisis geomorfológico y sedimentológico, así como la relación existente entre los diferentes ambientes costeros durante los procesos de intercambio de sedimentos, se realizó utilizando el concepto de celda litoral. En el caso del área de estudio, se considera a la bahía San Lucas como la celda litoral delimitada por dos rasgos fisiográficos localizados uno al noreste conocido como Punta Cabeza de Ballena y otro al suroeste señalado como Cabo San Lucas, los cuales también se consideran como sus fronteras.

Las celdas litorales están constituidas por componentes de salida y de entrada. Una entrada importante es el aporte de los sedimentos y en este caso es la cuenca hidrográfica El Salto que funge como tal. Por otro lado El cañón submarino ubicado en el interior de la bahía constituye el componente de salida.

La geomorfología del área esta caracterizada por laderas de montaña, pie de monte y planicie. Es en esta última donde se desarrollan dos geoformas importantes, el abanico aluvial y el abanico delta. Estos abanicos están formados en su mayoría por depósitos tamiz, característicos de zonas áridas, flujos de gravedad con bajo contenido de lodos.

Por su parte la playa presenta una pendiente fuerte en la zona más expuesta al oleaje y disminuye a moderada en las zonas protegidas de la bahía; por sus características de pendiente, berma bien definida y formas cuspidas la playa se clasifica como de tipo intermedio a reflexivo. El sedimento que llega a esta playa a través del arroyo El Salto en temporada de lluvias es redistribuido por la dirección y energía del oleaje incidente, que es de tipo swell con periodos de 10 a 12 s. Este proceso permite una mejor selección del tamaño de grano.

Una vez que el sedimento es atrapado por el oleaje o las corrientes litorales, este es redistribuido en la plataforma interna, que presenta una pendiente promedio de 1°, y también hacia el cañón submarino.

En la bahía, la batimetría del fondo y las salientes rocosas juegan un papel importante en la refracción del oleaje de swell y las corrientes litorales y estas condicionan la dinámica del sedimento. Sin olvidar la acción que ejerce el hombre sobre estos ambientes. El crecimiento desmedido del puerto de Cabo San Lucas modifica las condiciones del terreno y por ende el aporte de sedimentos de la cuenca hacia la bahía, en donde estos ambientes podrían ver afectado su equilibrio sedimentario y morfología.

OCE-38

MORFODINÁMICA DE LAS PLAYAS DE LOS CABOS, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Godínez Orta Lucio¹ y Piña Arce Marlene²

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²Universidad Autónoma de Baja California Sur

lorta@ipn.mx

Se analiza la variación estacional e interanual del perfil de playa en siete sitios ubicados entre Cabo San Lucas y San José del Cabo. Las playas de observación se ubican a lo largo de aproximadamente 35 km de línea de costa, por lo que enfrentan diferentes niveles de energía de oleaje. En el periodo 2000-2005 se midieron perfiles de playa por medio de una estación total. Los resultados permiten identificar las variaciones estacionales e interanuales y, particularmente, los cambios inducidos por el oleaje generado por el paso de las perturbaciones tropicales. Todas las playas exhiben el mismo patrón de comportamiento, aunque existen diferencias en la magnitud de los cambios. Debido a que las playas corresponden al dominio reflectivo, es común observar el desarrollo de morfologías rítmicas de diferentes escalas, algunas veces anidadas.

OCE-39

HURACANES IGNACIO Y MARTY (2003): SIMULACIÓN NUMÉRICA DE LA RESPUESTA DE LA CIRCULACIÓN COSTERA EN BAJA CALIFORNIA SUR Y ALGUNAS CONDICIONES ATMOSFÉRICAS ASOCIADAS CON SUS TRAYECTORIAS

Romero Vadillo Eleonora¹ y Zaytsev Oleg²

¹Universidad Autónoma de Baja California Sur

²Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

eromero@uabcs.mx

En 2003 dos huracanes de categoría 2 tocaron tierra en el estado de Baja California Sur: Ignacio (del 22 al 27 de agosto) y Marty (del 19 al 26 de septiembre). Con el objetivo de estimar el rango de variabilidad de las corrientes costeras y la magnitud de las ondas de tormenta, generadas por estos huracanes en la región sur de la Península de Baja California, se aplicó el modelo WIFM (Wes Implicit Flooding Model). El campo de viento, que se emplea como condiciones superficiales de frontera en WIFM, fue calculado empleando el modelo SPH (Estándar Project Hurricane), ambos del Coastal Engineering Research Center, NOAA, utilizando los parámetros reales de los huracanes.

Los resultados de la simulación numérica muestran que a pesar de que las trayectorias de estos huracanes fueron parecidas, el impacto de dichos huracanes fue diferente. En la Bahía de La Paz las intensidades máximas de corrientes se dan en el Canal de San Lorenzo, las cuales alcanzaron 1.1 m/s durante el huracán Marty y 0.6 m/s al paso del huracán Ignacio. Anomalías relacionadas de nivel del mar alcanzaron 1.0 m y 1.5 m, respectivamente. En la región de Los Cabos las intensidades de las corrientes costeras alcanzaron 0.25 m/s durante Marty y 0.4 m/s durante Ignacio, con anomalías de nivel del mar de 0.6 m y 0.5 m, respectivamente.

Adicionalmente, con el fin de analizar las condiciones atmosféricas que determinan las diferencias en las trayectorias

de los huracanes Ignacio y Marty, se analizaron los vientos de la estratosfera (250, 500 y 850 hPa), la temperatura y la presión al nivel del mar, prevalecientes durante su desarrollo.

OCE-40

VARIABILIDAD HIDROGRÁFICA EN LA BAHÍA MÁS GRANDE DEL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO (1995 -2001)

Obeso Nieblas Maclovio¹, Shirasago Germán Bernardo¹, Gaviño Rodríguez Juan H.², Jiménez Illescas Angel R.¹ y Pérez Lezama Edgar Leonardo¹

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²Instituto Oceanográfico, Universidad de Colima

mniebla@ipn.mx

En este trabajo se analiza la variabilidad hidrográfica de Bahía de La Paz, la bahía más grande del Golfo de California localizada en el lado oriental de la Península de Baja California. Los datos hidrográficos fueron obtenidos en intervalos variables entre 1995 y 2001. En general, una importante y persistente variabilidad espacial y temporal en la temperatura y salinidad ocurrieron en la bahía con dos períodos significantes, otoño-invierno cuando los importantes vientos del noroeste y norte originan una capa de mezcla y el hundimiento de la termoclina y haloclina, y primavera-verano con una intensa radiación solar, vientos débiles del sureste y sur que producen fuertes gradientes verticales. Estas condiciones fueron afectadas por la dinámica del Golfo de California y el efecto de El Niño 1997-1998. La bahía es permanentemente influenciada por Agua del Golfo de California y Agua Subsuperficial Subtropical. El Agua Superficial Ecuatorial se registró durante otoño y bajo condiciones extraordinarias, durante verano de 1997 e invierno de 1998, aparentemente relacionado con El Niño 1997-1998.

OCE-41

HIDROGRAFÍA EN LA BAHÍA DE LA PAZ, B. C. S. DURANTE LA PRIMAVERA Y EL INVIERNO 2001-2002 Y SU RELACIÓN CON LA DISTRIBUCIÓN DE LA BIOMASA ZOOPLANCTÓNICA

Shirasago Germán Bernardo¹, Obeso Nieblas Maclovio¹, Sánchez Avelar Luis Mariano² y Pérez Lezama Edgar Leonardo¹

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

shirasag@servidor.unam.mx

El análisis hidrográfico de los cuerpos costeros como las bahías, permite conocer la distribución de los principales parámetros físicos y su variabilidad, ya que representan áreas productivas causantes de generar condiciones favorables para la sobrevivencia de poblaciones marinas. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo es conocer y analizar aspectos de la hidrografía de la Bahía de la Paz en las dos temporadas extremas (cálida y fría de 2001-2002), así como su relación en la distribución de la concentración de biomasa zooplanctónica.

Se utilizaron imágenes Seawifs de 1,1 km. de resolución. A su vez, se utilizaron datos de CTD e información resultante del muestreo zooplanctónico realizado hasta una profundidad

de 200m con una red tipo bongo con luz de malla de 303µm, estandarizando el volumen de biomasa a ml/1000m³. Los resultados mostraron fuertes diferencias entre las dos épocas con variaciones de temperatura considerables y diferentes variables meteorológicas y marinas que influyeron en forma determinante sobre la distribución de la biomasa zooplanctónica. Durante julio de 2001 se obtuvieron abundancias de biomasa zooplanctónica entre 25.6 y 722.5 ml/1000m³ mientras que en febrero de 2002 las abundancias oscilaron entre 124.1 y 838.5 ml/1000m³.

OCE-42

CONDICIONES HIDROGRÁFICAS EN LA REGIÓN DE LA BAHÍA DE TODOS SANTOS, B. C.

Robles Pacheco José M. y García Córdova Joaquín

División de Oceanología, CICESE

jrobles@cicese.mx

Se identifican las masas de agua presentes frente a la Bahía de Todos Santos (BTS; ~31.8° N), se describe su variación temporal, su intrusión a la BTS y la señal hidrográfica de algunos procesos costeros. Sucesivamente desde la superficie se encontró Agua Subártica (ASA), Agua del Pacífico Ecuatorial (APE), Agua Intermedia del Pacífico (AIP) y Agua Profunda del Pacífico (APP); no Agua Central Oriental del Pacífico Norte (ACOPN) excepto mezclada con ASA, nombrada Agua Transicional (ATr), aunque sólo en un muestreo en enero de 1998, como efecto de El Niño 1997-1998. Otros muestreos (1950-1984 por CalCOFI, 1998-2006 por IMECOCAL y 1993-1994 por BATOS) indican condiciones subárticas, a pesar de eventos El Niño por ejemplo en 1958, 1972 y 2002.

Sólo la APE mostró una señal estacional clara en su presencia, durante marzo-noviembre; máxima en septiembre-octubre cuando se intensifica la Subcorriente de California (ScC), acarreado APE hacia el noroeste a lo largo del talud superior y de la superficie de $\theta_t=26.5$. La presencia de ASA, AIP y APP es permanente; la de ASA por continuidad temporal de la Corriente de California que la acarrea hacia el sureste; la de AIP y APP, por su amplia distribución en el Pacífico norte.

Sólo la capa superior de ASA entra y sale de la BTS por su boca noroeste con profundidad máxima de ~45 m; la capa completa de ASA y hasta el núcleo de APE entran y salen por la boca suroeste sobre su umbral con profundidad de ~300 m. Con APE (primavera-verano-otoño), dependiendo de la profundidad en la BTS, ésta es llenada por capas sucesivas de ASA, ASAy APE mezcladas y APE. Sin APE (invierno) predominan condiciones subárticas hasta ~100 m de profundidad afuera y adentro de la BTS; afuera se mezcla agua de la haloclina con capas superiores de AIP, entra a la BTS y llena a la cuenca del Cañón de Punta Banda. El núcleo de AIP y la APP quedan afuera de la BTS, hasta el talud medio (P~500m) la AIP, hasta el talud inferior (P~1000 m) las capas superiores de APP. El talud superior (P~200-300 m), desviado hacia Punta Banda, entra y sale por el Cañón. Suponemos que el chorro de ScC con APE sigue hacia el noroeste lejos del talud superior y que su lado costero se esparce hacia la costa a lo largo de la superficie de $\theta_t=26.5$ hasta entrar a la BTS; o por desprendimiento de parcelas de APE; esto quizás hasta Bahía Descanso (~32.2°N) donde el talud superior se aleja de la costa.

Durante primavera-verano ocurrieron condiciones de surgencia costera: elevación de isopícnas hacia la costa, agua superficial mas fría y salina, agua elevada desde ~200 hasta ~100 m de profundidad, y mas APE en la BTS en junio a pesar de su

mayor presencia en septiembre. Afuera de la BTS se observan frecuentemente inversiones T,S que desaparecen en la boca suroeste, lo que sugiere mezcla intensa en esta angosta boca por corrientes de marea y de frecuencia menor.

OCE-43

VARIABILIDAD HIDROGRÁFICA EN BAHÍA CONCEPCIÓN, B.C.S., MÉXICO

Obeso Nieblas Maclovio¹, Shirasago Germán Bernardo¹, Gaviño Rodríguez Juan H.², Jiménez Illescas Angel R.¹ y Gracia Morales Ricardo¹

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²Instituto Oceanográfico, Universidad de Colima

mniebla@ipn.mx

Con el objetivo de evaluar la variabilidad hidrográfica de Bahía Concepción, B.C.S., se analizan datos registrados con CTD. Bahía Concepción, es una región costera de gran importancia en la zona central del Golfo de California, debido a su ubicación geográfica y diversidad de especies, con una importante perspectiva turística y pesquera, lo que representa un significativo capital ecológico para el desarrollo económico del Estado de B.C.S.

Con base en los registros hidrográficos de la región, se han observado dos temporadas climáticas. Durante otoño – invierno se presenta un importante proceso de mezcla, obteniéndose una columna prácticamente homogénea, esto debido, a la influencia de los fuertes vientos del noroeste. La otra temporada se inicia en primavera y se prolonga hasta fines de verano, donde se presenta un significativo gradiente en las variables hidrográficas con la presencia de una importante estratificación, debido a la intensa radiación solar y a los vientos débiles del sureste. Durante la primavera de 1997 se registró la influencia del fenómeno de El Niño 97-98, apreciándose el hundimiento de la termoclina, con un incremento de la temperatura y la disminución de la densidad en toda la columna. Entre tanto, durante otoño de 1997 no se apreció el efecto del ENSO en la bahía, debido probablemente a que las condiciones locales fueron las dominantes.

OCE-44

MONITOREO MAREOGRÁFICO EN LA LAGUNA PASTORÍA, CERRO HERMOSO, OAXACA

Mendoza Maravillas Alejandro¹, Lozada Zumaeta M. Manuel¹, Vargas de la Cerda Guadalupe Araceli¹, Ávila Vizuet Karla Cecilia¹ y Gómez Aguilar Ramón²

¹Departamento de Geofísica, Ciencias de la Tierra, ESIA, IPN

²Instituto Politécnico Nacional

menmara@yahoo.com.mx

La observación de las variaciones de las mareas corresponde a un aspecto importante de la física del interior de la Tierra. Las mareas son procesos importantes de carácter gravitacional que influyen en las deformaciones elásticas del nivel medio del mar.

En octubre de 2004, se iniciaron medidas de gravedad en las costas de Oaxaca, específicamente en la Laguna Pastoría, con el fin de monitorear los efectos de marea que implican y se relacionan con la variación del nivel del mar. Una segunda serie

de medidas se llevaron a cabo en octubre de 2005 manteniendo la ubicación de la estación. Ante la oportunidad de repetir las mismas mediciones en el mismo sitio en forma periódica, que oscilarán de seis meses a un año, las medidas gravimétricas se compararán para distinguir en el tiempo variaciones en los valores de gravedad atribuidos por la posible variación del nivel medio del mar.

Las medidas gravimétricas llevadas a cabo hasta ahora se realizaron a intervalos de 20 minutos con un tiempo de observación de dos días. Se conjuntaron con medidas directas del nivel del mar. Por un lado en la medida de gravedad se utilizó un gravímetro de resolución en microgales y en el otro caso, el nivel del mar se midió con un mareógrafo de fabricación propia, cuyas lecturas se realizaron con un teodolito ubicado fuera del mar.

Los datos de gravedad se corrigen primeramente por deriva instrumental, y se correlacionan con las medidas directas del mareógrafo para cada levantamiento. Los datos de levantamientos en el lapso de seis meses a un año, se comparan para distinguir posibles variaciones.

Para ayudar a llevar a cabo las correcciones mareográficas necesarias y comparaciones en tiempo en los valores de gravedad, también se llevan a cabo medidas de mareas en una zona terrestre (específicamente en las instalaciones de nuestra escuela) en los mismos lapsos de tiempo de aquellas obtenidas en la costa. Ello permite comparar y diferenciar las discrepancias en los valores de sitio a sitio y en intervalos de tiempo dado el hecho de que no se esperan variaciones en la zona terrestre.

La observación sistemática de la gravedad considerando cómo un modelo de primera aproximación el movimiento de cuerpo rígido, permitirá estimar la interrelación entre los fenómenos gravitacionales y elásticos de la Tierra. En este trabajo, se reporta entonces los primeros resultados del monitoreo mareográfico, esperando que los resultados en el tiempo, permitan distinguir tasas de variación de la gravedad atribuidas principalmente con la variación del nivel medio del mar.

OCE-45

PROCESOS DE FORMACIÓN DE DEPÓSITOS DE OXIDO DE MANGANESO EN UN POZO PLAYERO EN LA PAZ, BCS

Álvarez Arellano Alejandro, Rojas Soriano Humberto, Rojo García Paulino, Martínez Noriega César y Gaitán Morán Javier

Universidad Autónoma de Baja California Sur

alvarez@uabcs.mx

Con el objeto de dilucidar el origen y los procesos que generan los depósitos observados en el cedazo de la tubería que conduce agua de un pozo playero en el centro turístico Costa Baja de la ciudad de La Paz, BCS, se realizaron estudios geológicos, geoquímicos e hidrogeoquímicos en el mencionado desarrollo turístico. También se realizó un video del interior del pozo. Todo lo anterior con el propósito de proponer algunas alternativas de manejo hidrodinámico del pozo para suministro de agua de mar a una planta desalinizadora.

Los estudios geológicos de campo revelan la existencia de abundantes depósitos del mineral pirolusita (MnO₂) alojado en múltiples fracturas tanto en la unidad de roca tipo toba riolítica que aflora en los alrededores del desarrollo turístico, como en otra unidad tipo conglomerado y brecha andesítica que subyace a la unidad anterior. Ambas unidades se encuentran en la superficie y en el subsuelo del desarrollo. El agua salada se extrae principalmente de la unidad correspondiente a la brecha

andesítica y conglomerado. Los análisis de las muestras de agua de mar colectadas en el pozo y en la cisterna de agua salada muestran concentraciones altas de salinidad (de 40 a 48 g/L), por encima del promedio de salinidad del agua de mar (35 gr/L) esto probablemente sea indicador de que se esté extrayendo una salmuera "fósil". En las mismas muestras de agua de mar se determinó su contenido de manganeso (Mn) encontrándose que sus concentraciones son entre cien y mil veces más altas (de 0.098 a 0.685 mg/L) que las reportadas para el agua de mar promedio (0.0002 mg/L).

En el video realizado se observa la existencia de incrustaciones oscuras desde parciales hasta totales sobre la pared del tubo de la bomba y del ademe a partir de los 10 m de profundidad. Estas mismas incrustaciones oscuras se observan en el interior de la tubería que conduce el agua salada hacia la cisterna. Las incrustaciones corresponden al mismo material que constituye los residuos retenidos en el cedazo, cuyo análisis por microscopía electrónica indica que corresponden a óxidos de Mn, probablemente manganita. Por lo anterior se infiere que los residuos sólidos se desprenden de las incrustaciones detectadas en el interior tanto del pozo como de la tubería de conducción. Dichas incrustaciones provienen de la precipitación de óxido de Mn como resultado de las altas concentraciones de Mn disuelto en el agua de mar y de su contacto con el oxígeno disuelto en esta agua. El origen del Mn es su disolución desde las tobas y brechas por el agua de lluvia que se ha filtrado después de muchos años a través de fracturas profundas hasta el subsuelo donde se mezcla con la salmuera fósil de donde hoy se extrae el agua salada.

OCE-46

MODOS DE RESONANCIA LIBRE EN LA BAHÍA DE LA PAZ B.C.S.

Gaviño Rodríguez Juan H.¹, Galicia Pérez Marco
Antonio¹, Obeso Nieblas Maclovio² y Olivares Ortiz Aramis¹

¹Centro Universitario de Investigaciones
Oceanológicas, Universidad de Colima

²Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

gavinho@uclm.mx

Se aplica el método de Lanczos con el operador hidrodinámico barotrópico sin fricción, para obtener los modos de oscilación libres de la Bahía de la Paz, B.C.S., que se discretizó en una malla de 1000m x. 1000m Los periodos de los modos gravitacionales mas lentos encontrados fueron de 5.25h el fundamental y armónicos (en minutos) de 80.3, 59.1, 54.2, 43.9, 40.9, 39.3, 37.8, 35.6, etc., los periodos de los dos modos rotacionales mas rápidos fueron de 57.8h y 62.6h y corresponden a ondas atrapadas en la Boca Norte entre Isla San José e Isla Partida,. El modo fundamental gravitacional separa muy claramente a la ensenada de la bahía en donde es muy energético; en el primer armónico es la ensenada la energética, y en el segundo y tercer armónicos la energía esta homogéneamente distribuida. Los periodos de estos modos muestran similitud con los obtenidos de registros al paso de tsunamis (38,min 105min, 39min, 54min).

OCE-47 CARTEL

MAPPING THE POSSIBLE TSUNAMI HAZARD AS THE FIRST STEP TOWARDS A TSUNAMI RESISTANT COMMUNITY IN ESMERALDAS, ECUADOR

Ortiz Figueroa Modesto¹, Farreras Sanz
Salvador¹ y Arreaga Vargas Patricia²

¹División de Oceanología, CICESE

²Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Ecuador

ortizf@cicese.mx

Inundation maps for Esmeraldas, Ecuador were produced to identify areas susceptible to tsunami flooding as a first step to develop a reliable early tsunami warning system and to indicate evacuation routes and emergency shelter locations. The identification of possible tsunami source areas was based on the historic record of regional tsunamigenic earthquakes. As expected, results of the simulated tsunamis showed the most destructive tsunamis to Esmeraldas to be those that are generated directly off the coast of Esmeraldas. Among the most vulnerable places in Esmeraldas are Las Palmas and Capitanía de Puerto; this is in spite of the protection offered by structures built up to protect the harbor. Both banks of the Esmeraldas River were also found to be highly vulnerable to tsunami flooding.

OCE-48 CARTEL

AVANCES EN EL DESARROLLO DE UN MODELO A ESCALA DE LABORATORIO DE UNA PLANTA OTEC

Alatorre Mendieta Miguel Angel¹, Celis Hernández
Omar¹ y Aviña Jiménez Hector Miguel²

¹Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

²Facultad de Ingeniería, UNAM

maam@mar.icmyl.unam.mx

Se presentan los avances en el diseño de una planta OTEC a escala de laboratorio. La OTEC (Ocean Thermal Energy Conversión) es una máquina de vapor que funciona con el gradiente térmico del mar entre el agua caliente de la superficie y la fría de capas profundas (alrededor de 700m) y que sirve para generar electricidad a gran escala. El concepto de funcionamiento de una planta OTEC surgió en 1881, los primeros prototipos experimentales se construyeron entre 1928 a 1941 y fueron probados en el Océano Atlántico (costas de Bélgica, Cuba, Brasil y Costa de Marfil). En la segunda mitad del siglo XX se desarrollaron plantas mas eficientes que fueron instaladas en el Océano Pacífico (la planta OTEC mas exitosa está en tierra firme en Hawaii y funcionó entre 1993 y 1998 con una salida de 210 kw). Actualmente varios países están desarrollando prototipos con nueva tecnología.

En el ICMYL de la UNAM se tiene interés en conocer el funcionamiento de las plantas OTEC por su gran potencial en la obtención de energía limpia a gran escala a mediano plazo y porque en las costas del pacífico mexicano principalmente se tienen las condiciones adecuadas para su funcionamiento. Se presentan las experiencias que se han tenido en el desarrollo de un modelo a escala de laboratorio de una planta de este tipo que se han obtenido a partir de febrero de 2006.

OCE-49 CARTEL

ORBITAL MOTIONS AND COHERENT STRUCTURES IN THE INTERNAL TIDE ON A STEEP SHELF OFF THE PACIFIC COAST OF MEXICO

Filonov Anatoliy¹ y Konyaev Konstantin²

¹Departamento de Física, Universidad de Guadalajara

²N. N. Andreyev Acoustics Institute, Rusia

afilonov@cencar.udg.mx

Herein we discuss the results of a study of the structure, evolution and break-up of an internal tidal wave under conditions of a steep shelf with a slope close to that of the internal wave characteristic. Measurements were taken in Navidad Bay on Mexico's Pacific Coast. We demonstrate that, under the conditions of homogeneous density stratification, the internal tidal wave releases its energy and collapses due to resonant excitation in a sequence of third tidal harmonics. Those harmonics generate multiscale vertical bilateral steps that follow at regular intervals and feature coherent oscillations in the form of vertical jets that cover the entire water column.

OCE-50 CARTEL

ESTIMACIÓN DE LOS CAMPOS TERMODINÁMICOS VERTICALES DE LA REGIÓN IMECOCAL POR EL MÉTODO DE ANÁLISIS OBJETIVO

Arroyo Pedraza Laura, Gómez Valdés José y Jerónimo Gilberto

División de Oceanología, CICESE

fermina_lap@yahoo.com

El programa Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California (IMECOCAL) consiste en investigar tanto la física como la biología de la región sureña de la Corriente de California. Inició en 1997, y desde entonces conduce cruceros oceanográficos trimestrales que cubren toda ésta región. En éste trabajo se hace uso de los datos de CTD del programa IMECOCAL de 1997 a 2005 para investigar la variabilidad espacial de las escalas a las que los campos de temperatura, salinidad y densidad están correlacionados en la columna de agua para hacer un estimador de mínima varianza. Se encontró que en la dirección perpendicular a la costa la escala de correlación es O (100 km), lo que es indicio de que los fenómenos de mesoescala estarán bien resueltos por el estimador; en la dirección vertical, las escalas de correlación resultaron O (100 m). Finalmente se caracterizan fenómenos de mesoescala mediante la aplicación del estimador a los campos termodinámicos

OCE-51 CARTEL

EXPERIMENTOS SOBRE DISPERSIÓN EN UN FLUJO TURBULENTO BIDIMENSIONAL

Zavala Sansón Luis y Mandujano Miguel Angel

División de Oceanología, CICESE

lzavala@cicese.mx

La dispersión lagrangiana en un flujo turbulento bidimensional es analizada por medio de experimentos de laboratorio. Los resultados están orientados a comprender las propiedades

de la dispersión de trazadores pasivos en términos de las características de la turbulencia. El campo turbulento inicial es producido por medio del forzamiento de un arreglo de vórtices por medios electromagnéticos en una capa delgada de fluido conductor, dentro de un recipiente de forma cuadrada. Abajo del tanque se coloca un arreglo de 10 X 10 imanes cuyo campo magnético apunta en la dirección vertical de manera alternada. El fluido se pone en movimiento por medio de fuerzas de Lorentz al introducir una corriente eléctrica en el plano horizontal. Este método permite reproducir experimentalmente un campo turbulento complejo.

Varias configuraciones son analizadas para estudiar las propiedades de dispersión y transporte ya sea de partículas o de fluido marcado por medio de tintas de color contrastante con el fluido ambiente. En particular, el flujo continuo desde una fuente puntual colocada en una de las paredes del tanque es estudiado con mayor detalle. Esta configuración simula la descarga costera de un río, el derrame de un contaminante o la dispersión de material biológico proveniente de procesos costeros tales como surgencias. Un resultado básico e intuitivo es que la dispersión del trazador mar adentro es más efectiva en presencia de la turbulencia que sin ella. Cuando el flujo es turbulento, la descarga costera es capturada por las áreas adyacentes a los vórtices, dominadas por la deformación del fluido, formando largos filamentos que se extienden hacia el interior del dominio. Por último, se proponen algunas técnicas para cuantificar este transporte de manera simple.

OCE-52 CARTEL

EL ESTADO DEL B/O FRANCISCO DE ULLOA

García Córdova Joaquín

División de Oceanología, CICESE

joaquin@cicese.mx

Los Buques Oceanográficos son un instrumento fundamental para la investigación oceanográfica. En este contexto, el B/O Francisco de Ulloa (Ulloa) ha desempeñado un papel fundamental e indispensable en las investigaciones que se realizan en el mar territorial mexicano. El Ulloa ha navegado intensivamente cerca de 13 años (183 cruceros oceanográficos realizados, y ha navegado en promedio 152 días con 15447 millas náuticas recorridas por año) en los mares a ambos lados de la Península de Baja California y, a pesar, de ser un buque pequeño, ha extendido sus cruceros hasta las costas de Sinaloa, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. Los artículos científicos (~40), la formación de recursos humanos (~40 tesis, entre generadas y en proceso) y, sobre todo, el mejor conocimiento que tenemos de esas regiones de los mares mexicanos debido a las investigaciones realizadas a bordo del Ulloa, son la prueba de que este buque ha contribuido de manera fundamental al desarrollo de la investigación oceanográfica en México.

Este trabajo tiene por objetivo describir las actividades realizadas a bordo del buque y cuantificar la producción científica y formación de recursos humanos, basada en datos colectados en el Ulloa a partir del inicio de actividades en noviembre de 1993 hasta la fecha.

OCE-53 CARTEL

**VARIACIÓN ESPACIO TEMPORAL DE LA DIRECCIÓN DEL
VIENTO, BAJO EVENTO TEHUANO, USANDO RADAR HF**

Hernández Walls Rafael¹, Ocampo Torres
Francisco Javier² y Durazo Arvizu Reginaldo³

¹Universidad Autónoma de Baja California

²División de Oceanología, CICESE

³Facultad de Ciencias Marinas, UABC

rwalls@uabc.mx

Se presentan los resultados preliminares de la variación espacial y temporal de la dirección del viento, bajo evento Tehuano, para el Golfo de Tehuantepec, usando información de un sistema de radares HF instalado en la costa del Golfo de Tehuantepec y con un muestreo horario. El estudio, por lo pronto, solo está enfocado a eventos Tehuanos.

Sesión Regular

Paleontología

PALEO-1

LA GEOLOGÍA PARA EL ENTENDIMIENTO PALEOBOTÁNICO DE LAS PLANTAS FÓSILES DE LA FORMACIÓN CERRO DEL PUEBLO (CAMPANIANO TARDÍO), COAHUILA, MÉXICO

Estrada Ruiz Emilio, Centeno García Elena,
Cevallos Ferriz Sergio y Callejas Moreno Judith

Instituto de Geología, UNAM

emilioer@geologia.unam.mx

En una sección de 27 metros que se levantó en la localidad El Almacigo en los alrededores de Rincón Colorado al oeste de Saltillo, se recolectaron plantas y animales fósiles relacionadas con Palmae, Rhamnaceae, Ceratophyllaceae, hojas con margen entero sin determinar, dinosaurios, gasterópodos y ostreidos. Cerca de la base de la sección se recolectaron plantas fósiles, en un estrato de limolita con aproximadamente 2 m de espesor; aproximadamente 17 metros arriba, en areniscas de grano fino se recolectaron dinosaurios e invertebrados. Estos dos niveles fosilíferos están separados por paquetes intercalados de arenisca y limolita. Los fósiles en esta secuencia no están en conexión orgánica y su disposición oblicua al estrato sugiere que fueron arrastrados dentro de estos paquetes. La granulometría de la secuencia y la orientación de los fósiles indica que el material orgánico se transportó como parte de un flujo turbidítico, esto apoya que las plantas no fosilizaron in situ y que los animales que forman parte de este paquete fueron transportados. Sin embargo, los primeros vienen de zonas más continentales, mientras que los segundos se incorporaron al flujo cerca de su área de depósito final. Aunque no se ha encontrado evidencia sedimentológica que compruebe el sitio de crecimiento de las plantas, la presencia de Ceratophyllaceae sugiere fuertemente que tierra adentro existían ambientes palustres de agua dulce o ríos en cuyas riberas estas plantas podían crecer. Ambientes dulceacuícolas han sido sugeridos como presentes en otras localidades y niveles estratigráficos de la Formación Cerro del Pueblo, por lo que es importante entender bien esta cuenca sedimentaria en la que aparentemente existían lagunas donde alrededor de ellas crecían plantas que no siempre coexistían, sugiriendo el desarrollo de microambientes palustres.

PALEO-2

INFLUENCIA DE LA FLORA TROPICAL DEL PALEÓGENO EN EL ESTABLECIMIENTO DE LA FLORA NEOTROPICAL

Calvillo Canadell Laura y Cevallos Ferriz Sergio

Instituto de Geología, UNAM

lauretacc@hotmail.com

El estudio de macrofósiles de plantas con flor conservadas en sedimentos del Cretácico y Cenozoico en México es relativamente reciente y su contribución al entendimiento del origen de la biodiversidad también comienza a ser evidente. Las plantas identificadas hasta ahora hacen clara la relación entre las floras de latitudes altas y bajas de América del Norte (AN), pero también sugieren que desde entonces existieron plantas que aparentemente solo crecían en lo que hoy es México, dándole a las comunidades de latitudes bajas de AN un carácter distintivo si se compara con otras contemporáneas. Varias familias de plantas han servido para ilustrar esta situación, como son las Anacardiaceae y Moraceae, pero en los últimos 5 años las Leguminosae se han sumado de manera importante

a evidenciar las similitudes y diferencias entre paleofloras y paleocomunidades de distintas áreas de AN. Representantes de estos tres grupos son comunes en distintas comunidades, pero la presencia conjunta de éstas en comunidades de latitudes bajas es lo que las hace distintas. Por ejemplo, la presencia de Haplorhus, Loxopterigium (Anacardiaceae) e Inga (Leguminosae) en una misma localidad en la actualidad es desconocida, posiblemente se pueda dar en algún sitio de América del Sur (AS), pero hace 30 millones de años coexistieron en los alrededores de Tepexi de Rodríguez, Puebla. Estos mismos grupos de plantas ejemplifican como plantas que hoy se consideran típicas de AS y de las que se piensa llegaron a México a través del Puente formado por Istmo de Panamá, hace apenas unos 3.5 ma, vivieron y coexistieron en México hace 30 ma. Entonces, las nuevas evidencias sugieren que al menos algunas plantas que vivieron en AN durante el Paleógeno se incorporaron procedentes del norte a floras que se desarrollan hacia finales del Neógeno y hoy se consideran típicas de AS, como es la flora Neotropical. Es necesario continuar documentado estos ejemplos con el fin de comprender mejor el desarrollo histórico de la biodiversidad en México, misma que aparentemente es mucho más compleja de lo que se había planteado con anterioridad, y en el que el desarrollo de variados escenarios fisiográficos producto de la evolución geológica de México no solo guía sino que impulsa a la evolución biológica que hoy vemos reflejada en la megabiodiversidad del país.

PALEO-3

LAS PLANTAS COMO INDICADORAS DE CAMBIOS CLIMÁTICOS POR EFECTO DEL NACIMIENTO DEL EJE NEOVOLCÁNICO TRANSMEXICANO

Castañeda Posadas Carlos y Cevallos Ferriz Sergio

Instituto de Geología, UNAM

ccpaleo@correo.unam.mx

Estudios paleobotánicos desarrollados en la región de Panotla, Tlaxcala, demuestran que existió un cambio muy importante en las condiciones climáticas y altitudinales de la región. Con base en estudios realizados con diatomeas, Rico y Villalaza en los 90's, sugieren que en el pasado en la región existieron varios cuerpos de agua o lagos, que se fueron secando. Posteriormente, realizando la descripción e identificación de maderas permineralizadas recolectadas en la región norte de San Nicolás Panotla, Tlaxcala, que forman parte de sedimentos lacustres del mal llamado "Bloque Tlaxcala" de edad Mioceno Tardío, se han reconocido cinco géneros, Terminalia, Cedrela, Hypodaphnis, Podocarpus y Taxus. La importancia de la presencia de estas plantas en Panotla reside en que Cedrela, Hypodaphnis y Terminalia son grupos cuyos parientes actuales se desarrollan en condiciones netamente tropicales, mientras que los parientes actuales de Podocarpus y Taxus, se distribuyen en bosques mesófilos de montaña. Aspectos eco-fisiológicos del desarrollo de Terminalia, Cedrela y Hypodaphnis sugieren que éstos debieron establecerse en altitudes menores a 900 metros sobre el nivel del mar (altura limitante para el desarrollo de Terminalia), que el ambiente en que prosperaron tuvo temperatura elevada (entre 20° y 25°) y constante (condiciones necesarias para el desarrollo de Cedrela, Terminalia, Hypodaphnis, Podocarpus y Taxus), además de precipitación media anual entre los 2500 y 4000 mm, finalmente los suelos en que crecieron fueron bien drenados, preferentemente de origen ígneo. Es posible además sugerir, por la presencia de otros organismos, que la selva creció alrededor de un paleolago con salinidad variable hasta convertirse en cuerpo de agua dulce (presencia de los ostrácodos y diatomeas).

La presencia de todos estos organismos comparada con los que actualmente viven en la zona demuestran que existió un gran cambio en la altitud de la región y que consecuentemente provocó un cambio en las condiciones climáticas. El lago posiblemente fue extenso pero la actividad volcánica del eje neovolcánico lo fragmento en pequeños cuerpos de agua, y aparentemente promovió el levantamiento topográfico de la región cambiando así el escenario ecológico, el tipo de vegetación y obviamente la composición florística; llevándolas a su extinción local, y promoviendo condiciones para el establecimiento de otras comunidades bajo parámetros climático-ecológicos distintos, hasta alcanzar la situación actual, con altitud de 2200 metros sobre el nivel del mar, clima templado subhúmedo con lluvias en verano, precipitación máxima de 165 mm y temperatura máxima de 24.3 ° y mínima de 0° C, en donde *Pinus pseudostrobus*, *Quercus* sp y *Cupressus benthamii* crecen con facilidad, como en la actualidad.

PALEO-4

NUEVOS DATOS PALEONTOLÓGICOS DE LA MASTOFAUNA DE LA CUENCA DE CUITZEO, MICHOACÁN, MÉXICO

García Zepeda María Luisa¹, Garduño
Monroy Víctor Hugo² y Rook Lorenzo³

¹Facultad de Biología, UMSNH

²Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

³Universidad de Florencia, Italia

gzepeda@zeus.umich.mx

La cuenca de cuitzeo es una gran depresión tectónica con orientación general E-O, NE-SO. Se ubica en el centro de México, al norte del estado de Michoacán, forma parte del Cinturón Volcánico Mexicano (CVM) con una altitud de 1900 msnm. En el sector sur del lago y mas precisamente en la región de Charo afloran las secuencias lacustres y fluviolacustres mas antiguas del lago (Mioceno). En la zona norte (La Cinta) afloran sedimentos mas recientes Pleistoceno-Holoceno.

En el presente trabajo para la cuenca de cuitzeo se registraron mamíferos fósiles pertenecientes a 6 órdenes, 10 familias, 13 géneros y seis especies. Todos de origen norteamericano. Es importante mencionar que de estos, 12 géneros son de nuevos registro en las localidades la Cinta, Indaparapeo y Cuto del Porvenir; 4 especies y 4 géneros se reportan por primera vez para la cuenca y el estado de Michoacán. En la zona Norte de la cuenca (la Cinta) se reportan los siguientes grupos: *Bison* cf. *B. bison*, *Camelops hesternus*, *Platygonus* sp., *Urocyon* sp., *Lepus* sp., *Neotoma* cf. *N. tlapacoyana*, *Sigmodon hispidus* e *Microtus* sp., y la edad podría ser considerada del Pleistoceno tardío (Rancholabreano).

la zona sur de la cuenca (Charo) se registran restos del género *Rhynchotherium* sp. de edad Blancana (Plioceno inferior). Este proboscideo ya habia sido registrado en el área, pero su registro in situ es una confirma de la edad relativamente antigua (Plioceno inferior) de los sedimentos de esta porción de la cuenca.

PALEO-5

ESTRATIGRAFIA DEL TERCIARIO TARDÍO EN LA CUENCA DE JUCHIPILA-JALPA, ESTADO DE ZACATECAS Y SUS IMPLICACIONES PARA EL GRAN INTERCAMBIO DE FAUNAS ENTRE LAS AMÉRICAS

Castañeda Oscar Carranza, Aranda Gómez José
Jorge, Aguirre Díaz Gerardo y Nieto Obregón Jorge

Centro de Geociencias, UNAM

carranza@geociencias.unam.mx

Investigaciones en los rellenos de cuencas sedimentarias del Terciario tardío en el centro de México han aportado datos acerca de su origen y evolución. El estudio de la fauna de vertebrados fósiles en los sedimentos y el análisis geocronológico de cenizas volcánicas intercaladas con los estratos fosilíferos ha permitido determinar la edad de la deformación que originó a las cuencas. Así mismo, los fósiles han aportado evidencias nuevas acerca de eventos biológicos y tectónicos del Terciario tardío de importancia continental. Una de las aportaciones más relevantes al respecto son las evidencias acerca de la migración de faunas de las regiones holártica y neotropical y las rutas que siguieron para su integración en el centro de México durante el Blancano temprano.

En trabajos previos se demostró que la integración de faunas neotropicales de Sudamérica y holoárticas de Norteamérica ocurrió 1.5 millones de años antes de lo que se había sugerido, con base en la identificación de inmigrantes sudamericanos en las faunas fósiles de Arizona, Texas y Florida. Conforme a los fósiles colectados en México, el inicio del intercambio biótico entre las Américas y la formación del puente panameño sucedió cerca del límite del Henfiliano-Blancano (4.8- 4.7 Ma).

Otro hallazgo reciente importante son los registros de mustelidos *Canopathus* y cf. *Pliotaxidea*, que son los mas australes conocidos hasta ahora, y los primeros en faunas del centro de México. Éstos fósiles provienen de sedimentos del Blancano temprano de San Miguel de Allende (Guanajuato).

Sin embargo, los registros del intercambio están aislados y separados por distancias considerables, ya que entre las localidades fosilíferas del centro de México y las de las Grandes Planicies de EUA hasta ahora no hay datos, a pesar de que existen muchas cuencas entre ellas. El estudio de las faunas en estas cuencas no investigadas es necesario para conocer las rutas de migración de las faunas durante el Cenozoico tardío. Consecuentemente, la investigación se extendió al graben de Juchipila-Jalpa. Los resultados preliminares obtenidos demuestran que cerca del fondo de la cuenca los sedimentos lacustres alcanzan hasta 100m de espesor y que existen varios horizontes estratigráficos con capas lacustres con ostrácodos y gasterópodos abundantes. Intercalados con esta secuencia lacustre hay sedimentos fluviales compuestos por arena y arcilla que contienen restos de mamíferos. En El Mixtón (ZAC-JUCH 30) y La Escalera (ZAC-JAL 32) se colectaron molares, superiores e inferiores, de équidos referidos tentativamente a *Calippus* y *Neohipparion*. En La Escalera también se recuperaron molares del rinoceronte *Teleoceras*. Estos registros sugieren que la edad de estas localidades corresponde a la parte más tardía del Henfiliano temprano. En el Arroyo de Los Fragmentos (ZAC-JUCH 25) se recolectaron restos de *Astrohippus stockii* y *Dinohippus mexicanus* que indican una edad de Henfiliano tardío para esta parte de la secuencia.

PALEO-6

INTERPRETACIÓN DE UNA ASOCIACIÓN DE MOLUSCOS EN LOS DEPÓSITOS DE LA ZORRA, B.C.S.

Montiel Boehringer Astrid, Ledesma
Vázquez Jorge y Ávila Serrano Guillermo E.

Facultad de Ciencias Marinas, UABC

astridm_2000@yahoo.com

Con la finalidad de observar la composición de los organismos de una asociación de moluscos pelecipodos y conocer su cambio a través del tiempo, se midieron 159 ejemplares distribuidos en 8 diferentes capas de una columna estratigráfica. La sección medida se presenta dentro del Miembro El Saucito de la Formación San Nicolás del Plioceno, que se caracteriza por ser fosilífera compuestas de biocalcarenitas bien estratificadas con capas de conglomerados y conchas amalgamadas. Se describió la columna estratigráfica y se midió la longitud de la charnela en los pelecipodos para cada capa, así como su identificación taxonómica a nivel especie, y la interpretación tafonómica. Las capas de la columna son de color beige compuestas de biocalcarenita y conchas de pelecipodos fragmentados y completos, las conchas se presentan con orientación predominantemente Norte; tienen una matriz que contiene material volcanoclástico que es característica del Miembro El Saucito. El espesor de cada capa es menor a 1 m a excepción de la capa 7 (4 m), y la cantidad de conchas aumenta en las dos capas superiores. Las mediciones y observaciones indican que los organismos de talla más grande se encontraron en las dos capas superiores. La orientación predominante y su cambio en las capas superiores, indican diferencia en la energía durante su depositación. Se propone realizar un método mediante medidas morfométricas (relación altura-ancho del umbo), por que es común encontrar depósitos de conchas retrabajadas, fragmentadas y cementadas en sustrato duro, que dificulta la extracción, como fue nuestro caso, lo que hace importante usar métodos alternativos para caracterizar mejor la asociación. El depósito sedimentario se identifica como el frente de una onda de arena (sand wave) en su parte fina, alejada de la costa. Se determinó un cambio de la diversidad y/o incremento en el tamaño de los organismos.

PALEO-7 CARTEL

RESULTADOS PRELIMINARES DE LA PALEONTOLOGÍA Y LA MAGNETOESTRATIGRAFÍA DE LA CUENCA DE CHAPALA, JALISCO

Méndez Cárdenas Doris y Benammi Mouloud

Instituto de Geofísica, UNAM

dorismendezc@hotmail.com

La magnetoestratigrafía proporciona un importante marco temporal global del tiempo y junto con la bioestratigrafía, se perfilan como las herramientas importantes en la asignación de edades en secuencias sedimentarias.

En la actualidad, es ampliamente reconocido que los estudios magnetoestratigráficos en secuencias continentales y con fósiles de vertebrados, pueden proveer una calibración más precisa en la edad de estas secuencias, lo que permitió tratar la evolución de estos mamíferos.

La historia terciaria de México se ha estudiado incluyendo los eventos volcánicos que fueron acompañados por la acumulación de sedimentos continentales con contenido fósil de mamíferos.

El presente trabajo muestra los resultados preliminares de la paleontología de roedores y de la magnetoestratigrafía de la cuenca de Chapala.

Sesión Regular

Sedimentología y Estratigrafía

SED-1

FLUJOS GRAVITACIONALES Y ESTRUCTURAS ARMADAS PARA

Ledesma Vázquez Jorge¹, Backus Dave², Johnson Markes²,
Montiel Boehringer Astrid¹ y Fernández Díaz Violeta¹

¹Facultad de Ciencias Marinas, UABC

²Geosciences Department, Williams College, USA

ledesma@uabc.mx

El basamento local de la isla esta constituido por rocas ígneas extrusivas del Grupo Comondú. La sección estratigráfica para Isla Monserrat incluye en su base depósitos localizados en la porción norte de la isla al nivel del mar, mientras que las capas de la parte central y sur de la isla se presentan desde el nivel del mar hasta los 200m.

La secuencia del norte consta de 65 metros de espesor de sedimentos limo-arcillosos de color ocre en capas bien estratificadas de 5 a 50 cm de espesor, buzando hacia el N 75° E con un echado constante de 17° para toda la columna. Los contactos entre las capas son concordantes. Se presenta con escasa presencia de estratificación cruzada acunada y con presencia moderada de icnofósiles de la icnofacies domichnia.

Las capas de la región sur y central de la isla esta constituida por 55 metros de biocalcarenitas y biocalcarenitas arcillosas con escasos fragmentos de roca volcánica tamaño arena fina, de color beige en capas bien estratificadas separadas por contactos erosivos, las capas varían su espesor de 0.6 a 1.5 m. Buzando hacia el sur con valores de 6° como un echado original y hasta de 20° cuando se presentan cercanas a planos de falla hacia el norte dentro de la sección. Todas las capas son fosilíferas con presencia abundante de *Aequipecten abietis*, común de *Patinopecten bakeri* y rara de *Lyropecten sinodosus* y *Ostrea* sp. También se presentan icnofósiles *Ophiomorpha*. La distribución batimétrica conocida para los organismos abundantes va de los 6 a los 40 m.

Las capas se inician como un depósito de línea de costa rocosa en el norte de la cuenca caracterizado por fragmentos de roca extrusiva bien redondeados, afectado por fallas E-O, que se presentan como un juego de fallas desde los 55 metros hasta el nivel del mar, paralelas entre sí. La cuenca de acumulación para estas capas esta controlada por fallas N-S. Las capas se presentan con estructuras armadas de lodo con diámetros promedio de 0.6 m presentando capas concéntricas de pectínidos principalmente como valvas disgregadas y algunos ejemplares articulados. Además de presentar canales rellenos por el mismo tipo de fósiles.

Las capas de la parte norte de la isla se interpreta como una depositación ocurrida sobre la plataforma externa, influenciada en pocas ocasiones por oleaje de tormenta y posteriormente basculada durante el Plioceno temprano por procesos sin-extensionales.

Para el sur todo el deposito se interpreta como una secuencia de flujos gravitacionales con el material sedimentario conjuntado en la zona intermareal, bajo condiciones macromareales e iniciado el flujo durante sismos, siendo estos flujos canalizados por la presencia de las fallas N-S y depositados en la plataforma interna. Todo esto sedimentación se realizó en una etapa post-extensional dentro del Golfo de California.

SED-2

MICROFACIES DE BRECHAS CALCÁREAS DE LA FORMACIÓN TAMABRA EN LA PARTE CENTRAL DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Rodríguez Hernández Edgard Iván¹, López
Doncel Rubén² y Cruz Márquez Judith¹

¹Universidad Autónoma de San Luis Potosí

²Instituto de Geología, UASLP

edgard_rdz@prodigy.net.mx

En la parte central del Estado de San Luis Potosí se han identificado depósitos de brechas calcáreas característicos de una zona de transición Plataforma-Cuenca, los cuales por su litología y génesis han sido llamados Formación Tamabra.

El objetivo de este estudio fue realizar un análisis microfacial y sedimentológico de las brechas calcáreas, aunado a un estudio granulométrico (Rodríguez-Hernández, 2005), para determinar el origen de sus componentes (zonas de facies), mecanismo de transporte y ambiente de depositación. Se analizó un total de 52 láminas delgadas elaboradas a partir de muestras recolectadas en afloramientos localizados de Sur a Norte en las cercanías de El Xoconoxtle y Armadillo de los Infante (Sierra de Álvarez), San Antonio de Eguía (Sierra de San Pedro), El Coro, Corazones y Rincón de Leijas (parte alta, flanco occidental y límite norte de la Sierra El Coro respectivamente).

Las características sedimentológicas que presentan estas brechas son: contactos inferiores planos con ligeras evidencias de erosión, contactos superiores transicionales, espesores desde 0.5 hasta 14 m, afloran lenticularmente, masivas y algunos afloramientos presentan gradación normal hacia la cima, polilitológicas (componentes de aguas someras y profundas), componentes >2 mm a bloques <1 m, de forma tabular, angulosos a subredondeados con baja esfericidad o redondeados con alta esfericidad, sorteamiento pobre a moderado, de arreglo caótico con una ligera imbricación y orientación W-NW, en una masa básica micrítica, esparítica y en ocasiones arcillosa.

Estas brechas están constituidas de Floatstone/Rudstone de intraclastos, bioclastos, extraclastos, ooides, granos cobijados y pellets; dentro de las cuales se diferencian dos tipos de sedimentación: el primer tipo está representado por clastos tabulares angulosos que varían en composición desde wackestone con espículas a mudstone/wackestone con fauna pelágica y laminación milimétrica (SMF 1, 2 y 3), indicando una sedimentación lenta autóctona depositada en ambientes de aguas profundas característica de zonas de facies de cuenca, plataforma de mar abierto e inclusive pie de talud (FZ 1 a 3) y el segundo tipo está representado por clastos subredondeados y material de origen alóctono (marino somero), transportados por procesos gravitacionales y de suspensión desde el margen de plataforma y zonas post-arrecifales (FZ 5 a 7), sobresaliendo bioclastos (algas, esponjas, corales, rudistas, y braquiópodos), foraminíferos (orbitolinidos y miliólidos) y extraclastos (p.e. packstone de granos cubiertos, bioclastos y pellets: SMF 11; grainstone de ooides: SMF 15; grainstone-packstone con abundantes foraminíferos bentónicos: SMF 18).

La coexistencia de componentes de origen autóctono y alóctono indican que esta brecha se formó debido al aporte de material de zonas post-arrecifales a través de canales y/o colapsos de zonas inestables del margen de la plataforma debido a la progradación del frente arrecifal o actividad sísmica, originando el desprendimiento de grandes bloques de roca que fueron transportados y canalizados a lo largo del talud (Submarine

rockfalls), ocasionando a la vez un flujo de escombros compuesto de clastos gruesos soportados y acarreados por una mezcla de lodo y agua (Debris-Flow), depositándose finalmente como una brecha de grano grueso en la zona distal del pie de talud (FZ 3).

SED-3

ESTUDIO PETROGRÁFICO-MICROFACIAL DE UNA SECUENCIA ATÍPICA DE LA FORMACIÓN CUESTA DEL CURA EN LA CUENCA MESOZOICA DEL CENTRO DE MÉXICO

López Doncel Rubén¹ y Hernández Torres César Arturo²

¹Instituto de Geología, UASLP

²Facultad de Ingeniería, UASLP

rlopez@uaslp.mx

La Cuenca Mesozoica del Centro de México (CMCM) contiene una secuencia de sedimentos marinos de más de 1000 m de espesor, consistente principalmente de carbonatos (Jurásico Tardío, Cretácico Temprano) y de rocas detríticas continentales (Cretácico Tardío) que van del Oxfordiano hasta el Maastrichtiano.

El desarrollo de la CMCM fue en general de tipo transgresivo, teniendo su mayor profundidad durante el Albiano-Cenomaniano, edad en que fueron transgredidos los últimos bloques continentales que se encontraban expuestos y que formaron extensas plataformas carbonatadas, como lo fueron las plataformas de Valles-San Luis Potosí y La Faja de Oro entre otras.

Fue durante esta edad que se depositaron las rocas de la Formación Cuesta del Cura, las cuales se extendieron desde la porción norte de México (Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas) hasta la porción centro oriental de México en la CMCM.

En su localidad tipo la Formación Cuesta del Cura fue descrita como calizas gris oscuras, en capas delgadas con estratificación ondulada que se encuentran intercaladas con capas, lentes y nódulos de Pedernal. Normalmente estas capas se muestran muy constantes y monótonas, mostrando localmente laminación así como ocasionales capas delgadas y láminas de lutitas rozadas.

En la porción occidental del Estado de San Luis Potosí, en un corredor con rumbo NNW-SSE, localizado entre las ciudades de Ahualulco y Moctezuma, S.L.P., se encuentra una secuencia de entre 70 y 100 m de espesor de la Formación Cuesta del Cura, donde sin embargo intercaladas a series típicas del depósito de cuenca se encuentran capas gruesas hasta medianas de brechas calcáreas sinsedimentarias. Estas brechas, de entre 20 cm hasta 70 cm de espesor (floatstones / rudstones) se componen de clastos que van de milímetros hasta 40 cm de diámetro. Normalmente los clastos son subangulares a subredondeados y la fábrica de las brechas varía constantemente de soportada en granos a soportada en matriz. El arreglo de los clastos es caótico aunque se llega a apreciar una ligera imbricación.

Análisis microfaciales de los clastos revelan que los intraclastos están mayormente representados, seguidos de extraclastos y bioclastos. Los intracalstos son mayormente mudstones y wackestones de la zona de facies (2 y 3), mientras que los extraclastos representan claramente una zona de facies 4. Los bioclastos son restos de moluscos (mayormente amonites y bivalvos de conchas delgadas), así como restos de crinoides y fauna pelágica. Todos los fósiles son de edad del Cretácico

medio. Interesante es la presencia de microfauna bentónica (miliolidos y orbitolinas), así como de ooides.

El origen de estas brechas sugieren la existencia de un alto estructural dentro de la CMCM, donde aunque con claros indicios de aguas relativamente someras (fauna bentónica y ooides) no fue lo suficientemente somero para la formación de arrecifes, ya que no existen restos de organismos arrecifales, y es por la misma razón que es descartable la posibilidad de aportes detríticos del oriente desde la vecina Plataforma Valles-San Luis Potosí.

SED-4 CARTEL

IMPLICACIONES FACIALES Y DEPOSICIONALES EN LAS ROCAS DEL CRETÁCICO TARDÍO DE UNA ZONA “PLATAFORMA – CUENCA”, EN LA PORCIÓN CENTRO-ORIENTAL DE MÉXICO

Cruz Márquez Judith¹, López Doncel Rubén²
y Rodríguez Hernández Edgard Iván¹

¹Universidad Autónoma de San Luis Potosí

²Instituto de Geología, UASLP

yudichin@yahoo.com.mx

A partir del Cretácico Tardío la porción centro-oriental de México cambió gradualmente de ser un dominio carbonatado transgresivo a un dominio terrígeno regresivo. El aporte de material terrígeno proveniente del occidente, producto de la subducción en el Pacífico y el consecuente levantamiento del bloque occidental mexicano, modificó las secuencias sedimentarias pasando gradualmente de calizas a margas y lutitas. Estudios realizados en rocas transicionales de estas edades (Turoniano – Campaniano – Maastrichtiano?), en las Sierras del Meco y Sierra del Coro, S.L.P., muestran la competencia de una típica serie “caliza-marga” la cual era controlada por el aporte detrítico continental del oeste y la sedimentación autóctona de aguas profundas (mudstones y wackestones) y carbonatos periplataforma del este (grainstones hasta rudstones). La mezcla de estas secuencias quedó dentro del registro sedimentario como secuencias rítmicas de calizas de aguas profundas, margas, lutitas y localmente areniscas intercaladas consistentemente con brechas calcáreas con componentes de aguas someras. El contenido arcilloso aumentó para el Coniaciano-Santoniano inhibiendo casi en su totalidad la producción de carbonatos, desapareciendo totalmente para fines del Santoniano. Sin embargo dentro de las rocas lutítico-areníticas de fines del Santoniano – Campaniano continuaron depositándose sedimentos alóctonos en forma de brechas con matriz arcillosa pero con componentes exclusivamente calcáreos de aguas someras, provenientes de la regresiva Plataforma Valles-San Luis Potosí.

El estudio de estas secuencias comparado con estudios realizados a rocas exclusivamente carbonatadas del Aptiano? al Cenomaniano de la Formación Tamabra en la misma región, demuestran que los mecanismos y tipos de depósito permanecieron constantes desde el Aptiano hasta el Maastrichtiano, con depósitos de cuenca, talud y plataforma, mostrando únicamente variaciones que fueron controladas por la litología, por lo que es posible documentar este cambio litológico denominando a los sedimentos calcáreo-arcillosos del Cretácico Tardío como miembro superior o miembro arcilloso de la Formación Tamabra (equivalente a la Formación Soyatal).

El estudio de estas secuencias sedimentarias del Cretácico Tardío evidencian de igual modo que las estructuras

paleogeográficas (Cuenca Mesozoica del Centro de México, zona transicional del talud y Plataforma Valles-San Luis Potosí) de la zona de estudio continuaron hasta el Maastrichtiano.

SED-5 CARTEL

ESTRATIGRAFIA, EDAD, AMBIENTE DE DEPOSITACIÓN Y CORRELACIONES DE LAS ROCAS TRIÁSICAS DEL CAUCE INFERIOR DEL BÍO BÍO, VIII REGIÓN-CHILE

Villacura Aránguiz Bernardo Enrique¹ y Abad Escobar Eduardo²

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM

²Departamento de Ciencias de la Tierra,
Universidad de Concepción, Chile

bernie40@gmail.com

Este trabajo fue realizado como parte del proyecto de la Dirección de Investigación de la Universidad de Concepción, N° 99.025.010-1.0 denominado "Análisis Secuencial de Facies en el Triásico del Bío Bío". El área de estudio, se ubica en la VIII Región del Bío Bío, Provincia de Concepción (Chile), aproximadamente entre los 37° 00' - 37° 10' de latitud sur y los 72° 48' 00'' - 72° 58' 30'' de longitud oeste. Se reconocieron las siguientes unidades:

1-Unidad A: Unidad basal, formada principalmente por arcasas gruesas a finas, arenitas medias y finas y en menor grado lutitas negras con poco a moderado contenido fosilífero vegetal y material carbonoso.

2- Unidad B: Constituida por arenitas gruesas a finas, en parte conglomeráticas, lutitas negras que contienen mantos de carbón (Cerro Calquinhue) y abundante contenido fósil y moderado contenido de fósiles de agua dulce.

3- Unidad C: Contiene arenitas medias a gruesas, ruditas, lutitas y arcillolitas blancas con contenido fosilífero vegetal.

4- Unidad D: Unidad superior, formada principalmente por lutitas negras y pardas, con alto contenido fosilífero vegetal y de invertebrados de agua dulce, en menor cantidad está compuesta por arenitas medias a finas y arcasas medias a finas. Esta unidad al parecer por su litología y contenido fosilífero vegetal y de invertebrados de agua dulce corresponde a un ambiente límico continental.

Sobre la base del contenido fosilífero se determina que la secuencia estratigráfica más antigua del área de estudio corresponde a la secuencia de la Unidad A, en la que el contenido fósil correspondiente a *Linguifolium* sp, *Dicroidium odontopteris* y *Dicroidium zuberi*, le asignan una edad correspondiente al Triásico Superior. La Unidad B, cuyo contenido fosilífero representado por *Linguifolium* sp, *Dicroidium odontopteris*, *Dicroidium zuberi*, *Clathropteris* sp., *Dictiophylum* sp., *Sphenopteris* sp., *Junjites* (afinidad incierta), *Baiera rolleri* y *Heidiphyllum elongatum*, le asignan una edad relativa al Triásico Superior, pero la presencia de *Baiera rolleri* y *Sphenopteris* sp., la restringen al Rético. La Unidad C, se caracteriza por contener fósiles de invertebrados de agua dulce tales como *Unio* y *Stheria forbesii*, ambos de edad relativa del Triásico Superior.

La Unidad D se caracteriza por contener flora fósil representada por *Heidiphyllum elongatum*, pero además contiene fósiles marinos de *Halobia* cuya edad relativa se asigna al Ladiniano-Cárnico.

El registro fósil de las asociaciones paleoflorísticas de las unidades A y B, refleja un ambiente de depositación continental,

cálido templado y húmedo, saturado de agua dulce, el cual pudo haber sido un ambiente pantanoso o lacustre

El registro fósil de la Unidad C, caracteriza un ambiente lacustre de aguas dulces, posiblemente deltaico. Por otra parte, los fósiles de *Halobia* recolectados en la unidad D, indican un ambiente planctónico marino.

SED-6 CARTEL

REVISIÓN ESTRATIGRÁFICA Y PALEOAMBIENTAL DEL CONGLOMERADO GUANAJUATO: PROPUESTA DE FORMALIZACIÓN COMO FORMACIÓN CONGLOMERADO GUANAJUATO

Miranda Avilés Raúl, Puy Alquiza María
Jesús y Martínez Reyes Juan José

Facultad de Minas, Metalurgia y Geología, Universidad de Guanajuato

rmiranda@quijote.ugto.mx

En el estado de Guanajuato, particularmente en los alrededores de la ciudad de Guanajuato afloran conglomerados y areniscas originalmente denominadas conglomerado Guanajuato (Botsford, 1909). El presente trabajo revisa la nomenclatura estratigráfica del denominado conglomerado Guanajuato, tomando en cuenta la gran diversidad de nombres asignados a dichas rocas y la falta de formalización en su nomenclatura de acuerdo al North American Stratigraphic Code (NASC, 2005). El conglomerado Guanajuato (sensu Botsford, 1909) es una unidad litoestratigráfica que aflora en la porción central del distrito minero de Guanajuato, desde el punto de vista económico es la roca encajonante de una gran parte de las vetas que han producido mas de 34 000 toneladas de plata y 175 toneladas de oro (Mango et al., 1991) durante mas de 450 años. El conglomerado Guanajuato, tiene un espesor aproximado de 1500 m y sobreyace al basamento Pre-Cenozoico constituido de rocas plutónicas, volcano-sedimentarias y sedimentarias plegadas. Está cubierto por rocas volcánicas félsicas del Eoceno Superior-Oligoceno Inferior. Edwards (1955) dividió al conglomerado Guanajuato en el miembro inferior constituido por areniscas rojas y cafés, intercaladas localmente con capas de lavas y conglomerados y en el miembro superior conformado por una secuencia de conglomerados y brechas. Los dos miembros que constituyen el conglomerado Guanajuato están separados por una discordancia estratigráfica, que representa un hiatus de duración aun no determinada. El conglomerado Guanajuato fue depositado inicialmente en un ambiente de abanico aluvial proximal (tipo trollheim) progradando a un sistema fluvial tipo Platte, con aporte de arenas y gravas angulares, con una fuente de aporte proximal. Una revisión de los trabajos que hacen referencia al conglomerado Guanajuato en los últimos 100 años permite conocer la diversidad de denominaciones y la falta de formalización estratigráfica de dicha unidad. Originalmente fue nombrado informalmente como conglomerado Guanajuato por Botsford (1909) y descrito respetando el mismo nombre por Wandke y Marinez (1928), Edwards (1955), Martínez-Reyes (1992), Nieto-Samaniego (1992), Randall y colaboradores (1994), Aranda-Gomez y McDowell (1998), Nieto-Samaniego y colaboradores (1999). Por otra parte se nombró conglomerado rojo de Guanajuato por Echegoyen-Sanchez y colaboradores (1970), Aranda-Gómez y Nieto-Samaniego (1989), Cerca-Martínez y colaboradores (2000), Alaniz-Álvarez y colaboradores (2001), incluso ha sido nombrado simplemente como conglomerado rojo por Guiza y colaboradores (1949) al igual que por Fries y colaboradores (1955). Existen intentos de formalización con el nombre de

formación Guanajuato, como en el trabajo de Gross (1975), donde incluye el nombre formación Guanajuato en la leyenda de figuras, sin incluir descripción litológica, justificación o referencia alguna en el texto. La revisión de la nomenclatura histórica, del ambiente de depósito y una nueva edad Ar40/Ar36 (45.8 $\pm$ 0.8 Ma) de las coladas de lava del miembro inferior, es tomado en cuenta para proponer basados en el NASC (2005), se eleve de rango al conglomerado Guanajuato (sensu Botsford, 1909) como Formación Conglomerado Guanajuato.

Sesión Regular

Sismología

SIS-1

THERMOELASTIC EXPRESSIONS FOR THE EFFECTIVE COEFFICIENTS OF A FIBER-REINFORCED COMPOSITE

Sabina Ciscar Federico¹, Guinovart Díaz Raúl², Bravo Castillero Julian² y Rodríguez Ramos Reinaldo²

¹Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM

²Facultad de Matemática y Computación, Universidad de la Habana, Cuba

fjs@mym.iimas.unam.mx

A fiber-reinforced periodic elastic composite, where the constituents exhibit transverse isotropic properties, is considered here. The fiber cross-section is circular and the periodicity is the same in two orthogonal directions. Analytical formulae are obtained for the effective thermoelastic properties

of this composite by means of the Asymptotic Homogenization Method. This method has been applied for a new derivation of Hill's type of universal relations, involving thermal coefficient for fibrous composite, without solving any local problem. The solution of the required resulting local problems makes use of potential methods of a complex variable and properties of Weierstrass elliptic and related functions. Comparisons with experimental data and others approaches are shown. This results may be of interest when dealing with rocks in a hot environment.

SIS-2

LA INTENSIDAD DEL TERREMOTO DEL 21 DE ENERO DE 2003 (MW 7.5) EN LOS ESTADOS DE COLIMA, JALISCO Y MICHOACÁN

Zobin Peremanova Vyacheslav¹ y Pizano Silva Jaime²

¹Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima

²Facultad de Ingeniería Civil, Universidad de Colima

vzobin@cgcic.ocol.mx

Estudio macrosísmico del terremoto del 21 de enero de 2003 fue realizado con dos cuestionarios basados en la escala Mercalli Modificada (MM) de 12 grados y la escala de daños de 7 grados en los estados de Colima, Jalisco y Michoacán. Los efectos macrosísmicos fueron revisados en alrededor de 4,000 casas de 83 poblaciones. La zona de intensidad máxima de VII grados MM tiene la longitud de 60 Km. y el ancho de 30 Km. y está dirigida casi perpendicularmente a la costa. La comparación de la zona de intensidad máxima con la posición de la ruptura del sismo reconstruida por la inversión de ondas sísmicas (Yagi et al., 2004) muestra que la zona de intensidad máxima muestra una prolongación de la ruptura sub-oceánica al continente. Como resultado, la intensidad del terremoto en la ciudad de Colima fue observada con 1.5 grado mayor que se puede esperar para el sismo de la magnitud 7.5 de acuerdo con la curva de atenuación de intensidad con distancia para los temblores originados en la zona de subducción Mexicana.

SIS-3

MICROZONIFICACIÓN GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA DE LA ZONA CONURBADA DE LA CIUDAD DE XALAPA (ZCX), VER.

Torres Morales Gilbert¹, Mora González Ignacio², Rodríguez Elizarrarás Sergio², Ruiz Hernández Edgar², Hernández Hernández Javier², Murrieta José Luis¹ y Gómez López David¹

¹Centro de Ciencias de la Tierra y Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Veracruzana

²Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana

giltorresmorales@yahoo.com.mx

Se presentan los resultados de una clasificación preliminar de suelos de acuerdo a sus principales características en la Ciudad de Xalapa. Se da inicio a una base de datos de estudios de mecánica de suelos en la zona, en donde se incluyen las principales características del suelo a diferentes profundidades, estos se ubicaron espacialmente en un mapa georeferenciado de la zona. Además se delimitaron diferentes zonas de acuerdo a las características de geomorfología, hidrología y geología, las que se relacionan a los diferentes puntos de estudios de mecánica de suelos para establecer sus principales características geotécnicas y se precisa su origen a diferentes conos volcánicos que rodean la zona.

Las diferentes zonas resultantes en la investigación se delimitaran espacialmente en un SIG, y se enriquecerán los datos, agregando el valor aproximado de su efecto de sitio, obtenido mediante la técnica de Nakamura con registros de vibración ambiental, se indicara un valor de periodo dominante del terreno, así como, de la posible amplificación máxima relativa a terreno firme para cada una de estas zonas. Actualmente se cuenta con dos estaciones de monitoreo sísmico permanente en la zona, instaladas en terreno firme y terreno blando. Se espera poder registrar un sismo simultáneamente en las estaciones para poder corroborar mediante la técnica estándar los resultados obtenidos mediante vibración ambiental. Se pretende mediante estos trabajos sentar las bases para estudios mas detallados de la zona, una vez que la base de datos de estudios de mecánica de suelos, puntos tomados de vibración ambiental y registros de sismos se incrementen.

SIS-4

LOS SISMOS DE CERRO PRIETO DE MAYO DE 2006: INFORME PRELIMINAR SOBRE ACELERACIONES REGISTRADAS POR LA RED DE ACELERÓGRAFOS DEL NOROESTE DE MÉXICO (RANM)

Munguía Orozco Luis, González Escobar Mario, Sánchez Miguel Navarro, Valdez López Tito Armando y Luna Munguía José Manuel

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

lmunguia@cicese.mx

Entre los días 22 y 28 de Mayo de 2006 se registró una serie de sismos de magnitud baja a intermedia en la región del Valle de Mexicali, Baja California, México. Esta actividad se concentró a 30 - 35 kilómetros al sureste de la Ciudad de Mexicali, en la vecindad del Campo Geotérmico de Cerro Prieto. Del total de eventos ocurridos durante esos días, 16 de ellos tuvieron magnitudes de entre 3.0 y 5.4. El evento de mayor magnitud ocurrió el 24 de Mayo de 2006, a las 04:20 horas (Tiempo Universal), habiendo sido

sentido a grandes distancias regionales. Localmente dicho evento se sintió con una gran intensidad, causando grietas y algunos daños en la zona epicentral.

Los eventos de mayor magnitud fueron registrados a distancias menores a 70 km por estaciones de la Red de Acelerógrafos del Noroeste de México. El intervalo de aceleraciones pico registradas para el evento de magnitud 5.4 va de 0.002 g, en la estación Cucapá (ubicada sobre roca firme y a 12 km del epicentro) hasta 0.5 g, en la estación Geotérmica, ubicada sobre sedimentos y a 4 km del epicentro. Por otro lado, se encontró que los epicentros determinados caen en el área de la Laguna de Evaporación, ubicada a un costado de la Planta Geotérmica Cerro Prieto, y mostrando una clara correlación con la traza de la falla Morelia. Adicionalmente, las profundidades focales estimadas van de 2 a 4.7 km, en congruencia con las intensas oscilaciones sísmicas sentidas en el área de los epicentros. En este trabajo se presentarán los datos hipocentrales y las aceleraciones registradas para el evento de mayor magnitud y para varios de los eventos de la serie con magnitudes mayores a 3.0.

SIS-5

ÍNDICES DE VULNERABILIDAD SÍSMICA, K Y KG, EN TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

Narcía López Carlos

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

cnarcia@unicach.edu.mx

Según el Atlas Nacional de Riesgos, cada año ocurren en la Tierra cerca de un millón de sismos, estimándose en promedio dos sismos por minuto. De estos, en la región de Chiapas fueron registrados diez sismos con magnitud mayor a 7.0 durante el siglo XX. Aún cuando faltan estudios que permitan estimar cuantitativamente el nivel de peligro sísmico regional, el panorama anterior nos permite estimarlo cualitativamente.

Más allá del peligro sísmico, para conocer el nivel de riesgo al que una ciudad está sujeta, es necesario entender que tan vulnerable es ante los sismos; es decir, que nivel de propensión presentan las personas, bienes o sistemas de la ciudad a generar daños propios durante la presencia de algún sismo.

La ciudad de Tuxtla Gutiérrez, capital política del estado de Chiapas, representa la agrupación urbana más grande del estado. Según datos del INEGI, en ella habita casi el 11% de la población total de Chiapas. La tasa media anual de crecimiento de la ciudad ha sido estimada en 4.00%, en comparación con el 2.06% estatal, lo que indica el descontrol de su crecimiento. Esto nos detiene a pensar en la importancia social, económica y política de la ciudad dentro del ámbito estatal.

Una parte importante de la vulnerabilidad de las ciudades ante los fenómenos naturales está representada por la calidad de sus edificaciones. En la ciudad abundan las construcciones de 1 a 2 niveles de muros de mampostería (84.83%) y losas de concreto armado (70.65%). Por sus características de materiales y estructuración, estas edificaciones son dinámicamente muy rígidas. Sin embargo, no existen estudios que revelen el nivel de vulnerabilidad de dichas edificaciones, ante la ocurrencia de sismos.

En este trabajo se presenta una adaptación de los índices de vulnerabilidad sísmica (K y Kg), propuestos por Nakamura, aplicados al suelo de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez y a algunas estructuras críticas.

SIS-6

DETERMINACIÓN DE LA RESPUESTA DE SITIO MEDIANTE COCIENTES ESPECTRALES H/V EN LA CD. DE MONTERREY, N. L., A PARTIR DEL REGISTRO DE MICROTREMORES

Rodríguez Pedraza Magda Lilia¹, Montalvo Arrieta Juan Carlos¹, Gómez González Juan Martín², Ramos Zúñiga Luis Gerardo¹ y Navarro de León Ignacio¹

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Centro de Geociencias, UNAM

white_rose002@hotmail.com

Se presentan los resultados de dos campañas de medición de microtremores en la Cd. de Monterrey, N. L. Esto se llevo a cabo a partir de la técnica de cocientes espectrales (H/V), lo cual permitió obtener la distribución del efecto de sitio para el área de estudio. El valle de Monterrey, se localiza en el límite de la Curvatura o Saliente de Monterrey, (estructura perteneciente a la Sierra Madre Oriental) y la Planicie Costera del Golfo de México. Está conformada por una planicie rodeada por elevaciones de mediana altura (Cerro de las Mitras (San Jerónimo y la Loma de Vista Hermosa), Cerro del Obispado y la Loma Larga, y por montañas altas, formando una estructura de valle amplio con salida hacia el Noreste. La zona del valle está compuesta principalmente por gravas, arcillas, limos y arenas, los cuales representan sedimentos fluviales del Cuaternario, que descansan sobre lutitas y margas de la Formación Méndez, del Cretácico Superior. El espesor máximo de los sedimentos localizado en la parte central del área de estudio varía entre 18 a 20 m. Siendo hacia los pies de montaña donde disminuye la presencia de sedimentos del Cuaternario. Las campañas de mediciones de microtremores se realizaron con dos acelerógrafos modelo ETNA de Kinemtrics. En cada sitio de medición de tomaron registros de 6 minutos de duración, los cocientes espectrales H/V se realizaron con ventanas de 20 segundos, siendo H la resultante vectorial de las componentes NS y EW. Los resultados muestran que en la parte central del valle de Monterrey, se obtuvieron los valores más altos de amplificación relativa, del orden de 6 veces. Al menos 16 mediciones de microtremores se realizaron muy cercanas a pozos donde se contó con información estratigráfica, de manera que se pudo realizar la correlación entre las amplificaciones relativas observadas con el paquete sedimentario. Las mayores amplificaciones se correlacionan con espesores de limos y arcillas de aproximadamente 15 a 18 m. Los resultados aquí presentados representan al primer mapa de microzonación de la respuesta de sitio para la ciudad de Monterrey, el cual servirá como base para estudios de riesgo sísmico y geotecnia.

SIS-7

PRIMER MAPA DE LAS CONDICIONES DE SITIO PARA EL ESTADO DE NUEVO LEÓN BASADO EN GEOLOGÍA Y VELOCIDADES DE PROPAGACIÓN DE ONDAS SÍSMICAS

Ramos Zúñiga Luis Gerardo, Montalvo Arrieta Juan Carlos, Ramírez Fernández Juan Alonso y Navarro de León Ignacio

Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

lgerardo@walla.com

La importancia de conocer las propiedades físicas de los materiales geológicos tiene un fuerte impacto en diversas áreas de las ciencias de la tierra (mecánica de rocas, mecánica de

suelos, ingeniería sísmica, en ramas de la ingeniería civil, entre otros). Es conocido que el daño ocasionado por terremotos esta íntimamente ligado con las condiciones geológicas. Los sitios con sedimentos recientes y poco consolidados, amplifican decenas de veces el movimiento sísmico en comparación con los materiales más antiguos y consolidados (basamento o roca madre). Una simple manera de caracterizar las condiciones de sitio para estudios de riesgo sísmico, es realizar la clasificación de los materiales geológicos a través de las velocidades de ondas de corte del subsuelo. El promedio de la velocidad de ondas de corte para los primeros 30 m del subsuelo (VS30), es un parámetro ampliamente usado en códigos recientes de construcción para evaluar los efectos de sitio. En este trabajo presentamos el primer mapa escala 1:250,000 de la caracterización del efecto de sitio para el estado de Nuevo León, a partir de información geológica disponible y de 660 perfiles sísmicos de refracción realizados en las diferentes unidades geológicas que afloran y conforman la columna litológica tipo para el estado. Los perfiles sísmicos realizados cubren de manera significativa los principales afloramientos distribuidos en el estado. Las unidades geológicas analizadas cubren desde rocas sedimentarias, metamórficas, ígneas y sedimentos recientes del Cuaternario. De acuerdo a códigos internacionales de construcción donde se clasifica a los diferentes materiales geológicos de acuerdo a VS30 (i.e. NEHRP), en la región de estudio los sitios clase A y B corresponden a las rocas que conforman el basamento y a la secuencia sedimentaria marina del Mesozoico y parte del Terciario (con velocidades promedio de $760 < VS30 < 4500$ m/s), siendo los sedimentos recientes del Terciario Superior y Cuaternario los que presentan clasificación C-D, con velocidades promedio del orden de 300 a 500 m/s para VS30. Paralelamente se realizaron dos estudios de microzonación en dos ciudades: Linares y Monterrey, N. L. Los mapas aquí presentados muestran que la variación en la composición litológica y el grado de consolidación influyen en el valor promedio de propagación de las ondas sísmicas. Estos mapas deben ser considerados como una herramienta esencial en estudios de riesgo sísmico y de uso del suelo.

SIS-8

ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS SUELOS DE LA CIUDAD DE PÁTZCUARO MICHOACÁN, SUS RELACIONES CON LA RESPUESTA A UN EVENTO SÍSMICO Y DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA

Chávez Hernández José¹, Garduño Monroy Víctor Hugo¹,
Aguirre González Jorge² y Vázquez Rosas Ricardo²

¹Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

²Instituto de Ingeniería, UNAM

chavez157@yahoo.com.mx

El estado de Michoacán es afectado por diferentes tipos de sismos, tanto locales como regionales (Maravatio, 1979; Lázaro Cárdenas, 1985), por eso es necesario que las ciudades importantes cuenten con información relativa al comportamiento dinámico del suelo sobre el que se están desarrollando, estableciendo áreas con diferentes grados de peligro sísmico de magnitud considerable, lo cual se conoce como microzonificación sísmica (Vázquez-Rosas R., 2002).

En el caso de la ciudad de Pátzcuaro se ha presentado una conducta anómala en el comportamiento mecánico del suelo, no obstante tener un basamento de lavas basálticas (roca) (Sanchez-Garcilazo V., 2000. Garduño-Monroy V. H., 2004), ya

que se ha observado a través de varios eventos sísmicos una respuesta de sitio muy alta. (El efecto de sitio es la respuesta ante el evento sísmico que tiene cada lugar, y depende del tipo de suelo, de sus condiciones geológicas y topográficas). Sismos como los de 1845 y 1858 causaron grandes daños materiales y pérdida de vidas humanas, afectando principalmente al edificio de la Basílica.

Para la evaluación de la respuesta de sitio (microzonificación) se recurrió al uso de los microtemores, estos son la vibración ambiental provocada por fuentes naturales y por la actividad humana (Aguirre-González et al, 2003), posteriormente mediante el uso del método de Nakamura (1989) a partir de los cocientes espectrales (H/V) de los microtemores se obtuvieron las frecuencias pico, estimándose las características dinámicas del suelo (periodos dominantes); encontrándose al oriente de la ciudad periodos dominantes de 0.2 a 0.6 seg., lo cual representan una zona de potencial riesgo, debido al tipo de construcciones existentes en el sitio (edificios históricos, construcciones de adobe) y ; al sur de la ciudad se observan periodos dominantes altos, (hasta de 3.7 seg.) no obstante de ser un basamento rocoso.

Se tomaron muestras de suelo, a las cuales se les realizaron estudios de mecánica de suelos, con la finalidad de conocer sus características físicas y mecánicas, para poder así determinar la relación con su comportamiento dinámico. Encontrándose suelos en su mayoría de tipo limosos (MH) clasificación SUCS, con límites líquido y plástico de 45.50 hasta 61.31% y 25.70 hasta 44.70% respectivamente. Observando correspondencia entre los periodos del terreno con el límite plástico, contracción volumétrica y densidad de sólidos. Al evaluar la respuesta de sitio, es necesario conocer la frecuencia fundamental de los suelos. El conocimiento del periodo dominante de los suelos es muy importante, ya que conociéndolo se puede evitar la construcción de edificaciones con periodos similares, evitando así el fenómeno de resonancia.

SIS-9

SIMULACIÓN ESTOCÁSTICA DEL MOVIMIENTO DEL TERRENO USANDO UNA CORRECCIÓN POR PATRÓN DE RADIACIÓN DEPENDIENTE DE LA FRECUENCIA

Castro Escamilla Raúl¹, Pacor Francesca²,
Franceschina Gianlorenzo³, Bindi Dino³ y Luzi Lucia³

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Milano, Italia

³Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Milano, Italia

raul@cicese.mx

Las técnicas de modelado estocástico de fallas finitas usualmente simulan el movimiento del terreno generado por un sismo sumando fuentes puntuales. Estos métodos suponen que el patrón de radiación de las ondas S es independiente de la frecuencia y por tanto se puede usar un valor promedio constante para modelar el espectro de la fuente. Recientes estudios sobre el comportamiento del patrón de radiación de las ondas S de eventos locales (Takenaka et al., 2003; Castro et al., 2006) indican que a frecuencias bajas ($f < 0.5$ Hz) el patrón de radiación es similar al esperado de una fuente sísmica caracterizada por un doble par de fuerzas. Sin embargo, a frecuencias altas ($f > 0.5$ Hz) el patrón de radiación de las ondas S varía aleatoriamente con la frecuencia.

En este estudio modelamos los registros del movimiento del terreno generados por el sismo de Umbria-Marche, Italia Central, del 26 de septiembre de 1997 (Mw 6) usando funciones de radiación de la onda S dependientes de la frecuencia. Estas funciones se obtuvieron separando los efectos de la fuente de los de la trayectoria mediante una inversión espectral. Analizamos 22 sismos en su mayoría con mecanismo focal normal, similar al del evento principal de la secuencia sísmica de Umbria-Marche de 1997, para determinar una función de radiación dependiente de la frecuencia consistente con los patrones observados.

Para modelar los acelerogramas registrados durante el sismo de 1997 (Mw 6) modificamos la técnica de simulación estocástica propuesta por Beresnev y Atkinson (1997,1998) para tomar en cuenta un patrón de radiación dependiente de la frecuencia. En general observamos que aunque esta nueva corrección por radiación tiene un efecto notable en las amplitudes espectrales, el efecto de sitio sigue siendo el factor más importante en el modelado de los registros del movimiento del terreno generados por el sismo de Umbria-Marche de 1997. Sin embargo, el uso de una función de radiación dependiente de la frecuencia reduce el error global del ajuste espectral por más de 15 %.

SIS-10

SEPARACIÓN DE LA PARTE COHERENTE E INCOHERENTE DE LOS EFECTOS DE SITIO OBTENIDOS EN ESTACIONES DE LA CIUDAD DE ACAPULCO GUERRERO

Contreras Ruiz Esparza Moisés Gerardo¹,
Aguirre González Jorge¹ y Irikura Kojiro²

¹Instituto de Ingeniería, UNAM

²Aichi Institute of Technology, Japón

moy@servidor.unam.mx

En este trabajo se muestra la forma de separar los efectos de sitio que son comunes independientemente de la posición relativa de la fuente, de los efectos de sitio que si son relativos a la posición de la fuente. A los efectos comunes los llamaremos parte coherente de los efectos de sitio y a los efectos relativos a la posición de la fuente les llamaremos parte incoherente de los efectos de sitio. Para lograr esta separación hemos realizado la deconvolución de la fuente y el trayecto de varios registros sísmicos obtenidos por estaciones localizadas en la ciudad de Acapulco, la deconvolución se realizó utilizando la transformada wavelet Meyer-Yamada, que nos permitió deconvolucionar y regresar al dominio del tiempo. La parte coherente de los efectos de sitio se calculó como la media aritmética de los que queda al deconvolucionar la fuente y el trayecto de registros de distintos sismos registrados en la misma estación sísmica. La parte incoherente la calculamos como la desviación estándar de la parte coherente de los efectos de sitio.

Los datos que usamos en este trabajo fueron obtenidos de la Base Mexicana de Sismos Fuertes, se utilizaron cuatro estaciones acelerográficas localizadas en la ciudad de Acapulco, Guerrero (ACAC, ACAD, ACAP, ACAZ), y sismos localizados en un radio no mayor a 50 kilómetros de distancia con magnitudes Mw menores de 5.5. Para evitar tener que utilizar formas funcionales complejas para modelar la atenuación por distancia de las ondas, seleccionamos sismos con distancias hipocentrales menores a 50 kilómetros. Como usamos un modelo de fuente w -2, para poder remover la mayor parte de la fuente de los efectos de fuente, fue necesario utilizar sismos que tuvieran una magnitud

Mw menor a 5.5 y así no tener fuentes sísmicas difíciles de ser modeladas con la forma funcional que utilizamos.

SIS-11

ESTUDIO DE VIBRACIÓN AMBIENTAL APLICANDO EL MÉTODO SPAC EN LA CIUDAD DE MONTERREY NUEVO LEÓN

Vázquez Rosas Ricardo, Aguirre
González Jorge y Mijarez Arellano Horacio

Instituto de Ingeniería, UNAM

rvazquezr@iingen.unam.mx

Para el estudio de riesgo sísmico, una de las partes principales es conocer el efecto de sitio, el cual lo podemos conocer por medio del estudio de microtemores (vibración ambiental). Un primer acercamiento consiste en obtener el periodo dominante del sitio usando H/V (de Nakamura), sin embargo el periodo dominante solo, no permite describir el efecto del sitio en su totalidad y no nos proporciona datos de la estratigrafía.

En el presente trabajo se realizan estimaciones de estructuras de velocidades por medio del uso de registros de microtemores. Aplicando el método SPAC (por su nombre en inglés Spatial Autocorrelations Method) que fue propuesto por Aki (1957). El modelo estructural del subsuelo se obtiene a partir de la correlación de registros simultáneos de microtemores en un arreglo de estaciones. Para aplicar este método se requiere un mínimo de tres estaciones ya que esta basado en la identificación de ondas superficiales.

En el presente trabajo se aplico el método SPAC para la ciudad de Monterrey Nuevo León. Que se localizada al norte 27°49', al sur 23°11' de latitud norte; al este 98°26', al oeste 101°14' de longitud oeste.

Los equipos que se utilizaron para realizar las mediciones son quipos Refteck conectados a sensores Guralp (triaxiales) de banda. En la ciudad se realizaron mediciones en cuatro sitios realizando un total de 12 arreglos instrumentales en forma de triángulos equiláteros con diferentes aberturas con una máxima de 280 m y una mínima de 7.5 m Las aberturas en cada sitio fueron de 7.5 y 15 m en RSC, de 7, 15 y 150 m en EST, de 27, 50, 150 m en RM y de 15, 50, 150 y 280 m en PL4V. Con ellos se llegó a invertir la curva de dispersión de velocidad de fase y se determinó la estructura de velocidades para estos sitios. Se obtuvieron valores de velocidades de ondas S, que en los estratos superficiales fluctúan entre 400 m/s y 725 m/s para la capa más superficial.

Con esta información se logró obtener resultados de las velocidades de los estratos más superficiales.

Se estimó una estructura de velocidades para los 4 sitios de estudio con profundidades alrededor de 24m para RSC, 145 m para EST, 49 m para RM y 78 m para PL4V.

Lo que estos resultados nos permiten explorar hacia estratos más superficiales debido al tamaño de los arreglos realizados. Para este caso el método SPAC, una vez mas nos hace constatar que el método es aplicable para este tipo de arreglos triangulares con aberturas consecutivas.

SIS-12

AMPLIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO DEL TERRENO EN EL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO, DETERMINADA MEDIANTE COCIENTES ESPECTRALES H/V

González Escobar Mario y Munguía Orozco Luis

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

mgonzale@cicese.mx

Se determina la amplificación dependiente de la frecuencia en 11 sitios del Valle de Mexicali, Baja California, México bajo la suposición de que ésta puede estimarse a partir de la razón de las componentes espectrales horizontal –a– vertical (H/V) del movimiento del terreno. Los sitios corresponden a estaciones de la Red de Acelerógrafos del Noroeste de México (RANM). Los datos analizados corresponden a sismos ocurridos de 1999 a 2004, incluyendo 7 eventos de fechas anteriores que por su magnitud se consideran relevantes. El método H/V fue aplicado a espectros de Fourier de 485 sismos de magnitudes entre 2 y 6.6, con un total de 1069 registros en 3 componentes cada uno. Dado que el Valle de Mexicali forma parte de una cuenca sedimentaria, cuyo espesor sobrepasa 4 km, la condición impuesta a los eventos es que éstos hayan ocurrido y se hayan registrado dentro del mismo valle. En cada uno de los casos se analizó una porción de la onda S del registro. De las 11 estaciones acelerográficas consideradas, diez se localizan en sedimentos y solamente una sobre roca firme.

Todos los sitios presentaron amplificaciones significativas con valores máximos de entre 3.7 y 11.8, en su mayoría a la frecuencia central de 1.36 Hz. Para el sitio ubicado sobre roca sólida el promedio de las amplificaciones (H/V) no varía significativamente en el rango de frecuencias tabulado (0.1 a 20 Hz). Sin embargo, para sitios localizados en sedimentos se observa que en la región del campo Geotérmico Cerro Prieto las amplificaciones pueden ser de hasta 11.5, mientras que sitios ubicados hacia el norte y sur del valle indican amplificaciones que son ligeramente menores. Se observó también que las mayores amplificaciones corresponden a una banda de frecuencias que va de 0.4 a 3 Hz. Los resultados obtenidos servirán como base en estudios de riesgo sísmico, en virtud de que la región del Valle de Mexicali, con varios centros urbanos y zonas agrícolas, incluidos canales de concreto para el riego, se localiza en una región de intensa actividad sísmica.

SIS-13

APLICACIÓN DEL MÉTODO SASW EN LA ZONA DEL PLINTO DEL P.H. LA YESCA, NAYARIT

Monzalvo Hernández Josué

Comisión Federal de Electricidad

monzalvojosue@hotmail.com

El Proyecto Hidroeléctrico “La Yesca”, es parte de un plan integral de una serie de presas escalonadas sobre el curso del Río Santiago que permitirá incrementar sustancialmente la disponibilidad del recurso energético, además de almacenar agua para otros usos. Debido al riesgo sísmico que presenta las futuras obras, el Departamento de Sismotectónica de la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil (GEIC), lleva a cabo una campaña de monitoreo sísmológico mediante una Red Sísmica, así como un análisis sobre la Caracterización Dinámica del sitio donde se desplantará la cortina.

Una de las técnicas para hacer caracterización dinámica de un sitio es el Análisis Espectral de Ondas Superficiales (SASW) (Nazarian and Stokoe, 1984), la cual utiliza ondas superficiales para estimar velocidades de cortante en profundidad.

Una ventaja del método SASW, es que las ondas superficiales son el tipo de onda predominante generadas por una fuente sísmica que actúa verticalmente sobre la superficie. Por lo tanto, es el tipo de medida más fácil de onda sísmica en términos de la relación señal-ruido.

Por lo tanto, se llevó a cabo el levantamiento de varias líneas sísmicas utilizando la técnica del método SASW en la zona del plinto del P. H. La Yesca, utilizando dos sismómetros triaxiales; tomando en cuenta la apertura entre receptores (2, 4, 8, 16, 32 y 64 m).

Para el análisis de los registros obtenidos, se les aplica la Transformada Rápida de Fourier (FFT) a cada una de las dos señales registradas, y se calculan los espectros de amplitud correspondientes. Estos espectros de amplitud son usados para calcular el espectro cruzado y el auto espectro de cada receptor. La amplitud del espectro cruzado en la cual debemos determinar el rango de frecuencia, en donde es claro que la información es significativa y finalmente la curva de dispersión puede expresarse en función de la longitud de onda.

El análisis de la curva de dispersión experimental obtenida consistió en agrupar los puntos de acuerdo con la separación entre receptores, además de ajustarle una estimación lineal para considerar la tendencia de los puntos más significativos.

El modelo de velocidad en profundidad obtenido aplicando el método SASW consistió en una capa de espesor y velocidad variable. Debido a las condiciones del sitio. La estimación del modelo muestra una primera capa, quizá esta capa está relacionada con los depósitos de aluvión y de talud cuyo espesor es variable y no consolidado, el cual va de 4.9 – 10.1 m., aproximadamente. La velocidad de cortante estimada va desde los 270 – 810 m/s.

En otra parte del plinto, el modelo de velocidad estimado fue de dos capas de espesor y velocidad variable sobre un semiespacio. La segunda capa del modelo estimado, quizá esta relacionado con la ignimbrita dacítica, cuyo espesor es variable y consolidado, el cual va de 19.8 - 37 m., aproximadamente. La velocidad de cortante estimada va desde 810 – 1100 m/s.

SIS-14

SISTEMA VIRTUAL DE ACCESO REMOTO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS SISMOLÓGICOS

Sánchez Rodríguez Julia del Carmen y Reyes Zamora Cesar Alfonso

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

jsanchez@cicese.mx

Con el avance en la tecnología electrónica y de software los sistemas operativos se encuentran en un constante estado de evolución. Y con ello llevándonos a tecnologías al estado del arte. Empiezan a quedar fuera de muchos ámbitos de trabajo programas que se realizaron hace algunos años, no por inoperativos, sino porque ya no son soportados por las nuevas tecnologías.

Ésto lo podemos comprobar con nuestros antiguos programas que se procesaban en DOS, ellos actualmente han quedado fuera de uso en computadoras con sistemas operativos Windows.

Se nos presentó una buena opción temporal, en lo que se realiza una nueva programación para acceder a los nuevos sistemas operativos.

Esta es una PC-Virtual la cual se monta en el Windows (versión 98 y superior), en esta computadora virtual podemos instalarle cualquier sistema operativo.

Una de las características importantes es la comunicación que se puede tener entre las dos PC's, sabiendo nosotros que entre sistema operativo DOS y los Windows directamente no se podía.

Esto se realiza mediante una carpeta que se tiene en común para el sistema operativo que tiene la computadora y el que tiene la PC-virtual.

La pc-virtual a dicha carpeta no la ve de esa forma sino como un disco más.

Con esto, estamos facilitando el procesamiento que se desea realizar y la comunicación entre las computadoras.

Dentro de la pc-virtual contamos con todas las bondades que tiene una computadora, desde sus puertos, unidades de discos tanto floppy como CD, comunicaciones serie, etc.

Y además se cuenta con todo el soporte de la computadora anfitriona, para realizar cualquier tipo de procesamiento en menor tiempo. Y sobre todo las comunicaciones vía Internet.

Puesto que es una mejor forma de comunicación rápida con cualquier lugar.

En el sistema que se tiene trabajando en la PC-Virtual se encuentra la adquisición de datos sismológicos, pues todas las comunicaciones con los instrumentos sismológicos se realizan en el sistema operativo DOS.

El procesamiento de los datos se realiza en programas realizados en Matlab 7, esto se realiza pasando los datos a la computadora anfitriona y procesándolos en ella, ya que se tiene el resultado de dicho procesamiento la información se coloca en una base de datos, para que ésta sea accedida vía Internet.

Ya que se tiene una página en Internet la cual nos presenta toda la información de los sismos que fueron captados por la red acelerométrica.

También se manda un correo electrónico a las personas interesadas, con la información más importante, a la ocurrencia de un sismo.

SIS-15

ESTADO ACTUAL DEL DESARROLLO DE UN SERVIDOR PARA EL ACCESO REMOTO DE SISTEMAS DE ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO SÍSMICOS

Sánchez Rodríguez Julia del Carmen, Natsu Hiroshi y Reyes Zamora Cesar Alfonso

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

jsanchez@cicese.mx

Sismología en tiempo real es un imperativo para la seguridad sísmica de sistemas estructurales considerados de importancia crítica por las instalaciones que aloja o bien por la seguridad misma de sus habitantes. Bajo este concepto es importante contar con una herramienta que permita visualizar en tiempo real su respuesta sísmica en un marco de referencia graduado de acuerdo a valores de diseño representativos de sus estados límite. De manera que a la ocurrencia de un evento sísmico capaz

de generar aceleraciones en la base o en la superestructura del edificio que excedan valores preestablecidos que se considera pongan en riesgo su estabilidad sísmica, se active un sistema de información temprana que envíe correos electrónicos a un directorio de usuarios, que son responsables de la evaluación de pérdidas en su capacidad de resistencia sísmica o bien en la toma de las medidas y acciones pertinentes para reducir en lo posible daños colaterales.

Tomando como caso de estudio el Edificio PCC1, localizado en el Centro Histórico de la Ciudad de México, el cual fue instrumentado en la década de los noventa con una red acelerométrica integrada por nueve acelerómetros triaxiales y el subsuelo en su vecindad con tres acelerómetros instalados en una red vertical. Hemos desarrollado un servidor que nos permite el acceso remoto a los acelerógrafos vía internet o modem (Win Xp), bajo el concepto de cliente con privilegios, El servidor nos permite activar dos ventanas la primera para interactuar con el panel de instrumentos y la segunda con el catalogo de registros almacenados en el servidor.

La primera ventana nos permite el acceso de la PC-Local a la PC-Remota, vía MODEM o Internet. Teniendo control de la PC-Remota nos comunicamos con los acelerógrafos vía serie con un programa propio de control y operación.

La segunda ventana nos permite el acceso desde la PC-Remota del sistema de consulta y visualización de los registros para: consultar información básica sobre los eventos registrados (hipocentro, magnitud, tiempo de origen, región epicentral y distancia al sitio PCC); y por evento: sitio del registro y tipo de movimiento (aceleración, velocidad o desplazamiento) las gráficas de las series de tiempo y sus espectros de magnitud; se realizan consultas de los registros, por instrumento para uno o varios eventos dentro de un rango de magnitud o aceleración determinados por el usuario. En un segundo nivel, es posible efectuar las mismas consultas de la base de datos de los registros procesados para desacoplar las componentes de translación y rotación de la base del edificio y de cabeceo y deformación de la superestructura (efectos de interacción suelo – estructura).

La arquitectura y configuración del servidor del sistema de consulta se basa en el programa de manejo de base de datos MySQL; aplicaciones Web de Java; el servidor Web de Matlab; el servidor Web Tomcat; el Contenedor de Servlets, servlets 2.3 y JSP 1.2; el servidor de Web Apache; y el programa Matlab 6.5.

SIS-16

ESTIMACIÓN MEJORADA DE LA ESTRUCTURA SÍSMICA CON TÉCNICAS QUE UTILIZAN MICROTREMORES

Acosta Chang José¹ y Rodríguez Miguel²

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²Universidad Nacional Autónoma de México

jchang@cicese.mx

La estimación de la estructura sísmica de la tierra es un problema que en la actualidad está siendo atacado con el empleo de registros de ruido sísmico y diversas técnicas de análisis. Aquí comparamos las estructuras sísmicas derivadas de las curvas de dispersión obtenidas con las técnicas conocidas como SPAC y de filtrado múltiple. Ambas técnicas utilizan la correlación cruzada de registros simultáneos de ruido sísmico en un par de estaciones, para obtener las curvas de dispersión de velocidad de fase (SPAC) y de grupo (filtrado múltiple). La implantación de SPAC obtiene la función de coherencia directamente en el

dominio de la frecuencia y el filtrado múltiple es aplicado sobre series de fase mínima, causal y anticausal, estimadas a partir de la factorización espectral de la correlación. Utilizamos ruido sísmico registrado en un perfil de 12 estaciones, con separación de 6 m, sensores de 4.5 Hz; se obtuvieron cinco registros simultáneos en cada estación con duración de 25 s e intervalo de muestreo de 0.002 s. Se realizó la deconvolución de la respuesta instrumental a cada registro. Las series de fase mínima reemplazan ventajosamente a la correlación, durante el preceso de filtrado múltiple y representan una estimación mejorada de la función de Green del medio entre las estaciones cuando se le compara con la obtenida desde la correlación cruzada. La ampliación del ancho de banda en las funciones de fase mínima permitió mejorar la resolución en la estimación de la estructura de la velocidad de propagación, particularmente de la profundidad.

SIS-17

ESTUDIO DE LA ESTRUCTURA ANISOTROPA DE LA CORTEZA EN EL NORTE DE BAJA CALIFORNIA Y SONORA, MEXICO MEDIANTE OBSERVACIONES DE ONDAS CONVERTIDAS PS

Obrebski Mathias y Castro Escamilla Raúl

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

obrebski@cicese.mx

Usamos registros de las estaciones de banda ancha de la red sísmica NARS-Baja para estudiar la anisotropía sísmica de la corteza de la región norte del Golfo de California y de Sonora empleando ondas telesísmicas convertidas Ps. La anisotropía cortical está controlada típicamente por el estado de esfuerzo de la corteza superior y por el patrón de deformación de las rocas de la corteza intermedia e inferior. La onda Ps es el segundo arribo más prominente después del de la onda P, y es el producto de la conversión de fase P a S debida al cambio de velocidad que ocurre en el Moho. La fase Ps por lo tanto contiene información de la anisotropía sísmica de toda la corteza. Para enfatizar el arribo de Ps eliminamos el efecto de la fuente sísmica mediante la deconvolución de las componentes radial y transversal observadas con la componente vertical. De esta manera obtuvimos funciones de receptor de las estaciones analizadas. Para disminuir el nivel de ruido de los registros usados, apilamos funciones receptor calculadas usando eventos con azimut de regreso similar, ya que se espera que tengan formas de onda consistente debido a que la trayectoria es prácticamente la misma. Cuando el arribo de Ps era claro y sin traslape con otras fases, pudimos hacer mediciones de birrefringencia sísmica de la onda de corte. Los parámetros de partición de onda, es decir la dirección del eje rápido y el tiempo de retraso entre la onda lenta y la rápida, fueron medidos usando el método propuesto por Silver y Chan [1991].

Como resultado, pudimos identificar patrones de las funciones receptor radial y transversal en función del azimut de incidencia en dos estaciones ubicadas sobre la Península y en dos estaciones ubicadas en la provincia de Cuencas y Sierra de Sonora. En las estaciones NE71, NE75 y NE80, fue posible hacer mediciones de birrefringencia sísmica. Sin embargo, tanto las funciones receptor como los parámetros de anisotropía presentan una dependencia compleja respecto al azimut de incidencia. Esto sugiere que la estructura anisótropa de la corteza es compleja, pudiendo incluir varias capas anisótropas e incluso buzamiento de las interfases y o de las estructuras anisótropas.

SIS-18

ESTUDIO DE ATENUACIÓN SÍSMICA DE LA REGIÓN NORESTE DE SONORA, MÉXICO

Condori Machaca Cristina¹, Castro Escamilla Raúl¹, Romero Oscar² y Inzunza Romero Luis¹¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE²Instituto de Geología, UNAM

condori@cicese.mx

Usamos registros de la Red Sísmica del Noreste de Sonora (RESNES) para estudiar la atenuación de las ondas de corte en la región cercana a la falla Pitáycachi, donde ocurrió el sismo de Bavispe de 1887 (Mw=7.5). Determinamos coordenadas epicentrales de más de 120 eventos locales y regionales registrados por la red RESNES durante 2003 y 2004. Para el estudio de atenuación seleccionamos los sismos mejor localizados y registros de aceleración y velocidad con claros arribos de las ondas S. Para caracterizar la atenuación sísmica de la región calculamos curvas empíricas que describen el decaimiento de las amplitudes espectrales de las ondas S con la distancia hipocentral. La base de datos usada consiste de 44 sismos regionales con magnitudes entre 1.2 y 3.4 y distancias hipocentrales entre 25 y 150 km. Calculamos espectros de Fourier de más de 400 registros, con los cuales formamos bases de datos para 31 frecuencias. Para encontrar las funciones de atenuación usamos un modelo noparamétrico e invertimos las amplitudes espectrales observadas para frecuencias individuales preseleccionadas. Para este análisis consideramos 23 frecuencias entre 0.4 y 63 Hz, y calculamos curvas de atenuación de eventos locales cercanos a la falla Pitáycachi y curvas regionales usando eventos localizados al noroeste de la red para comparar las variaciones espaciales de la atenuación.

Las funciones de atenuación resultantes indican que en la región cercana a la falla Pitáycachi las amplitudes espectrales decaen más rápido que las amplitudes de las curvas calculadas con eventos regionales del noroeste, indicando que cerca de la falla el factor de calidad Q debe ser menor que el promedio regional.

SIS-19

DETERMINACIÓN DE LA ESTRUCTURA RADIAL DE VELOCIDADES EN LA BASE DEL MANTO USANDO ONDAS S DIFRACTADAS DE LA RED MOMA

Terán Mendieta Luis Fernando¹, Valenzuela Wong Raúl¹, Wyssession Michael E.², Fischer Karen M.³ y Clarke Timothy J.⁴¹Instituto de Geofísica, UNAM²Department of Earth and Planetary Sciences, Washington University, USA³Department of Geological Sciences, Brown University, USA⁴Corrales

luisteran@yahoo.com

La técnica de la constante de disipación ha sido usada con anterioridad para determinar la estructura radial de velocidades en la base del manto a partir de ondas que rozan el núcleo o que se difractan fuera de él. En particular, Valenzuela y Wyssession [1998] propusieron modelos de velocidad para las ondas S debajo

de Siberia Oriental y para una región debajo del Océano Pacífico centro-oriental. En ambos casos, los modelos que mejor ajustan los datos tienen un aumento súbito de la velocidad en el interfaz superior de la región D" seguido de un decremento gradual hasta llegar al núcleo. Ahora presentamos los resultados de aplicar la misma técnica a un volumen en D" debajo del Océano Pacífico centro-oriental, localizado al noroeste de la región estudiada por Valenzuela y Wyss [1998]. Empleamos datos del sismo de Tonga del 7 de abril de 1995 registrados en estaciones en el noreste de los Estados Unidos de Norteamérica. Escogimos un perfil que incluye 14 estaciones, cubre una distancia de 14° en D" y cuya ventana acimutal es de sólo ~1°. A diferencia de trabajos anteriores [Valenzuela y Wyss, 1998], se llegó a la conclusión de que un modelo de uso común, el Modelo Preliminar de Referencia para la Tierra (PREM, por sus siglas en Inglés) de Dziewonski y Anderson [1981], ajusta bien la constante de disipación observada. Dicho modelo tiene un espesor de 150 km en D" y el gradiente de velocidad para la onda S es cercano a cero. Este resultado es similar al obtenido por Schlittenhardt et al. [1985] ya que no detectaron la existencia de una discontinuidad en una región que coincide parcialmente con la parte suroeste del presente estudio. En general, nuestras conclusiones concuerdan con trabajos anteriores que destacan la complejidad de D" debajo del Océano Pacífico, pues ahí coexisten regiones cercanas con discontinuidades, sin discontinuidades, zonas de baja velocidad y estratos de lentitud y delgadez extremos. Por otra parte, también analizamos el sismo del 23 de agosto de 1995 en las Islas Marianas. Este evento nos permitió estudiar D" debajo del sur de Alaska y en una región al suroeste de la Península de Alaska. En este caso, las estaciones más lejanas del perfil muestran las mayores amplitudes para la onda S difractada. De hecho, las mayores amplitudes se producen a altas frecuencias, de 0.025 a 0.180 Hz (periodos de 40 a 5.6 s), solamente para las estaciones más alejadas. Valenzuela y Wyss [1998] no pudieron obtener mediciones confiables de la constante de disipación a frecuencias tan altas para otros eventos. Se emplearon 75 modelos diferentes, incluyendo modelos con y sin discontinuidades así como modelos con una zona delgada de ultrabaja (o bien ultraalta) velocidad, pero ninguno de ellos ajustó las observaciones. Las formas de onda de este evento parecen indicar que la técnica de la constante de disipación tiene la resolución suficiente para distinguir variaciones en la estructura de D" a escalas relativamente pequeñas. Sin embargo, es necesario realizar más trabajo al respecto.

SIS-20

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ÁREAS DE RUPTURA Y LAGUNAS SÍSMICAS EN EL BORDE OESTE DE PERÚ

Tavera Hernando¹, Bernal Isabel¹ y Quintanar Luis²

¹Dirección de Sismología, Instituto Geofísico del Perú, Perú

²Instituto de Geofísica, UNAM

hjtavera@geo.igp.gob.pe

Las características espacio-tiempo de las áreas de ruptura y lagunas sísmicas proporcionan herramientas importantes para identificar posibles áreas propensas a ser afectadas por un sismo. En el caso del Perú, la información contenida en el Catálogo Sísmico de Perú y la recopilada de diversas publicaciones, han sido utilizadas para analizar y evaluar la distribución espacial de las áreas de ruptura producidas por sismos de gran magnitud ocurridos en el borde Oeste de Perú.

Los resultados obtenidos muestran que la distribución temporal de las áreas de ruptura asociadas a la ocurrencia de grandes

sismos en el borde occidental del Perú desde al año 1500, la presencia de diversas lagunas sísmicas con diferentes dimensiones que habrían dado origen a sismos en el pasado. En la actualidad, en el borde oeste de Perú se ha identificado la presencia de hasta 3 lagunas sísmicas que en el futuro darían origen a igual número de sismos. Estas lagunas se ubican entre las áreas de ruptura de los sismos de 1974 y 1942/1996 (150 km de longitud); 2001 y 1996 (90 km de longitud); y al Sur del área de ruptura del sismo de 2001 (150 km de longitud). Esta última puede involucrar a la gran laguna sísmica presente en la región Norte de Chile (500 km de longitud).

SIS-21

DEFORMACIÓN COSÍSMICA EN LA REGIÓN EPICENTRAL DEL SISMO VICTORIA DE 1981 (M=6.1), MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

Camacho Ibarra Edgar y Espinosa Cardeña Juan Manuel

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

jespinos@cicese.mx

Deformación vertical del terreno asociada al sismo Victoria de junio 9 de 1981 (M=6.1) fue detectada por cambios de elevación del terreno medidos por nivelaciones geodésicas antes (1978-1980) y después (1980-1981) de ocurrido el sismo. El sismo produjo subsidencia que se manifestó por liquefacción y asentamiento diferencial de suelos de hasta 50 cm, sin causar fallamiento superficial. La solución compuesta del mecanismo focal del plano de falla (fallamiento tipo normal) de las réplicas del sismo Victoria y la tendencia a agruparse cerca del extremo noreste de la falla Cerro Prieto y en la zona de máximo hundimiento, sugieren que la subsidencia fue inducida por un proceso tectónico profundo posiblemente generado por el deslizamiento a profundidad de una falla normal o un sistema de fallas normales. Siguiendo esta línea de razonamiento, modelamos en tres dimensiones los cambios de elevación del terreno asociados al sismo Victoria y réplicas asociadas con simples dislocaciones en un medio elástico semi-infinito isotrópico, las cuales representan fallas definidas por los siguientes parámetros: largo, ancho, profundidad, azimut, buzamiento y deslizamiento. A partir de los resultados del modelado directo por prueba y error manteniendo fijos el largo, el azimut y la profundidad, se extraen las siguientes conclusiones: Un modelo elástico constituido por cuatro fuentes de deslizamiento rectangulares con deslizamiento (20 a 40 cm) de buzamiento (45° al SE) explica los rasgos esenciales de los desplazamientos verticales superficiales. Lo cual podría interpretarse que el sismo Victoria aparentemente produjo 20 a 40 cm de deslizamiento de buzamiento a lo largo de segmentos de falla del sector norte de la zona de falla de la falla Cerro Prieto. El conjunto actúa como una zona de falla normal activa, siendo la falla principal o maestra la falla Cerro Prieto y el resto fallas secundarias reactivadas.

SIS-22

RED ACELEROGRÁFICA EN EL ESTADO DE COLIMA Y SISMICIDAD EN EL PERIODO DE NOVIEMBRE 2005 A SEPTIEMBRE 2006

Ramírez Gaytan Alejandro, Aguirre
González Jorge y Tejeda Jacome Juan

Instituto de Ingeniería, UNAM

gramirezg@iingen.unam.mx

La sismicidad del Estado de Colima no había recibido una atención adecuada hasta el año 2005, la escasa cantidad de registros sísmicos de los terremotos importantes ocurridos en la región no han permitido abordar a detalle importantes estudios sismológicos como atenuación y el estudio de la fuente sísmica entre otros, tal es el caso de los dos sismos importantes en los últimos 11 años.

Para el caso del sismo de Manzanillo del 9 de octubre de 1995 la ausencia de estaciones localizadas en la vecindad del epicentro impidió determinar con precisión los desplazamientos en el plano de falla. Para el sismo del 21 de enero de 2003 en Tecoman, se obtuvieron 23 acelerogramas registrados en estaciones relativamente distantes y de las cuales solo 2 se encontraban a menos de 150 km del epicentro.

Para mediados del 2005 el Estado contaba con 5 estaciones acelerograficas (4 del IINGEN y 1 de CIRES) así como 1 sísmógrafo de banda ancha del SSN, sumando un total de 6 estaciones.

Como uno de los objetivos de nuestro proyecto, se ha instalado una red compuesta de 12 estaciones acelerograficas que se suman a las 6 existentes haciendo en la actualidad un total de 18 y que representa una contribución en el número de equipos de 200 % lo que entre otros beneficios permite tener una cobertura azimutal adecuada de la zona sismogénica.

La utilidad de esta red ha sido inmediata ya que se ha podido monitorear la sismicidad en la zona desde Noviembre del 2005 a Agosto del 2006, de tal manera que para cada evento registrado se ha estimado su localización, momento sísmico, área de ruptura y caída de esfuerzos.

Se pretende que para el sismo que así lo permita (por su magnitud y calidad de los registros sísmicos) se realice la inversión cinemática de la distribución de dislocaciones, lo que a su vez nos permitirá definir los parámetros internos y externos de la fuente.

SIS-23

LA CRISIS SÍSMICA DE OCTUBRE 2005 EN LA REGIÓN DEL VOLCÁN TICSANI (DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA, PERÚ)

Tavera Hernando¹, Bernal Isabel¹ y Quintanar Luis²

¹Dirección de Sismología, Instituto Geofísico del Perú, Perú

²Instituto de Geofísica, UNAM

hjtavera@geo.igp.gob.pe

El 1 de Octubre de 2005, en la región del Volcán Ticsani (Zona Volcánica Central, América del Sur), cercana a la ciudad de Moquegua (Perú), se inició una crisis sísmica cuyo detonante fue un sismo de magnitud moderada (5.4Mw, Profundidad 8.5 km) que fuera sentido en un radio de 100 km y afectó localidades

como Calacoa, Carumas, Cuchumbaya, Quinastaquillas, entre otras aledañas al volcán. Después del sismo se produjo un gran número de réplicas, siendo varias de ellas sentidas produciendo pánico en los pobladores de la región que aducían como origen de los sismos, a la posible erupción del volcán Ticsani. Sin embargo, dicho volcán no mostraba signos de reactivación como el registro de temblores, emanación de cenizas o explosiones.

El estudio en detalle del sismo principal y de una serie de 128 réplicas ($M_L < 3.0$) permitió observar que durante el periodo de monitoreo sísmico, la mayor deformación se concentró en los extremos NO y SE del volcán Ticsani. Los sismos se distribuyen de manera alineada, sobre el volcán, en dirección NO-SE alcanzando profundidades del orden de 12 km. Con estos resultados se confirma que la crisis sísmica tuvo su origen en la deformación producida por una falla ubicada en el extremo occidental del volcán. Los mecanismos focales simples y compuestos sugieren que la falla tipo normal presenta sus planos orientados en dirección NO-SE y eje de tensión (T) en dirección NE-SO sobre un plano con 40° - 50° de inclinación en dirección NE. Estos resultados son coherentes con la identificación de trazas de fallas en la región de estudio utilizando imágenes satelitales.

La deformación de tipo tensional, puesta en manifiesto con la ocurrencia de un sismo de magnitud moderada y su serie de réplicas, cerca de un cono volcánico es un caso particular que requiere de mayores estudios utilizando técnicas o metodologías afines.

SIS-24

PROYECTO DE UNA RED GEODESICA HORIZONTAL PARA LA DELIMITACION DE ZONA COSTERA DEL ESTADO DE SINALOA

Moraila Valenzuela Carlos, García López Ramón,
Arana M. Anibal y Vázquez Becerra Esteban

Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Sinaloa

cmoraila@uas.uasnet.mx

El establecimiento de redes geodésicas tiene como uno de sus objetivos principales proveer puntos geodésicos de control horizontal y vertical a nivel regional, nacional proporcionando a su vez un sistema geo-referenciación preciso y confiable lo cual es importante por ejemplo en proyectos de delimitación naturales y políticos. Además, esto coadyuva a establecer las bases para generar la cartografía indispensable para el desarrollo económico y social de una región. Esto impacta en el ámbito económico de los municipios, al contar con una base de datos confiable que determine al área y forma de los asentamientos.

El presente trabajo plantea el establecimiento de una red estatal de vértices geodésicos propiamente monumentados de acuerdo a las normas técnicas y estándares adoptados por la Asociación Internacional de Geodesia y por el INEGI. Se pretende generar una red de acceso geo-referencial estable y confiable. La red, se propone sea construida con equipos y metodologías modernas basadas en un sistema satelital, específicamente el sistema GPS (Global Positioning System). Esto permitiría referenciar los puntos a un sistema espacial de coordenadas terrestres de carácter internacional. La red consistirá de puntos de orden primario con distancias 50-100 km y con puntos de orden secundario con distancias de 15-30 km. La red secundaria estatal se ha establecido, solo para el área costera de manera que se tenga acceso a la geo-referencia a lo largo de la costa del estado siendo esta una área estratégica y de gran importancia para el desarrollo económico regional.

La información obtenida es analizada con métodos estadísticos y ajustada empleando software especializado logrando la confiabilidad y rigidez necesarias para la generación de cartografía

Los resultados obtenidos podrán ser utilizados por entidades publicas o privadas para su densificación, aplicándose la normatividad de precisión y metodologías geodesicas.

SIS-25

EFFECTOS TRANSITORIOS GEOLÓGICOS CAUSADOS POR LOS SISMOS, DETECTADOS MEDIANTE LINEAMIENTOS ESTRUCTURALES, UTILIZANDO IMÁGENES SATELITALES, EN EL NORTE Y SUR DE AMÉRICA

Arellano Baeza Alonso Alejandro¹ y García López Ramón²

¹Departamento de Minas, Facultad de Ingeniería,
Universidad de Santiago de Chile, Chile

²Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Sinaloa

aarellano@usach.cl

Como es sabido, las costas americanas del Pacífico forman parte del Anillo de Fuego, debido al constante movimiento de las placas tectónicas asociadas. Se ha realizado un estudio comparativo de los cambios en las estructuras geológicas de la corteza terrestre, asociadas a sismos de magnitud > 5 en escala de Richter para distintas zonas de América del Norte y América del Sur. Estos cambios fueron detectados utilizando imágenes multispectrales obtenidas por el satélite ASTER (TERRA) mediante la extracción de lineamientos. Estos cambios se manifiestan en la variación de cantidad y dirección de lineamientos obtenidos aplicando filtros direccionales a las imágenes satelitales meses y días antes y después del sismo. En particular se ha observado un considerable aumento en el número de los lineamientos y su reorientación a lo largo de la futura ruptura principal. Posterior al sismo el sistema de lineamientos retorna a un estado similar al observado meses antes del sismo. Estos estudios preliminares contribuyen en el mejor entendimiento sobre la naturaleza de sismos y su posible detección anticipada.

SIS-26

ESTUDIOS LOCALES DE MICROSISMICIDAD EN EL NORTE DE BAJA CALIFORNIA: MECANISMOS FOCALES EN EL SISTEMA DE FALLAS DE SIERRA JUÁREZ

González García Javier, Frez Cárdenas José, Acosta Chang José, Nava Pichardo F. Alejandro, García Arthur Rosalía y Carlos Villega Jaime

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

javier@cicese.mx

En el año 2002, se instalaron 30 estaciones sismológicas durante 66 días; los sitios rodean al sistema de fallas Sierra Juárez entre las latitudes S y S y, además, abarcan parte de la conexión de sismicidad que ocurre entre este sector con el segmento Sur de la falla de San Miguel. Las estaciones son Reftek, tres componentes digitales y de período corto. Han resultado determinaciones de muy buena calidad, tanto para hipocentros (más de 2000) como para mecanismos focales (más de 100). Esta presentación se refiere específicamente a una base de soluciones de mecanismos focales.

El sector en estudio cubre la parte más activa de Sierra Juárez, la que coincide con el paso de un alineamiento de sismicidad que une la Zona Sísmica de Mexicali, en el Valle Mexicali-Imperial, con el sistema de fallas San Miguel. La base de datos incluye nidos de sismos a poca profundidad (4-5 km) en el sector oriental del sistema de fallas de Sierra Juárez y con soluciones normales. En otros sitios, predominan los mecanismos de rumbo, con un plano en dirección -N W, además de soluciones normales en que los ejes tensionales tienen una dirección promedio -EW. Además, hemos determinado mecanismos focales de rumbo en el sector monitoreado de la Falla San Miguel.

El patrón microtectónico resultante es similar al que hemos obtenido en otras regiones del norte de Baja California (Valle Ojos Negros, falla San Miguel, falla Agua Blanca, intersección de la fallas Elsinore, Sierra Juárez y Laguna Salada). Esto es, un régimen trastensivo formado por fallas de rumbo intercaladas con zonas extensivas; patrón que se repite en diferentes escalas. Los mecanismos focales normales de baja profundidad son congruentes con ese patrón aunque también pueden relacionarse con el escarpe del Golfo, en el límite de la Cordillera Peninsular y la Cuenca Salton.

SIS-27

ANÁLISIS DE PARÁMETROS SÍSMICOS DE LA SISMICIDAD PREVIA AL SISMO DE ARMERÍA, COLIMA, DEL 21 DE ENERO DE 2003 (MW=7.4)

Márquez Ramírez Víctor H.¹, Nava Pichardo F. Alejandro¹, Reyes Gabriel² y Ramírez Vázquez Carlos A.²

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²Universidad de Colima

vmarquez@cicese.mx

Se realizó un análisis de la sismicidad previa al sismo de Armería, del 22 de enero de 2003 (Mw 7.4), en un radio epicentral de 100 km. para el periodo de 1999 a 2003. Para el análisis del periodo completo se utilizó un catalogo (fecha, hora, latitud, longitud, magnitud y profundidad) de 4282 eventos, y para 2002 y 2003 las series de tiempo de velocidades de 1356 sismos. Tanto el catálogo como las series de tiempo son generados rutinariamente por el personal de la red sismológica del estado de Colima (RESCO).

Se estudió la variación espacio-temporal de las distribuciones de magnitud de coda, distancia promedio de la sismicidad con respecto al evento principal, dimensión fractal de los hipocentros y otros. Para 2002 y 2003, además de lo anterior, se analizaron variaciones en: momento sísmico, MW, caída de esfuerzo, esfuerzo aparente y valor b de Gutenberg-Richter.

La mayor parte de los parámetros observados no muestran cambios espacio-temporales significativos, pero otros, como la dimensión fractal y algunas combinaciones de parámetros de fuente sí presentan cambios que podrían considerarse significativos y que convendría explorar para el caso de otros sismos importantes.

SIS-28

SEISMICITY NEAR MURINDÓ, COLOMBIA

Sánchez Aguilar John Jairo¹, Dionicio Viviana², Núñez Cornú Francisco Javier³, Franco Marín Luis Enrique² y Castillo Luisa Fernanda

¹Universidad Nacional de Colombia, Colombia

²Instituto Colombiano de Geología y Minería, INGEOMINAS, Colombia

³Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara

jjsancheza@unal.edu.co

Seismogenic zones in Colombia are related to accommodation of deformations along subduction zones and shallow crustal faults. Among these, the seismogenic zone near the town of Murindó, Colombia is relevant, because several large earthquakes have nucleated there and some have been possibly triggered. An example of this is the October 17th-18th, 1992 Mw 6.6-7.1 Murindó earthquake sequence.

We present an interpretation of the temporal-spatial features that stand out from the analysis of shallow earthquakes (depths less than 30 km), within an area in NW Colombia, that affect a number of towns nearby. The Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC, ascribed to INGEOMINAS) detects and locates minor-to-light earthquakes that are frequently felt and reported by local inhabitants. Our motivation to conduct this work is a real increase in the production of earthquakes during 2005-2006. Within the region under study several geological structures have been mapped in the field by geologists, such as the Murindó fault, that is possibly a source of recent and past earthquakes, judging from some available fault plane solutions. By analyzing of the slope of the frequency-magnitude relation (b-value) and the temporal-spatial associations recently discovered for earthquakes in this region we make inferences on the potential for generation of larger earthquakes and fault-to-fault interactions or interactions among fault segments, in terms of stress changes.

SIS-29 CARTEL

ESTIMACIÓN DE LA ALTURA DE OLA DE TSUNAMIS EN LA COSTA OCCIDENTAL DE MÉXICO EN FUNCIÓN DEL MOMENTO SÍSMICO Y DE EXTENSIÓN DEL ÁREA DE RUPTURA DE SISMOS INTERPLACA LOCALIZADOS ENTRE LA COSTA Y LA TRINCHERA MESOAMERICANA

Ortiz Figueroa Modesto, Farreras Sanz Salvador y González Navarro Juan Ignacio

División de Oceanología, CICESE

ortizf@cicese.mx

Se presenta un universo de funciones de Green y el algoritmo correspondiente para estimar la altura de tsunamis a lo largo de la costa occidental de México en función del momento sísmico y de la extensión del área de ruptura de sismos interplaca localizados entre la costa y la Trinchera Mesoamericana. Tanto el momento sísmico como la localización y extensión del área de ruptura de sismos potenciales se prescribe mediante la selección apropiada de segmentos del plano de falla de 30 30 km² a los que se les puede asignar individualmente una dislocación cosísmica con mecanismo focal puramente inverso. A cada uno de estos segmentos del plano de falla corresponde un conjunto de funciones de Green para diferentes localidades a lo largo de la costa. Cada conjunto de funciones de Green se obtuvo mediante

la simulación numérica del tsunami generado por cada uno de los segmentos, considerando como función impulso o condición inicial del tsunami a la deformación vertical del lecho marino producto de la dislocación cosísmica, unitaria e instantánea, de cada segmento. El universo de funciones de Green para la costa occidental de México consiste de un total de 189 conjuntos de funciones de Green generados por sus correspondientes 189 segmentos de planos de falla distribuidos entre la costa y la Trinchera Mesoamericana desde el norte de Jalisco hasta el sur de Chiapas. La superposición adecuada de funciones de Green permite estimar la altura de tsunamis a lo largo de la costa occidental de México prescribiendo el momento sísmico y la localización del área de ruptura seleccionada.

SIS-30 CARTEL

PERIODOS DOMINANTES DEL SUELO DE TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

Narcía López Carlos¹, González Herrera Raúl¹ y Aguilar Carboney Jorge²

¹Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

²Universidad Autónoma de Chiapas

cnarcia@unicach.edu.mx

Por su ubicación geográfica dentro del marco tectónico regional en el sureste de México, la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, capital del estado de Chiapas, sugiere la presencia de peligro sísmico importante. Junto al peligro, es importante señalar la vulnerabilidad sísmica que presentan algunas edificaciones de la ciudad. El objetivo principal de este trabajo es estudiar la respuesta dinámica del suelo de la ciudad, como un intento en el entendimiento del nivel de riesgo sísmico en el que la ciudad se encuentra.

En la región interactúan tres placas tectónicas importantes: en el sur-suroeste, la placa de Cocos subduce a las placas de Norteamérica y del Caribe y hacia el sureste las placas del Caribe y de Norteamérica interactúan con movimiento de tipo lateral izquierdo. Este patrón tectónico genera casi la totalidad de la energía sísmica liberada en la zona y es responsable del peligro sísmico de la región, incrementándose en ciertas zonas por las condiciones locales o de sitio.

Con el fin de evaluar el efecto de sitio en Tuxtla Gutiérrez, realizamos un estudio de vibración ambiental en el que se usó la técnica de cocientes espectrales de Nakamura. El equipo de medición usado está constituido por una digitalizadora de alto rango dinámico K2 y un sensor triaxial Epi-sensor, de Kinemetrics.

Se monitorearon 215 sitios distribuidos uniformemente sobre la mancha urbana. En cada sitio se registraron 10 eventos de 90 s de duración. Para el análisis de los datos se usaron ventanas de tiempo de 40 s de duración, a las que se les aplicó la transformada de Fourier y se determinaron los cocientes espectrales entre las direcciones horizontales y la vertical (H/V). En algunos casos fue necesario aplicar un filtro pasa-altas con frecuencia mínima de 0.1 Hz. Para cada sitio se obtuvieron dos cocientes espectrales promedio, representativos de las direcciones este-oeste y norte-sur. Los resultados preliminares indican que la mayor parte del suelo de la ciudad es firme con periodos de vibración que varían desde 0.1 s hasta 0.4 s.

SIS-31 CARTEL

SISTEMA DE VISUALIZACIÓN EN TIEMPO REAL DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE SISTEMAS ESTRUCTURALES QUE ALOJAN INSTALACIONES CRÍTICAS. CASO DE ESTUDIO: EDIFICIO PCC

Núñez Leal Ma. Alejandra y Reyes Zamora Cesar Alfonso

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

anunez@cicese.mx

Se presentan los resultados del desarrollo de un sistema de visualización en tiempo real, de la respuesta sísmica de un edificio instrumentado. El sistema nos permite analizar las diferentes componentes de la respuesta sísmica del edificio del Puesto Central de Control PCC1 asociadas a: la deformación y torsión de la superestructura; a su translación y cabeceo como cuerpo rígido y; a la rotación y translación del cajón de la cimentación. El sistema nos permite seleccionar mediante un menú las componentes del movimiento y desplegar una barra graduada de indicadores de su intensidad (rms sobre una ventana de tiempo selecta). Lo que nos permite contar con una herramienta útil para identificar valores para los cuales las diferentes componentes críticas del sistema estructural del edificio alcanzan valores límites de su capacidad de resistencia sísmica.

El sistema esta integrado por un panel físico y un panel virtual. El primero esta compuesto por un conmutador operado por código, conectado vía puerto paralelo a una pc-local, que se puede acceder remotamente vía TCP-IP/fija, desde una pc-remota bajo el ambiente del sistema operativo Windows Xp usando las herramientas de remote desktop. El conmutador se desarrollo en base a un demultiplexor de 4 a 16 bits que permite generar 16 códigos diferentes para el acceso a igual numero de acelerómetros usando relevadores de 5 volts y un amplificador DC para acoplar en paralelo la señal del acelerómetro a la entrada de la tarjeta de adquisición de la pc-local y al acelerógrafo digital. De esta manera se puede acceder de manera independiente las señales eléctricas de cada uno de los acelerómetros, o bien efectuar operaciones de sumas y restas entre las mismas, previo a su conversión analógico – digital por la tarjeta de adquisición. Lo que permite analizar señales diferenciales con todo el rango dinámico de la tarjeta.

El panel virtual, desarrollado bajo en lenguaje de programación Lab-View, permite la operación local o remota del panel físico, mediante una interfaz grafica de usuario. La cual esta compuesta por: un menú para la selección de la señal que se requiere visualizar en tiempo real, misma que puede corresponder a la de un instrumento particular o la resultante de operaciones aritméticas entre las mismas; dos ventanas de visualización múltiple y dos indicadores de los valores instantáneos rms de las señales con una escala acorde a su intensidad; un menú para seleccionar el modo de operación del panel, el primero permite visualizar la señal sin almacenarla, el segundo permite almacenar la señal en disco en intervalos seleccionados por el usuario y el tercero activar el detector de eventos. Al activarse el detector de eventos el sistema documenta y almacena los registros, y envía un correo electrónico notificando la ocurrencia del evento y las graficas de registros selectos a un directorio de usuarios responsables de la seguridad sísmica del sistema estructural. Además cuenta con una opción para la consulta de registros, su visualización y análisis espectral sobre ventanas selectas de tiempo.

SIS-32 CARTEL

PROPUESTA DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA PARA LA CIUDAD DE MARAVATIO MICHOACÁN

Vázquez Rosas Ricardo¹, Aguirre González Jorge¹, Garduño Monroy Víctor Hugo², Mijarez Arellano Horacio¹ y Arreygue Rocha Eleazar²

¹Instituto de Ingeniería, UNAM

²Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

rvazquezr@iingen.unam.mx

En Michoacán el fenómeno de los terremotos es una realidad que desde hace siglos ha causado daños en varias poblaciones del estado. Su ubicación geográfica es la principal causa de estos acontecimientos, ya que Michoacán esta localizado en una de las zonas de más alta sismicidad del país, dentro del cual el estado tiene tres fuentes generadoras de sismos como son los generados por la actividad volcánica (Jorullo 1759, Parícutín 1943), los generados por la Subducción (sismos producidos por al Placa de Cocos 1979, M 7.4 y 1985, M 8.1). Y por último los causados por fuentes locales (Falla de Acambay 1912).

Esta información es de vital importancia para el estado, ya que es de gran utilidad tanto para actualizar el reglamento de construcciones como también el dotar de información a la comunidad científica involucrada en la evaluación de el riesgo sísmico.

En el presente trabajo se presenta una propuesta de Microzonificación sísmica de la ciudad de Maravatio Michoacán usando el método de Nakamura. Basado en la medición de vibración ambiental, con el fin de obtener el periodo fundamental del suelo para tener un mejor conocimiento del comportamiento ante un evento sísmico. Esta ciudad se localiza al noreste del Estado, en las coordenadas 19°54' de latitud norte y 100°27' de longitud oeste, a una altura de 2,020 metros sobre el nivel del mar.

Para la ciudad de Maravatio se realizaron mediciones de microtemores usando sensores Guralp de banda ancha. De acuerdo a las dimensiones de la ciudad se propusieron 21 puntos de medición procurando con ellos cubrir toda la ciudad. Con estos registros se calcularon los cocientes espectrales (H/V). Una vez procesados los resultados de los cocientes espectrales de microtemores, se observaron periodos entre $T = 0.4$ s. y $T = 0.16$ s. Con estos valores de periodos, se elaboró la propuesta de Microzonificación sísmica de la ciudad de Maravatio Michoacán. Con el fin de que este mapa pueda servir de base para estudios de riesgo sísmico así como apoyo para la elaboración o actualización del reglamento de construcción.

SIS-33 CARTEL

**SEISMIC RESULTS FROM THE
MASE TRANS-MEXICO SURVEY**

Clayton Robert W.¹, Pérez Campos Xyoli²,
Davis Paul³, Kim YoungHee⁴, Chen Ting⁴, Alan
Husker³, Greene Fernando² y Espejo Lizbeth²

¹Seismological Laboratory, California Institute of Technology, USA

²Instituto de Geofísica, UNAM

³University of California, Los Angeles, USA

⁴California Institute of Technology, USA

clay@gps.caltech.edu

We present the current state of the seismic results for the 100 broadband array that crosses Mexico at the longitude of 100 degrees west. Receiver functions along the profile shows that Cocos slab underplates North America for a distance of at least 200 km from the Middle Trench. The image clearly shows both the continental and oceanic Moho. Attenuation studies of local and regional events show an attenuating zone beneath the Mexico Volcanic Belt which is probably associated with the mantle wedge of the subducting plate. Inversions of regional surface waves show variations in the crust and upper mantle.

SIS-34 CARTEL

SERVICIO SISMOLÓGICO NACIONAL: UNA NUEVA ETAPA

Quezada Reyes Aida, Cárdenas Monroy Caridad, Cárdenas
Ramírez Arturo, Cruz Cervantes José Luis, Estrada Castillo Jorge,
Franco Sánchez Sara Iyonne, Gutiérrez García Ángeles, Jiménez
Cruz Casiano, Ortiz Castro Javier, Pérez Santana Jesús Antonio,
Rodríguez Rasilla Iván, Rubí Zavala Bernardino, Santiago José
Antonio, Li Tan Yi, Valdés González Carlos y Yañez Soto Alfredo

Servicio Sismológico Nacional, Instituto de Geofísica, UNAM

aidaqr@hotmail.com

Desde su fundación, el 5 de septiembre de 1910, hasta la fecha, el Servicio Sismológico Nacional (SSN) ha estado en constante evolución con el objetivo principal de proporcionar información oportuna sobre la ocurrencia de sismos en el territorio nacional, determinar sus principales parámetros como son la magnitud y el epicentro, así como para generar datos que sirvan para un desarrollo del conocimiento de la sismología en México.

Gracias a la infraestructura con la que cuenta el SSN se ha podido reportar un promedio de 968 sismos por año, desde el año 1990 hasta el 2005, lo que equivale a 3 sismos diarios de magnitud $M > 3$, cuyos epicentros se encuentran localizados dentro del territorio nacional.

El inicio de la etapa de modernización (Red de banda ancha) consistió en la instrumentación de la principal zona sismogénica del país (costas del Pacífico). En una nueva etapa de crecimiento, la red del servicio sismológico se está expandiendo hacia el resto de la república.

Las estaciones más recientes como Linares (LNIG) y Maruata (MMIG) en los estados de Nuevo León y Michoacán, respectivamente, así como las estaciones de Ahuacatlán, Nayarit; Casas Grandes y Parral, Chihuahua y Hermosillo, Sonora, todas ellas proyectadas para instalarse en lo que resta de este año, permitirán tener una visión mas amplia acerca de la sismicidad local, regional y telesísmica. Ejemplo de ello es el sismo del 11

de agosto del presente año de magnitud $M = 5.9$ con epicentro en Michoacán, localizado con registros procedentes de las nuevas estaciones (LNIG y MMIG).

A través de este cartel se dará a conocer como el SSN, haciendo uso de tecnología de punta: instrumentos sísmicos, sistemas de telecomunicación y personal altamente calificado, cumple con el compromiso que ha adquirido con la sociedad mexicana.

SIS-35 CARTEL

**ESTIMACIÓN DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE EDIFICIOS
A PARTIR DE TRAZAS SÍSMICAS DECONVOLUCIONADAS**

Pech Pérez Andrés, Martínez Cruz Ohmar
Zeferino y Jiménez González Carlos Orlando

Centro Interdisciplinario de Investigación
para el Desarrollo Integral Regional, IPN

apecth@ipn.mx

Se analizó el comportamiento sísmico de edificios usando la deconvolución de eventos sísmicos registrados en los diferentes niveles de las edificaciones. Por medio de la deconvolución, se separó la respuesta del edificio de la excitación y de la respuesta del suelo. Los registros deconvolucionados presentan, cada uno de ellos, dos arribos; éstos corresponden a una onda ascendente y a otra descendente. Usando estos arribos, podemos estimar la velocidad y atenuación de las ondas que se propagan en el edificio. Para interpretar los resultados, se utilizó un modelo unidimensional que consiste de dos medios elásticos, homogéneos e isotrópicos.

SIS-36 CARTEL

**RELACIONES DE ATENUACIÓN DE
MOVIMIENTOS FUERTES EN LA REGIÓN
NORTE DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO**

Martínez Mirón Yleana C. y Munguía Orozco Luis

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

miron@cicese.mx

Al estar localizada en una región que comprende la zona de interacción de dos grandes placas tectónicas, la del Pacífico y la de Norte América, la región norte de Baja California se caracteriza por una intensa actividad sísmica. De 1900 a la fecha se han presentado algunos eventos de magnitud considerable como el de Valle Imperial (1979) que alcanzó una magnitud de 6.5. La ocurrencia de tales eventos plantea la posibilidad de sismos futuros de magnitud similar que podrían provocar daños severos a ciudades densamente pobladas como Ensenada, Tijuana, Tecate y Mexicali.

La estimación del impacto de los temblores fuertes es un campo amplio de investigación en la ingeniería sísmica y ha jugado un papel importante en las tareas de evaluación de peligro sísmico. Para tales procesos la disponibilidad de relaciones de atenuación de movimientos fuertes juega un papel preponderante. Actualmente, para el norte de Baja California no existe una relación de atenuación para predecir los movimientos fuertes de sismos futuros en la región. En este estudio obtuvimos relaciones de atenuación de aceleraciones máximas horizontales para las regiones del Valle de Mexicali (VM) y el macizo rocoso peninsular de Baja California (MRP). Adicionalmente,

se obtuvo relaciones de atenuación para máximas velocidades horizontales y aceleración espectral (SA) para la misma región. Nuestro análisis se basó en datos registrados a distancias predominantemente entre 5 km y 100 km por la Red de Acelerógrafos del Noroeste de México (RANM). Las magnitudes de los eventos considerados oscilan entre 3 y 6.5.

Las relaciones obtenidas para el Valle de Mexicali son:

$$\log (A_{\max}) = -2.274 + 0.521M - \log r - 0.0039 r + 0.385P$$

$$r = (d^2 + 3.4^2)^{1/2}$$

$$\log(V_{\max}) = -3.200 + 0.740M - \log r - 0.0048 r + 0.236P$$

$$r = (d^2 + 3.4^2)^{1/2}$$

$\log (SA) = 1.571 + 0.964M - \log r - 0.007 r + 0.465P$ para periodo de 1 seg.

$$r = (d^2 + 4.3^2)^{1/2}$$

Para el macizo rocoso peninsular, región para la cual se dispone de una cantidad menor de datos, solo se obtuvo la siguiente relación de atenuación:

$$\log (A_{\max}) = -1.788 + 0.271M - \log r + 0.0002 r + 0.309P$$

$$r = (d^2 + 5.2^2)^{1/2}$$

Sesión Regular

Vulcanología

VUL-1

TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN APLICADAS A LA VULCANOLOGÍA

Nolasco Calderón Lacendi

Escuela de Ingenierías, Universidad Madero

impulsos@gmail.com

Actualmente las tecnologías de información son herramientas avanzadas que apoyan la investigación en el área de las ciencias de la tierra, el futuro de la vulcanología se basa en gran parte gracias al desarrollo de software que permite a los especialistas en el tema generar conocimiento y fundamentar su estudio para revolucionar de forma continua esta importante disciplina.

El desarrollo de dichas tecnologías requiere de equipos multidisciplinarios para obtener proyectos de calidad que ofrezcan resultados tangibles.

En México los escasos sistemas informáticos orientados a la vulcanología que favorezcan los estudios de especialistas me han motivado a desarrollar un proyecto de tesis cuya finalidad sea la de innovar la manera de estudiar a los colosos del país así como del planeta Tierra en general. Dicha investigación busca crear una base de datos trabajando en Internet actualizada diariamente y segmentada de forma ordenada por medio de la colaboración de centros de investigación para apoyar el trabajo de vulcanólogos y entusiastas que requieran información de cualquier volcán objeto de su estudio.

Este sistema permitirá realizar análisis comparativos entre volcanes, gráficas que apoyen las comparativas, reportes básicos con datos relevantes del día y si el usuario lo requiere podrá obtener un histórico con información de días, meses o años anteriores.

La portabilidad es un factor determinante en la creación del sistema por lo que se desarrollará compatibilidad para que estos contenidos puedan ser leídos en computadoras convencionales con acceso a Internet hasta dispositivos móviles tales como: portátiles, PDA o celulares que cuenten con navegadores y tecnología Java para facilitar el manejo de los datos.

La centralización de la base de datos se prevé sea una compilación de uso habitual para cualquier vulcanólogo o estudioso de ciencias de la tierra y estará sujeto a mejoras durante la creación de la obra gracias a las aportaciones intelectuales que se brinden a lo largo del proyecto.

VUL-2

VARIACIONES DE CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE

Salazar Peña Leobardo¹, Guevara González Gema¹, Godínez Juárez Paola², Antonio Carpio Ricardo², Solé Salgado Olimpia², Pérez Miranda Tonacacihuatl², Ávila Dorador Lizbeth², Domínguez Mendoza Agustín², Angeles Marín Daniela², Pineda Gómez Nancy², Núñez García Ulises², Hernández Mexicano Gloria², Lara Corona Juan², Mayorga Ramos Marco Antonio², Pacheco Reyes Elidia², López Moya Armando², Pérez García Jesús², Acuña Torres Julio², Flores Magaña Eduardo², Flores García Emmanuel² y Vergara López José Luis²

¹Departamento de Geofísica, Ciencias de la Tierra, ESIA, IPN

²Instituto Politécnico Nacional

Isalazar@ipn.mx

Durante los ejercicios prácticos de la carrera de Ingeniería Geofísica llevamos a cabo un levantamiento magnético en el volcán Popocatepetl. Este consistió de dos perfiles que iniciaron en las cercanías de Tlmacas, uno de ellos extendido hacia el Oriente (cercanías de Santiago Xalitlitzintla) y el otro hacia el Occidente (cercanías de San Pedro Nexapa). A los dos días del levantamiento, el volcán emitió una fumarola que alcanzó aproximadamente 5 km de altura sobre el cráter. Ante la oportunidad de medir el efecto magnético por este evento eruptivo, a los tres días de éste, se procedió a levantar los mismos perfiles con las mismas estaciones.

Los datos corresponden a medidas de campo total, que inicialmente se corrigieron por variación diurna. Las estaciones de control de los perfiles se graficaron sobre un mapa topográfico del volcán para visualizarlas tanto en planta como en forma tridimensional. Teniendo el control de las estaciones, los datos se separaron y graficaron como pre-fumarólicos y post-fumarólicos para los dos pares de perfiles. Para la comparación se graficaron conjuntamente los datos pre-fumarólicos y post-fumarólicos.

Con el análisis de datos, se observó la diferencia de valores y se cuantificó la anomalía magnética por efecto de la fumarola en cada par de perfiles. Se determinó además la distancia a partir del cráter, en la cual el efecto sobre el campo magnético de la fumarola desaparece por la concordancia de datos. Esta distancia pudo correlacionarse con resultados de otras observaciones, principalmente con la distribución de epicentros de sismos volcánicos y valores de deformación.

La interpretación del fenómeno sugiere que el campo magnético terrestre local es afectado por la modificación de magnetización de la roca circundante en la chimenea volcánica y conductos al paso del material incandescente.

VUL-3

UN MODELO NUMÉRICO PARA EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL

Novelo Casanova David A.¹, Valdés
González Carlos¹ y Ramírez Olvera Graciela²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Educación Media Superior, Plantel Carmen Serdán

dnovelo@geofisica.unam.mx

Con el propósito de comprender las características del comportamiento mecánico del volcán Popocatepetl, se desarrolló un modelo numérico aplicando el método de elementos finitos por medio del paquete de software MODULEF. El modelo numérico fue construido considerando la topografía del edificio volcánico. El campo de desplazamientos fue generado por magma en ascenso representado por una fuerza aplicada a los nodos de la superficie del conducto volcánico simulado. Los resultados teóricos indican que bajo una presión vertical hacia arriba y a lo largo del conducto, los flancos del volcán tienden a separarse del cráter. Los máximos componentes radiales (9.2×10^{-3} m) y verticales (4.1×10^{-2} m) son medidos en la dirección SW-NE en concordancia con la dirección de deformación observada durante la erupción volcánica de 1995. Las áreas de máximos desplazamientos coinciden con la distribución espacial de los hipocentros de la sismicidad local y aquellas zonas previamente identificadas en el Popocatepetl como regiones con un alto peligro volcánico. Los resultados también implican que la topografía tiene gran influencia en los campos internos de deformación y de desplazamiento del volcán.

VUL-4

REFLEXIONES SOBRE LA FORMA DE LOS MAARES EXCAVADOS EN ROCA SÓLIDA, CON ÉNFASIS EN LA JOYA HONDA, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Aranda Gómez José Jorge y Carrasco Núñez Gerardo

Centro de Geociencias, UNAM

jag@geociencias.unam.mx

La Joya Honda (JH) es un maar (s. s.) excavado en una secuencia plegada de caliza mesozoica. JH fue formado en el Cuaternario (K-Ar ~1.1 Ma) por magma máfico alcalino, tipo intraplaca. Uno de los rasgos morfológicos más característicos del cráter es su forma, casi perfectamente elíptica, con una relación de 3:2 entre sus diámetros mayor y menor. La geología en las paredes del maar indica que el agua que alimentó las explosiones freatomagmáticas provenía de un acuífero contenido en fracturas y/o cavernas en la caliza. Hay otros maares en San Luis Potosí, aproximadamente de la misma edad y formados por el mismo tipo de magma en, o muy cerca de, rocas calcáreas (e.g. Joya Prieta, Santo Domingo, Joya de los Contreras y El Banco) o en depósitos clásticos sin consolidar (Laguna de los Palau). Aquellos maares excavados totalmente en caliza tienden a ser elípticos, mientras aquél en un depósito de grava, es circular. Los cráteres excavados parcialmente en grava y caliza, tienen formas burdamente elípticas, pero son irregulares. Estas observaciones nos conducen a plantear varias hipótesis acerca de los factores que controlan la forma final del cráter: 1) el eje mayor los cráteres es paralelo a la orientación de las fracturas por las que ascendió el magma a la superficie, las erupciones freatomagmáticas sucedieron a lo largo de la fractura y es, por

tanto, un indicador de la orientación del tensor de esfuerzos al tiempo de la erupción; 2) todos los cráteres originalmente fueron circulares porque cerca de la superficie el conducto tenía la forma de un "plug" y su forma elíptica actual es producto de un fenómeno similar al de "borehole elongation", por lo que el eje mayor es un indicador de la orientación del tensor, posterior a la formación del cráter; 3) las variaciones en las formas de los cráteres son independientes de los tensores de esfuerzos y se relacionan a las propiedades mecánicas del medio excavado y a los efectos causados por la expansión de los gases y las ondas de choque causadas por las explosiones freatomagmáticas; 4) combinaciones de hipótesis 1 a 3, dado que no son excluyentes.

A diferencia de lo que sucede en otros maares (s.s.), en donde el agua comúnmente proviene de acuíferos darcianos en depósitos clásticos sin cementar, en JH y otros maares elípticos en SLP, las explosiones involucraron interacción magma-agua-roca sólida. Por tanto, en JH la expansión de los gases y el efecto de las ondas de choque causadas por las explosiones actuaron en un medio: 1) abierto o semiabierto – dado que algunas de las fracturas en el acuífero llegaban a la superficie – en donde la presión debió ser hidrostática por el peso de la columna de agua en las fracturas; 2) claramente anisotrópico, controlado por las capas plegadas y fracturas en la caliza; 3) con propiedades mecánicas radicalmente distintas a las de un depósito sin consolidar. Se cree que las anisotropías en el medio fueron el factor decisivo que determinó la forma y orientación del cráter de JH.

VUL-5

LA CALDERA LA CATEDRAL, SIERRA DE LAS CRUCES. UNA CALDERA AL NORPONIENTE DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Aguirre Díaz Gerardo¹, López Martínez
Margarita² y Rendón Márquez Gabriel²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²División de Ciencias de la Tierra, CICESE

ger@geociencias.unam.mx

Aguirre-Díaz et al. (1999, UGM-Geos) y Aguirre-Díaz (2001, AGU-Eos) mencionan la existencia de una caldera en la parte norte de la Sierra de Las Cruces, que denominan como La Catedral, la cual fue mencionada posteriormente con ese mismo nombre por García-Palomo et al. (UGM-Geos, 2004). Mooser et al. (1996 -Atlas) ya la habían inferido y llamado entonces como caldera El Rehilete. Se trata de una estructura de forma elíptica, de 9×6 km, que forma una gran parte del sector norte de la Sierra de Las Cruces, entre Naucalpan (valle de México) e Ixtlahuaca (valle de Toluca). El nombre La Catedral proviene del nombre del pico más elevado (3780 msnm), ubicado al centro de la caldera.

La caldera incluye las siguientes secuencias: 1) una secuencia inferior de ignimbritas, depósitos de lapilli de pómez y ceniza de caída, oleadas piroclásticas, y lahares, 2) un anillo de domos (Riolita La Bufa) con depósitos de pómez asociados, 3) una secuencia de depósitos voluminosos masivos de flujos de bloques y ceniza y avalanchas de escombros, y 4) un grupo de domos intracaldera (Catedral, Palomas, Las Navajas) y depósitos piroclásticos asociados. Las ignimbritas de la secuencia inferior incluyen a la Ignimbrita Villa del Carbón en el flanco oriental de la sierra, y a la Ignimbrita Tlalpujahuilla en el flanco occidental. Ambas unidades contienen abundante pómez, contenido de líticos variable, y biotita, hornblenda, feldespato, y cuarzo. Las edades 40Ar - 39Ar que hemos obtenido son

2.1 $\pm$ 0.4 Ma para la Ignimbrita Talpujahuilla y 2.2 $\pm$ 0.4 para el domo intracaldera La Catedral. Los valores son consistentes con la posición estratigráfica entre las unidades de La Catedral y las de estructuras volcánicas vecinas, como el caso de la Ignimbrita San Miguel de las Cañadas derivada de la caldera La Muerta (Gutiérrez-Palomares y Aguirre-Díaz, 2004), con una edad 40Ar/39Ar de 2.6 $\pm$ 0.1 Ma (no reportada anteriormente), que subyace a la ignimbrita Villa del Carbón, o el caso de la secuencia Mio-Pliocena vulcano-sedimentaria de la cuenca Taxhimay y productos Miocenos de los volcanes Chapa de Mota y El Templo, entre otros (Aguirre-Díaz y Carrasco-Hernández, 1999), que subyacen tanto a la Ignimbrita San Miguel de Las Cañadas, como a productos diversos de la caldera La Catedral.

La Catedral es la caldera más cercana al área metropolitana de la Ciudad de México y municipios conurbados del Estado de México. Seguramente el valle de México y los flancos de la Sierra de Las Cruces incluyen depósitos provenientes de esta caldera que aun no han sido reconocidos como tales. Por otra parte, por su edad la caldera La Catedral no representa ningún peligro con respecto a actividad volcánica pues se considera extinta. Sin embargo, debido al crecimiento de la zona urbana sobre depósitos no-consolidados de esta caldera, existe el peligro de deslizamientos durante las épocas de lluvia en paredones de antiguas zonas minadas, en escarpes de fallas, y en barrancas con fuertes pendientes.

VUL-6

LA CALDERA DE SAN PEDRO EL ALTO, TEMASCALCINGO, EDO. DE MÉXICO. UN NUEVO REPORTE DE UN VOLCÁN-CALDERA EN EL CINTURÓN VOLCÁNICO MEXICANO

Roldan Quintana Jaime^{1y2} y Aguirre Díaz Gerardo²

¹Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM

²Centro de Geociencias, UNAM

jaimer@servidor.unam.mx

La caldera de San Pedro El Alto (SPEA) se localiza 72 km al NW de Toluca, junto al poblado de Temascalcingo, Estado de México. Es uno de varios aparatos volcánicos dentro del Graben de Acambay. La caldera está desplazada por fallamiento normal E-W con una pequeña componente lateral del sistema Acambay. La caldera SPEA evolucionó sobre un estratovolcán andesítico-dacítico aparentemente pliocénico. La caldera es una depresión de forma elíptica de 2.5 por 3 km, ahora más rectangular por las fallas post-caldera que la afectan. Eventos pre-caldera y asociados al desarrollo del estratovolcán incluyen lavas andesíticas y domos dacíticos durante etapas constructivas, y depósitos de avalancha en etapas destructivas. Productos relacionados con el evento caldérico incluyen a importantes depósitos de lapilli de pómez de caída con abundante contenido de líticos y espesores de algunas decenas de metros en las facies proximales, aparentemente asociados a eventos plinianos. También se observan ignimbritas y secuencias de oleadas piroclásticas, tanto en las facies proximales como intracaldera. El relleno intracaldera consiste en secuencias estratificadas de oleadas piroclásticas, brechas volcánicas, tobas retrabajadas y sedimentos lacustres.

Con la información de que se dispone para la caldera SPEA se pueden diferenciar tres fases volcánicas principales, (1) construcción del estratovolcán de composición andesítica-dacítica, (2) eventos destructivos de colapso lateral y formación de avalanchas de escombros tal vez relacionados con

sismos del sistema Acambay, y (3) fases explosivas y de colapso que formaron la caldera en la cima del volcán.

Los escasos datos isotópicos y de fósiles de vertebrados disponibles indican una edad de 1.2 Ma para los productos de la caldera. Esto último en base a edades 40Ar/39Ar de cenizas silíceas intercaladas con sedimentos lacustres con contenido de fósiles de vertebrados reportadas por Kowallis et al. (2003- GSA Cordilleran Section Abstracts) en el flanco sur de la caldera; cenizas que suponemos fueron emitidas por la caldera, aunque esto no se ha confirmado.

Estudios en proceso incluyen la elaboración de un mapa geológico y estratigrafía detallada de la región documentada con fechamientos radiométricos, sobre todo de los depósitos de avalancha, de los productos plinianos, y de los depósitos de flujos piroclásticos (ignimbritas y oleadas).

VUL-7

LA PEÑA DE BERNAL, QRO. UN DOMO DACÍTICO DEL MIOCENO TARDÍO

Aguirre Díaz Gerardo

Centro de Geociencias, UNAM

ger@geociencias.unam.mx

La Peña de Bernal se localiza a 50 km al NE de la Cd. de Querétaro. Es una estructura con morfología de un pico sobresaliente de aprox. 400 m de altura, que ha sido motivo de leyendas y conjeturas populares. La Peña de Bernal es ampliamente conocida y se considera un monumento natural de Querétaro, pero es escasa la información científica sobre ésta, ya que no había sido estudiada. No se conocían ni su edad ni su naturaleza física o química. Por lo mismo, preguntas básicas como ¿cuando y cómo se formó?, ¿cuál es su composición?, ¿se trata de un cuello volcánico, un intrusivo, o un domo?, ¿cómo afectó las rocas encajonantes?, no han sido resueltas. Para responderlas es necesario realizar un estudio geológico-geocronológico-geoquímico-petroológico, proyecto que estamos realizando los autores de este trabajo.

Nuestros estudios indican que la Peña de Bernal es un domo volcánico endógeno de composición dacítica (SiO₂=67 wt%) con una edad 40Ar-39Ar en plagioclasa de 7.8 $\pm$ 0.3 Ma. La edad es similar a la de otros domos silíceos de la región, pero debe considerarse como preliminar pues están en proceso nuevas edades para confirmarla. El domo completo no se limita a la Peña de Bernal sino que se trata de un cuerpo semi-lenticular alargado de 6x4 km, orientado al N40E en su eje mayor, con la Peña en el extremo sur. El domo intrusiona sedimentos terrígenos-carbonatados Jurásicos de la Formación Trancas y calizas Turonianas de la Formación Soyatal. Ambas unidades están intensamente plegadas, especialmente Trancas. La Formación Trancas presenta metamorfismo regional de bajo grado que formó filitas con segregaciones de sílice amorfo y calcita. No se observan efectos importantes de metamorfismo de contacto causado por la intrusión del domo, salvo un ligero cocimiento y una leve alteración hidrotermal en las filitas en el contacto con el domo. El domo se encuentra intensamente fracturado en sus márgenes, sin llegar a estar brechado, y la filita encajonante se presenta cizallada e incluso con estrías en la zona de contacto, lo que indica que el domo se emplazó relativamente frío y prácticamente sólido (forcefully injected). La Peña de Bernal presenta foliación de domo, semivertical en su parte interna y más inclinada en los márgenes (55°), aparentemente no-concéntrica, y más bien paralela. La roca

tiene textura porfírica, con matriz microcristalina y remanentes de vidrio café (<20 vol%). Los fenocristales (<4.5mm) incluyen una gran variedad, principalmente plagioclasa y hornblenda, y menos abundante biotita, ortopiroxeno, clinopiroxeno, sanidino, cuarzo, y óxidos de Fe-Ti. Estudios con microsonda electrónica muestran texturas complejas de intercrecimiento de ilmenita y magnetita con piroxenos, zoneamiento complejo en feldespatos, y abundantes inclusiones fluidas y de vidrio en los feldespatos y cuarzo, todo lo cual se está estudiando para determinar las condiciones P-T de emplazamiento y para establecer la petrogénesis del domo junto con datos químicos traza e isotópicos en proceso. A pesar de su cercanía con la mina de oro San Martín (4 km al SW), no parece existir relación genética entre la Peña de Bernal y el yacimiento mineral.

VUL-8

PEPERITAS, DEPÓSITOS LACUSTRES, Y ANDESITAS DEL VALLE DE QUERÉTARO

Aguirre Díaz Gerardo y Nieto Obregón Jorge

Centro de Geociencias, UNAM

ger@geociencias.unam.mx

El valle de Querétaro se encuentra en una cuenca vulcano-sedimentaria originada por fallamiento normal de dos sistemas ortogonales, uno NNW y otro ENE, pertenecientes a los sistemas regionales Taxco-San Miguel de Allende y Chapala-Tula (intra-arco), respectivamente, que dieron lugar al Graben de Querétaro. Los depósitos vulcano-sedimentarios acumulados en la cuenca incluyen lavas andesíticas intercaladas con depósitos fluvio-lacustres y depósitos piroclásticos, tanto de caída como de flujo (ignimbritas y oleadas). Esta acumulación inició al menos hace 10 Ma y ha continuado hasta 5.6 Ma (mínimo) para las rocas volcánicas intercaladas, y hasta el Presente para los depósitos fluvio-lacustres. La cronología de eventos esta controlada por fechamientos radiométricos de las andesitas y depósitos piroclásticos de la secuencia. Esta secuencia está expuesta en los escarpes de falla que bordean el graben. De particular importancia son diferentes niveles de peperitas que no habían sido identificadas. Las peperitas se componen de lava andesítica fragmentada mezclada con depósitos de grano fino de origen lacustre, fluvio-lacustre, o tobas. Todos estos depósitos estuvieron saturados con agua en el momento del emplazamiento de las andesitas, produciendo una reacción explosiva al momento del contacto entre las lavas con los depósitos fríos y húmedos (lacustres o tobas). De lo anterior se deduce 1) la existencia de una depresión tectónica (graben) controlada por las fallas normales que dieron lugar a las condiciones sedimentarias de cuenca, 2) el ambiente sedimentario de cuenca indicada por los depósitos fluvio-lacustres, y 3) la contemporaneidad entre vulcanismo andesítico y depósitos húmedos lacustres y/o tobas para el desarrollo de peperitas. Afloramientos de peperitas se pueden observar en varias localidades del valle de Querétaro y en varios niveles estratigráficos, desde andesitas antiguas (10 Ma –Volcán La Joya) hasta andesitas más jóvenes (5.6 Ma –Andesita Cimatario). En ocasiones es posible observar el cambio gradual de una lava densa o vesicular a la zona de fragmentación y mezcla con depósitos húmedos pre-existentes de la cuenca. Los fragmentos son angulares a subangulares y generalmente vesiculares, con bordes densos de vidrio por enfriamiento repentino. La manera de emplazamiento fue de dos tipos, 1) junto a los conductos de las andesitas, ya sea por intrusión de diques, sills, cuerpos irregulares, o por domos andesíticos, y 2) por invasión de derrames de lava andesítica en depósitos húmedos lacustres o tobas. En algunos casos cercanos

a los conductos andesíticos es evidente una intensa alteración hidrotermal asociada al emplazamiento de la andesita, tanto en la misma andesita como en los depósitos afectados, formando zonas oxidadas, cloritizadas, silicificadas, y/o propilitizadas. Lo anterior sugiere condiciones favorables para la formación de yacimientos minerales de tipo hidrotermal, y por lo tanto para la prospección de éstos en la región.

VUL-9

MARCO MAGMÁTICO Y TECTÓNICO EN EL SECTOR S DE LA SMO: IMPLICACIONES EN LA METALOGENIA DE YACIMIENTOS EPITERMALES DE BAJA SULFURACIÓN

Nieto Obregón Jorge¹ y Aguirre Díaz Gerardo²¹Facultad de Ingeniería, UNAM²Centro de Geociencias, UNAM

nieto@servidor.unam.mx

El Sector Sur de la Sierra Madre Occidental, tiene como basamento al Terreno Guerrero, afectado por intrusivos graníticos del Terciario Medio. Se presenta vulcanismo del Eoceno (48.1 a 36.8 Ma), cubierto por un voluminoso paquete de ignimbritas del Oligoceno con edades entre 37 y 28 Ma, a su vez está cubierto por otro paquete ignimbrito con edades de 23 a 19 Ma, en el Sur del Sector.

El estilo tectónico en esta área es de poca extensión, con grabens orientados N-S a NNE-SSW, afectados por zonas de transferencia. La región comprendida entre los grabens de Aguascalientes y Bolaños, muestra estructuras extensionales, con un acentuado relieve topográfico. Destacan los grabens de Bolaños, Tlaltenango, Juchipila, Calvillo y Aguascalientes, bordeados por los horsts de Temastlán, Morones, Nochistlán- El Laurel, y la Sierra Fría, así como la Meseta basculada de la Presa Calles al W del Valle de Aguascalientes. En el área se encuentran varios conductos fisurales, asociados a las estructuras que limitan a los grabens.

Rocas del Eoceno ocurren en las zonas de barrancas hacia el E, N y W de la región. Las ignimbritas de Oligoceno, en contraste, están ampliamente distribuidas en las Sierras de Morones y Nochistlán y El Laurel. El vulcanismo del Mioceno Inferior ocurre principalmente en el Graben de Bolaños y hacia el sur del área.

El intervalo de 30 a 20 Ma esta representado por derrames piroclásticos, concentrados en los bloques de la Sierra de Morones, Tlaltenango, Bolaños y el área alrededor de Cinco Minas-San Pedro Analco-Hostotipaquillo, observandose una migración con el tiempo de NE a SW.

El área contiene importantes yacimientos epitermales, ligados al vulcanismo ignimbrito, tectónica extensional, cuerpos de agua contemporáneos con flujo superficial y/o subterráneo, influenciados por un relieve irregular. Las estructuras que limitan a los grabens, parecen haber regulado el emplazamiento de yacimientos epitermales vetiformes.

La diferencia entre la edad de la mineralización y la roca encajonante, observada en algunos yacimientos de este tipo, puede tener dos orígenes: 1) un sistema hidrotermal procedente de una cámara magmática de grandes proporciones, que se mantiene activa por un período de tiempo largo; ó 2) eventos magmáticos intrusivos posteriores que aportan los fluidos que circulan por las estructuras formadas previamente, durante la extrusión del material piroclástico.

Los yacimientos epitermales presentes son de baja sulfuración, de Au y Ag, asociados a lavas y rocas piroclásticas ácidas de ambientes de calderas. Consisten de vetas de cuarzo emplazadas en las ignimbritas del Super Grupo Volcánico Superior durante eventos extensionales. La edad de la mineralización es principalmente del Mioceno Inferior y tiene poca diferencia en tiempo con las edades de las rocas piroclásticas. Las minas de Bolaños, Cinco Minas, San Pedro Analco, Hostotipaquillo y otros distritos con mineralizaciones epitermales de baja sulfuración, son ejemplos de estos yacimientos.

VUL-10

LOS DOMOS RIOLÍTICOS DEL OLIGOCENO COMO GUÍA PARA LA EXPLORACIÓN DE YACIMIENTOS MINERALES

Tristán González Margarito^{1 y 2}, Labarthe Hernández Guillermo¹, Aguillón Robles Alfredo¹, Barboza Gudiño Rafael¹ y Aguirre Díaz Gerardo²

¹Instituto de Geología, UASLP

²Centro de Geociencias, UNAM

mtristan@uaslp.mx

En la Sierra Madre Occidental (SMOc) existen una serie de domos del Oligoceno que se emplazaron en un ambiente de tectónica extensional. En la parte central de la SMOc, en su mayoría son de composición riolítica; y en la porción meridional de la SMO, dentro de la Mesa Central (MC), su composición varía desde dacitas hasta riolitas con alto contenido en sílice. La edad de los domos varía entre 31 y 27 Ma, y en su mayoría son de tipo exógeno. Generalmente, se emplazaron después de la emisión de un paquete ignimbrítico conocido como flare-up. Se encuentran irregularmente distribuidos en la SMOc, y están controlados por sistemas regionales de fallas normales que utilizaron como conducto para su emplazamiento.

Los domos se asocian comúnmente con mineralización hidrotermal produciendo alteraciones como silicificación, oxidación, y depósitos de manganeso rellenando fracturas. Los domos riolíticos del occidente del estado de Durango (e.g. La Ciénega) poseen depósitos minerales importantes en sus márgenes y en estructuras internas a lo largo del conducto. En la zona de Basís, Durango, las obras mineras se encuentran en las márgenes de las raíces de domos riolíticos. En el sur del Distrito Minero de San Dimas, Durango, se aprecian domos en que la margen del conducto alimentador está por lo general silicificada y brechada hidrotermalmente, con depósitos de óxidos de hierro y manganeso y vetas de cuarzo con valores de Ag y Au. Los domos más grandes se ven cortados por innumerables vetas de cuarzo con valores importantes, por ejemplo, zona Ventanas-Mala Noche, Durango. En el área de Zacatecas muchas de las minas importantes se han relacionado con domos riolíticos que presentan silicificación intensa y están conectados unos con otros por diques y vetas de cuarzo. Estos domos siguen un patrón de fallas bien definido y sus depósitos metálicos son de oro, plata, plomo, zinc. En cuanto a los domos riolíticos de la MC, en los estados de Durango, Zacatecas, San Luis Potosí y Guanajuato, Huspeni et al., (1984) nombró a esta franja como Cinturón Mexicano de Estaño, ya que muchos de ellos son portadores de estaño fumarólico que fue explotado como placer. El estaño se encuentra en fracturas y huecos en forma botroidal (casiterita) y puede estar asociado con cristales de topacio. Estos domos pueden presentar en la base de sus lóbulos cercanos a su fuente importantes depósitos no-metálicos (caolín, zeolitas), y en casos como en la Sierra de Guanajuato, valores de

Au y Ag asociados a los conductos de los domos. Otro caso donde la mineralización hidrotermal está ligada a las raíces o conductos de domos es Real de Asientos-Tepezalá (Aguascalientes), donde las obras mineras están en las márgenes del sistema de diques que se asocian al domo de Altamira donde se ha explotado Ag, Pb, Zn y Cu.

VUL-11

DIQUES PIROCLÁSTICOS EN FALLAS DE EXTENSIÓN ALIMENTADORES DE IGNIMBRITAS, EN EL OCCIDENTE DE CAMPO VOLCÁNICO DEL RÍO SANTA MARÍA, S.L.P.

Tristán González Margarito^{1 y 2}, Labarthe Hernández Guillermo¹, Aguillón Robles Alfredo¹, Torres Hernández José Ramón¹ y Aguirre Díaz Gerardo²

¹Instituto de Geología, UASLP

²Centro de Geociencias, UNAM

mtristan@uaslp.mx

En la Sierra Madre Occidental (SMOc) en su porción SE, se localiza el Campo Volcánico del Río Santa María (CVRSM), donde se encuentran las rocas volcánicas mas antiguas de la región (Labarthe-Hernández, et al., 1989). A unos 20 km al sur de la ciudad de San Luis Potosí, donde el Graben de Villa de Reyes (GVR) sufre una inflexión hacia el norte, se encuentran tres fosas tectónicas estrechas denominadas Enramadas, Paso Blanco y El Arriate, además de una serie de fallas normales escalonadas en dominó con sus bloques basculados al NE, las cuales son ortogonales al GVR. Las fosas varían en anchura entre los 400m y 1.5 km, por 3.0-6.0 km de largo. Están limitadas por fallas normales de rumbo predominante N45°W, con inclinación entre los 60°-70° y tienden a estrecharse y desaparecer hacia el SE. Estas fosas se encuentran dentro de lo que se conoce como Provincia de Cuencas y Sierras de la Republica Mexicana, donde las principales estructuras son fosas y pilares tectónicos (fosas, semi-fosas y pilares) que localmente forman bloques basculados (Stewart 1998; Henry y Aranda-Gómez, 1992).

Las tres fosas mencionadas se formaron dentro del evento de máxima extensión documentado entre los 26 y 28 Ma (Labarthe-Hernández et al., 1982; Tristán-González, 1986; Aranda-Gómez 1989; Aranda-Gómez et al, 2000). Su construcción se desarrolló en unidades lávicas que formaron domos de composición intermedia (Traquita Ojo Caliente y Latita Portezuelo) de 31 Ma. El relleno de las fosas consiste de flujos de ceniza y pómez, oleadas piroclásticas y tobas de caída y en algunos casos epiclásticos y conglomerados más recientes; el paquete no rebasa los 100 m de espesor. Su edad se ha estimado pre-ignimbrita Panalillo Superior (26 Ma).

Los productos piroclásticos de la ignimbrita Panalillo Inferior que rellenaron las fosas y depresiones entre los domos, fueron emitidos por un enjambre de diques cuyo espesor varía de unos centímetros hasta decenas de metros, que se alojaron principalmente en segmentos a lo largo de las fallas normales que limitan las fosas. Los diques se presentan en dos generaciones 1) Los que dieron origen a los depósitos más voluminosos y se encuentran principalmente en las fallas marginales de las fosas, y 2) diques de menor espesor, de ceniza fina que cruzan a los depósitos piroclásticos iniciales y que se observan en fracturas en los depósitos anteriores. En conjunto la actitud estructural de los diques tienden a ser paralelos a las fallas principales cuya actitud promedio es de N65°W/80°SW.

El sistema de fallas normales con orientación NW se formó paralelo a las serie de fuentes de estas lavas que en conjunto forman cadenas de domos, por lo que se infiere que los reservorios de lavas utilizaron fallas pre-existentes con esa dirección y que al reactivarse siguieron con la misma actitud formando las fosas, y por lo tanto, son los conductos nuevos para la última etapa piroclástica del área.

VUL-12

EVOLUCIÓN TECTONO-MAGMÁTICA DE LA PORCIÓN OCCIDENTAL DEL CAMPO VOLCÁNICO RÍO SANTA MARÍA, EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ Y GUANAJUATO

Aguillón Robles Alfredo¹, Medina Romero Erik², Tristán González Margarito^{1 y 3} y Torres Hernández José Ramón¹

¹Instituto de Geología, UASLP

²Facultad de Ingeniería, UASLP

³Centro de Geociencias, UNAM

aaguillonr@uaslp.mx

El Campo Volcánico del Río Santa María (CVSRM), forma parte de la última porción hacia el SE de la Provincia Volcánica de la Sierra Madre Occidental, en la porción meridional del estado de San Luis Potosí, este campo abarca desde el hombro oriental del Graben de Villa de Reyes unos 30 km al sur de la ciudad de San Luis Potosí, hasta las inmediaciones del Realito y El Refugio al sur oriente del estado en los límites con el estado de Guanajuato. El CVSRM está conformado por la secuencia volcánica más antigua en la región. Las estructuras generadas se han asociado a la tectónica extensiva del evento Cuencas y Sierras (Basin and Range) del Centro de México (Stewart, 1972), que generó un sistema de fallas normales NW-SW de ángulo alto predominando el estilo de dominó, con sus bloques basculados al NE y en menor cantidad fosas tectónicas estrechas (Labarthe-Hernández et al., 1982; Labarthe-Hernández et al., 1984, Tristán-González, 1986, Tristán-González, 1987)

En general su parte occidental del CVSRM, está dominado por una cadena de domos exógenos de composición intermedia con orientación NW-SW, que en su mayoría representan las fuentes por donde salieron lavas de la traquita Ojo Caliente, cuyo paquete fue afectado por las fallas normales, las que posteriormente fueron utilizadas como conductos para la salida de productos volcánicos más jóvenes. En el campo CVSRM se han reconocido grandes estructuras dómicas entre las que sobresalen el Domo del Tepozán, del Pelillo, los de Villela etc. Los flujos de ceniza voluminosos de la Ignimbrita Santa María que forman la base de la secuencia en esta porción del campo, se ha interpretado que proceden de la Caldera de Milpa Grande, localizada al oriente de este campo (Labarthe-Hernández et al., 1984). El CVSRM en su porción occidental se encuentra cortada por una gran estructura NE-SE que se nombra como el Graben de Villa de Reyes (Labarthe-Hernández et al., 1982; Tristán-González, 1986).

El campo volcánico se inició alrededor de los 32 Ma, con la emisión de un paquete grueso de flujos piroclásticos, posteriormente empezó la emisión de derrames de composición intermedia (traquita Ojo Caliente) y derrames con características andesíticas que conforman el gran volumen de la Caldera de Milpa Grande; culminando con derrames esporádicos de lavas andesíticas y un derrame riodacítico alternado con un derrame de andesita basalto.

Conforme a los análisis de elementos mayores y al diagrama de clasificación (LeBAS et al., 1986), las lavas de la parte occidental del CVSRM, varía desde andesitas potásicas hasta riolitas enriquecidas en potasio, el patrón de tierras raras normalizadas a condritas, muestran un mayor fraccionamiento de tierras raras ligeras con respecto a las tierras raras pesadas. De acuerdo al análisis de la unidad más voluminosa (traquita Ojo Caliente), se interpreta que esta unidad sean derivados de la mezcla de dos magmas diferentes (Medina-Romero et al., 2005).

VUL-13

INFLUENCIA DE LOS MICRO SISMOS EN EL ÁREA DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL SOBRE LA ESTRUCTURA GEOLÓGICA

García López Ramón¹, Molina Saucedo Edgardo², Martínez Bringas Alicia³ y Arellano Baeza Alonso Alejandro⁴

¹Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Sinaloa

²Centro de Ciencias de Sinaloa

³Centro Nacional de Prevención de Desastres

⁴Departamento de Minas, Facultad de Ingeniería, Universidad de Santiago de Chile, Chile

rgarcia@uas.uasnet.mx

Como es sabido, México es uno de las regiones con gran actividad volcánica de América del Norte. En particular, la actividad volcánica en el México central se debe a la constante subducción de las placas de Cocos y Rivera por la placa de Norteamérica. Esta actividad se ve reflejada también en gran cantidad de microsismos registrados durante el constante monitoreo del volcán Popocatepetl. Sin embargo la relación entre esta actividad sísmica y posibles erupciones volcánicas no ha sido muy clara. En este estudio se analizan los cambios en la estructura geológica de la zona del volcán para distintos niveles de actividad microsísmica. Estos cambios fueron detectados aplicando el análisis de lineamientos a las imágenes multiespectrales de alta resolución, obtenidos por el satélite ASTER (TERRA). Estos cambios se han manifestado en la variación en el número y dirección de lineamientos observados. Se ha encontrado una fuerte relación entre los cambios estructurales y la magnitud y profundidad de los sismos.

VUL-14

ANÁLISIS DE LA SISMICIDAD EN EL VOLCÁN CITLALTÉPETL DEL 13 DE AGOSTO DE 2005 AL 31 DE AGOSTO DE 2005

González Ortiz Alma Abigahyl¹, Gutiérrez Rodríguez Ricardo¹, Martínez Bringas Alicia², González Pomposo Guillermo¹ y Valdés González Carlos³

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

²Centro Nacional de Prevención de Desastres

³Instituto de Geofísica, UNAM

abigahylg19@yahoo.com.mx

El volcán Citlaltépetl se localiza a 19°01'N, 97°16'W, 5,675 m. dentro del Cinturón Volcánico Transmexicano y en la frontera entre los Estados de Puebla y Veracruz, caracterizado por tres estados de formación. En la primera fase se desarrolló la base

de este estrato-volcán, en la segunda etapa, formó la caldera y la generación de domos andesíticos y dacíticos, con numerosos bloques y flujos de ceniza, en la tercera etapa, se formó un nuevo cono que cubre la mayor parte de la caldera y los domos internos, con una alternancia de flujos de lava andesítica y erupciones piroclásticas. En la última etapa de su formación se presentó una fase eruptiva-efusiva con un evento pliniano y flujos de lavas que fluyeron del cráter superior hacia abajo y en todas direcciones.

Este volcán se considera actualmente activo. A lo largo de su vida el volcán ha presentado grandes erupciones que han provocado colapsos masivos del edificio, produciendo avalanchas con volúmenes que exceden a 1 Km³. Esta actividad está asociada a fluidos y gases magmáticos e hidrotermales que fracturaron el edificio.

En este trabajo se plantea el análisis del comportamiento de la sismicidad generada en el interior del volcán Citlaltépetl, en espacio y tiempo, a través de los parámetros de fuente de los sismos registrados, ya que por medio del monitoreo sísmico es posible establecer criterios para definir el comportamiento del volcán y modelar su estructura interna.

El análisis preliminar de la sismicidad del volcán Citlaltépetl, consistió en integrar un catálogo de los eventos registrados, utilizando como criterio de clasificación los establecidos en el volcán Popocatepetl (Volcanotectónicos, de Periodo Largo, Explosiones y Tremor). Además, con las señales sísmicas digitales, se realizó un filtrado de ruido de los registros para obtener el espectro de las señales y determinar la frecuencia de las amplitudes máximas.

Dentro de los resultados encontrados, es importante mencionar que la frecuencia predominante es de 1 Hz. (1 seg.) para las amplitudes máximas de las trazas sísmicas. En el periodo de tiempo (citar las fechas de análisis) en el cual se realizó este trabajo, no se ha observado un incremento significativo de la actividad del volcán Citlaltépetl; por lo tanto podemos considerar que el volcán está estable.

VUL-15

MAGNETIC CHARACTERISTICS OF FRACTURE ZONES AND CONSTRAINTS ON THE SUBSURFACE STRUCTURE OF THE COLIMA VOLCANIC COMPLEX, WESTERN MEXICO

López Loera Héctor¹, Urrutia Fucugauchi Jaime² y Alva Valdívila Luis M.²

¹Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica

²Instituto de Geofísica, UNAM

hlopezl@ipicyt.edu.mx

Detailed magnetic anomaly surveys over the central and southern sector of the Colima rift are analyzed to investigate the subsurface structure of the Colima volcanic complex (CVC) and the tectonic setting of Colima rift. CVC is formed by three composite andesitic volcanoes aligned north-south: Cantaro, Nevado de Colima and Colima. Total magnetic field at stations spaced every 0.5 km was measured along 8 profiles, with an overall length of 284.5 km, which allow identification of seven rock assemblages with characteristic magnetic anomalies: (1) Atenquique Formation associated to volcanic sand and gravel derived from CVC volcanoes; (2) igneous, meta-igneous, and clastic sedimentary rocks; (3) lavas and scoriae of basaltic composition erupted from the cinder cones located in the northwestern CVC sector; (4) volcanic debris avalanche deposits from the collapse of ancestral Colima; (5) pre-caldera andesitic

lavas and breccias from Nevado de Colima, covered by younger ash and scoria-fall layers; (6) pre-caldera Colima andesitic lavas and breccias covered by younger ash and scoria-fall layers; and (7) post-caldera Colima andesitic lavas and breccias. The Colima rift eastern and western margins are associated to characteristic magnetic anomaly lows. We recognize fractures and fault zones of local and regional character; large structures include Montitlan, La Lumbre-Tamazula, and La Escondida faults. Fault zone magnetic anomalies are interpreted in terms of lateral contrasts produced by a step model (normal faulting) and assuming nonmagnetic thin elongated bodies surrounded by volcanic rocks of high magnetic susceptibility and high remanent magnetization intensity.

VUL-16

NUEVOS DATOS GEOQUÍMICOS PARA FLUIDOS HIDROTERMALES DE LOS YACIMIENTOS DE ALTA TEMPERATURA LOS HUMEROS, ACOCULCO Y LOS AZUFRES, MÉXICO

Bernard Romero Rubén¹, Taran Yuri¹, Inguaggiato Salvatore², Ramírez Guzmán Alejandro³ y Tello Hinojosa Enrique⁴

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Palermo, Italia

³Unidad académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero

⁴Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, CFE

rbernard@geofisica.unam.mx

Un muestreo de fluidos hidrotermales ha sido realizado de pozos geotérmicos y manifestaciones naturales en los campos termales de Los Humeros, Acoculco y Los Azufres, en México. El objetivo del estudio es la obtención de nueva información geoquímica de la interacción magmática-hidrotermal dentro de estos sistemas hidrotermales de alta-temperatura pertenecientes a diferentes partes de la FVTM. Determinaciones de isótopos de He, análisis de isótopos de nitrógeno e isótopos de carbono en el par CO₂-CH₄ y análisis de elementos traza que no se han hecho antes para estos campos geotérmicos. Contamos con mediciones de elementos mayores y traza en aguas separadas de pozos y aguas de manantiales; con composición de gases en burbujas y de gas de vapor separado y fumarolas; isótopos de He, carbono y nitrógeno en todas las muestras.

Todos los campos geotérmicos son caracterizados por altas relaciones de ³He/⁴He, cercano a valores de MORB (> 7.2 Ra, donde la relación atmosférica Ra es 1.39#10⁻⁶) superior que ³He/⁴He para el arco Centro Americano (~6 Ra) y superior que eso ha sido reportado por Polyak et al. (1987). Con la corrección para la contaminación de aire, la relación N₂/Ar en los gases de Los Humeros son superiores a las del aire-saturado de agua, indicando la presencia de nitrógeno no atmosférico, origen cortical. Isótopos de carbono de metano con valores pesados, poco comunes para los sistemas hidrotermales (#13 C = -19‰) en casi todos los fluidos de pozos de Los Humeros sugieren un origen abiogénico.

Las altas concentraciones de boro en fluidos hidrotermales de Los Humeros y Los Azufres hacen posible el uso de este componente como un indicador para las condiciones presión-temperatura en esos acuíferos geotérmicos.

VUL-17

NATURALEZA POLIGENÉTICA DE UN DOMO RIOLÍTICO: CERRO PIZARRO

Carrasco Núñez Gerardo¹ y Riggs Nancy²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Department of Geology, Northern Arizona University, USA

gerardoc@geociencias.unam.mx

Los domos riolíticos son comúnmente considerados como volcanes de tipo monogenético, es decir, hacen erupción una sola vez, aunque su actividad puede comprender diferentes estilos eruptivos que van desde la inyección de lava viscosa, que puede o no formar un caparazón vítreo, hasta sucesiones de erupciones explosivas de tipo freático o freatomagmático, con eventuales columnas eruptivas pequeñas de diferente naturaleza. Esta actividad comprende periodos discretos que comúnmente ocurren en periodos del orden de años, décadas o hasta quizás, centenares de años. El caso del Cerro Pizarro parece seguir un patrón evolutivo más complejo que incluye etapas alternadas de erupciones explosivas y efusivas, con una fase de formación de un criptodomo y una etapa de colapso sectorial.

El Cerro Pizarro es un domo riolítico aislado que emitió un volumen aproximado de 1.1 km³, localizado en la parte central de la cuenca de Serdán-Oriental, en la parte oriental del Cinturón Volcánico Mexicano. Esta zona se caracteriza por presentar un vulcanismo monogenético de tipo bimodal que comprende tanto conos de ceniza y lava, y volcanes tipo maar de composición basáltica, como domos y algunos maars de composición riolítica. La actividad del Cerro Pizarro inició hace aproximadamente 200 ka con erupciones explosivas seguidas por actividad freatomagmática, las cuales precedieron a la formación de un domo central que desarrolló un caparazón externo vítreo. Este domo tuvo algunos colapsos parciales que produjeron pequeños flujos de bloques y cenizas, y posteriormente fue intrusionado por un criptodomo, que deformó tanto al domo como a las capas subyacentes. Esta actividad indujo el colapso del sector occidental del domo inicial, formando un depósito de avalancha de escombros pequeño. Después de un prolongado periodo de quietud, ocurrió el emplazamiento de un pequeño domo en la cima del volcán hace 116 ka, el cual fue seguido por otra extensa etapa de erosión hasta hace 64 ka, cuando ocurren erupciones explosivas tanto magmáticas como freatomagmáticas, que produjeron los depósitos piroclásticos (oleadas y caídas) que circundan el volcán.

Las notorias interrupciones (hiatus) en la actividad eruptiva del Cerro Pizarro, con periodos de aproximadamente 50 a 80 ka, muestran claramente el carácter poligenético de este volcán, con una evolución compleja que no es común en este tipo de estructuras volcánicas.

VUL-18

OBSERVACIONES DE CAMPO Y SIMULACIONES MEDIANTE LAHARZ DE FLUJOS DE ESCOMBROS DEL VOLCÁN DE COLIMA

Gavilanes Ruiz Juan Carlos¹, Varley Nick²,
Capra Pedol Lucia³ y Cortés Cortés Abel⁴

¹Centro Universitario de Investigaciones en Ciencias del Ambiente, Universidad de Colima

²Centro de Intercambio e Investigación en Vulcanología, Universidad de Colima

³Universidad Nacional Autónoma de México

⁴Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima

gavilan@ucol.mx

Se realizaron mediciones directas mediante cinta y GPS de anchuras y profundidades de los cauces secos, así como de los depósitos de los principales flujos de escombros en las barrancas La Lumbre y Montegrande, ocurridos durante la temporada de lluvias de 2006, así como observaciones estratigráficas. Mediante el cálculo de las áreas cubiertas por los depósitos con programas de cómputo para datos de GPS se estimaron los volúmenes de los principales lahares y se hicieron comparaciones con imágenes de satélite y con modelaciones obtenidas mediante el programa LaharZ.

Hasta el 25 de agosto de 2006, los volúmenes individuales de los lahares no excedieron los 50,000 m³ en la barranca Montegrande ni los 300,000 m³ en la barranca La Lumbre. En las principales unidades de flujo se ha observado una gradación normal en las partes distales, así como una tendencia a presentar soporte granular sin matriz, lo cual representa el frente de un flujo turbulento. El resto del depósito se constituye de oleadas laminares, esto es, clastos rodando al frente del flujo, mientras que el cuerpo principal y la parte posterior son laminares debido a la selección del material por gravedad y se forma esa gradación normal pero el depósito es bastante fino.

Las simulaciones con LaharZ, con los volúmenes más frecuentes (menores a 500,000 m³), se corrieron tanto sobre la topografía digital de INEGI como sobre la LIDAR, de mayor resolución, observándose las siguientes diferencias:

Con la de INEGI, los flujos inundan más pero el volumen se agota antes y alcanzan una distancia más reducida. Hay una marcada diferencia en la inundación lateral, con la de INEGI es notablemente exagerada pero los flujos tienen un espesor más reducido, mientras que con la LIDAR son muy elevados. Estas diferencias tienen una fuerte implicación en el análisis del riesgo.

VUL-19

LA ERUPCIÓN PLINIANA DE 1913 EN EL VOLCÁN DE COLIMA

Saucedo Girón Ricardo¹, Gavilanes Ruiz Juan Carlos², Arce Saldaña José Luis³, Macías Vázquez José Luis⁴ y Rodríguez Ríos Rodolfo⁵

¹Universidad Autónoma de San Luis Potosí

²Centro Universitario de Investigaciones en Ciencias del Ambiente, Universidad de Colima

³Instituto de Geología, UNAM

⁴Instituto de Geofísica, UNAM

⁵Universidad Autónoma de San Luis Potosí

rgiron@uaslp.mx

La erupción de 1913 se ha tomado como el ejemplo típico de las erupciones de gran magnitud que el Volcán de Colima ha presentado en los últimos 500 años, por tanto las expectativas en cuanto a riesgo volcánico en la región giran en torno a una erupción de este tipo. Sin embargo, al momento poco se conoce sobre el mecanismo eruptivo, magnitud y alcances de los productos piroclásticos de esta erupción.

Los resultados de los estudios realizados sobre esta erupción han mostrado que

la erupción de 1913 fue compleja, dado que en un periodo de 24 horas se presentaron tres fases eruptivas derivadas de igual número de mecanismos eruptivos.

La erupción inició (fase I) con algunas explosiones y generación de pequeños flujos piroclásticos tipo Merapi de alcance limitado (4km), que se depositaron en las barranca ubicadas al Sur-Suroeste del volcán. Posteriormente las explosiones fueron escalando en frecuencia y violencia generando flujos piroclásticos tipo Soufrière con alcances de hasta 9.5 km.

Por último, durante la fase más violenta se generaron flujos piroclásticos de ceniza, pómez y escoria que se encauzaron por todas las barrancas del volcán con alcances de 13 a 15 km, asociados la generación de oleadas piroclásticas (surges), cuyos depósitos han sido localizados en los flancos Sur y Norte del Nevado de Colima, a distancias de hasta 8 km al Norte del Volcán de Colima, lo que indica que éstos remontaron barreras topográficas de más de 500 m de altura, mientras que hacia el Sur fueron localizados a 9.5 km del volcán. En esta fase se desarrolló una columna eruptiva pliniana de 21 km de altura que se sostuvo por varias horas, dando origen a un importante depósito de caída aérea (C2) que cubrió un área aproximada de 164, 000.00 km², hasta una distancia de más de 720 km del volcán, al cual se le estimó un volumen del orden de 0. 99 km³ (0.31 km³ DRE).

VUL-20

MODELLING CONDUIT PROCESSES AT VOLCÁN DE COLIMA, MEXICO: INTERPRETATION OF MONITORING DATA

Varley Nick¹, Stevenson John¹, Johnson Jeffrey², Colvin Anna³, Weber Klaus¹, Sanderson Richard¹, Hébert Marie-Claude⁴ y Reyes Gabriel¹

¹Universidad de Colima

²University of New Hampshire, USA

³Michigan Technical University, USA

⁴University of McGill, Canada

nick@uclm.mx

Recent observations suggest that Volcán de Colima may have entered a pre-Plinian phase. Activity has been increasing and has been almost constant since 1998. It is critical to try and understand the complex seismicity and the relationship between the different observed parameters, and to identify the signals detectable by the monitoring network that might indicate an imminent catastrophic eruption.

The majority of activity over the past 8 years has consisted of Vulcanian eruptions of small to moderate size; the largest producing pyroclastic flows reaching over 5 km. These greater magnitude events during March to September 2005 included the largest explosions since the last Plinian eruption in 1913. Swarms of low frequency seismic events were associated with each explosion; smaller swarms have been observed with some relatively small eruptions. These have been examined statistically with variations observed in the magnitude-frequency relationship of each swarm and their distribution. Physical parameters, such as the ascent velocity, SO₂ flux and thermal emission of the eruption plume are being recorded above the crater. These are then being compared to the energy release, both seismic and acoustic to try and understand the conduit processes that lead to explosive eruptions. It is clear that small variations within the conduit system can lead to a transition between effusive and explosive activity. With frequent transitions, Volcán de Colima provides an ideal opportunity to analyse variations in the signals that can be observed and deduce relationships with changes within the conduit that influence magma ascent and degassing, such as its volatile contents or ascent velocity.

The upper edifice of Volcán de Colima is complex with several vents that can be active for both effusive and explosive eruptions. Relationships are being sought between the seismicity resulting from fluid and gas movements and the active vent for the subsequent eruption. Events are often complex with various pulses and switching between vents. A large range of both ascent velocities for ash jets and the ash contents of the column have been measured. Correlations with the thermal emission of the eruption column have been observed. The complexity of the relationship between these parameters and the seismic signal is being scrutinized with the goal of validating published numerical models.

This multiparametric study will help to define the most efficient monitoring strategy for Volcán de Colima and have implications for similar andesitic volcanoes. A model of the magmatic conduit processes will help to explain the significance of different variables.

VUL-21

MONITOREO INFRARROJA DE LAS FUMAROLAS DEL VOLCÁN DE COLIMA

Stevenson John y Varley Nick

Universidad de Colima

johnalexanderstevenson@yahoo.co.uk

Las cámaras infra-rojas permiten mediciones remotas de temperatura en lugares que son demasiado peligrosos para hacer mediciones directas. Hay numerosas fumarolas en la orilla del cráter de Volcán Colima, que está actualmente en un estado de inquietud y están produciendo eventos explosivos múltiples cada día. Después de enero de 2006, las fumarolas han sido medidas regularmente desde el Nevado de Colima (a una distancia de 5.8 km) usando una cámara infra-roja Variocam (longitud de onda: 8-14 micrómetros).

El análisis preliminar está basado en las temperaturas aparentes, sin correcciones por efectos atmosféricos y por el tamaño de los píxeles, extraídos de secuencias de imágenes termales tomadas en intervalos de cinco segundos. En cada imagen se miden las temperaturas máximas aparentes de tres fumarolas, la temperatura máxima aparente del campo de vista, y las temperaturas promedio aparentes de dos regiones en los flancos del volcán. Las gráficas resultantes muestran cambios en las temperaturas aparentes durante las secuencias, causados por cambios en las fumarolas mismas, calentamiento solar y la presencia de nubes.

Para monitoreo a largo plazo, un programa de Matlab selecciona automáticamente datos de imágenes nocturnas y sin nubes, y calcula temperaturas promedio en cada región de interés para cada secuencia. Las temperaturas promedio máximas aparentes de la fumarola más caliente se extienden entre 30 a 40 grados centígrados, con máximas a mediados de marzo y a finales de julio.

Unos experimentos y modelos matemáticos están dirigidos a la estimación de

las temperaturas verdaderas de las fumarolas, que dependen de la distancia

del cráter (que cambia el tamaño de los píxeles) y de la transmisividad de la atmósfera (controlada por la humedad relativa y la temperatura ambiental). También se presentan algunos resultados de estos cálculos.

VUL-22

ESTUDIOS DE BALÍSTICOS EN ERUPCIONES VULCANIANAS DEL VOLCÁN DE COLIMA: ESTIMACIÓN DE LA ENERGÍA CINÉTICA

López Rojas Mario y Varley Nick

Universidad de Colima

mario_lopr@hotmail.com

Las erupciones Vulcanianas se caracterizan por desarrollar violentas explosiones discretas que lanzan al exterior fragmentos líticos procedentes de la roca encajonante o de tapones solidificados de magma (domos) que impiden la salida del gas.

Posterior a la erupción de 1913 del Volcán de Colima, se han documentado varias explosiones Vulcanianas, y se han intensificado a partir de las explosiones de 1999. El periodo

de tiempo entre actividad efusiva y explosiva ha disminuido. Las erupciones explosivas sucedidas en 1999 y 2003 ocurrieron después de etapas efusivas. Dichas erupciones no han sido estudiadas en su caracterización y mecanismos. Una de las manifestaciones de estas erupciones son los productos balísticos y su análisis es el objeto de este estudio.

El efecto de arrastre del aire modifica la trayectoria de los proyectiles lanzados en las explosiones; este depende de la forma y tamaño de los fragmentos, y de la velocidad, principalmente. Los proyectiles balísticos analizados presentan velocidades iniciales subsónicas ($< 1\text{Ma}$) para una forma esférica ideal y un coeficiente de dragado C_d de 0.5.

El rango de diámetros de los impactos fue de 0.15 a 10.2 metros para las explosiones de 1999, y de 0.22 a 9.1 metros para las explosiones de 2003. Se registraron variaciones en la forma de los impactos, en función del ángulo de caída, tipo de suelo (arenoso o con vegetación) y tipo de balístico (densidad). Los mapas de distribución de impactos registran una orientación norte-noroeste para la explosión del 17 de julio y norte para las explosiones del 2 y 28 de agosto, de 2003; y norte-noreste para las explosiones del 10 de febrero, 10 de mayo y 17 de julio, de 1999. Para el estudio se registraron 496 impactos de las explosiones de 1999 y 439 impactos de las explosiones de 2003.

A través de la masa total expulsada y la velocidad promedio se hizo una estimación de la energía cinética para las explosiones de 1999 y 2003; los datos de la energía cinética calculada de las explosiones de julio y agosto de 2003 se comparan con la energía sísmica cuantificada con registros de banda ancha de otra investigación previa.

VUL-23

ANÁLISIS DE LOS EVENTOS EXPLOSIVOS DEL VOLCÁN DE FUEGO 1999 – 2003

Núñez Cornú Francisco Javier, Vargas Bracamontes Dulce María, Suárez Plascencia Carlos y Sánchez John

Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara

pacornu77@yahoo.com.mx

Durante el proceso eruptivo efusivo que ocurrió a finales de 1998-1999 se instalaron 3 estaciones digitales triaxiales en el Volcán de Fuego lo que permitió registrar las mayores explosiones ocurridas entre 1999 y 2004 (con excepción del 10 de febrero de 1999): 10 de mayo 1999, 17 de julio 1999, 29 de julio 1999, 2 de febrero 2001, 17 de julio 2003, 2 de agosto de 2003 y 29 de agosto de 2003 sin que la señal se sature. No es una tarea fácil cuantificar el tamaño de estas explosiones por la gran cantidad de factores involucrados y las diferentes condiciones en que ocurren, además diferentes autores utilizan diferentes métodos, utilizando las amplitudes sísmicas registradas para estas explosiones la mayor es la correspondiente al 2 de febrero del 2001, esto no coincide los reportes de otros autores. A partir de estos registros se observan diferentes características en la forma de onda y en el espectro para cada una las explosiones lo que indica que no es un proceso estacionario. Estas explosiones generan ondas atmosféricas que se observan claramente en el registro debido al acoplamiento de las ondas con el suelo y el sensor. Se observan dos tipos de onda: ondas de choque (sónicas) con frecuencias de 11 a 13 Hz y de presión (infrasónicas) con frecuencias entre 31 y 33 Hz. Con base a estos antecedentes y la información macrosísmicas se clasificaron estos eventos en dos tipos "Explosiones" las que muestran ondas de

choque y "Exhalaciones" (grandes emisiones de gas y ceniza) en las cuales solo se observa la onda infrasónica, en esta última clasificación caen los eventos del 29 de Julio de 1999 y del 29 de agosto de 2003, que en ambos casos son las mayores de cada una de las series. Utilizando la onda de choque generada por la explosión del 10 de mayo de 1999 se propone un modelo de velocidades para la estructura superior del volcán.

VUL-24

ESTUDIO DEL PROCESO ERUPTIVO 2003-2005 DEL VOLCÁN COLIMA A PARTIR DE LAS SEÑALES SÍSMICAS

Núñez Cornú Francisco Javier¹, Vargas Bracamontes Dulce María² y Suárez Plascencia Carlos¹

¹Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara

²Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara

pacornu77@yahoo.com.mx

El proceso eruptivo actual del Volcán Colima se ha caracterizado por presentar varias fases efusivas y explosivas. Durante el periodo de estudio, 2003-2005, ocurrió una serie de eventos explosivos con VEI igual o menor a 3. Muchas de las explosiones de este proceso eruptivo se registraron en las estaciones sismológicas digitales triaxiales operadas por la Universidad de Guadalajara y Protección Civil Jalisco. Las señales de estos eventos se registraron no sólo en las estaciones ubicadas en el edificio volcánico, sino también en las estaciones ubicadas en la costa norte de Jalisco y en el Volcán Ceboruco a 184, 182 y 200 km de distancia, respectivamente. Se presenta un estudio de dichas señales.

Cada evento explosivo es precedido por un evento sísmico, sin embargo, las localizaciones de estos eventos no presentan una fuente común bajo la estructura del volcán, lo cual confirma la existencia de una estructura compleja con más de un conducto. Por otro lado, a partir de la información contenida en las formas de onda, los espectros y las representaciones en tiempo-escala (wavelets), se sugiere que los procesos de fuente son no-estacionarios, lo cual implicaría que, para el periodo estudiado no puede formularse un modelo general de fuente de las explosiones del Volcán Colima. Mediante el uso de ensamblajes se determinó que las velocidades del sonido de las diversas ondas de choque tienen una variación de cerca del 10% alrededor del volcán. No se observa una clara relación entre la amplitud de las ondas sónicas y subsónicas con la magnitud de la señal sísmica.

VUL-25 CARTEL

DEPÓSITOS DE AVALANCHA RECIENTES DEL VOLCÁN COFRE DE PEROTE, VERACRUZ, MÉXICO

Rodríguez Vargas José Luis, Carrasco Núñez Gerardo y Díaz Castellón Rodolfo

Centro de Geociencias, UNAM

joseluisrv@hotmail.com

El volcán Cofre de Perote es un complejo volcánico (compound volcano) de composición andesítica, localizado en el extremo septentrional de la Cordillera Volcánica Cofre de Perote-Citlaltépetl (CVCPC), en el sector oriental de la Faja

Volcánica Transmexicana. La actividad del Cofre de Perote comenzó hace 1.6 Ma y aparentemente cesó hace 0.24 ± 0.05 Ma con un flujo de lava dacítico en la cima del volcán.

En la cima del volcán se observan escarpes en forma de herradura que hacen evidente la existencia de varios eventos de colapso del edificio volcánico. Por lo menos dos depósitos de avalancha (Los Pescados y Xico) han sido identificados hacia el flanco este del Cofre de Perote, quedando expuestos a lo largo del río Los Pescados. A la avalancha Xico, se le ha asignado una edad de radiocarbono de 10, 000 yr B.P., mientras que a la avalancha- lahar Los Pescados una edad de 44, 000 yr B.P., ambos con características físicas distintivas.

La edad de las avalanchas es claramente más joven que la edad en la que finalizó la actividad del volcán, lo que hace suponer que los colapsos fueron aparentemente disparados por mecanismos no asociados a actividad volcánica contemporánea. Por lo tanto, conocer las características de los procesos que generan estos eventos es de gran importancia para una apropiada evacuación del peligro volcánico de esta zona, considerando que se trata de un volcán extinto. La distribución preferencial de otros depósitos de avalancha hacia el oriente, asociados a los estratovolcanes Las Cumbres y Citlaltépetl, sugiere un fuerte control estructural en el que muy posiblemente la configuración irregular del basamento es el factor dominante que controla la dirección del sector a colapsarse.

VUL-26 CARTEL

TOMOGRAFÍA SÍSMICA LOCAL: UN CASO DE ESTUDIO APLICADO AL VOLCÁN TRES VÍRGENES, B. C. S.

Wong Ortega Víctor M.

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

vwong@cicese.mx

La tomografía sísmica local, LET (Local Earthquake Tomography) es una herramienta para la investigación en tres dimensiones de la velocidad sísmica, en áreas sísmicamente activas. La tomografía sísmica local usa los tiempos de llegada de las ondas sísmicas de fuentes de ubicación incierta para inferir así variaciones de las velocidades en un contexto tridimensional. Se parte de un modelo unidimensional de la estructura de velocidades, que sirve como modelo de referencia o inicio para la inversión tridimensional. Diferentes estudios han demostrado que hay una fuerte dependencia entre los datos usados (localización y tiempos de origen de los sismos) y la imagen obtenida. Por ejemplo, en sismología es usada para conocer la estructura de velocidades en una zona de falla, o en zonas de subducción y en vulcanología es usada, como un método que permite conocer la estructura interna tridimensional de los volcanes, para un mejor entendimiento del sistema de ascenso del magma y la evolución geológica del edificio volcánico.

En nuestro caso de estudio, en la región volcánica Tres Vírgenes, Baja California Sur, se efectuó la inversión simultánea de hipocentros y de la estructura tridimensional de velocidades en una zona de $20 \times 24 \times 10$ km³, que incluye al complejo volcánico Las Tres Vírgenes. Las relocalizaciones hipocentrales obtenidas con el modelo de velocidad 3D resultante muestran variaciones con respecto a las localizaciones hechas con el modelo 1D. Entre los factores que contribuyen a estas variaciones están la eliminación de los tiempos de ondas S en la relocalización, el cubrimiento acimutal de las estaciones y la zona de ocurrencia de los eventos. En el interior de la zona de inversión la diferencia entre epicentros fue hasta de 2 km, mientras que en su periferia se

observaron diferencias de hasta 6 km. Las mayores variaciones en la profundidad focal se observaron para sismos localizados bajo las estructuras volcánicas El Azufre y El Viejo. Bajo estas estructuras las profundidades determinadas con el modelo 3D son más someras que las determinadas con el modelo 1D. Por otro lado, se determinaron zonas de baja velocidad en el flanco sur del volcán La Virgen y en la porción sur de la Caldera El Aguajito. Una de estas zonas de baja velocidad está localizada en el Cañón el Azufre y en la zona de alteración hidrotermal. La distribución de velocidades en la zona de los volcanes muestra una distribución uniforme, tanto horizontal como verticalmente, indicando una estructura de velocidades muy similar a profundidades mayores de los 8 km. La mayor variación lateral de la velocidad se observa en la zona del cañón El Azufre cuyo efecto se puede apreciar hasta 7 km de profundidad. Las variaciones en la velocidad observadas en el interior de la zona de inversión se pueden deber, entre otras razones, a efectos inducidos por la cubierta volcánica inhomogénea, a la parte superior del basamento granítico fracturado, a las altas temperaturas de la zona de los volcanes y al contenido de fluidos en las fracturas de las rocas de la zona geotérmica.

VUL-27 CARTEL

ACTIVIDAD VOLCÁNICA EXPLOSIVA DEL PLEISTOCENO TARDÍO EN EL COMPLEJO VOLCÁNICO TACANÁ, MÉXICO-GUATEMALA

Borjas Hernández Ma. de Lourdes¹, Arce Saldaña José Luis¹,
Macías Vázquez José Luis² y García Palomo Armando¹

¹Instituto de Geología, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

bhludos@yahoo.com.mx

De acuerdo con los datos estratigráficos, el Complejo Volcánico Tacaná ha presentado una amplia variedad de eventos volcánicos, desde erupciones efusivas con el emplazamiento de flujos de lava, colapsos de sus flancos, hasta erupciones altamente explosivas de tipo pliniano a subpliniano. En el sector NE del complejo se han identificado 10 depósitos piroclásticos entre los más importantes se encuentran Pómez de Caída I, Pómez de Caída II, Avalancha Chichuj, Flujo de Bloques y Cenizas I, Oleada Piroclástica, Pómez Sibinal, Flujo Piroclástico La Vega, Pómez de Caída IV, Flujo de Bloques y Cenizas II y Pómez Tacaná. Estos depósitos fueron originados a partir de ocho erupciones ocurridas durante un período de 29 mil años, lo que da una recurrencia de 4,833 años. De estos depósitos resaltan la Secuencia Avalancha Chichuj fechada en 24,650 años AP, la Secuencia Pómez Sibinal de 23,540 años de edad y el último evento de tipo pliniano ocurrido hace <14 mil años denominado Pómez Tacaná. En particular, la Pómez Sibinal tiene una distribución muy amplia, con un eje principal de dispersión hacia el E-NE, con espesores de hasta 2.7 m a una distancia de 12 km. De acuerdo con los datos petrográficos y geoquímicos se observa una variación composicional de andesita a andesita-basáltica, dentro de la cual las fases mineralógicas presentes son plagioclasa, piroxeno, óxidos de Ti y Fe y en menor cantidad hornblenda. Tanto los datos químicos como petrográficos sugieren varios eventos de inyección de magma básico en una cámara magmática localizada por debajo de este complejo volcánico, fenómeno que seguramente disparó las erupciones explosivas.

Los depósitos de estas erupciones han cubierto áreas extensas en los alrededores del complejo volcánico donde

actualmente se encuentran varias poblaciones como: Chichuj, La Haciendita, Vega del Volcán, La Vega, Sibinal y Tacaná, en Guatemala entre otras, que además de ser afectadas de manera directa por erupciones futuras como las que ha registrado el complejo, también sufrirían daños por la remoción del material piroclástico deleznable (lahares), que dejan las erupciones explosivas.

VUL-28 CARTEL

FLOW DIRECTIONS IN THE TUFF OF SAN FELIPE

Hernández Méndez Gianna¹ y Stock Joann²

¹University of Puerto Rico, Mayaguez

²California Institute of Technology, USA

gianna.hernandez@gmail.com

The Tuff of San Felipe is an alkalic rhyolite pyroclastic flow deposit 12.6 Ma years in age that crops out in northeastern Baja California and Sonora, Mexico. It is a key horizon in the reconstruction of the Gulf Extensional Province because it was erupted prior to the onset of major extension in this part of the Gulf of California. Rifting of the Gulf of California divided the ignimbrite so that part of it is located on the North America Plate in Sonora, and part on the Pacific Plate, northern Baja California. The vent area is thought to lie in the coastal region near Punta Chueca, Sonora. Through this project we want to understand how the ignimbrite flowed away from the vent and further determine the probable location of the vent. Samples were collected NW of Hermosillo and southeast of Hermosillo, Sonora. Nine rock samples from the basal vitrophyre and other near-basal levels of the ignimbrite were prepared, sliced, and photographed. The high-resolution digital photos were analyzed using computer fabric bulk analysis programs to identify the orientations of acicular lapilli and crystals. The resulting data are then combined into a deformation ellipsoid and the flow direction deduced from the direction of maximum elongation in the plane of flattening. This project attempts to determine flow direction from the vent by looking at the flow characteristics of the samples, and reconstructing deformation processes by analyzing the rock fabric.

VUL-29 CARTEL

CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA DE LA SECUENCIA DE CAÍDA PÓMEZ EZEQUIEL MONTES, QRO.

Hernández Rojas Javier, Carrasco
Núñez Gerardo y Aguirre Díaz Gerardo

Centro de Geociencias, UNAM

jhernandez@geociencias.unam.mx

La Pómez Ezequiel Montes (PEM) es una secuencia de caída Pliniana asociada a la formación de la Caldera Amazcala hace aproximadamente 7.3 Ma. Esta caldera es una de varias que han sido reconocidas en el sector central del Cinturón Volcánico Mexicano (CVM). Tiene una forma elíptica de 11 x 14 km de diámetro y está localizada a 30 km al NE de la ciudad de Querétaro.

La PEM está constituida por una alternancia de depósitos de caída, cuyos clastos van de lapilli fino hasta lapilli grueso, intercalados con depósitos de oleada de unos cuantos cm de espesor y horizontes de retrabajo. Se caracteriza por tener un

espesor de hasta 32 m y una amplia distribución, a lo largo de 2 ejes principales de dispersión orientados tanto al SW como al SE con respecto a la caldera, por lo cual representa un buen horizonte marcador estratigráfico. La secuencia es similar en composición (riolita), y litológicamente está dominada por pómez gris a gris oscuro, mostrando en ocasiones una superficie de alteración hidrotermal, con menores cantidades de líticos. En este estudio, 12 secciones han sido medidas para observar las variaciones laterales y para correlacionar a la PEM. A 19 km al SE de la caldera, la PEM está formada por 14 unidades, alcanzando un espesor de 32 m, mientras que al SW (14 km) está constituida por solo 7 unidades con un espesor de 16 m. Tanto el tamaño de los fragmentos de pómez como el espesor de las unidades identificadas, disminuyen alejándose de la fuente, lo cual confirma que la PEM fue emitida de la caldera. El trabajo de campo a detalle sobre la PEM hace más comprensible una correlación sobre la secuencia en el lóbulo SW, mientras que hacia el SE, debido a la falta de exposición de canteras es necesario apoyarse en datos de pozos así como también en análisis químicos.

El análisis granulométrico, de componentes y de densidades realizado a la PEM ayuda a reconstruir la dinámica de la erupción. Además, las caídas de pómez en la secuencia representan condiciones de columnas altas derivadas de erupciones plinianas que causaron una amplia dispersión de los productos piroclásticos.

VUL-30 CARTEL

ERUPCIÓN DE MAGMA RIOLÍTICO Y BASÁLTICO EN LA HOYA DE ESTRADA

Cano Cruz Marisol y Carrasco Núñez Gerardo

Centro de Geociencias, UNAM

mcano@geociencias.unam.mx

Hoya de Estrada es un cráter de explosión (maars) dentro del Campo Volcánico de Valle de Santiago (CVVS), Gto., ubicado en el extremo nor-oriental del Campo Volcánico de Michoacán-Guanajuato, en la parte central del Cinturón Volcánico Transmexicano. El CVVS está compuesto por alrededor de 13 maars, los cuales se encuentran orientados en la dirección preferencial NNW-SSE. El cráter Hoya de Estrada se encuentra en la intersección con una segunda orientación E-W, y se caracteriza por tener una composición riolítica, lo cual contrasta con el resto de los maars del CVVS que poseen una composición máfica.

La estratigrafía de H. de Estrada esta basada en 5 secuencias piroclásticas que están distribuidas en la parte E, NE, N, NW y W del cráter. Estas fueron agrupadas en dos unidades separadas por una discordancia ondulante. La correlación estratigráfica de esas secuencias fue determinada con base a una capa índice o rasgos característicos, como en este caso por la discordancia. La unidad inferior está caracterizada por secuencias de oleadas endurecidas, con algunas intercalaciones de capas masivas de lapilli grueso, sin matriz, compuesto por material juvenil (riolita y pómez riolítica) y líticos accesorios (andesitas, basaltos, escorias, clastos alterados u oxidados). Las oleadas están compuestas por material fino (tamaño de ceniza a lapilli fino), con presencia de lapilli acrecional, estructuras de impacto balístico y estratificación de ondulante a cruzada.

La unidad superior está compuesta por capas masivas de lapilli medio a grueso, con algunas intercalaciones de capas delgadas, finas, endurecidas, algunas veces presentan depresiones de impacto balístico y estratificación ondulante. Esta unidad se

caracteriza por tener en la parte basal material juvenil (riolita y pómez riolítica) con pequeñas inclusiones de basalto, las cuales son más abundante hacia la parte media y superior. En ocasiones se llega a presentar capas masivas de lapilli grueso de basalto (ejemplo sección NE, N, NW). Hacia la parte superior de esta unidad y final de la secuencia piroclástica se tiene componente juvenil (pómez) con una coloración más oscura y presencia de pómez bandeada, que sugiere la inyección de magmas basálticos durante el ascenso de los magmas riolíticos. Esto es corroborado por la presencia de diques basálticos cortando la secuencia de maar.

Las secuencias estratigráficas de H. de Estrada indican fluctuaciones en el estilo eruptivo, con erupciones freatomagmáticas, que presentan inyecciones periódicas de magmas riolíticos y, al final de la secuencia eruptiva, basálticos, aunque sin ocurrir una mezcla de ambos magmas.

VUL-31 CARTEL

LA IGNIMBRITA ALACRÁN Y SU RELACIÓN CON CONDUCTOS FISURALES ASOCIADOS A LAS FALLAS MAESTRAS DEL GRABEN DE BOLAÑOS, JALISCO

Gutiérrez Palomares Isaac y Aguirre Díaz Gerardo

Centro de Geociencias, UNAM

igutierrez@geociencias.unam.mx

La Ignimbrita Alacrán presenta depósitos correlacionables en la margen oriental y en la margen occidental del graben de Bolaños, principalmente en las secuencias inferiores, sin embargo, hacia la parte superior presenta variaciones en cuanto al contenido y proporción de clastos de pómez y líticos, grado de silicificación, y grado de soldamiento.

La secuencia inferior consta de una sucesión de depósitos de oleadas silicificadas intercalados con depósitos de flujos de ceniza de pómez y algunos depósitos de caída de pómez, esta secuencia presenta un espesor en la margen occidental de 7 a 30 m; y en la margen oriental presenta un espesor de alrededor de 6 m.

Sobre la secuencia anterior se encuentra un depósito de brecha co-ignimbritica, en la margen oriental este depósito tiene espesores de 30 a 50 m, estructura masiva y contiene líticos de lavas riolíticas y andesíticas de hasta 2 m de diámetro. En la margen occidental esta brecha está compuesta por varios horizontes de 2 a 3 m de espesor, con diferentes proporciones de líticos de lavas riolíticas y andesíticas de hasta 1 m de diámetro. Esta secuencia tiene un espesor de aproximadamente 30 metros.

Sobreyaciendo a la brecha co-ignimbritica está el cuerpo principal de la ignimbrita el cual tiene un espesor en la margen oriental del graben de Bolaños de hasta 350 m y en la parte occidental presenta espesores de alrededor de 200 m. Este depósito presenta una sucesión de horizontes con abundancia de líticos de lavas riolíticas y andesíticas de hasta 25 cm de diámetro y horizontes con abundancia de clastos angulosos de pómez color blanco y amarilla de hasta 30 cm de diámetro, en algunos horizontes estos clastos de pómez se observan ligeramente colapsados. La matriz de este depósito está compuesta por abundante ceniza de pómez, y escasos cristales de sanidino. Algunos de estos horizontes presentan mayor grado de silicificación por procesos secundarios como fase de vapor. Intercalados entre estos horizontes se han identificado depósitos de oleadas piroclásticas compuestas por líticos y clastos de pómez de tamaños de ceniza, acomodados en láminas delgadas

formando estratificación cruzada de bajo ángulo, el espesor de estos depósitos de oleadas varía de 20 cm a 2 m.

La diferencia en el contenido y proporción de líticos y clastos de pómez, grado de silicificación, grado de soldamiento, así como la intercalación de estos depósitos de oleadas piroclásticas le dan a esta ignimbrita una apariencia pseudo-estratificada.

De acuerdo a las características observadas en campo, esta ignimbrita se asocia a los conductos fisurales producidos por las fallas maestras del graben de Bolaños con orientación NE-SW. Por medio de estos conductos fisurales se emplazaron domos post-ignimbrita de composición riolítica, algunos de estos domos se relacionan con yacimientos hidrotermales, como en el caso de los distritos mineros de Bolaños y San Martín de Bolaños.

El conjunto de estas y otras características presentes en el graben de Bolaños y los depósitos de ignimbrita asociados coinciden con el modelo de graben-caldera propuesto por Aguirre-Díaz y Labarthe-Hernández (2003).

VUL-32 CARTEL

PERCEPCIÓN DE RIESGO VOLCÁNICO SEGÚN LA DISTANCIA AL VOLCÁN DE COLIMA COMPARANDO TRES COMUNIDADES POR JALISCO Y TRES POR COLIMA

Landín Orozco José Guadalupe¹, Montesinos López Osval Antonio², Landín Orozco Saúl Israel¹, Hernández Suárez Carlos Moisés³ y Varley Nick¹

¹Facultad de Ciencias, Universidad de Colima

²Facultad de Telemática, Universidad de Colima

³Instituto de Innovación y Desarrollo Tecnológico, Universidad de Colima

landin_7@hotmail.com

El volcán de Colima es uno de los volcanes más activos de México y por ende los habitantes de las comunidades aledañas están, permanentemente, bajo un alto riesgo. Sin embargo, en estas localidades desde 1997 no se ha realizado un estudio formal sobre la percepción de riesgo volcánico. Por tanto, el objetivo de esta investigación es conocer si la distancia al Volcán de Colima es un factor que afecta de manera significativa la percepción de riesgo volcánico de los habitantes. Por ello, se estudiaron tres localidades en Colima (La Becerrera (12 km), Suchitlán (18 km) y Colima (32 km)) y tres en Jalisco (Tonila (13 km), El fresnito (15 km) y Ciudad Guzmán (26 km)) para estudiar el efecto de la distancia en la percepción del riesgo volcánico. Se aplicó un cuestionario de 19 reactivos, el mismo en las seis localidades a 360 individuos que se eligieron al azar y 60 por localidad. Además, se estudio el efecto de la edad (se establecieron 3 rangos de 7-12, 13-18, 19 o mas años), el sexo (hombres y mujeres), el nivel de escolaridad (primaria, secundaria, bachillerato y licenciatura o más). De acuerdo con el ANDVEVA y el análisis canónico discriminante, se encontró que en efecto existe diferencia significativa en la percepción de riesgo según la distancia al Volcán de Colima y que este es inversamente proporcional a la distancia, ya que las comunidades con mayor percepción fueron La Becerrera y Tonila; mientras que las comunidades de Colima y Cd. Guzmán presentan una menor percepción. En cuanto al nivel de estudios y edad también se encontró que existen diferencias significativas y que a menor nivel de escolaridad y menor edad mayor es la percepción del riesgo. Por otro lado, se observó que estadísticamente las mujeres presentan una mayor percepción del riesgo en comparación con los hombres.

VUL-33 CARTEL

MECANISMO ERUPTIVO Y SEDIMENTOLOGÍA DEL FLUJO PIROCLÁSTICO GENERADO POR LA ERUPCIÓN DEL 17 DE JULIO DE 2003 EN EL VOLCÁN DE FUEGO DE COLIMA

Muñoz Martínez Erika¹, Saucedo Girón Ricardo¹ y Gavilanes Ruiz Juan Carlos²

¹Universidad Autónoma de San Luis Potosí

²Centro Universitario de Investigaciones en Ciencias del Ambiente, Universidad de Colima

erikabom@hotmail.com

El Volcán de Fuego de Colima (3860 msnm; 19°31'45"N y 103°37'01"W), se ubica en el sector SW del Cinturón Volcánico Mexicano y junto con los volcanes Nevado de Colima (4330 msnm), y Cántaro (3000 msnm), forma el Complejo Volcánico de Colima (CVC), y dado su recurrente actividad es considerado el volcán más activo de México.

La generación de flujos piroclásticos de bloques y ceniza ha sido una constante a lo largo de la historia del Volcán de Fuego de Colima, solo en los últimos 5 años ha generado 13 flujos piroclásticos de bloques y ceniza tipo Merapi y Soufrière con alcances que van de 2.5 km en 2003 a 5 y 6 km en 2004 y 2005.

Previo a la erupción del 17 de julio de 2003, se registró un aumento en la sismicidad, ya que desde marzo se presentaron de 10 a 20 sismos por día y un total de 1,500 explosiones pequeñas en el periodo de marzo a mayo de 2003.

La erupción del 17 de julio del 2003 consistió de una explosión que destruyó el domo somital y desarrolló una columna eruptiva no sostenida de más de 3 km de altura, que al colapsar generó un flujo piroclástico de bloques y ceniza que alcanzó 3.5 km sobre la Barranca San Antonio ubicada en la parte S-SW del volcán, el volumen total estimado para este flujo piroclástico fue de 24x104 m3.

El depósito es monolítico de color gris claro, con un espesor que varía de 1.5 m a 3 m soportado por 18.49% a 37.42% de matriz del tamaño de la arena media a gruesa, la forma de los clastos es de subangulosos-angulosos, con una tendencia a gradarse de forma inversa, es poco compacto y mal seleccionado. En ocasiones, subyaciendo a la parte gruesa del depósito se encontraron depósitos de oleadas piroclásticas de entre 0.4 y 1 cm de espesor que a su paso quemaron el follaje de las copas de los árboles hasta una altura superior a 10 m.

Los depósitos derivados del flujo piroclástico se pueden dividir en densos y diluidos, donde los primeros fueron el producto de un flujo compuesto por bloques y ceniza y el segundo por un flujo diluido (oleadas) compuesto casi en su totalidad por partículas del tamaño de la arena transportadas por un flujo turbulento.

VUL-34 CARTEL

ANÁLISIS DE LA DEFORMACIÓN PARA EL PERIODO 2005-2006 EN EL VOLCÁN DE FUEGO DE COLIMA MEDIANTE LA RED DE INCLINÓMETROS ELECTRÓNICOS

Ramírez Ruiz Juan José, Bretón González Mauricio,
Santiago Jiménez Hydryn y Alatorre Chávez Eliseo

Observatorio Volcanológico, Universidad de Colima

ramirez@cgic.ucol.mx

La actividad del Volcán de Fuego de Colima durante el periodo 2005-2006 se ha caracterizado por la constante presencia de exhalaciones con emisión de pequeñas cantidades de ceniza. No se ha presentado el emplazamiento de un cuerpo de lava que forme un domo como es la característica mostrada en los episodios 1998, 2001 y 2004. El análisis de los datos registrados con la red de inclinómetros muestra un estado de actividad de baja intensidad. Esta red consta actualmente de 5 sensores localizados en las inmediaciones del edificio volcánico. El análisis de los datos se presentan aquí considerando otros parámetros de monitoreo que describen la actividad del Volcán de Fuego de Colima.

VUL-35 CARTEL

MAPAS PRELIMINARES DE ESCENARIOS DE FLUJOS PIROCLÁSTICOS EN VOLCANES DE MÉXICO

Hernández Alcántara Teófilo, Alarcón Ferreira Ana
María, Gómez Vázquez Angel y Martínez Bringas Alicia

Centro Nacional de Prevención de Desastres

teodus@cenapred.unam.mx

Los flujos piroclásticos son una de las manifestaciones más destructivas de las erupciones volcánicas y han sido la causa de desastres volcánicos en México y en distintas partes del mundo.

En este trabajo se presentan los escenarios de la simulación de flujos piroclásticos para los volcanes Popocatepetl, Fuego de Colima, Ceboruco, Citlaltépetl, Chichón, San Martín, Tres Vírgenes, Tacaná, Jocotitlán, Nevado de Toluca y Malinche con TITAN2D-Linux, no se consideró la probabilidad de ocurrencia de estos escenarios en los volcanes mencionados.

Como primer paso, se realizó la simulación de los flujos piroclásticos con los datos de la erupción de 1913 del volcán de fuego de Colima (R. Saucedo et al, 2005) obteniendo una aproximación razonable con respecto a los datos publicados.

TITAN2D-Linux es un programa desarrollado por el Geophysical Mass Flows Group, University of Buffalo con el propósito de simular flujos granulares (avalanchas de escombros y deslizamientos), sobre Modelos de Elevación Digital (DEM) empleando una interfaz GIS (Sistema de Información Geográfica).

TITAN2D-Linux emplea la interfase PYTHON GUI (Graphical User Interface) para la introducción de los parámetros requeridos para la simulación, como: las dimensiones del volumen, punto de inicio (coordenadas iniciales), ángulo de fricción interna y tiempo de simulación.

Para la simulación se emplean Modelos de Elevación Digital (DEM) de la región deseada y el resultado es desplegado a través del visualizador de TITAN2D-Linux.

Los volúmenes modelados fueron de 2, 10 y 50 millones de metros cúbicos para los sectores Norte, Sur, Este y Oeste de cada volcán, el cálculo del ángulo de fricción interna se obtuvo con perfiles de cada sector empleando software para análisis de topografía aplicado a hidrología (River Tools) y Modelos de Elevación Digital (DEM) del INEGI.

Para el procesamiento de los datos generados por TITAN2D-Linux se utilizó Grass 6.1, los modelos de los escenarios finales se obtuvieron con ArcView GIS 3.2 y se plasmaron como capas de información en proyectos de ArcGIS 8.0.

Los mapas estarán disponibles en un futuro en el portal de Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED.

VUL-36 CARTEL

LOCALIZACIÓN DE SEÑALES EXPLOSIVAS EN EL VOLCÁN DE FUEGO DE COLIMA, UTILIZANDO ANTENAS SÍSMICAS Y ESTACIONES DE BANDA ANCHA

Ibañez Godoy Jesús¹, Bretón González Mauricio², Del Pezzo Edoardo³, Ramírez Ruiz Juan José², Ocaña Elena¹, Almendros Javier¹, Caselli Alberto⁴, García Araceli¹, La Rocca Mario³, Zandomenighi Daria¹, Bengoa Cintia⁴, Orozco Justo², Santiago Jiménez Hydryn², Alatorre Chávez Eliseo² y Téllez Armando²

¹Instituto Andaluz de Geofísica, Universidad de Granada, España

²Observatorio Volcanológico, Universidad de Colima

³Osservatorio Vesuviano, INGV, Italia

⁴Departamento de Ciencias Geológicas, FCEyN, Universidad de Buenos Aires, Argentina

ibanez@iag.ugr.es

En los últimos años el volcán de Fuego de Colima ha presentado una abundante actividad explosiva y efusiva, acompañada de una importante actividad sísmica. Esta actividad sismo-volcánica ha sido registrada y monitorizada por la Red Sísmica de la Universidad de Colima. En los últimos meses, previo a una explosión, esta actividad sísmica se reveló con un aumento de micro-terremotos y la aparición de tremor volcánico.

Con el fin de estudiar con más detalle esta sismicidad asociada a los fenómenos explosivos, se ha desplegado recientemente una serie de equipos sísmicos que complementa la infraestructura ya existente. En concreto una antena sísmica y cuatro estaciones de banda ancha.

Entre los objetivos marcados está la determinación de señales sísmicas asociadas al movimiento real de fluidos, esencialmente magma y gas, tanto en bajas como en altas frecuencias.

La antena sísmica fue desplegada cerca de la población de Cofradía de Tonila. Cuenta con 12 canales, distribuidos en una estación de 3 componentes y 9 verticales, en registro continuo. El sistema es alimentado con paneles solares y el registro es sobre disco duro.

Los banda ancha fueron desplegados en 4 emplazamientos diferentes que complementan la red sísmica y la información dada por el array. El sistema de adquisición es MarsLite con sensores de 30 segundos de periodo natural, y registro en continuo.

Se presentan los avances de este proyecto que es parte de la colaboración existente entre las Universidades de Colima, México; la de Granada, España; el Osservatorio Vesuviano de Italia y la Universidad de Buenos Aires, Argentina.

VUL-37 CARTEL

MAPAS DE ESCENARIOS POR LAHARES PARA DISTINTOS VOLCANES DE MÉXICO CON LAHAR Z

Martínez Bringas Alicia, Gómez Vázquez Angel,
Hernández Alcántara Teófilo y Alarcón Ferreira Ana María

Centro Nacional de Prevención de Desastres

amb@cenapred.unam.mx

Los "Lahares" constituyen, uno de los fenómenos volcánicos primarios y secundarios más impactantes y devastadores para las poblaciones e infraestructura. México ha sufrido este tipo de eventos en el pasado. Este trabajo presenta escenarios de lahares para los volcanes Popocatepetl, Fuego de Colima, Ceboruco, Citlaltépetl, Chichón, San Martín, Tres Vírgenes, Tacaná, Jocotitlán, Nevado de Toluca y Malinche, con Lahar Z. No se considera la probabilidad de ocurrencia de estos escenarios en estos volcanes. El software Lahar Z desarrollado por el USGS (Iverson, Schilling y Vallance, 1998), es un programa basado en un modelo semi-empírico que delimita de forma objetiva y reproducible, áreas de potencial inundación por uno o mas lahares, en las barrancas y valles que se ubican en los flancos de un volcan. Este modelo predice las áreas transversales inundadas y las areas planimétricas como una función del volumen asignado al lahar, a través de un procedimiento numérico. Dichas ecuaciones calculan los límites de inundación, los cuales pueden graficarse y ser colocados sobre los mapas topográficos. Lahar Z se ejecuta en ARGINFO workspace. Para este trabajo se definieron 4 volúmenes de lahares reportados, producto de erupciones ocurridas en el siglo pasado, en el mundo. El primer volumen de lahar modelado fue de 4x107 m3 de la erupción del volcán Nevado del Ruiz, Colombia 1985,. El segundo Volumen de lahar modelado fue de 1.5x107m3 de la actividad en el Mt. St. Helens 1980. El tercer volumen de lahar modelado fue de 1x107 m3 en el volcán Popocatepetl, México de 1997. El cuarto volumen de lahar modelado fue de 5x106m3 de la erupción de 1913 en el Volcán de Fuego de Colima. Los límites de inundación generados por Lahar Z se plasmaron en proyectos de ArcGis 8, en los cuales se incluyeron las capas de MDE, localidades Y carreteras de distintos tipos. Estos mapas de escenarios forman parte del proyecto del Atlas Nacional de Riesgos elaborado por el CENAPRED.

VUL-38 CARTEL

FECHAMIENTO POR TERMOLUMINISCENCIA DE DEPÓSITOS VOLCÁNICOS CUATERNARIOS EN LA ZONA DE CIUDAD SERDAN, PUEBLA

Ramírez Luna Angel¹, Schaaf Peter¹ y Böhnel Harald²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Centro de Geociencias, UNAM

rangel@geofisica.unam.mx

En este trabajo se presentan fechamientos por termoluminiscencia (TL) de conos de escoria provenientes de volcanes monogenéticos de la zona de Ciudad Serdan en el Estado de Puebla. Dicha zona pertenece a la parte este de la faja volcánica transmexicana y se encuentra ubicada al sur del volcán Citlaltépetl (Pico de Orizaba). La edad de los volcanes muestreados ha sido estimada en base a los análisis morfométricos (Negendank et al., 1985) con edades menores a 35000 años.

La técnica TL empleada para su procesamiento fue la de grano fino con un tamaño de grano entre 4 y 11 micras. En las muestras se realizó la separación de minerales concentrando vidrios a un 95% de pureza. La determinación de la paleódosis se calculó empleando el método aditivo para la determinación de la dosis equivalente (Q) y el método regenerativo para la determinación del factor por supralinealidad (I). Para la determinación de la tasa de dosis anual se realizaron en el lugar de muestreo mediciones con un equipo de espectrometría gama portátil, con ello se obtuvieron las concentraciones de uranio (238U), torio (232Th) y potasio (40K), además de la contribución cósmica. Una vez teniendo ambos elementos (paleodosis y tasa de dosis anual) se calculó la edad de las muestras. Con estas edades se espera refinar la estratigrafía volcánica de la región así como colocar en la escala de tiempo los datos paleomagnéticos y de paleointensidad de las lavas asociadas a dichos volcanes.

Se tiene fechado vidrios de un flujo de cenizas cercanas al pueblo de Dolores Buenpaís con una edad de 23000 ± 1600 años, en el momento se están procesando otras 3 muestras de conos de escoria las cuales se espera presentar las edades resultantes por TL en este congreso.

Ref: Negendank J.F.W., Emmermann R., Krawczyk R., Mooser F., Tobschall H. and Werle D.

Geological and Geochemical Investigations on the Eastern Trans-Mexican Volcanic Belt

Geofísica Internacional

No.4, Vol.24, pp. 477-575, 1985.

VUL-39 CARTEL

CARACTERIZACIÓN DE DEFORMACIONES EN EL VOLCÁN POPOCATÉPETL EN EL PERÍODO 2003-2005

Gómez Vázquez Angel¹, De la Cruz Reyna Servando²,
Hernández Alcántara Teófilo¹ y Martínez Bringas Alicia¹

¹Centro Nacional de Prevención de Desastres

²Instituto de Geofísica, UNAM

gvazquez@cenapred.unam.mx

En el volcán Popocatepetl se han realizado mediciones de deformación con métodos geodésicos convencionales desde 1992, hasta la fecha. Los resultados de estas mediciones han permitido observar procesos de presurización por gas y de emplazamiento y destrucción de domos en el cráter del volcán. En mediciones horizontales con EDM, las deformaciones se pueden caracterizar como elásticas, y de periodos cortos (asociadas a exhalaciones) a largos (domos). Entre enero de 2003 y diciembre de 2005 se han observado periodos de deformación elástica de periodo largo que tienen una duración de varias semanas y valores que fluctúan entre 1 y 15mm. En este periodo se ha detectado este proceso reversible cuando menos en dos ocasiones, mismas que han sido correlacionadas con movimientos de magma en el interior del volcán que culminan con el emplazamiento de domos en el cráter. Desde principios de 2005 se han observado por métodos de nivelación de en el sector SE del volcán deformaciones verticales del orden de 5 mm. Se han analizado con el modelo de Mogi, varios modelos de fuente de presión que pueden explicar las observaciones.

Sesión Especial

La Subducción en México Central: Sismología, Tectónica y Vulcanología

Organizadores:

Xyoli Pérez Campos

Arturo Iglesias

SE01-1

CENOZOIC EVOLUTION OF THE CENTRAL PART OF THE MEXICAN SUBDUCTION ZONE FROM GEOLOGIC AND GEOPHYSICAL DATA - IN THE EVE OF THE RESULT FROM THE "MASE" EXPERIMENT

Ferrari Luca

Centro de Geociencias, UNAM

luca@geociencias.unam.mx

The Meso America Subduction Experiments (MASE), carried out jointly by Caltech, UCLA and UNAM (Institute of Geophysics and Center for Geoscience) is about to provide a detailed image of the crust and upper mantle in the central part of the Mexican subduction zone (Acapulco, Gro. – Huejutla, Hgo.). Preliminary results show a subducted Cocos plate between the coast and the volcanic front horizontal just beneath the upper plate Moho. To the north, beneath the Trans-Mexican Volcanic Belt (TMVB), seismicity is scarce or absent and the geometry of the subducted plate is poorly defined. This part of the TMVB also displays a large geochemical variability. This includes lavas with scarce to none evidence of fluids from the subducting plate (OIB in Sierra Chichinautzin) and lavas with slab melting signature (adakites of Nevado de Toluca and Apan area) that coexist with the more abundant product showing clear evidence of fluids from the subducting plate. These peculiarities led several workers to formulate models that depart from a classic subduction scenario for the genesis of the TMVB. These include the presence of a rootless mantle plume, the development of a continental rift, a more or less abrupt increase of the subduction angle and a detached slab. While waiting from the final results of the MASE project the data available from potential methods, thermal modeling and the geologic record of the TMVB provide some constraints to evaluate these models.

Gravimetric and magnetotelluric data indicate that beneath the TMVB the upper mantle has a relatively low density and high temperatures/conductivity. Thermal modeling also indicates a low viscosity and high temperature mantle beneath the arc. All the above seems to indicate that the slab must increase rapidly its dip beneath the volcanic front leaving space for the asthenospheric mantle. The fate of the slab further to the north is unclear. Regional tomographic models provide contradicting views: an almost vertical slab or a detached slab. The geologic record of the TMVB, however, provides some indications. From 20 to 10 Ma an andesitic arc migrated away from the trench, toward the NE with the youngest and most inland centers having an adakitic signature. This suggests that the subducted slab changed from moderately dipping to flat between ~20 and 10 Ma. Between ~8 and 6.5 Ma a mafic volcanic episode is observed to the north of the adakite belt. This occurred as a short-lived pulse of "intraplate" lavas, part of a regional eastward propagating episode starting at the mouth of the Gulf of California. Shortly after volcanism begins a ~220 km return toward the trench, with regional ignimbrites and silicic domes between 7.5 and 4 Ma and less differentiated lavas in the Plio-Quaternary. The post 10 Ma evolution indicates that the slab progressively increased its dip (rollback), consistently with the presence of the convecting mantle beneath the whole late Miocene-Quaternary arc. However, a lateral propagation of a slab detachment may explain both the sudden change in composition of volcanism and the triggering of the slab rollback in the late Miocene.

SE01-2

A THERMO-MECHANICAL MODEL FOR THE MICHUACAN SUBDUCTION ZONE AND ASSOCIATED INTRA-ARC EXTENSION

Contreras Pérez Juan

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

juanc@cicese.mx

The Trans-Mexican volcanic belt is a subduction-related arc dissected by a field of seismically active normal faults clustered in its western part. This field of normal faults is an enigmatic feature of the Trans-Mexican volcanic belt and the nature of the mechanism driving extension has been the subject of debate for more than 25 years. These faults form en echelon arrays and systems of nested faults aligned parallel to the axis of the volcanic belt with a characteristic width of ~20 km. Fault arrays seldom exceed 30 km in length and examples include the Tepic-Zoacalco, Chapala, and Morelia-Acambay fault zones. Moreover, crosscutting relations with basalt flows indicate that these faults started to accrue displacement at ~5-6 My during a period of high convergence rate between the North America and Rivera plates.

The model consists of a 40 km-thick elastic plate (i.e., the North America plate) sitting on top of Newtonian incompressible fluid (upper mantle) forced in convection along the Wadati-Benioff zone. The plate is allowed to undergo plasticity when deviatoric stresses exceed the Mohr-Coulomb yield strength. The thermal state of the subduction zone is also incorporated in the model, given the strong dependence of the rheology of both mantle and crust on temperature. Boundary conditions of the model are consistent with heat-flow measurements, gravity modeling, convergence rates derived from sea-floor magnetic anomalies, as well as geological and seismological observations.

Model shows that extension in the arc is the direct result of subduction due to viscous coupling between tectonic plates. Numerical solutions indicate that positive changes in momentum of the Rivera plate increase viscous drag along the base and leading edge of North America resulting in downward bending of the continental plate. This gives rise to tension 100-200 km inland from the trench in good agreement with the location of the active normal faults of the western Trans-Mexican volcanic belt.

Numerical solutions also develop shear bands (faults) that self-organize forming horsts and nested grabens; the width of the resulting structures scales with half the thickness of the elastic plate, which also agrees with observations. Moreover, when numerical experiments incorporate the topographic relief of the volcanic arc an additional boundary effect arises in the numerical experiments. The presence of a plateau increases tensional bending stresses within the volcanic arc by ~20% with respect to surrounding lower areas. This could explain why normal faults concentrate in the volcanic arc and their orientation parallel to the axis of the arc.

SE01-3

CONTROLS OF SLAB STRUCTURE BY LOW VISCOSITY WEDGES

Manea Vlad Constantin y Gurnis Mike

Seismological Laboratory, California Institute of Technology, USA

vlad@gps.caltech.edu

It is generally accepted that dehydration of subducting lithosphere transport fluids into the mantle wedge, strongly affecting the rheology and mechanical coupling. There are several sources of fluids in subduction zones, from altered oceanic crust and lithosphere to subducted pelagic sediments. The regions beneath active volcanic arcs might hold viscosities lower than in the oceanic asthenosphere, because of the abundant fluid inflow from dehydration processes in subducting slabs. The maximum depth extent of the hydrated mantle wedge (or low viscosity wedge (LVW)) is controlled by the age of the incoming plate and the convergence rate. The slab geometry evolution is related with the balance between the gravitational body force and slab suction. Thus, the time-space development of mantle wedge viscosity would have significant influence on the subducting slab geometry and therefore on the volcanic arc position. In this study we investigate by numerical means the effect of the LVW on slab evolution. Our models reveal that a well developed LVW, with viscosity 0.5-0.05 times the asthenospheric viscosity (10^{20} Pa s), decreases the slab dip from an initial dip of 30° to more than 50° , depending on the viscosity of the mantle wedge. Steep slabs were obtained in both cases of fixed-trench and trench-rollback models. On the other hand, shallow LVW (<150 km depth) produced perfectly flat slabs. The combination of the two models could explain the onset of the flat slab in Central Mexico ~25 Ma, when the Farallon plate broke into much younger Cocos plate. Then, the younger Cocos slab dehydrated at shallower depths, and therefore favoring only a partially developed LVW, which in turn produced flat slab.

SE01-4

PATRONES DE DEFORMACIÓN EN LA ZONA DE SUBDUCCIÓN DEL PACÍFICO MEXICANO UTILIZANDO MEDICIONES GPS

Franco Sánchez Sara Ivonne¹, Iglesias Arturo², Kostoglodov Vladimir¹ y Krishna Singh Shri¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Seismological Laboratory, California Institute of Technology, USA

ivonne@ollin.igeofcu.unam.mx

El presente trabajo tiene por objeto mostrar los patrones de deformación cortical así como los resultados preliminares acerca del grado de acoplamiento entre las placas tectónicas de Norte América y Cocos a lo largo de la costa de los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, el área de deformación activa debido al proceso de subducción. Los vectores que describen la tasa de acumulación de deformación han sido calculados utilizando los datos de la red GPS del Instituto de Geofísica-Sismología (SISMO-IGEOF), UNAM.

Para estimar el grado de acoplamiento, siguiendo un modelo de "back-slip", se ha llevado a cabo la inversión de las deformaciones observadas en la superficie para determina el deslizamiento "negativo" en la interfase de la placa. Los

desplazamientos en cada celda se han calculando utilizando las expresiones cerradas de Okada (1992), mientras que para la inversión de los deslizamientos se utilizó un algoritmo de cristalización simulada (Simulated Annealing).

Los resultados de la modelación en la región de Guerrero-Oaxaca, muestran una zona con grado de acoplamiento (#, relación entre el deslizamiento calculado para la interfase de las placas y la velocidad de convergencia) ≈ 1 cerca de la costa y una zona de transición (≈ 0.4) con una longitud aproximada de 100 km. Para la zona ubicada al sur de Pinotepa, Oaxaca, tenemos, nuevamente, una zona costera fuertemente acoplada mientras que en la región del Istmo, al este de Huatulco, Oaxaca, los modelos no muestran que exista acoplamiento.

Para el caso de Chiapas, debido a la escasa disponibilidad de estaciones permanentes, no existe suficiente resolución para constreñir un modelo, pero los resultados preliminares muestran la existencia de una zona acoplada cerca de la trinchera.

Las zonas acopladas determinadas a partir de los modelos coinciden con la región sismogénica delimitada por las áreas de ruptura de los grandes terremotos registrados el siglo pasado en la zona de subducción mexicana.

SE01-5

NONVOLCANIC TREMORS IN THE MEXICAN SUBDUCTION ZONE

Kostoglodov Vladimir¹, Payero Juan¹, Mikumo Takeshi¹, Pérez Campos Xyoli¹, Iglesias Arturo¹ y Clayton Robert W.²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Seismological Laboratory, California Institute of Technology, USA

vladi@servidor.unam.mx

Nonvolcanic low frequency tremors (NVT) have been discovered and studied recently in Japan and Cascadia subduction zones. There are also reports on the NVT detected in the Alaska subduction zone and deep beneath the San Andreas Fault. The tremors activity is increasing during so-called silent earthquakes (SQ) in Japan and Cascadia. NVT clusters also migrate following the propagation of the SQ. Temporally and spatially correlated SQ and NVT high activity are proposed (Rogers & Dragert, 2003) to be called "Episodic Tremor and Slip" events (ETS). Nevertheless, the origin of the NVT is still unclear. There are two proposed mechanisms to explain NVT: the shearing and fluid dehydration in the subducted oceanic crust. The studies of NVT and SQ in different subduction zones are required to understand the cause for these phenomena. We discovered a number of NVT from daily spectrograms of continuous broad band records at seismic stations of Servicio Sismológico Nacional (SSN) an MASE project. The analyzed data cover a period of 2001-2002 (SSN) when the largest SQ has occurred in the Guerrero-Oaxaca region, and a steady-state interseismic epoch of 2005-2006 (MASE). NVT occurred in the central part of the Mexican subduction zone (Guerrero) at approximately 200 km from the coast. We can not accurately localize the tremors because of sparse station coverage in 2001-2002 and an unfavorable configuration of MASE network in 2005-2006. NVT records in Mexico are very similar to those obtained in Cascadia subduction zone. The tremors duration is of 10-60 min, and they appear to travel at S-wave velocities. NVT depths are poorly constrained but seem to be less than 40 km deep. However, we could not notice any significant increase of NVT activity during the 2001-2002 SQ compared with an NVT activity for the "quiet" period

of 2005-2006. This disagrees with the ETS concept and probably related with a notably slower or longer lasting the 2001-2002 SQ in Mexico in comparison with weeks-long Cascadia SQ.

SE01-6

RESULTADOS PRELIMINARES DE LA TOMOGRAFÍA DE ONDAS SUPERFICIALES DE ALTA FRECUENCIA A LO LARGO DEL PERFIL DE MASE

Iglesias Arturo¹, Clayton Robert W.¹, Pacheco Javier², Krishna Singh Shri², Pérez Campos Xyoli² y Valdés González Carlos²

¹Seismological Laboratory, California Institute of Technology, USA

²Departamento de Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM

arturo@gps.caltech.edu

El arreglo MASE es un perfil de 100 estaciones sismológicas de banda ancha registrando en modo continuo desde enero de 2005. Esta línea comienza en Acapulco y se extiende, perpendicular a la trinchera, hasta el estado de Veracruz.

En este trabajo presentamos los resultados preliminares de la inversión tomográfica de ondas superficiales de velocidad de grupo y la inversión, a lo largo del perfil, de las curvas de dispersión locales obtenidas a través de dicha tomografía.

Dado que la geometría del arreglo no es la más adecuada para llevar a cabo un estudio de este tipo, los datos fueron complementados con datos de estaciones localizadas en el centro y sur del país operadas por el SSN.

El proceso consiste en calcular curvas de dispersión de velocidad de grupo de un conjunto de eventos bien localizados (~50) a lo largo de las estaciones de MASE y del SSN. Estas curvas mapean la variación de la velocidad de grupo promedio para cada combinación evento-estación y fueron seleccionadas, para el modo fundamental (5-50s), descartando los periodos donde la grafica no es clara.

Para los periodos seleccionados, estas curvas fueron sometidas, a una inversión tomográfica sobre una malla de 1/8 de km por lado. El resultado es una imagen tomográfica de velocidad de grupo para cada uno de los periodos seleccionados.

Usando una interpolación simple fueron calculados los valores de velocidad de grupo para cada periodo estación construyendo una curva de dispersión local para cada estación del perfil.

Finalmente la curva de dispersión local es invertida usando un método de recristalización simulada obteniendo finalmente una estructura de velocidades para cada estación. Los resultados muestran variaciones de la estructura cortical a lo largo del perfil y evidencia de la presencia de la cuña del manto debajo del eje neovolcánico.

SE01-7

A RECEIVER FUNCTION IMAGE ON HOW COCOS SUBDUCTS BENEATH NORTH AMERICA

Pérez Campos Xyoli¹, Clayton Robert W.², Greene Fernando¹, Espejo Lizbeth³ y Iglesias Arturo²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Seismological Laboratory, California Institute of Technology, USA

³Facultad de Ingeniería, UNAM

xyolipc@gmail.com

Various seismological studies have mapped the subducted Cocos plate beneath North America. They generally agree that the slab dip varies from steep to shallow to steep from north to south, with the shallow part near Acapulco. Since the central segment appears to have a very different geometry, we expect the behavior of the slab here to be also different. There are diverse models for the fate of the slab after it increases its dip angle and submerges in the mantle. Using receiver functions along the MesoAmerican Subduction Experiment (MASE) array (100 broadband seismometers from Acapulco, Gro. to Tempoal, Ver.), we present preliminary results that illuminate North America and Cocos plates along this profile. We are able to clearly follow the slab up to 300 km away from the trench.

SE01-8 CARTEL

FLAT SUBDUCTION ZONE IN CENTRAL MEXICO: CONSTRAINTS FROM AEROMAGNETIC ANOMALIES

Manea Marina y Manea Vlad Constantin

Seismological Laboratory, California Institute of Technology, USA

marina@gps.caltech.edu

The aeromagnetic map of Mexico shows a magnetic "quiet zone" in Guerrero and Oaxaca (Central Mexico), characterized by a general lack of short-wavelength magnetic anomalies. In order to investigate the magnetic quiet zone in relation with the thermal sources, spectral analysis has been applied to the aeromagnetic data. The results show the existence of deep magnetic sources (30-40 km) which we consider to be the Currie depth (corresponding to a temperature of 575-600°C). Above the Curie temperature spontaneous magnetization vanishes and the minerals exhibit only a small paramagnetic susceptibility. Our estimates of magnetic basal depth are consistent with the heat flow measurements in the area (20-30 mW/m²). In order to explain such deep magnetic source and small heat flow estimates, we infer the thermal structure associated with the subduction of the Cocos plate beneath Central Mexico, using a finite element approach. The modeling results show that the 575-600°C isotherm is subhorizontal due to the flat slab regime in the area. Also, the heat flow estimates from thermal models and spectral analysis of aeromagnetic anomalies are in good agreement. We conclude that the magnetic quiet zone is associated with a flat slab subduction regime in Central Mexico, and proved to be an important constraint for the thermal structure associated with subduction zones.

Sesión Especial

Avances en los Estudios de Fracturamiento y Subsidencia en México

Organizador:

Dora C. Carreón Freyre

SE02-1

INFLUENCIA DE LA VARIACIÓN DE LAS PROPIEDADES HIDRÁULICAS DEL MEDIO GEOLÓGICO EN EL ANÁLISIS DE DEFORMACIÓN DIFERENCIAL

Ochoa González Gil Humberto¹ y Carreón Freyre Dora C.²¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM²Centro de Geociencias, UNAM

gil@geociencias.unam.mx

Cuando un sistema granular se compacta debido a una reducción del volumen del agua de poro experimenta una reducción en su capacidad para almacenar agua ya que su porosidad se reduce. Al fenómeno de reducción de volumen por desplazamiento de agua se le denomina consolidación y se presenta principalmente en lentes arcillosos que confinan o se encuentran dentro de unidades acuíferas. Durante el proceso de consolidación se puede apreciar un tramo inicial con cierta pendiente en el comportamiento esfuerzo deformación, al pasar cierto esfuerzo esta pendiente se incrementa deformándose más para un mismo incremento de carga. El punto donde sucede este cambio de pendiente se denomina punto de cadencia y depende de la historia de carga de cada material. Una vez sobrepasada la carga de cadencia la deformación se vuelve irreversible y representa una reducción en la porosidad del material y por consiguiente una reducción de la permeabilidad y de la capacidad de almacenamiento de fluidos. De manera similar en una secuencia sedimentaria granular, cuando se abaten los niveles piezométricos por debajo de los niveles alcanzados anteriormente se produce una deformación mayor por cada unidad de aumento de los esfuerzos además de un cambio permanente en sus propiedades.

El modelado de este fenómeno es muchas veces simplificado bajo la teoría de la elasticidad. En la literatura son comunes los trabajos que modelan primero el cambio de altura piezométrica debido al flujo de agua y luego calculan la compactación vertical. Leake y Prudic (1991) diseñaron un algoritmo basados en la estructura de MODFLOW en el que se puede modelar el flujo y la compactación vertical del tramo elástico e inelástico. También se han propuesto otros modelos que contemplan el comportamiento inelástico se han desarrollado como el de Haibin et al (2005) que toman en cuenta un comportamiento visco-elástico o Toufigh et al (2005) que realizan un modelo bilineal. Ambos modelos utilizan la teoría de consolidación en tres dimensiones de Biot (1941). La importancia de esta teoría radica en la integración de la variación espacial de la deformación. En el comportamiento diferencial en cualquiera de las tres dimensiones espaciales, como el creado por una discontinuidad de un basamento rocoso incompresible, la componente horizontal se vuelve necesaria (Leake & Hsieh 1997).

El objetivo de este trabajo es presentar las condiciones geológicas que serán utilizadas para realizar un modelo que pueda simular el flujo de agua con las condiciones variables de permeabilidad y capacidad de almacenamiento. Se pretende integrar la historia geológica de los materiales a través de su historia de cargas o esfuerzos para calcular las deformaciones verticales y horizontales debidas a las variaciones en las condiciones de frontera y a las propias heterogeneidades dentro del sistema acuífero.

SE02-2

ESTIMACIÓN DEL ANCHO DE INFLUENCIA DE UN FALLAMIENTO SUPERFICIAL

Pacheco Martínez Jesús^{1 y 2}, Arzate Flores Jorge A.³, Arroyo Contreras Moisés⁴, Zermeno de León Mario¹ y Mendoza Otero Enrique¹¹Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción, Universidad Autónoma de Aguascalientes²Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM³Centro de Geociencias, UNAM⁴Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro

pachecojm@geociencias.unam.mx

Uno de los aspectos aún sin resolver en problemas de subsidencia y generación de agrietamientos superficiales por efecto de extracción de agua subterránea es el del cálculo de la zona de influencia de los fallamientos que se generan por efecto de hundimientos diferenciales. La zona de influencia o ancho de influencia de un fallamiento es la distancia a ambos lados de la traza del plano de fallamiento en donde el suelo pierde estabilidad y es propenso a que se generen fracturamientos secundarios o la erosión acelerada de los materiales superficiales. La determinación de anchos de influencia es de gran importancia para definir objetivamente las zonas de mayor riesgo para la infraestructura civil.

En este trabajo se presenta una discusión de los resultados del análisis paramétrico del fenómeno de subsidencia, mediante el cual se establece una relación entre los factores que influyen en el tamaño del ancho de influencia. Se parte de la hipótesis de que el mecanismo principal de generación del fallamiento de suelo es a través del hundimiento provocado por la pérdida de la sustentación hidráulica de las partículas sólidas del suelo. Esta pérdida de sustentación ocurre al presentarse un abatimiento del nivel de aguas subterráneas en presencia de irregularidades en el estrato rocoso no deformable que subyace a la masa de rellenos granulares, lo cual modifica el campo de deformaciones generando hundimientos diferenciales. Utilizando este modelo conceptual, se modelaron los hundimientos diferenciales calculando los niveles de esfuerzos y deformaciones con elementos finitos utilizando diferentes formas del lecho rocoso y considerando un comportamiento esfuerzo-deformación lineal de la masa de suelo drenada. De esta forma, es posible establecer una relación directa entre el ancho de influencia y la profundidad a la irregularidad en el lecho rocoso que produce los hundimientos diferenciales.

SE02-3

ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE DE LOS MATERIALES GEOLÓGICOS EN CONDICIONES ESTÁTICAS Y DINÁMICAS

Álvarez-Manilla Aceves Alfonso¹ y Carreón Freyre Dora C.²¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM²Centro de Geociencias, UNAM

geoalf@prodigy.net.mx

Los materiales geológicos están constituidos por partículas que de acuerdo a sus arreglos forman diferentes estructuras. Estos materiales se deforman tanto en su estructura interna como externa para diferentes condiciones de esfuerzo, y para

diferentes escalas del análisis se pueden comportar como un medio granular (medio discontinuo multifásico, sólido-líquido-gas) o como un sólido (continuo). En este trabajo se utilizan algunas herramientas de la mecánica del medio continuo para evaluar las componentes elástica y plástica de la deformación.

Se presenta un análisis comparativo de los módulos de Bulk (K), de Young y de Rigidez (G) determinados en condiciones estáticas y dinámicas. Las condiciones estáticas se refieren a las pruebas de laboratorio de resistencia al esfuerzo cortante en aparato triaxial y de compresibilidad en odómetro. Para la determinación de propiedades dinámicas se evalúan las condiciones de propagación de ondas de compresión "P" y de corte "S" a través del medio estudiado.

Asimismo se analizan los factores que condicionan la resistencia al corte de un material geológico, principalmente: la velocidad de aplicación del esfuerzo, la presión de confinamiento, la anisotropía de la masa, la presencia y condiciones de drenaje de fluidos intersticiales y la temperatura. Finalmente se presenta un estudio de las variaciones de uno de los parámetros característicos de la deformación comunes en las herramientas estáticas y dinámicas (mecánica y sismología): la Relación de Poisson, que es la relación entre la deformación transversal y la axial.

El análisis de los factores que influyen en la resistencia al esfuerzo del medio geológico forma parte de un trabajo de investigación que pretende evaluar la representatividad de los parámetros utilizados para modelar el comportamiento mecánico y condiciones de fracturamiento a diferentes niveles estructurales (análisis multiescalar de la deformación).

SE02-4

EL GRADIENTE DE SUBSIDENCIA, UNA HERRAMIENTA PARA DETERMINAR EL POTENCIAL FRACTURAMIENTO SUPERFICIAL EN LA CIUDAD DE MÉXICO MEDIANTE INSAR

Cabral Cano Enrique y Díaz Molina Oscar

Instituto de Geofísica, UNAM

ecabral@igeofcu.unam.mx

Los recientes avances en la cuantificación de la magnitud de subsidencia en la Ciudad de México mediante Interferometría de Radar de Apertura Sintética (InSAR) muestran que la principal condicionante de peligro potencial de fracturamiento y daño a la infraestructura urbana y viviendas se manifiesta en aquellas zonas donde se observa un alto gradiente horizontal de subsidencia.

La resolución espacial del proceso InSAR permite derivar el cálculo de este gradiente en áreas unitarias menores a los 100x100 m a partir de su desplazamiento vertical integrado. La tasa de cambio horizontal resultante se puede representar en forma de imágenes georeferenciadas que permiten realizar clasificaciones del nivel potencial de peligro con una resolución espacial sin precedente.

Los mapas de subsidencia generados en el periodo 1996-2005 muestran patrones característicos que delimitan claramente cuatro regiones de alto gradiente horizontal en la zona metropolitana de la Ciudad de México:

1) Ladera sur de la Sierra de Guadalupe, al norte de la Ciudad de México.

2) Peñón de los Baños, inmediatamente al norte del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

3) El corredor de la Calzada Zaragoza que tiene una posición paralela a esta vialidad y localizada entre las Colonias Agrícola Oriental y Acatitla, y que incluye a la zona del Peñón del Marqués, en la porción oriental de la zona metropolitana.

4) El corredor con dirección NE-SW localizado inmediatamente al SE de la Avenida Canal de Garay y en la colonia Santa Cruz Meyehualco, al norte de la

Calzada Ermita Iztapalapa.

SE02-5

APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DINSAR EN EL ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE SUBSIDENCIA-CREEP-FALLA EN LA CIUDAD DE MORELIA, MICHOACÁN

Ávila Olivera Jorge Alejandro¹, Farina Paolo² y Garduño Monroy Víctor Hugo³

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Dipartimento di Scienze della Terra, UNIFI, Italia

³Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

jao_79@hotmail.com

Los Procesos de Subsidencia-Creep-Falla (PSCF) que afectan a las construcciones civiles de la Ciudad de Morelia, han sido estudiados desde más de 20 años cuando comenzaron a observarse los primeros agrietamientos, los cuales presentan una traza bien definida que es paralela a las fallas regionales de tipo normal. Para entender la formación y comportamiento de estos procesos, se han llevado a cabo desde entonces estudios geotécnicos y geofísicos, sin embargo y a pesar de los buenos resultados que estos han arrojado, no dejan de ser estudios puntuales por lo que se dificulta la visualización del fenómeno a gran escala.

La interferometría diferencial de imágenes de radar de apertura sintética (DInSAR), es una técnica que calcula el patrón de interferencia (franjas), ocasionado por la diferencia de fase entre dos imágenes de la misma zona tomadas por un radar de apertura sintética en instantes diversos. Dicha técnica permite observar movimientos de la superficie terrestre (fenómenos tectónicos, volcánicos, deslizamientos, subsidencia, movimientos de glaciares, etc.), perturbaciones en la atmósfera, e incluso puede ser capaz de identificar modificaciones dieléctricas en el suelo.

Para poder estudiar los PSCF que se presentan en la Ciudad de Morelia empleando la técnica DInSAR, se adquirió una serie de imágenes tomadas por el satélite ENVISAT a través de la Agencia Espacial Europea (ESA), en el periodo de tiempo comprendido entre julio/2003 y febrero/2006. Dichas imágenes fueron procesadas en el Laboratorio de Geomática del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Florencia, empleando el Software "Gamma".

El resultado de aplicar esta técnica se conoce como "interferograma", el cual es una configuración de interferencias o franjas que contiene la información de una determinada geometría, siempre y cuando se haya presentado una diferencia de fase entre las dos imágenes seleccionadas. De todos los interferogramas que fue posible obtener a partir de las imágenes adquiridas, se observó que en dos de ellos se aprecia con mayor claridad la deformación presente; de ambos se realizaron mapas de desplazamiento para su mejor entendimiento. El primero

de ellos es el resultado de procesar dos imágenes con una separación temporal de 490 días (julio/2003–noviembre/2004), mientras que en el segundo dicho lapso de tiempo es de 350 días (diciembre/2004–diciembre/2005).

Al superponer los mapas de desplazamiento resultantes, con la información recopilada de la ciudad (traza urbana, fallamientos ocasionados por los PSCF, etc.), todo ello dentro de un Sistema de Información Geográfica (SIG); es posible observar que las deformaciones (que en este caso representan hundimientos de la superficie) se concentran a lo largo de la traza de los fallamientos, llegando a presentar valores de 3 cm (diciembre/2004–diciembre/2005). De igual forma se puede identificar una zona de subsidencia del mismo orden y periodo de tiempo mencionado, la cual se presenta en el NO de la ciudad. Los resultados anteriores son un ejemplo de la cantidad de información espacial que es posible obtener al emplear este tipo de técnica.

SE02-6

CARTA DE RIESGO DE AGRIETAMIENTOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE SAN LUIS POTOSÍ

Arzate Flores Jorge A.¹, Pacheco Martínez Jesús^{1 y 2},
Del Rosal Pardo Antonio¹, Barboza Gudiño Rafael³,
Mata Segura José Luis³ y López Doncel Rubén³

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Universidad Autónoma de Aguascalientes

³Instituto de Geología, UASLP

arzatej@geociencias.unam.mx

El suelo del Valle de San Luis Potosí se encuentra sometido a un proceso de hundimiento paulatino que es imperceptible en periodos de tiempo cortos. Los hundimientos provocan agrietamientos que se concentran particularmente en algunos sectores de la zona urbana. Sus efectos se pueden observar como daños a la infraestructura urbana en los sectores en donde aparecen. La causa principal de los agrietamientos en el Valle de San Luis Potosí parece coincidir con lo que se ha observado en otros valles del centro del país, es decir, a los hundimientos del suelo por la continua extracción del agua de los acuíferos en combinación con la existencia de lechos rocosos irregulares. Los agrietamientos son el resultado del fallamiento del suelo ocasionado por los esfuerzos que se ejercen sobre éste por efecto de hundimientos diferenciales a consecuencia del proceso de compactación producido por el descenso del nivel piezométrico del acuífero.

La identificación de las irregularidades del lecho rocoso es por lo tanto fundamental para la ubicación de zonas potencialmente propicias a fallamiento de suelo. De aquí que tanto la configuración geométrica del lecho rocoso como su ubicación a profundidad son factores importantes para evaluar la magnitud de las deformaciones en la masa de suelo. Para analizar dichas irregularidades se llevó a cabo un levantamiento gravimétrico urbano y suburbano hasta completar una red de alrededor de 1500 estaciones con separaciones de entre 10 y 300 m. Las irregularidades detectadas en el lecho rocoso explican la existencia de la principal zona de fallamientos de suelo conocida en SLP al mismo tiempo que indican zonas potenciales de riesgo en donde aún no se presenta este fenómeno o bien existen pocos indicios. Este resultado predice espacialmente en donde surgirán los próximos agrietamientos si no se estabiliza la extracción del sistema acuífero del valle en un futuro próximo.

Además de los fallamientos de suelo que responden a irregularidades del basamento, generalmente con orientación NS, existe una familia de fallamientos asociada a la presencia de paleocausas, orientados aproximadamente EW, es decir, siguiendo la dirección dominante de los antiguos lechos de los principales ríos que drenaban al valle. Los fallamientos de suelo parece ocurrir en los bordes de los paleocausas y se sugiere que el mecanismo de generación es básicamente del mismo tipo que los fallamientos descritos, o sea, por hundimientos diferenciales debidos al contraste entre las propiedades de los materiales presentes en combinación con el descenso del nivel piezométrico. Sin embargo, el riesgo de agrietamientos asociado a este fenómeno no fue incorporado aún a la carta regional de riesgo debido a que se requiere de una malla más densa de estaciones gravimétricas que permita localizar los paleocanales.

SE02-7

CARTA DE HUNDIMIENTOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE SLP A PARTIR DE UN MODELO DE SUBSIDENCIA BASADO EN EL CONCEPTO DE ESFUERZOS EFECTIVOS

Pacheco Martínez Jesús^{1 y 2}, Arzate Flores Jorge A.¹, Barboza Gudiño Rafael³, López Doncel Rubén³,
Mata Segura José Luis³ y Del Rosal Pardo Antonio¹

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Universidad Autónoma de Aguascalientes

³Instituto de Geología, UASLP

pachecojm@yahoo.com.mx

Con el objeto de tener una perspectiva regional de las principales zonas que sufren hundimientos en la zona urbana del valle, se llevó a cabo el cálculo de la deformación vertical por efecto de la pérdida de sustentación hidráulica causada por el abatimiento del nivel piezométrico del acuífero. Además de un basamento irregular, la magnitud de los hundimientos depende de factores tales como el espesor del estrato y de su potencial de consolidación. A partir de un levantamiento de refracción sísmica, de estudios de mecánica de suelos y litología de pozos disponibles se determinaron las propiedades elásticas promedio de la capa de suelo. Utilizando esta información se calcularon las deformaciones verticales en una malla 50 x 50 metros de columnas de relleno sedimentario que resulta en la carta de hundimientos de la zona urbana. Para tal propósito se consideró tanto el efecto en la masa de suelo saturada (acuífero) como en la masa de suelo drenada. El hundimiento total es igual a la suma de las deformaciones verticales de los dos estratos, es decir, el parcialmente saturado y el saturado, ambas dependientes del módulo de elasticidad promedio del paquete sedimentario, del peso propio de la fase sólida del suelo, del peso del agua, del peso de la masa de suelo parcialmente saturada y de la relación de vacíos.

Los resultados arrojan zonas de máximos hundimientos de 50 centímetros para un abatimiento de 50 metros, suponiendo que el nivel freático se encontraba originalmente en la superficie. Una de las zonas de máximos hundimientos coincide con la zona en donde actualmente se observan la mayor parte de los agrietamientos en el área urbana. De la diferencia de hundimientos entre los nodos del mallado utilizado para la generación de las cartas de predicción se calculó la carta de vectores de desplazamiento de la masa de suelo la cual proporciona la dirección de movimiento de las partículas de suelo.

SE02-8

EL ABATIMIENTO DE LOS NIVELES FREÁTICOS ES SÓLO UN ELEMENTO EN LOS PROCESOS DE SUBSIDENCIA-CREEP-FALLA, CASO: LA CIUDAD DE MORELIA, MICHOACÁN

Ávila Olivera Jorge Alejandro¹ y Garduño Monroy Víctor Hugo²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

jao_79@hotmail.com

El estudio de los Procesos de Subsistencia-Creep-Falla (PSCF) que se presentan en la Ciudad de Morelia, han sido estudiados desde el año de 1983. En la actualidad se sabe que el abatimiento de los niveles freáticos del sistema acuífero de la ciudad, ocasionado por la sobreexplotación del agua del subsuelo a través de pozos profundos, es lo que activa la generación de este tipo de procesos; ya que dicho abatimiento ocasiona una reducción de la presión del agua de poro, la cual es transferida a la fase sólida del sistema acuífero dando lugar a una reducción del volumen de vacíos, que se convierte en una disminución del espesor de dicho sistema, el cual se consolida generando los hundimientos que se aprecian en la superficie.

Para conocer el comportamiento del nivel freático en la ciudad, el primer paso fue recopilar la información del nivel estático a través del tiempo de cada uno de los pozos profundos que suministran parte del gasto de agua que demanda la población. Con la información mencionada se determinó la tendencia actual (2006) del abatimiento de dicho nivel, así como una proyección para el año 2010. El análisis llevado a cabo permitió obtener un abatimiento medio anual de 2.46 m; identificar un período de recarga del sistema acuífero (1997-1999), el cual se adjudica a las intensas lluvias que se presentaron en ese periodo de tiempo; así como también elaborar un par de modelos del comportamiento del abatimiento, los cuales hicieron posible visualizar que en la parte NE de la ciudad el sistema está conformado por dos acuíferos.

Con los resultados anteriores se procedió a realizar un segundo análisis al relacionarlos con las fallamientos que ocasionan daños en la ciudad producto de los PSCF. Dicho análisis permitió identificar que la media del nivel freático que se presenta en los bloques que se hunden de los fallamientos, es menor que la de los bloques que permanecen; lo anterior se debe al diferente espesor de sedimentos lacustres y fluviolacustres depositado en épocas antiguas, propiciado por la presencia de fallas geológicas que configuraron la cuenca que se aprecia en la actualidad. También permitió observar que los pozos localizados en los bloques que se hunden (NO) ubicados en la parte NE de la ciudad, extraen el vital líquido del acuífero superficial, mientras que aquellos ubicados en los bloques que permanecen (SE) toman el agua del acuífero profundo. Por lo tanto se puede decir que los abatimientos que se generan en el acuífero superficial, dejan el camino libre a los agentes contaminantes que se desechan en la superficie para alcanzar el acuífero profundo, del cual en un futuro no muy lejano se realizaran las extracciones para satisfacer la demanda que crece día con día. Es por esto que es necesario visualizar el problema a corto, mediano y largo plazo, para de esta manera comenzar a reubicar las industrias, rellenos sanitarios, etc., que se localicen en zonas de riesgo latente.

SE02-9

APLICACIÓN DEL GEORADAR EN EL ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE SUBSIDENCIA-CREEP-FALLA EN LA CIUDAD DE MORELIA, MICHOACÁN

Ávila Olivera Jorge Alejandro¹ y Garduño Monroy Víctor Hugo²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

jao_79@hotmail.com

Los Procesos de Subsistencia-Creep-Falla (PSCF) que se presentan en varias ciudades del centro de México (Morelia, Celaya, Querétaro, Aguascalientes, etc.), comenzaron a ser visibles desde principios de los 80's al observarse una serie de agrietamientos que ocasionaban daños a cualquier obra civil que se interpusiera a lo largo de sus trazas. Por tal motivo y desde entonces, los investigadores se han dado a la tarea de estudiar este tipo de procesos, auxiliándose para ello de todas las herramientas disponibles.

En la Ciudad de Morelia se ha empleado el Georadar (entre otras herramientas y técnicas) para estudiar los PSCF, el cual es un instrumento no destructivo de prospección geofísica que se basa en la emisión y recepción de pulsos electromagnéticos desde la superficie; dichos pulsos se transmiten a través del medio a estudiar para detectar anomalías (contrastes en las propiedades electromagnéticas) que reflejen la señal enviándola de regreso al instrumento, de esta manera se tiene una idea de la posición y profundidad a la que se localiza el objeto o el cambio de estratificación causante de la anomalía.

El estudio geofísico que se llevó a cabo consistió en una campaña de levantamiento de perfiles con el Georadar; dichos perfiles se realizaron perpendicularmente al eje de la traza de algunos de los fallamientos ocasionados por los PSCF que afectan a la ciudad. Para la elaboración del estudio se empleó un equipo Pulse Ekko biestático (compuesto de dos antenas) de Sensors and Software, antenas con una frecuencia central que van desde 50 hasta 200 MHz, y el método seguido fue el de reflexión de desplazamiento fijo.

La manera común de presentar los resultados que se obtienen al emplear esta herramienta es por medio de "radargramas", los cuales son perfiles bidimensionales de los registros de reflexión, que muestran el comportamiento de los pulsos electromagnéticos a través del medio en el cual se propagaron. En nuestro caso, la mayoría de los radargramas muestran un plano de falla principal que divide a dos bloques, uno de los cuales presenta un hundimiento con respecto al otro; también se pueden distinguir fallas sintéticas y antitéticas a dicho plano de falla, las cuales incrementan la zona de influencia del fallamiento, llegándose a identificar zonas de influencia de hasta 40 m como fue el caso de los fallamientos denominados "Central Camionera" y "La Colina".

Para corroborar la información contenida en los radargramas, se llevó a cabo un estudio geotécnico que consistió en la excavación de zanjas de exploración (trincheras) de 2 m de ancho, de 10 a 15 m de longitud, y con una profundidad comprendida entre los 4 y 5 m; siguiendo el mismo principio que en los perfiles realizados con el Georadar (perpendiculares al eje de la traza de los fallamientos). Dichas trincheras permitieron observar en las facies terrígenas, las estructuras sinsedimentarias asociadas a la falla; un plano de falla principal; así como también la deformación ocasionada por los PSCF. Lo anterior refleja la utilidad del Georadar para el estudio de este tipo de procesos.

Sesión Especial

Reconstructing Middle America

Organizadores:

J. D. Keppie

D. J. Morán

L. A. Solari

SE03-1

PALEOMAGNETISMO Y GEOCRONOLOGÍA DE ANORTOSITAS CA. 1.1 GA EN NW SONORA Y EL GRENVILLE MEXICANO

Molina Garza Roberto¹ y Izaguirre Aldo²¹Centro de Geociencias, UNAM²Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

rmolina@geociencias.unam.mx

El basamento cristalino del NW de Sonora está caracterizado principalmente por gneises y metagranitos en facies de anfibolita con edades de cristalización y metamorfismo en el rango entre 1.6 y 1.8 Ga, plutones anorogénicos con edades ca. 1.4 Ga y, menos conocido, plutonismo ca. 1.1 Ga. Este último grupo incluye cuerpos de anortosita de dimensiones medianas (<10 km²). En la Sierra Prieta del NW de Sonora aflora una secuencia de cuarcitas intrusionada por cuerpos de anortosita. La anortosita contiene zircones que indican una edad de cristalización de 1075.0 ± 9.3 Ma (Iriondo, comunicación personal 2006). Un muestreo paleomagnético preliminar indica que la magnetización característica es de doble polaridad, con una dirección media $D=305.7^\circ$, $I=73.9^\circ$; $k=11.9$ y $\alpha_{95}=27.7^\circ$ (4 sitios). La dirección produce un polo paleomagnético $44.4^\circ\text{N } 212.3^\circ\text{E}$ que cae sobre la curva de vagabundeo polar aparente de Norte América para ~1150 Ma. Aunque el tamaño del intervalo de confianza es relativamente grande, esta posición indica una rotación horaria similar a lo que se ha observado en rocas Jurasicas de la región. La inclinación media es indistinguible de la inclinación observada en el Complejo Oaxaqueño (~74°) y a primera vista sugiere una paleogeografía cercana entre Sonora y Oaxaca, pero la edad de la magnetización de rocas estudiadas en el Complejo Oaxaqueño es probablemente más joven (<980 Ma). La rápida tasa de vagabundeo polar aparente durante el intervalo asignado a las orogenias Zapoteca y Olmeca no permite comparar directamente los resultados de anortositas de Sonora con resultados de Oaxaca. La inclinación observada en Oaxaca es más alta que la esperada para Norte América para edades ca. 1.0 Ga (~45°). En cambio, reconstruyendo Oaxaca a una posición en el norte de Sudamérica, la inclinación observada en Oaxaca es cercana a la esperada para el polo para el cratón de San Francisco ca. 1010 Ma o para el polo del cratón del Congo ca. 950 Ma rotado a coordenadas de Sudamérica. Ambas son ~60 a 68°. Los únicos datos comparables para el cratón Amazonia son para edades ca. 1200 Ma, que sitúan este elemento cerca del segmento Llano del orógeno Grenville. Si Oaxaca estaba asociado al cratón Amazonia, las inclinaciones observadas en Oaxaca sugieren que para hace ~950 Ma, los San Francisco, Oaxaquia y Amazonia se encontraban cerca de su configuración esperada en el oeste de Gondwana.

SE03-2

RIFT-RELATED BASALTS IN THE 1.2-1.3 GA GRANULITES OF THE NORTHERN OAXACAN COMPLEX, SOUTHERN MEXICO: EVIDENCE FOR A RIFTED ARC ON THE NORTHWESTERN MARGIN OF AMAZONIA

Keppie Moorhouse John Duncan¹ y Dostal Jaroslav²¹Instituto de Geología, UNAM²Department of Geology, St. Mary's University, Canada

duncan@servidor.unam.mx

Meta-igneous granulites with estimated ~1.3-1.2 Ga protolith ages in the northern Oaxacan Complex of southern Mexico have bimodal protoliths: rift-related basalts (probably continental tholeiites) and felsic volcanic rocks that could also have been arkosic sediments. Negative Nb, Ta and Ti anomalies in the mafic rocks are interpreted to reflect derivation from a mantle source previously enriched by subduction processes. In contrast, contemporaneous igneous country rocks in the southern Oaxacan Complex have arc affinities and the simplest interpretation suggests a south-to-north transition from arc to backarc or intra-arc rift. Various locations in 1.2-1.0 Ga Rodinia reconstructions have been proposed for these and correlative rocks in Middle America: an autochthonous location, and as an allochthonous terrane originating either off northwestern or southern Amazonia or the Arequipa-Antofalla terrane. The collision between southern Amazonia and southern Laurentia at 1.2 Ga followed by relative northward travel (present day coordinates) of Amazonia along eastern Laurentia appear to eliminate all but a northwestern Amazonian location for Middle America. The development of an arc complex on the northwestern margin of Amazonia would be consistent with the relative northward motion of Amazonia.

SE03-3

THRUST NAPPE STRATIGRAPHY AND THE TECTONIC EVOLUTION OF THE ACATLÁN COMPLEX: THE IAPETUS-RHEIC CONNECTION

Ortega Gutiérrez Fernando, Elías Herrera Mariano,
Sánchez Zavala José Luis y Macías Romo Consuelo

Instituto de Geología, UNAM

fortega@servidor.unam.mx

The Acatlán Complex of southern México constitutes a critical piece in the reconstruction of a tectonic history that involved the opening and closure of the pre-Atlantic Iapetus and Rheic oceans. The new stratigraphic record of this basement complex, based on accumulated data in the last decade, comprises a large number of lithotectonic units that span from the Mesoproterozoic (Grenvillian) to the Permian, and which we now propose to separate in four, vertically stacked tectonostratigraphic packages tectonically juxtaposed ca. Early Permian time as follows: 1) Infrastructure, 2) lower thrust nappes, 3) upper thrust nappe, and 4) superstructure. The parautochthonous infrastructure is composed of high-grade Paleozoic and probably Precambrian metamorphic crust of unknown affinity (Magdalena Migmatite and Chazumba formations, as well as xenoliths and xenocrysts in Mesozoic and Cenozoic intrusions) reworked during the Middle Jurassic. The lower thrust nappes are composed of retrograde eclogite facies rocks that include ophiolitic, granitic, and supracrustal sedimentary and volcanic protoliths of Ordovician age (Piactla Metamorphic Suite).

thrust over low-grade silicic metasediments and ophiolitic slices of the Late Devonian-Mississippian Cosoltepec Lithodeme. The high pressure slab was exhumed, nonconformably covered by the Late Devonian-Permian superstructure (Patlanoaya Group), and intruded by potassic granites (Palo Liso and Los Hornos) after the emplacement of the upper thrust nappe, which is constituted by the pre-Devonian El Rodeo Lithodeme formed by low grade greenstones and quartzose metasediments.

The infrastructure and the overlying lower thrust nappes are separated by a poorly studied shear zone, well exposed a few kilometers south of Cosoltepec and characterized by strongly lineated quartzites and greenstones with vestiges of high pressure metamorphism, whereas the tectonic boundary (Ahuatlán thrust) between the lower and upper thrust nappes is defined by an LS-tectonite composed of greenstones of El Rodeo Lithodeme. The underthrust Cosoltepec Lithodeme and the overlying high-pressure Piaxtla Metamorphic Suite are separated by the Tehuizingo thrust. The prevailing structural grain (mylonites, top-to-west kinematics, multiple folding) and metamorphic styles (anatexis, amphibolite, greenschist, eclogite, and blueschist facies, all overprinted by intense retrogression), coupled with the presence of a major unconformity of Devonian age existing between the base of the Patlanoaya Group (Oate Formation) and El Rodeo thrust nappe, indicate tectonic activity associated with two major orogenies, one in the Ordovician-Silurian (Acatecan Orogeny), and another in the Carboniferous-Early Permian (Mixtecan Orogeny). However, according to alternative models, the tectonic processes that created the Acatlán Complex involved, either the opening and closure of the two oceans Iapetus and Rheic, or only the opening and closure of the Rheic Ocean. The present juxtaposition and reworking of the main tectonostratigraphic packages occurred in the late Paleozoic involving extreme crustal shortening, and subhorizontal thrust displacements measured in hundreds of kilometers, probably including piggyback transport of the synorogenic Tecamate Formation.

SE03-4

BLUESCHISTS IN THE ACATLÁN COMPLEX, SOUTHERN MEXICO: NEW INSIGHTS AND TECTONOTHERMIC IMPLICATIONS

Elías Herrera Mariano, Ortega Gutiérrez Fernando,
Macías Romo Consuelo, Reyes Salas Margarita,
Sánchez Zavala José Luis y Aparicio Aparicio Diego

Instituto de Geología, UNAM

elias@servidor.unam.mx

Blueschists and eclogites, as markers of paleo-subduction zones and/or suture zones in orogenic belts, are of great interest to Earth scientists because these rocks store much information regarding processes at consuming plate boundaries and collisional events. In the Acatlán Complex, we discussed eclogites and related eclogitic metagranites and micaceous schists (Piaxtla Metamorphic Suite, PMS) postulating an Ordovician-Silurian continental collision event (Acatecan orogeny). The retrogressive history of these rocks from eclogite to greenschist facies has usually been recognized; however, the associated tectonothermal evolution has not been satisfactorily resolved. Recently, epidote-glaucophane schists (maximum estimated $P = 7-9$ kb) in Ixcamilpa, Guerrero, were reported by other authors, who proposed a clockwise P-T path indicating a different tectonothermal evolution. Now, we present petrological data about

a new blueschist locality in the Las Minas-Mimilulco area, 20 km east to Izúcar de Matamoros, Puebla.

In this area, blueschists are commonly found in the Ordovician-Silurian PMS. This unit is sandwiched between two major faults, Tehuizingo thrust at the bottom and Ahuatlán thrust at the top, overlying Late Devonian-Mississippian Cosoltepec Lithodeme (the youngest detrital zircons are ~ 382 Ma), and tectonically covered by the pre-Devonian El Rodeo Lithodeme. The PMS is nonconformably covered by the Devonian (?) Oate Formation. The blueschists (N-MORB composition) occur in small and complexly folded layers (<1 m thick) within garnet amphibolite bodies, all of which are interlayered with phengite-garnet-rutile ($\pm$ chloritoid) schist and phengite-garnet metagranitoids. The blueschists essentially consist of ferroglaucophane + garnet (Alm58-69-Grs23-30-Prp3-5-Sps2-7) + epidote (Ps21-29) + phengite (Cel43-51-Ms46-53-Pg1-6) + albite100-99 + titanite/rutile + ilmenite, with alternating and strongly folded bands (1-10 cm thick) rich in ferroglaucophane + epidote, or ferroglaucophane only. Glaucophane, garnet and rutile are partially replaced and rimmed by barroisite or katophorite, chlorite, and titanite, respectively, whereas albite + chlorite are ubiquitous as retrogressive phases. Microstructures and textural relationships indicate prograde metamorphism from lower- to high-temperature (garnet in) epidote-blueschist at the transition zone with eclogite facies, and retrograde metamorphism to epidote amphibolite and greenschist facies. Thermobarometric data (garnet-phengite pair and Si p.f.u. in phengite) indicate $P = 11.5$ kb, $T = 495$ °C for the epidote-blueschist facies assemblage and, $P = 13-13.5$ kb, $T = 540-560$ °C for the mineral association at the transition zone of epidote blueschist-eclogite facies.

This new clockwise P-T trajectory requires a refrigerated downward transport to eclogite facies along a subduction zone, followed by an upward path (exhumation) at higher temperatures, indicating crustal thickening and thermal relaxation probably associated with some kind of collisional event that finally caused an extremely fast exhumation of the PMS before the Devonian. On the other hand, the presence of high temperature retrograde eclogites elsewhere in the area can be interpreted in terms of depth differences of these rocks related to their relative position in the orogenic structure when the subduction zone was aborted, and the final exhumation occurred.

SE03-5

IMPLICACIONES CRONOESTRATIGRÁFICAS DE LAS FORMACIONES OTATE Y PATLANOAYA DE LA COBERTURA SEDIMENTARIA DEL COMPLEJO ACATLÁN CON BASE EN ZIRCONES DETRÍTICOS Y OTROS MINERALES PESADOS

Macías Romo Consuelo, Sánchez Zavala José Luis, Elías Herrera
Mariano, Ortega Gutiérrez Fernando y Reyes Salas Margarita

Instituto de Geología, UNAM

mcmr@servidor.unam.mx

En el área Las Minas-Mimilulco, Puebla, aflora el Complejo Acatlán representado por el Litodema El Rodeo (LR), Ensamble Metamórfico Piaxtla (EMP) y Litodema Cosoltepec (LC) y su cobertura sedimentaria paleozoica (formaciones Oate y Patlanoaya). La formación Oate está cubierta por la Formación Patlanoaya (Famenniano-Kunguriano). Trabajos recientes reportan edades en zircones detríticos que modifican los alcances cronoestratigráficos de las unidades del Complejo Acatlán, sin embargo, el conocimiento sobre la geocronología de

su cobertura sedimentaria es escaso, lo que motivó el análisis U-Pb en zircones detríticos de la cobertura paleozoica y del LC.

Una cuarcita del LC tiene zircones en su mayoría retrabajados (60%) donde dominan las formas esféricas; el resto tiene formas simples y en la fracción menor a 150 micras sobresalen los cristales con desarrollo de pirámides y los muy elongados. Las edades (en Ma) de los zircones en orden de abundancia se agruparon en las siguientes poblaciones: a) 382-722, con picos de 520 y 650; b) 1039-1174; c) 876-970, y valores aislados entre los 1781-1835 y 2672-3027.

La formación Oate (dos muestras de arenisca) tiene zircones pulidos en un 80%, en su mayoría son de formas simples y presenta algunos zircones metamíticos y de color púrpura; los restantes son menores a 200 micras y están bien conservados. Para la parte media de la formación las poblaciones son: a) 858-1241 con pico de 1160; b) 1467-1535; c) 1286-1326; d) 1545-1569 con un valor aislado de 714; y para su parte superior las poblaciones son: a) 1083-1446 con picos de 1120 y 1260; b) 846-896; c) 991-1037; y un valor aislado de 1502.

La Formación Patlanoaya tiene zircones abundantes (>50%) sin pulir, cuyos cristales bien conservados (<250 micras) tienen formas euhedrales simples y con desarrollo de caras en prismas y pirámides, y otros menos conservados con caras rotas y corroídas. Las poblaciones de zircones son: a) 858-1028; b) 404-496; c) 1088-1249; d) 536-794 y datos dispersos entre 1320 y 1467 Ma.

Con base en los datos anteriores y publicados previamente se concluye que la edad de sedimentación del LC es Devónico Tardío-Misisípico (edad más joven de zircones detrítico 382 Ma) y afinidad gondwánica, con una historia prepérmica distinta en espacio y tiempo con respecto al LR y el EMP. Las poblaciones de zircones de la formación Oate tienen patrones similares a los reportados por otros autores para el LR y en menor proporción al EMP sugiriendo que estas últimas unidades fueron basamento y fuentes de aporte para su depósito con afinidad gondwánica en el Devónico. La Formación Patlanoaya tiene como fuentes de aporte a Oaxaquia y a los Granitoides Esperanza. Esto implica que la yuxtaposición tectónica entre el EMP y el LR es predevónica, lo cual también se sustenta por la presencia de mesopertita, ortopiroxena y cuarzo rutilado (Oaxaquia), y fengita, granate, rutilo, turmalina, epidota y anfíbol sódico-cálcico (EMP) en las formaciones Oate y Patlanoaya. La sobreposición tectónica de éstas con el LC ocurrió al final del Pérmico Temprano (Orogenia Mixteca).

SE03-6

GEOLOGÍA DEL ÁREA TIPO DE LA UNIDAD XAYACATLÁN, COMPLEJO ACATLÁN, SUR DE MÉXICO: DEFORMACIONES DEL PERMO-TRIÁSICO Y ORDOVÍCICO-SILÚRICO, DIQUES SINTECTÓNICOS GABRÓICOS Y ROCAS ENCAJONANTES

Morales Gámez Miguel¹, Keppie Moorhouse John Duncan²,
Dostal Jaroslav³, Miller Brent V.⁴ y Ortega Rivera Amabel⁵

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM

²Departamento de Geología Regional, Instituto de Geología, UNAM

³Department of Geology, St. Mary's University, Canada

⁴Department of Geology and Geophysics, Texas A&M University, USA

⁵Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM

morzuz@yahoo.com

Las rocas de la región de Xayacatlán, Puebla han sido agrupadas dentro de las formaciones, Xayacatlán, Cosoltepec y Tecamate. Con base en una reciente cartografía a detalle se han definido nuevas unidades litológicas, las cuales tienen una configuración geométrica dominada por bloques limitados por fallas. En el bloque central, rocas en series de rift continental, diques gabróticos toleíticos y graníticos intrusionan a meta-arcosas, meta-psammitas y meta-pelitas del litodema Amate (nueva nomenclatura). Una edad concordante de U-Pb en zircón de 442 ± 2 Ma es interpretada como la edad de intrusión del gabro. Las bandas de diferenciación primarias en los diques de gabro han sido deformadas por polifases de plegamiento acompañadas por metamorfismo de facies de anfíbolita, los anfíboles arrojan una edad de meseta en $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ ca. 434 Ma, lo cual indica un rápido enfriamiento por ca. 550°C seguido de una intrusión, sugiriendo que el metamorfismo de alto grado fue sincrónico con la intrusión. La naturaleza geoquímica de los diques asociada a rift y aunado al análisis estructural que denota una deformación extensional, sugiere intrusión en un ambiente tectónico de deformación transtensional.

El litodema Amate está polideformado y su grado de metamorfismo varía desde facies de anfíbolita a esquistos verdes media. El litodema Amate con sus diques es limitado por fallas verticales. El bloque oeste en contacto por falla está compuesto por meta-psammitas y meta-pelitas del litodema Huerta (nueva nomenclatura: los zircones detríticos más jóvenes son de ~455 Ma) e intrusionados por pegmatitas. En el bloque este afloran meta-psammitas, meta-pelitas y volcánicos máficos del litodema Salada (nueva nomenclatura) intrusionados por diques graníticos. Éstas dos últimas litologías muestran tres fases de plegamiento bajo un metamorfismo en facies de esquistos verde.

La Formación Tecamate del Permo-Carbonífero, forma una franja de falla dentro del bloque central y muestra facies de esquistos verde y deformación producida bajo un régimen dextral, lo cual generó zonas de cizalla verticales polideformadas y napas de cabalgadura con vergencia al sur con una edad inferida del Permo-Triásico. Los guijarros en los conglomerados Tecamate dentro de la zona de cizalla, cuya orientación es ~N-S, son generalmente prolados, lo cual indica deformación transtensional. Esta deformación ha sido sobre-impuesta en las otras rocas de esta área. La deformación extensional del Ordovícico-Silúrico se infiere que tuvo lugar en la margen sur del Océano Rheico, mientras la deformación transtensional del Permo-Triásico fue en la margen oeste de Pangea. La Formación Tecamate es sobreyacida discordantemente por rocas conglomeráticas jurásicas que están en contacto por falla con el plutón de Totoltepec. Al norte, la zona de estudio está limitada

por rocas calcáreas cretácicas, mientras que al sur es limitada por sucesiones de rocas volcanosedimentarias terciarias.

SE03-7

**ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS DEL PALEOZOICO TARDÍO
EN EL ÁREA DE PATLANOAYA-LAS MINAS, PUEBLA,
COMPLEJO ACATLÁN, SUR DE MÉXICO: DEFORMACIÓN
EXTENSIONAL EN EL MARGEN PALEO-PACÍFICO,
ANTES O DURANTE LA AMALGAMA DE PANGEA**

Ramos Arias Mario Alfredo¹, Keppie Moorhouse John Duncan¹,
Miller Brent V.², Damian Nance R.³ y Dostal Jaroslav⁴

¹Instituto de Geología, UNAM

²Department of Geology and Geophysics, Texas A&M University, USA

³Department of Geological Sciences, Ohio University, USA

⁴Department of Geology, St. Mary's University, Canada

alfredogeo@yahoo.com.mx

El área de Patlanoaya-Las Minas, Puebla, en el Complejo Acatlán, Sur de México es un buen laboratorio para entender parte de la historia deformacional que es todavía poco conocida, debido en parte, a la escasez de trabajos estructurales sistemáticos. Basados en la cartografía geológica de detalle y las determinación de las relaciones de contacto entre las rocas se definieron las siguientes unidades litodémicas: a) Meta-ígneas: Granitoide Culpumpio del Diablo (Augen gneiss equivalente Suite Granitoides Esperanza), Anfíbolita Anacahuite (metabasitas toleíticas alcalinas, foliadas, plegadas) y Granito Palo Liso (granito megacrístico sin deformación, con edad de Ordovícico Medio 461 ± 2 Ma con edad concordante U-Pb de zircón). b) Meta-sedimentarias: Litodema Las Minas (psammitas y pelitas con diques máficos toleíticos en facies metamórficas de esquistos verdes bajo; zircón detrítico mas joven es Ordovícico Temprano); sobreyace discordante el Litodema Otate (psammitas y pelitas en facies de esquistos verdes muy bajo; zircón detrítico mas joven es cercano a 650 Ma), Litodema Mal Paso (areniscas y pizarras en facies de esquistos verdes muy bajo), Litodema Ojo de Agua (horizontes volcánicos máficos, pelitas y psammitas en facies de esquistos verdes muy bajo: los zircons detríticos más jóvenes para estas últimas unidades son Ordovícico Temprano). Y c) Las rocas sedimentarias de cobertura paleozoicas (Struniano-Pérmico Medio) se describen como Grupo Patlanoaya (unidades con wakestones, conglomerados, calizas, lutitas y areniscas), se presume descansan en discordancia angular sobre la unidad Litodema Ojo de Agua.

Con el análisis estructural se ha podido definir que: i) Existen tres conjuntos de estructuras penetrativas en régimen dúctil, los primeros dos corresponden a pliegues isoclinales, cerrados, recumbentes y en vaina; indicadores cinemáticos de fallamiento normal con cima hacia el este, esto es visible perfectamente en unidades cristalinas como: Granitoide Culpumpio del Diablo, Anfíbolita Anacahuite, Litodema Las Minas y unidades metasedimentarias; ii) el tercer conjunto de estructuras dúctiles se tratan de pliegues abiertos de escala métrica a kilométrica regional con orientación de ejes al NE, afecta por igual a todas las unidades incluyendo al Grupo Patlanoaya, pero no afecta a rocas Jurásicas; iii) por último los conjuntos de estructuras mas tardías son pliegues en bandas "Kink" y fallamiento normal en régimen frágil- dúctil y/o frágil (pos-Jurásico) que afectan a todas las unidades Paleozoicas.

Las edades de las primeras y segundas estructuras posiblemente se desarrollen antes o durante el depósito

del Grupo Patlanoaya, sincrónico con el depósito de las unidades conglomeráticas que contienen feldespatos potásicos detríticos posiblemente derivados de los granitos Ordovícicos, (geocronología está en proceso). En el primer caso, las estructuras tempranas suceden posiblemente durante la amalgama de Pangea en el Devónico-Carbonífero. En el segundo caso, todas las estructuras desarrollan en el margen occidental de Pangea.

SE03-8

**THE ACATLÁN COMPLEX, SOUTHERN
MEXICO: ODEYSSEY FROM RHEIC SOUTHERN
MARGIN TO PACIFIC EASTERN MARGIN**

Keppie Moorhouse John Duncan¹, Ramos Arias Mario
Alfredo¹, Morales Gámez Miguel¹, Nance R. Damian²,
Miller Brent V.³, Murphy J. Brendan⁴ y Dostal Jaroslav⁵

¹Instituto de Geología, UNAM

²Department of Geological Sciences, Ohio University, USA

³Department of Geology and Geophysics, Texas A&M University, USA

⁴Department of Earth Sciences, St. Francis Xavier University, Canada

⁵Department of Geology, St. Mary's University, Canada

duncan@servidor.unam.mx

New structural, geochronological and geochemical data from the Acatlán Complex of southern Mexico shows it to preserve a history from Cambro-Ordovician rifting along the southern margin of the Rheic Ocean through Devonian-Carboniferous subduction and exhumation to a Permo-Triassic transtensional arc on the eastern Pacific margin. The oldest rocks are represented by clastic sedimentary rocks intruded by continental rift tholeiites that are intruded by bimodal, rift-related, mafic and felsic plutons ranging in age from ~480 to 440 Ma. This was followed by deposition continental rise deposits containing tectonic lenses of ocean-floor tholeiites and ocean island basalts. The youngest detrital zircons in the clastic rocks range into the Devonian. Tectonically interleaved with these greenschist facies rocks are slices of high pressure eclogite with a continental rift tholeiitic protolith, blueschist mafic rocks, high grade rift-passive margin, metasedimentary rocks, ~470-420 Ma granitoid rocks, and periarcs serpentinite. Concordant U-Pb zircon data on one of these eclogites yielded an age of ~346 Ma that was closely followed by decompression migmatization and cooling through ~350°C by ~350 Ma (40Ar/39Ar muscovite data). Exhumation of these high grade rocks occurred during deposition of latest Devonian – Middle Permian continental to shallow marine rocks, Permian arc magmatism that extends along western margin of Pangea through Mexico, and dextral trans-tensional deformation. The western margin of Pangea during the Triassic changes from rift and passive margin in northern Mexico to S-vergent thrust and associated clastic wedge in the Acatlán Complex consistent with oblique dextral convergence between the Pacific and Pangean plates.

SE03-9

CONSIDERACIONES PRELIMINARES SOBRE LA ESTRATIGRAFÍA Y LA DEFORMACIÓN DE LA REGIÓN COMPRENDIDA ENTRE FELICIANO Y ZIHUATANEJO (GRO.): ¿EXISTE UN “ARCO DE ZIHUATANEJO”?

Martini Michelangelo¹, Ferrari Luca¹, López Martínez Margarita² y Cerca Martínez Mariano¹

¹Centro de Geociencias, UNAM

²División de Ciencias de la Tierra, CICESE

michelangelo_martini@libero.it

Las sucesiones volcano-sedimentarias mesozoicas que afloran ampliamente en el sur-occidente del estado de Guerrero y en el sur del estado de Michoacán (región de Zihuatanejo-Lazaro Cardenas), se han interpretado tradicionalmente como un arco o sistema de arcos insulares desarrollados al occidente de la costa pacífica mexicana que fue acrecionado al continente durante el Cretácico tardío-Terciario temprano (arco de Zihuatanejo). Este modelo se basa principalmente en las aparente intercalación de potentes espesores de lavas andesíticas y basálticas e ignimbritas en las secuencias cretácicas marinas de la Sierra Madre del Sur. En el marco de un proyecto regional sobre la evolución tectono-magmática Cretácico-Terciario de la Sierra Madre del Sur, llevamos a cabo el estudio geológico de la secuencia referida al arco de Zihuatanejo en la región comprendida entre los poblados de Feliciano y Zihuatanejo (Gro.). La secuencia estudiada se compone de la base al techo por:

a) Una secuencia rítmica de filitas y areniscas polideformadas de edad desconocida, en la cual flotan bloques de dimensiones y litologías muy diferentes (Complejo de Las Ollas);

b) Una secuencia mesozoica de plataforma continental inestable, caracterizada por periodos de ahogamiento y sucesiva emersión, que yace en contacto tectónico por encima de la unidad anterior (Complejo de Zihuatanejo);

c) Una secuencia volcánica eocénica de carácter subaéreo que yace en discordancia angular por encima de la sucesión precedentemente descrita y no presenta deformación dúctil.

Nuestras observaciones confirman solo en parte las interpretaciones anteriores. Por un lado se confirma que el Complejo de Las Ollas (CLO) representa un melange tectónico con registro de deformación polifásica y un grado metamórfico afín a un complejo de acreción. Por otro lado, en la región estudiada, el Complejo de Zihuatanejo (CZ) está formado por secuencias marinas terrígenas y de carbonatos sin intercalación alguna de lavas y con deformación menor al CLO. Las diferencias en las historias geológicas y el contacto tectónico entre ambos complejos no son consistentes con el modelo de un único terreno (sub-terreno Zihuatanejo) para las dos unidades.

En esta región las lavas previamente cartografiadas como parte del “Arco de Zihuatanejo”: (a) no presentan evidencias de haber sido emplazadas en un ambiente submarino, (2) se encuentran siempre en discordancia angular por encima del CZ y, frecuentemente, por encima de depósitos sedimentarios continentales, (3) han arrojado una edad Ar-Ar de 41.5 ± 1.2 Ma. Por lo anterior estas lavas representan la parte inferior de la secuencia de arco continental de edad Eoceno ampliamente expuesta en el camino entre Ciudad Altamirano y Zihuatanejo. Aún cuando no podemos excluir que existan rocas volcánicas marinas cretácicas más al nor-occidente, la ausencia de estas en la región de Zihuatanejo-Feliciano implica la revisión de la estratigrafía descrita anteriormente, y cuestiona el modelo

existente para la evolución meso-cenozoica de esta parte de la margen del sur de México.

SE03-10

ANÁLISIS GEOLÓGICO, ESTRUCTURAL Y GEOQUÍMICO EN EL ÁREA MATÍAS ROMERO-JUCHITÁN, OAXACA: LAS TOLEÍTAS DEL TERRENO CUICATECO COMO PROBABLE EVIDENCIA DE UNA CUENCA TRAS ARCO

Pérez Gutiérrez Rosalva¹, Solari Luigi², Meave del Castillo Jorge³ y Pérez García Eduardo³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

³Facultad de Ciencias, UNAM

perezrosalva@gmail.com

La porción oriental del terreno Cuicateco, entre Matías Romero y Juchitán, Oaxaca, está compuesta por rocas sedimentarias, vulcanosedimentarias y volcánicas, que presentan un grado metamórfico de facies de esquistos verdes. Las rocas sedimentarias y vulcanosedimentarias son principalmente siliciclásticas y en menor proporción carbonatadas. Las rocas volcánicas corresponden principalmente a basaltos que presentan una textura porfídica a fanerítica de grano fino compuesta por fenocristales de plagioclasa+hornblenda+epidota+cuarzo en una matriz microlítica compuesta por los mismos minerales.

Los metasedimentos del terreno Cuicateco presentan por lo menos dos eventos de deformación: D1) pliega a la superficie de estratificación generando plegamiento de tipo recostado-recumbente con vergencia principalmente hacia el noreste y el consecuente desarrollo de una superficie de esquistosidad (S1) penetrativa, que se orienta preferencialmente 155° con inclinaciones promedio de 50° al suroeste. Se considera que el evento D1 es anterior al depósito de calizas que han sido determinadas como albianas, ya que estas rocas no presentan el mismo estilo de deformación; por lo tanto la edad de D1 es pre-Albiano. D2) evento caracterizado por fallamiento inverso con dirección de desplazamiento al NNE y plegamiento de la superficie S1; su edad al parecer es post Albiano y probablemente atribuible a la orogenia Laramide.

El análisis geoquímico de las rocas volcánicas máficas del Terreno Cuicateco muestra un porcentaje de SiO₂ de 45 a 50 %. Las relaciones con elementos mayores, como el Mg, Al y Ti, muestran un magma poco evolucionado. La relación La-Nb-Y define un carácter toleítico para estas rocas. Las tierras raras configuran un patrón ligeramente empobrecido en LREE y casi plano a partir del Sm, generalmente con bajas concentraciones, típico de basaltos tipo MORB. Los elementos traza presentan un empobrecimiento de elementos incompatibles, con anomalías negativas de Th-Nb y Zr, y un ligero enriquecimiento de elementos compatibles. Lo anterior, implica un ambiente de formación del vulcanismo de cuenca tras arco y plantea un debate interesante sobre las implicaciones tectónicas en la evolución de esta porción del sur de México.

SE03-11

SYNCHRONOUS 29-19 MA ARC HIATUS, EXHUMATION, SUBDUCTION OF FOREARC, AND BREAKUP OF FARALLON PLATE IN SOUTHWESTERN MEXICO: POSSIBLE CAUSES

Keppie Moorhouse John Duncan¹, Morán Zenteno Dante¹,
Martiny Barbara¹, Gonzáles Torres Enrique¹ y Keppie D. Fraser²

¹Instituto de Geología, UNAM

²Department of Earth and Planetary
Sciences, McGill University, Canada

duncan@servidor.unam.mx

The geological record of the central Sierra Madre del Sur records several synchronous events in the upper Oligocene-lower Miocene (29-19 Ma): (1) an apparent hiatus in arc magmatism between the WNW-trending, upper Eocene-lower Oligocene, arc magmatism, and the E-W Miocene-Present, Trans-Mexican Volcanic Belt: arc magmatism; (2) removal of a wide upper Eocene-lower Oligocene forearc; (3) exhumation of 13-20 km of upper Eocene-lower Oligocene arc along the present day 40-80 km wide coastal belt; (4) breakup of the Farallon Plate into the Guadalupe and other smaller plates. These effects have traditionally been related to eastward displacement of the Chortis block from a position off southwestern Mexico, however, at 30 Ma the Chortis block would have lain opposite the Gulf of Tehuantepec, not off southwestern Mexico. We propose an alternative explanation: subduction of the upper Eocene-lower Oligocene forearc that may be linked with the tomographically-defined, 200-350 km high, vertical step in the subducted plates, which connects two gently dipping segments, one deep and the other shallow extending to the Acapulco Trench. Initiation of vertical subduction would have extinguished arc magmatism in the Sierra Madre del Sur, which may have relocated adjacent to the trench only to be subsequently subducted along with the preceding forearc. Reestablishment of gently dipping subduction to produce the ~19 Ma initiation of arc magmatism in the Trans-Mexican Volcanic Belt is estimated to have occurred at ~22-25 Ma (using the post-20 Ma and pre-30 Ma rates of convergence: the 30-20 Ma convergence rate between the Guadalupe and North American plates is unknown). This allows only ~7-4 my for removal of the upper Eocene-lower Oligocene forearc. Assuming that the subducted block separated along the forearc-arc boundary, a likely zone of weakness due to magmatism, the subducted forearc is estimated to be wedge-shaped varying from zero to ~90 km in thickness. This is much smaller than the size of the step suggesting that it has increased with time. The present location of the subducted forearc is unclear. A relatively cold wedge above the subducted plate is not apparent in tomography. If the forearc was continental lithosphere, it may have been underplated beneath the overriding plate and might be revealed as a relative cool layer. However, a relatively warm zone is revealed in tomography north of the step that may be related to magma rising beneath the Trans-Mexican Volcanic Belt. On the other hand, if the subducted forearc was floored by oceanic lithosphere it may have been converted to eclogite and been transported with the subducting slab to great depths. The cause of subduction of the forearc does not appear to be related to either a change in the rate of convergence, which doubled after 20 Ma, or the age of the subducting oceanic lithosphere. It may be due to either collision of anomalous oceanic lithosphere, possibly a large oceanic plateau, or breakup of the shallow dipping Farallon Plate into a vertically dipping Guadalupe Plate, which decoupled the forearc from the arc.

SE03-12

RECONSTRUYENDO LA POSICIÓN DE BAJA CALIFORNIA EN EL MIOCENO MEDIO

Álvarez Bejar Román

Instituto de Investigaciones en Matemáticas
Aplicadas y en Sistemas, UNAM

rab@leibniz.iimas.unam.mx

El acoplamiento de Baja California (BC) a la placa del Pacífico ha dado por resultado una deriva de la península en la dirección NW desde hace unos 5 Ma. Para recobrar su posición a esa fecha se han hecho ejercicios de cerrado del golfo de California, trasladándola a lo largo de las fallas transformantes una distancia de 300 km. Otra serie de modelos, hasta cierto punto especulativos, han propuesto posiciones de BC anteriores a esa fecha, que la colocan en diferentes lugares de la boca del actual golfo, incluyendo posiciones adyacentes a las Islas Marías. Para la presente reconstrucción se utilizan puntos en la placa del Pacífico, cuyas posiciones fueron obtenidas para los cronos 2ay, 3o y 4 (2.58, 5.11, y 7.75 Ma) por otros autores, de acuerdo con el circuito global de las placas Pacífico-Antártica-África-Norte América. Se utilizan como referencia un punto próximo a BC en la parte sur, a la latitud de Cabo San Lucas, y otro punto próximo al norte de BC a la latitud 30°. Haciendo la suposición de que BC siguió en sus extremos las mismas trayectorias que esos puntos, se traslada el perímetro de la península punto por punto con los parámetros pertinentes. Las posiciones intermedias entre los puntos extremos se calculan en intervalos de 0.1°, distribuyendo linealmente las diferencias de azimut y longitud de desplazamiento entre ambos puntos de referencia y se repite la traslación para cada intervalo, reconstruyendo así la península en una fecha dada. Para validar los resultados se compara la reconstrucción hecha con este procedimiento a 5.11 Ma con reconstrucciones de otros autores a 5.5 Ma, efectuadas deslizando a BC 300 km a o largo de las fallas transformantes del golfo; las posiciones obtenidas son muy similares entre ambos modelos. Finalmente, desde la posición a 7.75 Ma se efectúa un desplazamiento en la dirección NE, perpendicular a la trinchera, que es la dirección en la se ha inferido que tuvo lugar el proceso de extensión, imponiendo ahora la condición de que dicha trinchera siga una curva suave desde la traza de la trinchera activa al sur, a la de la trinchera extinta al norte; el ajuste se obtiene con una cuadrática. Esto reproduce la forma de la trinchera antes de los fenómenos de extensión iniciales y fija los nuevos parámetros de traslación. La posición que se obtiene entonces para BC resulta en un traslape de la parte norte con partes de Sonora y Sinaloa y deja una pequeña entrada de mar en la parte sur, colindante con Nayarit que, más que a un proto-golfo, recuerda a un fiordo. Esta sería, de acuerdo con este modelo, la posición que tenía BC en el Mioceno Medio, antes de iniciarse los procesos de extensión que originaron el proto-golfo y continuaron con la captura de BC por la placa del Pacífico.

SE03-13

RESULTADOS DE OBSERVACIONES GPS: NO HAY EVIDENCIA DE DESPLAZAMIENTO DE LA FALLA POLOCHIC EN EL SURESTE DE MÉXICO

Guzmán Speziale Marco¹, Kostoglodov Vladimir²,
Manea Marina³ y Manea Vlad Constantin³

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Seismological Laboratory, California Institute of Technology, USA

marco@geociencias.unam.mx

De 2000 a 2005 llevamos a cabo observaciones anuales de posicionamiento global (GPS) en 9 sitios de ocupación en Chiapas, México, en conjunto con un proyecto similar en Guatemala, llevado a cabo por colegas franceses.

Se obtuvieron vectores de desplazamiento con respecto a la placa Norte América y en un marco de referencia absoluto o de no rotación neta (ITRF2000). En Guatemala, donde la falla tiene una traza superficial bien definida, los vectores de desplazamiento concuerdan con un movimiento relativo sinistral de la falla Polochic. En el sureste de México la traza superficial es incierta y los vectores de desplazamiento observados no corresponden a un movimiento relativo de la falla como se predice en los modelos publicados. Los resultados muestran vectores de desplazamiento orientados al NNE con respecto a Norte América y al NW en el marco de referencia absoluto lo cuál sugiere una rotación en sentido horario del bloque localizado justo al noroeste de la terminación de la traza de la falla.

Algunos autores han propuesto modelos teóricos y numéricos en los que se da esta rotación en la terminación de fallamientos de cizalla. Por tanto, proponemos que, en el caso de la falla Polochic, su terminación corre en la frontera entre México y Guatemala, o bien que en el período de tiempo de observación GPS el segmento de la falla en el sureste de México permaneció trabada.

SE03-14

PRINCIPALES EVENTOS TECTÓNICOS DE LA PLACA DEL CARIBE Y SU ENTORNO

Iturralde Vinent Manuel

Museo Nacional de Historia Natural, Cuba

maiv_cu@yahoo.com

La placa del Caribe, desde su formación al inicio del Cretácico, ha sufrido una serie de eventos tectónicos que han conformado los momentos más importantes de su evolución. Estos eventos son los siguientes: Berriasiano (ca. 145-140 Ma), Aptiano tardío (116-112 Ma), Coniaciano-Santoniano (88-83 Ma), Campaniano tardío-Maastrichtiano temprano (74-68 Ma), Maastrichtiano tardío-Daniano (67-60 Ma), Eoceno Medio a Superior temprano (40-36 Ma), Transición Eoceno-Oligoceno (35-31 Ma) Mioceno Medio-Superior (10-8 Ma).

Aunque todos estos eventos han jugado un papel importante, su manifestación localmente es distinta. Sin embargo, estos eventos han provocado fracturación de la placa, cambios en la inclinación y/o dirección de las zonas de subducción, cambios en el quimismo del vulcanismo de arco, metamorfismo regional de alta presión/colisión, exhumación, deformaciones y emplazamiento

de mantos tectónicos, modificaciones de la altitud de los terrenos tectónicos.

El análisis de las manifestaciones de estos eventos muestra que jugaron un papel más destacado los del Cretácico Inferior Berriasiano (delimitación de la placa del Caribe), Cretácico Terminal Maastrichtiano tardío-Daniano (primera gran colisión Caribe-Placas Norte y Sudamericanas), Eoceno Medio-Superior temprano (Final de la Colisión Caribe-Bahamas).

SE03-15 CARTEL

ANÁLISIS ESTRATIGRAFICO-ESTRUCTURAL DE LA REGIÓN COMPRENDIDA ENTRE FELICIANO Y ZIHUATANEJO, GRO.

Martini Michelangelo¹, Ferrari Luca¹, López
Martínez Margarita² y Cerca Martínez Mariano¹

¹Centro de Geociencias, UNAM

²División de Ciencias de la Tierra, CICESE

michelangelo_martini@libero.it

En el marco de un proyecto de grupo sobre la evolución tectono-magmática de la Sierra Madre del Sur, se ha iniciado la investigación de la región comprendida entre los poblados de Zihuatanejo y Feliciano, estado de Guerrero. Se ha elaborado la cartografía geológico-estructural del área y se han reconocido los principales eventos tectono-magmáticos que caracterizan la evolución Cretácico-Terciario de la región.

En la región de estudio se reconocieron dos complejos tectónicos principales de probable edad Mesozoica, el Complejo de Las Ollas (CLO) y el Complejo de Zihuatanejo (CZ).

El CLO está formado por bloques de dimensiones y litologías muy diferentes flotando en una matriz arenítico-filitica intensamente cizallada. Los bloques son principalmente representados por gabbro, diorita, basalto, plagiogranito, anfibolita y olistolitos de calizas. La matriz documenta una deformación polifásica muy compleja y desarmónica, esto último debido al fuerte contraste reológico entre los bloques con comportamiento rígido y la matriz plástica. Nuestras observaciones confirman que el CLO representa un melange tectónico.

El CZ sobreyace en contacto tectónico al Complejo de Las Ollas, y consta de una sucesión formada por conglomerados, areniscas, pizarras y calizas con fósiles del Aptiano-Albiano. Se interpreta como una secuencia de plataforma continental inestable, caracterizada por episodios de ahogamiento y sucesiva emersión.

Ambos complejos se encuentran intrusados por numerosos plutones eocénicos y cubiertos en discordancia angular por sedimentos continentales y secuencias volcánicas ampliamente distribuidas, consideradas anteriormente como el producto de la actividad de uno o más arcos volcánicos insulares cretácicos. Las relaciones estratigráficas, el carácter subaéreo de estas rocas y una nueva edad Ar-Ar de 41.5 ± 1.2 Ma al norte de Zihuatanejo, indican que estos productos pueden relacionarse con el magmatismo eocénico de arco continental ampliamente documentado en la Sierra Madre del Sur.

El análisis estratigráfico-estructural permite reconocer para el CZ una historia de deformación caracterizada por tres episodios principales:

D1) una fase de acortamiento NE-SW, que determina la formación de numerosos pliegues con planos axiales verticales y orientación paralela a la costa, que se desarrollan a todas las escalas;

D2) una fase de transcurrencia derecha, documentada por las estructuras de interferencia que se desarrollan a escala regional por efecto de la rotación en sentido horario de las estructuras pre-existentes; esta deformación es acorde con una cizalla principal derecha paralela a la costa;

D3) una fase de transpresión, desarrollada bajo un régimen fragil-ductil, que determina la formación de numerosas fallas laterales derechas y izquierdas, mismas que se desarrollan de acuerdo a una cizalla principal izquierda orientada paralelamente a la costa, y de un número limitado de cabalgaduras que se desarrollan localmente con vergencia hacia el SW.

El CLO y el CZ habían sido considerados previamente como parte de una unidad tectonoestratigráfica única (Subterreno Zihuatanejo). Sin embargo, las diferencias en el ambiente de depósito y la deformación que presentan indican una evolución distinta de estos complejos, por lo menos durante parte del Mesozoico. Las evidencias presentadas en este trabajo imponen la revisión de los modelos existentes sobre la evolución meso-cenozoica del suroeste de México.

Sesión Especial

Modelación del Clima en México: Avances

Organizador:
Víctor Magaña

SE04-1

ESTUDIO DE EVENTOS DE PRECIPITACIÓN EN LA CUENCA DE MÉXICO MEDIANTE LA BASE DE DATOS DEL TRMM

Montero Martínez Guillermo, Zarraluqui Such Víctor
Carlos, Caetano Ernesto y García García Fernando

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

gmontero@atmosfera.unam.mx

La precipitación es, sin lugar a dudas, el principal fenómeno hidrometeorológico para la estimación del estado climático y del comportamiento de los cuerpos de agua en el Planeta. Los eventos de precipitación son el resultado de los procesos microfísicos y dinámicos de las nubes y sus interacciones con el ambiente. Existen diferentes métodos, e instrumentos, para medir la variabilidad y distribución de las lluvias en diferentes regiones del mundo. El más común consiste en la instalación de redes de pluviómetros, las cuales pueden proporcionar información más o menos suficiente acerca de los eventos de precipitación, principalmente en zonas pobladas.

El desarrollo de instrumentos óptico-electrónicos ha significado un gran avance en la capacidad de medición de las lluvias mediante instrumentación instalada en plataformas satelitales, principalmente para regiones remotas. No obstante, es necesario conocer las limitaciones de estas estimaciones de lluvia a través de comparaciones con otras fuentes de datos.

El presente trabajo muestra los resultados de la comparación entre las estimaciones de lluvia en la Ciudad de México realizadas desde el satélite TRMM y una red de pluviómetros instalada por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (antes DGCOH), para el período 2000 a 2005. Además, también pueden compararse las características físicas de las nubes y los hidrometeoros en su interior con otras fuentes como los sondeos atmosféricos.

SE04-2

PRESENTACIÓN DEL LIBRO LAS INUNDACIONES 2005 EN EL ESTADO DE VERACRUZ

Tejeda Martínez Adalberto

Grupo de Climatología Aplicada, Licenciatura en
Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana

atejeda@uv.mx

Durante octubre de 2005, cuando el huracán Stan afectaba al centro y sur del estado de Veracruz, se elaboró un proyecto para la elaboración del libro Inundaciones 2005 en el estado de Veracruz. El resultado es una obra que contiene veinte capítulos. Los primeros tres conforman los prolegómenos: una panorámica del libro y dos aportaciones históricas y arqueológicas. Una segunda parte se ocupa de los fenómenos naturales implicados en las inundaciones: meteorológicos, hídricos y biodiversidad. Aspectos económicos y sociales hacen el grueso —numéricamente hablando— del contenido del volumen, que concluye el volumen con reflexiones hacia el futuro: las posibles consecuencias del cambio climático global, la componente química que poco se considera en la evaluación y prevención de riesgos por hidrometeoros, y el deber ser de una política de prevención ante los desastres.

Mediante esta ponencia se da el marco de referencia para el libro y se hace una discusión de todo el conjunto de aportaciones.

Es decir, que viene siendo como la presentación del libro ante la comunidad de geofísicos de México.

SE04-3

PLAN DE ACCIÓN CLIMÁTICA DEL ESTADO DE VERACRUZ

Tejeda Martínez Adalberto

Grupo de Climatología Aplicada, Licenciatura en
Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana

atejeda@uv.mx

Con financiamiento del Gobierno Británico y apoyo del Instituto Nacional de Ecología, de abril 2006 a marzo 2007 se integrará un documento que tiene por objeto que el estado de Veracruz cuente con un plan de acción ante efectos de variabilidad y cambio climático. Este plan será transferido a tomadores de decisiones del gobierno estatal y difundido entre productores, empresarios, industriales y población en general.

A lo largo del Golfo de México, el estado de Veracruz es una franja costera en la que se alternan grandes montañas, bosques serranos, bosques mesófilos, selvas tropicales, llanuras, ríos, cascadas, lagunas y costas. Con una superficie de 72,420 kilómetros cuadrados, Veracruz es el décimo estado de la República Mexicana en extensión. Está ubicado entre 17°00' y 22° 28' de latitud norte y entre 93° 35' y 98°38' de longitud oeste.

El efecto orográfico de la Sierra Madre Oriental provoca la existencia de multitud de climas, desde el árido hasta la selva tropical, pasando por las nieves perpetuas de la cima del Pico de Orizaba. A su vez, es afectado por fuertes vientos en la costa que impiden la pesca ribereña alrededor de cien días al año, y por el contrario en el verano suele ser afectado por ondas tropicales, y ocasionalmente por huracanes, de modo que los ríos se desbordan y provocan inundaciones tanto urbanas como en los campos. Estos fenómenos no tienen una afectación regular, sino que están sujetos a los efectos de la variabilidad climática y las teleconexiones.

Este estado es el tercero en el país con mayor población, superado solamente por el Estado de México y el Distrito Federal. Es de notarse que aunque ocupa el 3.7% del territorio nacional, en él se ubica casi el 6.9% de la población del país, y es el sexto estado en cuanto a su contribución al PIB nacional.

La mayoría de las costas del Golfo de México —bajas, arenosas, con extensos humedales adyacentes, a menos de un metro sobre el nivel del mar— representan la fracción de territorio veracruzano más vulnerable al ascenso del nivel del mar. Serán afectados poblados, el agua salina se infiltrará hasta los mantos freáticos y las centrales eléctricas costeras serán afectadas directamente si aún siguen en operación dentro de medio siglo. Las lagunas de Alvarado y de Tamiahua pasarán a formar parte del mar.

En virtud de lo anterior, se plantea un estudio que contemple una revisión del estado del arte sobre variabilidad y cambio climático en Veracruz; un inventario de emisiones de GEI y sus respectivos escenarios; bases de datos con control de calidad y análisis de variabilidad climática; escenarios climáticos regionales y escenarios de vulnerabilidad y medidas de adaptación y mitigación en afectación a costas e infraestructura costera, disponibilidad de agua, biodiversidad, agricultura, asentamientos humanos y consumos de energía por climatización de viviendas.

En esta presentación se discutirán los enfoques del estudio y se presentarán los avances alcanzados durante el primer semestre del proyecto.

SE04-4

LA ACTIVIDAD DE NORTES BAJO CAMBIO CLIMÁTICO

Pérez Pérez Edgar y Magaña Rueda Víctor
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
epere@atmosfera.unam.mx

El forzamiento antropogenico esta contribuyendo a cambios en los patrones de circulacion y precipitaciones en ambos hemisferios. La media espacial anual de diversas proyecciones multimodelo de cambio climatico (e.g., el promedio anual de varias simulaciones del escenario A1B) tiende a sugerir que para mediados y finales de este siglo habria un decremento general en la precipitacion de los subtropicos y de algunas regiones de latitudes medias, entre las que se encuentran los estados del centro de Mexico, los del noroeste y los de la vertiente del Golfo. De la misma manera, estas proyecciones multimodelo de cambio climatico tienden a sugerir, con respecto a variaciones en la temperatura, un patron global de calentamiento similar al que ha sido observado durante los años de El Niño.

Los años de El Niño en Mexico, sin embargo, tienden por lo general a caracterizarse por inviernos mas humedos en gran parte del pais. Esto se debe a que el paso de frentes frios (nortes) se hace mas frecuente, lo cual intensifica las lluvias invernales en el norte, noroeste, noreste, centro e incluso en la península de Yucatan. No obstante, contrario a esta tendencia tambien ha sido posible observar que durante los inviernos de años Niño la intensidad de las lluvias, en las regiones del pais afectadas por frentes frios, puede no solo no aumentar, sino incluso disminuir, sin que hasta el momento se tenga una explicacion clara del porque de este fenomeno. Es por ello, que para tratar de entender cual seria el regimen de lluvias invernales que se tendria en Mexico (con particular interes hacia la region de la vertiente del Golfo) bajo un escenario de clima global mas caliente, un analisis regional de las proyecciones de cambio climatico se hace indispensable.

En este trabajo presentamos un analisis regional de las variables que caracterizan la dinamica de los frentes frios en el norte de Mexico. Este analisis esta basado en las proyecciones A1B del modelo Canadiense de circulacion general (CCCma-CGCM3.1/T63) y en las proyecciones A1B de los modelos Japoneses (TL959L60 AGCM) de alta resolucion y (MRI-CGCM2.3) de circulacion general.

SE04-5

LA CANÍCULA COMO UN PROCESO DE TELECONEXIÓN EN LAS ALBERCAS DE AGUA CALIENTE DE LAS AMÉRICAS

Méndez García Edgar y Magaña Rueda Víctor
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
edgar_1196@yahoo.com

El estudio de la canícula ha despertado un mayor interés de la comunidad meteorológica en años recientes, al desarrollarse trabajo de campo en las albercas de agua caliente de las Américas. Hipótesis previas sugieren que la canícula es resultado de relaciones entre la Temperatura de Superficie del Mar, la actividad convectiva en los trópicos y los flujos de radiación a la superficie. Recientemente se ha sugerido que el mecanismo que resulta en canícula puede estar relacionado con procesos en el Mar Caribe. En el presente estudio se examina la evolución de

las lluvias de verano en México, y de la canícula en particular, para establecer los posibles mecanismos que la producen. Los resultados muestran que:

El ciclo de verano de la precipitación en Mesoamérica tiene un fuerte vínculo con los campos de TSM locales y el campo medio de vientos. La migración de la ZCIT produce las principales características de las lluvias de verano: la migración meridional modula inicio, la intensidad y final de las lluvias; la migración zonal está más relacionada con el fenómeno de la canícula.

La variabilidad de la precipitación en México y Centroamérica difiere en relación con la TSM del Pacífico oriental tropical: cuando se presenta alguna de las fases de ENSO (teleconexión) y cuando varía sobre la alberca de agua cálida (forzamiento local). Según sea el patrón de las TSM locales, la ZCIT tendrá un comportamiento de mayor precipitación en México y Centroamérica con una alberca de agua cálida con anomalías de TSM positivas. Dicho patrón puede afectar la migración zonal de la ZCIT y en consecuencia la intensidad de la canícula.

SE04-6

VARIABILIDAD DE BAJA FRECUENCIA DE LA SEQUÍA EN MÉXICO

Méndez Pérez Juan Matías y Magaña Rueda Víctor
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
matias@atmosfera.unam.mx

La sequía meteorológica es uno de los fenómenos que representa una mayor amenaza para sectores agropecuarios. Los registros históricos muestran que en el siglo XX se vivieron sequías cuya duración varió de uno a más de diez años. Las consecuencias de sequías como la llamada "Dust Bowl" fueron severas para gran parte de Norteamérica e incluso partes del centro de México. Mediante el estudio de datos climáticos de estaciones meteorológicas y de algunos datos "Proxy" del clima se ha encontrado que parte de los patrones recurrentes en la sequía corresponden a un dipolo con signos opuestos entre el norte de México y sur de Estados Unidos y la parte sur de México. Los periodos de tal patrón que puede resultar en sequía en el sur o norte de México parece ser preferentemente del orden de treinta años. Bajo tal esquema de análisis, la sequía de los años noventa en México puede ser analizada. El mecanismo dinámico propuesto para explicar dichas fluctuaciones de muy baja frecuencia parece estar relacionado con variaciones en la posición latitudinal y extensión de la circulación de Hadley local. Los resultados con datos observados son comparados con experimentos de simulaciones de un modelo de circulación general forzado únicamente con variaciones de la temperatura de superficie del mar. Aunque el desplazamiento de baja frecuencia en la latitud preferente de la celda de Hadley, es aun necesario explorar algunas hipótesis para explicar dichos patrones en la circulación.

SE04-7

AVANCES DE UN ESTUDIO NUMÉRICO DEL MONZÓN DE AMÉRICA DEL NORTE: VALIDACIÓN CON LAS OBSERVACIONES DEL NAME 2004

Turrent Thompson Cuauhtémoc

División de Oceanología, CICESE

cturrent@cicese.mx

Se presentan los primeros resultados obtenidos en un proyecto de modelación numérica encaminado a estudiar el contraste térmico océano-continente asociado a la gestación del Monzón de América del Norte. La presente etapa del proyecto está centrada en la validación, mediante la comparación con las observaciones atmosféricas realizadas en el marco del Experimento del Monzón de América del Norte 2004 (NAME, por sus siglas en inglés), de los resultados del modelo numérico. Se utiliza el modelo atmosférico MM5 para reproducir la temporada monzónica 2004 bajo las siguientes condiciones: (a) los cálculos se realizan sobre una sola malla de alta resolución (12km en la horizontal y 36 niveles en la vertical); (b) para el forzamiento del modelo en la interfase océano-atmósfera se emplea una base de datos diarios y de alta resolución espacial (10km) de la temperatura superficial del mar calculada a partir de las observaciones de los satélites MODIS; (c) las condiciones iniciales y los forzamientos en las fronteras laterales del modelo están dados cada 6 horas por los campos del Reanálisis Regional de América del Norte (NARR, por sus siglas en inglés); (d) se utiliza una técnica de asimilación de observaciones provenientes de diversas fuentes para mejorar la calidad de los campos numéricos. Para la validación de los resultados numéricos se hacen comparaciones con observaciones de estaciones meteorológicas de superficie, globos piloto, radiosondeos terrestres y marinos, y una base de datos de precipitación observada. Específicamente, se busca que el modelo reproduzca correctamente el ciclo diurno de la convección y de la capa límite planetaria, lo cual es verificado con la base de datos de radiosondeos marinos realizados desde el B/O Francisco de Ulloa en la región de la boca del Golfo de California en el marco del NAME 2004. También se analizan los patrones de la circulación atmosférica superficial y de la tropósfera alta, para comprobar que el modelo reproduce correctamente los rasgos dinámicos de gran escala asociados al monzón, como la evolución del anticiclón de altura y de los vientos superficiales.

SE04-8

ACTIVIDAD DE ONDAS DEL ESTE EN EL CARIBE MEXICANO

Salinas Prieto José Antonio

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

jsalinas@tlaloc.imta.mx

La interacción entre ondas del este y la corriente en chorro de niveles bajos en el Caribe mexicano es examinada considerando la naturaleza barotrópicamente inestable de dicho flujo medio. Mediante un análisis de modos normales se encuentra que las ondas del este con longitudes de onda entre 2600 y 300 km pueden intercambiar energía y momento con la corriente en chorro más favorablemente que otras perturbaciones. Las ondas del este se pueden amplificar a través de la extracción de energía del jet principalmente en la segunda mitad del verano (septiembre octubre). Sin embargo, durante la primera mitad de este periodo

(junio-julio) las ondas del este tienden a intensificar la corriente en chorro mediante convergencia meridional de momento. Las variaciones. El mínimo de actividad de ondas del este durante parte de julio y agosto puede ser el reflejo de que la interacción con la corriente en chorro va en una sola dirección. La importancia de un doble máximo en la actividad de ondas del este en el Caribe Mexicano parece reflejarse en la calidad de los pronósticos del tiempo en el centro de México, al ser las ondas mecanismos organizadores de la convección tropical más eficientemente representados por modelos numéricos de mesoescala.

SE04-9

ACTIVIDAD DE HURACANES EN LOS MARES MEXICANOS BAJO CAMBIO CLIMÁTICO

Zitácuaro Contreras Alejandro y Méndez Pérez Juan Matías

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

alex.zit@gmail.com

Una de las mayores preocupaciones ante cambio climático es el cambio en eventos extremos como los ciclones tropicales. Estudios recientes sugieren que ante cambio climático la intensidad de los huracanes aumentará. Sin embargo, es menos cierto que ocurrirá en cuanto al número y trayectoria de los ciclones tropicales, especialmente en cuencas específicas como la del Pacífico nororiental y la de los Mares Intra Americanos.

Mediante reducción de escala con el modelo PRECIS (40 km), las salidas del Modelo del Hadley Centre bajo el escenario de emisiones A2 permite proyectar para el periodo 2070-2099 la actividad de huracanes definiendo un criterio para su detección en términos de la presión superficial, intensidad de vientos alrededor del mínimo de presión e intensidad de la precipitación. Los resultados sugieren que al menos en este escenario las trayectorias podrían experimentar un desplazamiento hacia la parte norte del Golfo de México. Los resultados obtenidos con PRECIS se comparan con los del Simulador Terrestre, modelo japonés de alta resolución espacial bajo escenarios de cambio climático para finales del presente siglo. A través de la comparación se tiene una medida de la incertidumbre en las proyecciones de huracanes alrededor de la República Mexicana.

SE04-10

ANÁLISIS DE FUTUROS CAMBIOS EN EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN EN MÉXICO DEBIDO AL CALENTAMIENTO GLOBAL

Méndez Pérez Juan Matías y Magaña Rueda Víctor

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

matias@atmosfera.unam.mx

Actualmente, es sabido que la frecuencia e intensidad de eventos extremos de precipitación, tales como lluvias intensas o sequías severas, se incrementarán en algunas regiones del mundo en un futuro debido a cambios en la intensidad o en el patrón del ciclo hidrológico conforme el calentamiento global progresa.

Estos eventos extremos podrían afectar la vida humana y las actividades económicas de esas regiones. Por lo tanto, proyecciones futuras confiables utilizando modelos climáticos tienen mucha demanda. Los eventos extremos son difíciles de analizar con modelos de baja resolución espacial debido a que

tales, como lluvias intensas, son de escala local y estos modelos no tienen la capacidad de simular.

En este trabajo se presenta un análisis de los futuros cambios en la frecuencia e intensidad de eventos extremos de precipitación diaria para la región de México, debido al calentamiento global estimados por un Modelo Atmosférico de Circulación General de alta resolución espacial (20km).

SE04-11

EXPERIMENTO NUMÉRICO DE MESOESCALA SOBRE LA INSERCIÓN DE UN VORTICE EN CAMPOS DE DIAGNÓSTICO DEL MODELO CAM3

Pérez López José Luis y Montero Martínez Martín

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

jolperez@tlaloc.imta.mx

La resolución espacial de los Modelos Climáticos de Circulación General Atmosféricos es por lo regular de 250 a 100 Kms, pero han avanzado en incorporar mejoras en sus esquemas de parametrización convectiva y radiativa, así como de tener modelos sencillos aunque realistas de los otros componentes del sistema climático. Por otro lado no son capaces a esas resoluciones de recrear tormentas tropicales que que desarrollen en huracanes. En este trabajo se plantea una estrategia para incorporar vórtices en campos resultantes de un MCGA que serán alimentados a un modelo de mesoescala MM5 y empezar analizar los cambios inducidos en la región de México y el Caribe por la evolución de estos sistemas, además de generar una metodología para aplicarlo en los escenarios de cambio climático regional de México.

SE04-12

EL PRINCIPIO DE MÁXIMA ENTROPÍA Y LA CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS PROBABILÍSTICOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Estrada Porrúa Francisco y Gay García Carlos

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

feporrúa@atmosfera.unam.mx

El uso eficiente de recursos para enfrentar el cambio climático global en términos de adaptación, mitigación e impactos (su remediación y prevención) depende de la cantidad, calidad y de la interpretación que se realice de la información e incertidumbre inherente. La toma de decisión y el manejo de riesgo dependen de manera crítica del manejo de la incertidumbre.

Un enorme esfuerzo en el estudio de cambio climático se ha dedicado a la reducción de la incertidumbre en la modelación del clima, causada por distintas fuentes y propagada en cada una de sus etapas, teniendo como uno de sus objetivos principales incrementar la utilidad de los escenarios de cambio climático y las estimaciones de sus impactos potenciales sobre los sistemas naturales y humanos para la toma de decisiones y el manejo de riesgo.

En la última década se han logrado grandes avances para la planeación y toma de decisiones principalmente gracias a: 1) los avances en el conocimiento del clima y en su modelación han aumentado nuestra capacidad de simulación del sistema climático produciendo escenarios con mayor resolución

espacial y temporal. 2) la integración de la teoría y modelación económica al estudio de cambio climático ha proporcionado las herramientas necesarias para la generación de familias de escenarios de emisiones ligadas a distintas proyecciones de desarrollo regionales y globales, así como para el desarrollo de metodologías de valuación de los impactos potenciales del cambio climático y el análisis costo/beneficio de medidas de adaptación y mitigación. 3) el aumento del entendimiento de la relación sociedad-clima, el avance en los estudios de evaluación de vulnerabilidad así como numerosos casos de estudio sobre aplicaciones "reales" de estrategias de adaptación.

Sin embargo, la complejidad de los sistemas en estudio (así como sus relaciones y retroalimentaciones) garantizan que la información científica "objetiva" tendrá que ser complementada con juicio de expertos "subjetivo" para poder manejar la incertidumbre y para que el conocimiento generado pueda ser utilizado en un proceso de toma de decisiones de "mejor respuesta" en el sentido de Nash.

No obstante, la restricción injustificada de la incertidumbre en mayor medida que lo que la información disponible permitiría, puede generar importantes sesgos en la evaluación de riesgo y por lo tanto limitar de manera importante la eficacia de políticas y la eficiencia económica. Este es un problema importante en la generación de escenarios probabilísticos de cambio climático, ya sea que se asuma un enfoque frecuentista o completamente subjetivo para la asignación de probabilidades.

Este trabajo aborda la generación de escenarios probabilísticos de cambio climático enfocándose principalmente en las siguientes preguntas: ¿Cómo medir que tanto nuestras suposiciones subjetivas se alejan de lo que realmente sabemos?, ¿Cómo introducir esta información "subjetiva" sin implicar suposiciones extras no intencionales?, y sobre todo ¿Cuál es la asignación de probabilidades que representa mejor el estado de nuestro conocimiento?

SE04-13

MODELOS DE LÓGICA DIFUSA PARA EL MANEJO DE INCERTIDUMBRE

Gay García Carlos y Estrada Porrúa Francisco

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

cgay@servidor.unam.mx

Uno de los propósitos del estudio de cambio climático es desarrollar capacidades para construir visiones del futuro estado del clima. Queremos saber si la tierra se va a calentar, si va llover más o menos y en donde. De este conocimiento surgen otras muchas preguntas relacionadas con aquellas actividades que claramente se verían influidas por estos cambios. Por ejemplo, la agricultura sería afectada por cambios en la temperatura y la lluvia, siempre y cuando estos se dieran en cantidades o valores que superasen ciertos valores umbrales. Muchos cultivos en la actualidad soportarían sin problemas una variación de un grado o un 10% de variación en la precipitación. Una comunidad urbana quizás soportaría variaciones aun mayores.

La única manera creíble de obtener una visión del futuro es mediante la utilización de modelos de clima que son autoconsistentes y basados en principios básicos, generalmente aceptados.

Por otra parte, estos modelos deben ser capaces de reproducir con cierta fidelidad las observaciones actuales. Ahora bien la fidelidad es cuestión de grado pues como las observaciones

actuales varían dentro de ciertos límites basta con que la simulación caiga dentro de los rangos de variación para que ese modelo sea aceptado. De esto último se desprende que hay muchos modelos que a grandes rasgos representan bien las observaciones sin que haya dos que coincidan en detalle. Aquí nos estamos refiriendo a una fuente de incertidumbre en la simulación del clima debida a la sensibilidad de los modelos. Los modelos del clima responden de manera diferente a las mismas condiciones de frontera; por ejemplo las concentraciones de gases de efecto invernadero. Por otra parte, un modelo es sensible a las condiciones iniciales, es decir, muestra un comportamiento caótico. Por lo tanto, un modelo provee información con una cierta incertidumbre y varios modelos añaden la incertidumbre debido a su diferente sensibilidad.

La mayor incertidumbre en las simulaciones del clima proviene de las concentraciones futuras de gases de efecto invernadero pues estas dependerán de cómo se desarrolle tecnológicamente la sociedad y de que tipo de relaciones políticas, económicas y sociales se establezcan entre si y con el ambiente.

De acuerdo con los resultados del IPCC para el 2100 las emisiones podrían variar entre unos 5 y 40 GtC/año; 8 veces de diferencia. Por otra parte, las temperaturas pueden variar de 1.5 a 5.8 Co, es decir un 400%. De acuerdo al SRES del IPCC en este rango existen alrededor de 40 diferentes trayectorias de desarrollo que han sido agrupadas en 4 grandes familias.

Las preguntas que nos hacemos en este trabajo son ¿cuán relevante son los detalles en cuanto a las emisiones y qué significa que la temperatura en el 2100 pueda ser de 1.5 a 5.8 grados mayor que ahora?, ¿Qué podemos hacer o cómo podemos interpretar cantidades que muestran incertidumbres del orden del 800%? Para contestar estas preguntas nos proponemos utilizar técnicas de lógica difusa que se vuelve muy relevante pues permite un tratamiento sistemático de las incertidumbres y permite construir modelos de clima intrínsecamente inciertos.

SE04-14

USOS DE LA INFORMACIÓN CLIMÁTICA BASADO EN LA ESTIMACIÓN DEL RIESGO AGRÍCOLA ANTE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA

Neri Vidaurre Carolina

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

cneri@hotmail.com

La agricultura en México es vulnerable a las variaciones climáticas extremas, como son las sequías, las inundaciones y las heladas, debido a que se desarrolla fundamentalmente bajo condiciones de temporal. Actualmente, el uso del diagnóstico y pronóstico climático puede ser de gran ayuda en la planeación de actividades agrícolas, el objetivo es poder reducir el riesgo, en este caso, disminuir los bajos rendimientos en los cultivos. En estudio se presenta una metodología para estimar el riesgo de un cultivo ante la presencia de el ENOS y un esquema de toma de decisiones basado en el pronóstico del ENOS. Dicha metodología se aplica en un estudio de caso en la región de los Valles Centrales en estado de Oaxaca para el cultivo del maíz.

SE04-15

ALGUNOS IMPACTOS POTENCIALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR ENERGÉTICO

Caetano Ernesto y Orlando Magaña Víctor

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

caetano@servidor.unam.mx

El clima del siglo XXI será diferente del clima del siglo XX debido al cambio climático antrópicamente inducido. Los escenarios proyectados sugieren aumentos en temperatura de entre 2°C y 6°C para México durante el presente siglo. Uno de los sectores que se considera vulnerable ante el cambio climático es el energético. Las demandas de energía eléctrica, principalmente en el norte de México, son altamente dependientes de las condiciones climáticas, sobre todo aquellas relacionadas con la temperatura. El aumento en sistemas de aire acondicionado en las zonas urbanas crece al aumentar la capacidad de consumo de los usuarios. Temperatura y consumo medio muestran una tendencia positiva y relaciones significativas.

Se espera que bajo cambio climático la demanda de energía aumente al menos en un 30% en el estado de Sonora. Si a eso se añade el crecimiento de la población y por tanto de usuarios, los retos para satisfacer la demanda de energía serán grandes. Adicionalmente, el cambio climático hará que la llamada temporada de calor en la mayor parte del país inicie más temprano en el año (alrededor de marzo o abril). Bajo tal condición, se debe considerar una estrategia de subsidios deberá ser modificada a menos que se inicien acciones de adaptación mejorando los sistemas de aire acondicionado o la arquitectura misma de las construcciones, utilizando nuevos diseños y materiales térmicos.

El presente trabajo establece las relaciones entre cambios proyectados de clima y los impactos sobre el sector energético estableciendo de esta manera los tiempos y escenarios bajo los cuales se tendrá que actuar para poder mantener el servicio, resaltando el valor de la información climática aun con incertidumbre.

SE04-16

ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN PARA LA GENERACIÓN DE CAPACIDADES Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Ávila Flores Brenda¹, Neri Vidaurre Carolina² y Vázquez Cruz Gustavo²¹Instituto Nacional de Ecología²Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

avilafb@yahoo.com

Uno de los grandes retos de la información climática es que ésta sea una herramienta práctica para los usuarios. Aunque hay productos climáticos y esfuerzos de disseminación importantes, es necesario diseñar nuevas estrategias de comunicación que integren la información climática a la cadena de toma de decisiones de los procesos productivos en sectores como el agrícola, forestal e hidráulico.

Con frecuencia los gobiernos locales no toman parte en el proceso de planificación y decisión, y tampoco necesariamente tienen los recursos para actuar en forma decisiva en casos asociados a la variabilidad climática y el cambio climático. Las capacidades institucionales están concentradas en las ciudades capitales y a menudo dentro de una sola entidad gubernamental. Decisiones locales se toman desde las capitales con el riesgo

de no haber evaluado a fondo las necesidades locales reales y/o de no pasar la información adecuada a nivel local. Para ello es necesario sensibilizar a los involucrados en problemas sector-clima en la necesidad de planificar el futuro, costumbre no existente en la región de estudio.

Ante tales retos, se diseñó y aplicó una estrategia de comunicación de la información climática que comprendió el diseño de materiales gráficos y audiovisuales (trípticos, carteles y videos), su difusión y la evaluación de su impacto. Dicha estrategia de comunicación buscó incorporar el tema del Cambio Climático en el pensamiento de los diferentes usuarios de la información, por ejemplo, niños de primaria, secundaria y bachillerato, actores locales, tomadores de decisiones y creadores de políticas.

El diseño y aplicación de la estrategia de comunicación se desarrolló en tres etapas. Durante la primera etapa se recopiló información relacionada al Cambio Climático, se planearon las estrategias comunicacionales y se diseñaron los productos comunicativos. La segunda etapa se compuso de la aplicación comunicativa, es decir, de la promoción y difusión de los productos comunicativos como los carteles, folletos y charlas educativas al público objetivo, además de una previa encuesta de diagnóstico que permitió realizar un comparativo para antes y después de la comunicación. Una vez aplicados los productos comunicativos, se dio paso a la tercera etapa, la evaluación de la información aplicada por medio de entrevistas y encuestas que permitieron tener un referente sobre el impacto de la comunicación emitida.

Índice de Autores

Abad Escobar Eduardo	SED-5 CARTEL	139	Arellano Baeza Alonso Alejandro	SIS-25	152
Abad Gómez Miriam Esperanza	EG-10	18	Arellano Baeza Alonso Alejandro	VUL-13	164
Abati Jacobo	GET-2	59	Arenas Ricardo	GET-2	59
Acosta Chang José	SIS-16	148	Arias López Carlos	CCA-5	4
Acosta Chang José	SIS-26	152	Arizabalo Rubén D.	CCA-24	10
Acosta Solís Tania	GEOPAL-9	91	Arizabalo Rubén D.	EG-7	16
Acuña Torres Julio	VUL-2	159	Arizabalo Rubén D.	EG-8	17
Adem Julián	CCA-14	7	Armienta Hernández Ma. Aurora	GGA-20 CARTEL	82
Adem Julián	CCA-15	7	Arreaga Vargas Patricia	OCE-47 CARTEL	125
Aguayo Rios Alejandra	GGA-20 CARTEL	82	Arregui Ojeda Sergio	EG-1	15
Aguilar Campos César	EG-27 CARTEL	24	Arregui Ojeda Sergio	EG-27 CARTEL	24
Aguilar Carboney Jorge	SIS-30 CARTEL	153	Arreygue Rocha Eleazar	GGA-7	78
Aguillón Robles Alfredo	GEOQP-21 CARTEL	106	Arreygue Rocha Eleazar	SIS-32 CARTEL	154
Aguillón Robles Alfredo	GEOQP-22 CARTEL	106	Arriaga Ramírez Sarahí	CCA-9	5
Aguillón Robles Alfredo	VUL-10	163	Arroyo Contreras Moisés	SE02-2	183
Aguillón Robles Alfredo	VUL-11	163	Arroyo Pedraza Laura	OCE-50 CARTEL	126
Aguillón Robles Alfredo	VUL-12	164	Arvizu Gadea Aideé Lorena	EG-4	15
Aguirre Díaz Gerardo	GET-7	61	Arvizu Gutiérrez Irving Rafael	GET-13	64
Aguirre Díaz Gerardo	PALEO-5	132	Arzate Flores Jorge A.	EG-12	18
Aguirre Díaz Gerardo	VUL-5	160	Arzate Flores Jorge A.	EG-23 CARTEL	23
Aguirre Díaz Gerardo	VUL-6	161	Arzate Flores Jorge A.	GET-22 CARTEL	68
Aguirre Díaz Gerardo	VUL-7	161	Arzate Flores Jorge A.	SE02-2	183
Aguirre Díaz Gerardo	VUL-8	162	Arzate Flores Jorge A.	SE02-6	185
Aguirre Díaz Gerardo	VUL-9	162	Arzate Flores Jorge A.	SE02-7	185
Aguirre Díaz Gerardo	VUL-10	163	Ávila Dorador Lizbeth	VUL-2	159
Aguirre Díaz Gerardo	VUL-11	163	Ávila Flores Brenda	SE04-16	203
Aguirre Díaz Gerardo	VUL-29 CARTEL	170	Ávila Olivera Jorge Alejandro	SE02-5	184
Aguirre Díaz Gerardo	VUL-31 CARTEL	171	Ávila Olivera Jorge Alejandro	SE02-8	186
Aguirre González Jorge	SIS-8	145	Ávila Olivera Jorge Alejandro	SE02-9	186
Aguirre González Jorge	SIS-10	146	Ávila Serrano Guillermo E.	PALEO-6	133
Aguirre González Jorge	SIS-11	146	Ávila Vizuett Karla Cecilia	OCE-44	124
Aguirre González Jorge	SIS-22	151	Aviña Jiménez Hector Miguel	OCE-48 CARTEL	125
Aguirre González Jorge	SIS-32 CARTEL	154	Axen G. J.	GET-23 CARTEL	68
Alan Husker	SIS-33 CARTEL	155	Ayala González Gabriel	EG-25 CARTEL	23
Alaniz Álvarez Susana A.	GET-5	61	Azúa Bertha Marquez	GGA-4	76
Alaniz Álvarez Susana A.	GET-9	62	Backus Dave	SED-1	137
Alaniz Álvarez Susana A.	GET-26 CARTEL	70	Badán Dangón Antonio	OCE-11	114
Alarcón Ferreira Ana María	VUL-35 CARTEL	173	Badán Dangón Antonio	OCE-12	114
Alarcón Ferreira Ana María	VUL-37 CARTEL	174	Balderrama Corral Rigoberto	EG-19	21
Alatorre Chávez Eliseo	VUL-34 CARTEL	173	Báncora Alsina Cristina	EG-21	22
Alatorre Chávez Eliseo	VUL-36 CARTEL	173	Bandy William	GET-19 CARTEL	67
Alatorre Mendieta Miguel Angel	OCE-48 CARTEL	125	Bandy William	GP-7 CARTEL	55
Alatorre Zamora Miguel Angel	EG-16	20	Barajas Gea Constancio Ivan	GET-9	62
Alcocer Duran Javier	OCE-6	112	Barajas Gea Constancio Ivan	GET-26 CARTEL	70
Alfaro de la Torre María Catalina	GGA-13	80	Barbero Luis	GET-1	59
Allen Charlotte M.	GEOQP-2	97	Barboza Gudiño Rafael	VUL-10	163
Almendros Javier	VUL-36 CARTEL	173	Barboza Gudiño Rafael	SE02-6	185
Alva Niño Efraín	GGA-10	79	Barboza Gudiño Rafael	SE02-7	185
Alva Valdivia Luis M.	GEOPAL-3	89	Barceló Duarte Jaime	GP-5	54
Alva Valdivia Luis M.	GEOPAL-10	92	Barco Bazán Iván Omar	OCE-8	113
Alva Valdivia Luis M.	GEOPAL-11 CARTEL	92	Barrera Prieto Yaravi	GEOH-2	39
Alva Valdivia Luis M.	GEOPAL-12 CARTEL	93	Barrera Prieto Yaravi	GEOH-3	40
Alva Valdivia Luis M.	VUL-15	165	Barrera Prieto Yaravi	GEOH-4	40
Alvarado Artemio	FE-24 CARTEL	35	Barrera Prieto Yaravi	GEOH-5	41
Álvarez Arellano Alejandro	OCE-45	124	Bastos Bonás Thiago	GEOPAL-12 CARTEL	93
Álvarez Bejar Román	SE03-12	194	Bayona Celis Armando	GGA-23 CARTEL	84
Álvarez San Román Fernando	GET-12	64	Beauregard Beauregard Sergio	GP-5	54
Álvarez San Román Fernando	GET-29 CARTEL	71	Beier Emilio	OCE-29	119
Álvarez Sánchez Luis Gustavo	OCE-35	121	Beier Emilio	OCE-30	119
Álvarez Sánchez Luis Gustavo	OCE-36	121	Bellon Hervé	GEOQP-21 CARTEL	106
Álvarez-Manilla Aceves Alfonso	SE02-3	183	Bellon Hervé	GEOQP-22 CARTEL	106
Amador Alberto	OCE-30	119	Belmonte Jiménez Salvador I.	GGA-22 CARTEL	83
Andrade Ernesto	FE-15	33	Benammi Mouloud	PALEO-7 CARTEL	133
Andrade Ernesto	FE-17	33	Bengoa Cintia	VUL-36 CARTEL	173
Andrade Ernesto	FE-18	33	Bernal Isabel	SIS-20	150
Andreani Louis	GET-8	62	Bernal Isabel	SIS-23	151
Angeles Marín Daniela	VUL-2	159	Bernal Uruchurtu Juan Pablo	CCA-25	10
Antonio Carpio Ricardo	VUL-2	159	Bernal Uruchurtu Juan Pablo	CCA-26 CARTEL	10
Antonova Elizavieta	FE-6	30	Bernal Uruchurtu Juan Pablo	GEOQP-18 CARTEL	104
Aparicio Aparicio Diego	SE03-4	190	Bernard Romero Rubén	VUL-16	165
Aragón Manuel	GET-17	66	Bindi Dino	SIS-9	145
Arana M. Anibal	SIS-24	151	Binimelis de Raga Graciela	CCA-13	6
Aranda García Mario	GET-8	62	Blanco Cano Xochitl	FE-11	32
Aranda Gómez José Jorge	GET-20 CARTEL	67	Blanco Cano Xochitl	FE-20 CARTEL	34
Aranda Gómez José Jorge	GET-21 CARTEL	68	Blanco Cano Xochitl	FE-22 CARTEL	34
Aranda Gómez José Jorge	GET-24 CARTEL	69	Bönnel Harald	GET-15	65
Aranda Gómez José Jorge	GEOQP-3	98	Bönnel Harald	VUL-38 CARTEL	174
Aranda Gómez José Jorge	PALEO-5	132	Bohrmann G.	GP-7 CARTEL	55
Aranda Gómez José Jorge	VUL-4	160	Borgazzi A.	FE-13	32
Arango Galván Claudia	EG-11	18	Borjas Hernández Ma. de Lourdes	VUL-27 CARTEL	170
Araujo Nespereira Pedro	EG-22	22	Bourdet Julien	GEOQP-20 CARTEL	105
Arce Saldaña José Luis	VUL-19	167	Bourgeois Jacques	GET-19 CARTEL	67
Arce Saldaña José Luis	VUL-27 CARTEL	170	Brassea Ochoa Jesús María	EG-29 CARTEL	25
Arciniega Ceballos Alejandra	EG-25 CARTEL	23	Brassea Ochoa Jesús María	EG-30 CARTEL	25
Arciniega Ceballos Alejandra	FE-9	31	Bravo Castillero Julian	SIS-1	143

Bretón González Mauricio	VUL-34 CARTEL	173	Cerca Martínez Mariano	SE03-9	193
Bretón González Mauricio	VUL-36 CARTEL	173	Cerca Martínez Mariano	SE03-15 CARTEL	195
Bryan Scott	GEOQP-2	97	Cerón Fernández Alejandro	EG-2	15
Bulgakov Sergei	OCE-10	114	Cerriteño Octavio	GEOH-24 CARTEL	48
Caballero López R. A.	FE-10	32	Cervantes Corona Jorge Alfredo	GET-20 CARTEL	67
Cabral Cano Enrique	SE02-4	184	Cervantes Corona Jorge Alfredo	GET-21 CARTEL	68
Caetano C.	FE-19	34	Cervantes Corona Jorge Alfredo	GET-24 CARTEL	69
Caetano Ernesto	SE04-1	199	Cervantes de la Cruz Karina Elizabeth	GEOQP-24 CARTEL	107
Caetano Ernesto	SE04-15	203	Cevallos Ferriz Sergio	PALEO-1	131
Callejas Moreno Judith	PALEO-1	131	Cevallos Ferriz Sergio	PALEO-2	131
Calmus Thierry	GET-19 CARTEL	67	Cevallos Ferriz Sergio	PALEO-3	131
Calmus Thierry	GEOQP-1	97	Chandru Santosh	CCA-22	9
Calvillo Canadell Laura	PALEO-2	131	Chapa Guerrero José Rosbel	GET-28 CARTEL	71
Camacho Ibar Victor	OCE-2	111	Chávez Aguirre Rafael	GEOPAL-11 CARTEL	92
Camacho Ibarra Edgar	EG-20	21	Chávez Cabello Gabriel	GET-12	64
Camacho Ibarra Edgar	SIS-21	150	Chávez Cabello Gabriel	GET-20 CARTEL	67
Cámara Moral María Encarnación	EG-6	16	Chávez Cabello Gabriel	GET-21 CARTEL	68
Camarena García Miguel A.	GET-15	65	Chávez Cabello Gabriel	GET-24 CARTEL	69
Camarena García Miguel A.	GGA-4	76	Chávez Cabello Gabriel	GET-29 CARTEL	71
Camarena García Miguel A.	GGA-5	77	Chávez Cabello Gabriel	GEOPAL-4	90
Campbell Ian H.	GEOQP-2	97	Chávez Cabello Gabriel	GEOQP-1	97
Campos Henríquez Oscar	EG-3	15	Chávez Dagostino Rosa María	GGA-16 CARTEL	81
Campos Henríquez Oscar	EG-7	16	Chávez Hernández José	SIS-8	145
Campos Henríquez Oscar	EG-8	17	Chávez Segura René E.	EG-6	16
Campos Henríquez Oscar	GGA-22 CARTEL	83	Chaykin Sergei	FE-3	29
Campos Mariano Norzagaray	GEOH-19	46	Chen Ting	SIS-33 CARTEL	155
Candela Pérez Julio	OCE-11	114	Chi Peter	FE-24 CARTEL	35
Candela Pérez Julio	OCE-12	114	Cid Fernández José Ángel	EG-22	22
Candela Pérez Julio	OCE-34	121	Cienfuegos Edith	CCA-26 CARTEL	10
Cano Cruz Marisol	VUL-30 CARTEL	171	Cifuentes Ibarra Ernesto	CCA-5	4
Capra Pedol Lucia	VUL-18	166	Cifuentes Nava Gerardo	GEOPAL-1	89
Carbajal Pérez Noel	OCE-5	112	Clarke Timothy J.	SIS-19	149
Cárdenas Monroy Caridad	SIS-34 CARTEL	155	Clayton Robert W.	SIS-33 CARTEL	155
Cárdenas Ramírez Arturo	SIS-34 CARTEL	155	Clayton Robert W.	SE01-5	178
Cárdenas Soto Martín	GET-18	66	Clayton Robert W.	SE01-6	179
Cardona Benavides Antonio	GEOH-1	39	Clayton Robert W.	SE01-7	179
Cardona Benavides Antonio	GEOH-13	44	Coconi Morales Enrique	EG-7	16
Carlos Valerio Victor	GGA-2	75	Coconi Morales Enrique	EG-8	17
Carlos Villega Jaime	SIS-26	152	Coe Robert	GEOPAL-3	89
Carrasco Núñez Gerardo	VUL-4	160	Colvin Anna	VUL-20	167
Carrasco Núñez Gerardo	VUL-17	166	Condori Machaca Cristina	SIS-18	149
Carrasco Núñez Gerardo	VUL-25 CARTEL	169	Constante Galván Humberto	EG-28 CARTEL	24
Carrasco Núñez Gerardo	VUL-29 CARTEL	170	Contreras Pérez Juan	SE01-2	177
Carrasco Núñez Gerardo	VUL-30 CARTEL	171	Contreras Ruiz Esparza Moisés Gerardo	SIS-10	146
Carreño Ana Luisa	GET-17	66	Corbo Camargo Fernando	EG-12	18
Carreño Salgado Marisol	GET-12	64	Cordero Tercero María Guadalupe	FE-7	31
Carreño Salgado Marisol	GET-29 CARTEL	71	Cornejo Víctor	OCE-16	115
Carreón Freyre Dora C.	SE02-1	183	Corona Romero Pedro	FE-9	31
Carreón Freyre Dora C.	SE02-3	183	Coronado Méndez César	OCE-11	114
Carreón Silva Luis Miguel	GEOH-18	46	Coronado Méndez César	OCE-12	114
Carrillo Armando	FE-15	33	Cortés Cortés Abel	VUL-18	166
Carrillo Armando	FE-17	33	Cortés Silva Alejandra	GEOH-7	42
Carrillo Armando	FE-18	33	Cortés Silva Alejandra	GEOH-12	44
Carrillo Armando	FE-26 CARTEL	36	Cortés Silva Alejandra	GEOH-23 CARTEL	48
Carrillo Chávez Alejandro	GP-1	53	Cortés Silva Alejandra	GEOH-24 CARTEL	48
Carvajal Pérez Noel	CCA-1	3	Cortina Guerra Aleix	CCA-29 CARTEL	11
Casar González Ricardo	GP-3	54	Cossío Torres Tomás	GET-12	64
Caselli Alberto	VUL-36 CARTEL	173	Cossío Torres Tomás	GET-29 CARTEL	71
Castañeda Oscar Carranza	PALEO-5	132	Cruz Cervantes José Luis	SIS-34 CARTEL	155
Castañeda Posadas Carlos	PALEO-3	131	Cruz Falcón Arturo	GEOH-14	45
Castillo Luisa Fernanda	SIS-28	153	Cruz Gomez Raul	OCE-10	114
Castillo Martínez Aaron	OCE-29	119	Cruz Márquez Judith	SED-2	137
Castillo Román José	GGA-3	76	Cruz Márquez Judith	SED-4 CARTEL	138
Castiñeiras Pedro	GET-1	59	Cruz Melo C. E.	GP-7 CARTEL	55
Castiñeiras Pedro	GET-2	59	Cruz Ronquillo Olivia	GGA-20 CARTEL	82
Castiñeiras Pedro	GET-3	60	Cundy Andrew	GGA-21 CARTEL	83
Castrejón Pineda Ricardo	GET-18	66	Damian Nance R.	SE03-7	192
Castro Bringas Ernesto M.	GGA-8	78	Dávalos Elizondo María Guadalupe	GEOQP-23 CARTEL	107
Castro Escamilla Raúl	SIS-9	145	Davis Paul	SIS-33 CARTEL	155
Castro Escamilla Raúl	SIS-17	149	De La Llata Roberto	GGA-23 CARTEL	84
Castro Escamilla Raúl	SIS-18	149	De Lara Villareal Jorge	GEOQP-19 CARTEL	105
Castro Larragoitia Javier	GEOH-13	44	De León Gómez Héctor	GGA-10	79
Castro Larragoitia Javier	GGA-13	80	De León Gómez Héctor	GGA-18 CARTEL	82
Castro Larragoitia Javier	GGA-14	80	De la Cruz Reyna Servando	VUL-39 CARTEL	174
Castro Rubén	OCE-29	119	De la Luz Rodríguez Víctor Hugo	FE-14	32
Castro Rubén	OCE-30	119	Del Pezzo Edoardo	VUL-36 CARTEL	173
Cavazos Tereza	CCA-9	5	Del Rosal Pardo Antonio	SE02-6	185
Cejudo Ruiz Rubén	GEOPAL-5	90	Del Rosal Pardo Antonio	SE02-7	185
Celis Hernández Omar	OCE-48 CARTEL	125	DelAngel González Ernesto	GP-6 CARTEL	55
Ceniceros Bombela Nora Elia	GGA-20 CARTEL	82	Delgado Arellano Víctor Gerardo	GEOH-18	46
Centeno García Elena	PALEO-1	131	Delgado Argote Luis A.	GET-14	64
Cepeda Morales Jushiro	OCE-27	118	Delgado Argote Luis A.	GET-15	65
Cepeda Morales Jushiro	OCE-28	119	Delgado Argote Luis A.	GEOQP-6	99
Cerca Martínez Mariano	GET-11	63	Díaz Alejandro	GEOH-17	46
Cerca Martínez Mariano	GEOQP-1	97	Díaz Castellón Rodolfo	VUL-25 CARTEL	169

Díaz Macías Lourdes	EG-4	15	Frery Emanuelle	GEOQP-6	99
Díaz Molina Oscar	SE02-4	184	Frez Cárdenas José	SIS-26	152
Díaz Torres José de Jesús	GGA-4	76	Gaitán Morán Javier	OCE-45	124
Díaz Torres José de Jesús	GGA-5	77	Galicia Ovalle Rogelio	GEOQP-22 CARTEL	106
Díaz Torres José de Jesús	GGA-6	77	Galicia Pérez Marco Antonio	OCE-5	112
Díaz Viera Martín	GP-3	54	Galicia Pérez Marco Antonio	OCE-46	125
Díaz Villaseñor Elvia	GGA-11	79	Gallardo Delgado Luis Alonso	EG-9	17
Dionicio Viviana	SIS-28	153	Gallardo Delgado Luis Alonso	EG-17	20
Domínguez Mendoza Agustín	VUL-2	159	Galván García Adriana	GGA-2	75
Dórame Navarro Miguel A.	GET-3	60	Gan Weiqun	FE-3	29
Dostal Jaroslav	SE03-2	189	García Abdeslem Juan	EG-24 CARTEL	23
Dostal Jaroslav	SE03-6	191	García Abdeslem Juan	GET-17	66
Dostal Jaroslav	SE03-7	192	García Abdeslem Juan	GEOPAL-2	89
Dostal Jaroslav	SE03-8	192	García Araceli	VUL-36 CARTEL	173
Dunajacka Monika	CCA-30 CARTEL	11	García Arthur Rosalía	SIS-26	152
Dunajacka Monika	GGA-19 CARTEL	82	García Carrillo Paula	GET-16	65
Durazo Arvizu Reginaldo	OCE-2	111	García Córdova Joaquín	OCE-34	121
Durazo Arvizu Reginaldo	OCE-14	115	García Córdova Joaquín	OCE-42	123
Durazo Arvizu Reginaldo	OCE-15	115	García Córdova Joaquín	OCE-52 CARTEL	126
Durazo Arvizu Reginaldo	OCE-24	118	García Estrada Gerardo Héctor	GEOH-9	42
Durazo Arvizu Reginaldo	OCE-53 CARTEL	127	García García Fernando	SE04-1	199
Dworak Robinson Juan	OCE-1	111	García Hernández Teodoro J.	GEOH-27 CARTEL	49
Dyment Jerome	GET-19 CARTEL	67	García López Ramón	EG-18	21
Echavarría Campos Salvador	CCA-5	4	García López Ramón	EG-19	21
Elías Herrera Mariano	SE03-3	189	García López Ramón	SIS-24	151
Elías Herrera Mariano	SE03-4	190	García López Ramón	SIS-25	152
Elías Herrera Mariano	SE03-5	190	García López Ramón	VUL-13	164
Elizondo Sámano Martha Angélica	EG-6	16	García Martínez David	GET-25 CARTEL	69
Enríquez Rivera Olivia	FE-22 CARTEL	34	García Martínez José Luis	FE-8	31
Escalona Alcazar Felipe de J.	GEOH-13	44	García Martínez Mónica	GEOH-8	42
Escalona Alcázar Felipe de J.	GET-14	64	García Martínez Mónica	GEOH-10	43
Escobar Briones E.	GP-7 CARTEL	55	García Nava Héctor	OCE-20	116
Escobar Sánchez Juana Elia	GEOQP-12 CARTEL	102	García Nava Héctor	OCE-24	118
Escolero Oscar	GEOH-12	44	García Palomo Armando	GET-6	61
Esparza Alvarez María Auxilio	OCE-32	120	García Palomo Armando	GGA-2	75
Espejo Lizbeth	SIS-33 CARTEL	155	García Palomo Armando	VUL-27 CARTEL	170
Espejo Lizbeth	SE01-7	179	García Salido Roberto	GEOQP-4	98
Espino Valdes María Socorro	GEOH-5	41	García Serrano Alejandro	EG-25 CARTEL	23
Espinosa Cardeña Juan Manuel	EG-20	21	García Zepeda María Luisa	PALEO-4	132
Espinosa Cardeña Juan Manuel	SIS-21	150	Garduño López René	CCA-10	5
Espinosa Carreón T. Leticia	OCE-27	118	Garduño López René	CCA-11	6
Espinosa Carreón T. Leticia	OCE-28	119	Garduño López René	CCA-14	7
Estrada Castillo Jorge	SIS-34 CARTEL	155	Garduño López René	CCA-15	7
Estrada Porrúa Francisco	SE04-12	202	Garduño Monroy Víctor Hugo	GEOH-9	42
Estrada Porrúa Francisco	SE04-13	202	Garduño Monroy Víctor Hugo	GET-10	63
Estrada Ruiz Emilio	PALEO-1	131	Garduño Monroy Víctor Hugo	PALEO-4	132
Farfán Panamá José L.	GGA-11	79	Garduño Monroy Víctor Hugo	SIS-8	145
Farina Paolo	SE02-5	184	Garduño Monroy Víctor Hugo	SIS-32 CARTEL	154
Farreras Sanz Salvador	OCE-47 CARTEL	125	Garduño Monroy Víctor Hugo	SE02-5	184
Farreras Sanz Salvador	SIS-29 CARTEL	153	Garduño Monroy Víctor Hugo	SE02-8	186
Fernández Díaz Violeta	SED-1	137	Garduño Monroy Víctor Hugo	SE02-9	186
Fernández Suárez Javier	GET-2	59	Garrido Díaz Arlen Siu	EG-5	16
Ferrari Luca	GET-11	63	Garza Rocha Daniel	EG-28 CARTEL	24
Ferrari Luca	GET-16	65	Gavilanes Ruiz Juan Carlos	VUL-18	166
Ferrari Luca	GEOQP-1	97	Gavilanes Ruiz Juan Carlos	VUL-19	167
Ferrari Luca	GEOQP-2	97	Gavilanes Ruiz Juan Carlos	VUL-33 CARTEL	172
Ferrari Luca	GEOQP-13 CARTEL	102	Gaviño Rodríguez Juan H.	OCE-40	123
Ferrari Luca	GEOQP-16 CARTEL	103	Gaviño Rodríguez Juan H.	OCE-43	124
Ferrari Luca	SE01-1	177	Gaviño Rodríguez Juan H.	OCE-46	125
Ferrari Luca	SE03-9	193	Gaxiola Castro Gilberto	OCE-27	118
Ferrari Luca	SE03-15 CARTEL	195	Gaxiola Castro Gilberto	OCE-28	119
Ferreira Lopes Omar	GEOPAL-12 CARTEL	93	Gay García Carlos	SE04-12	202
Figueroa Ortiz Fernando	GEOH-6	41	Gay García Carlos	SE04-13	202
Filatov Denis M.	CCA-21	9	Gaytán García Jesús	GEOH-16	45
Filograsso Luis Capurro	GEOH-19	46	Gaytán García Jesús	GEOH-25 CARTEL	49
Filonov Anatoliy	OCE-6	112	Gehrels George	GEOQP-4	98
Filonov Anatoliy	OCE-16	115	Glassmeier K. H.	FE-22 CARTEL	34
Filonov Anatoliy	OCE-49 CARTEL	126	Glowacka Ewa	GEOH-17	46
Fischer Karen M.	SIS-19	149	Godínez Juárez Paola	VUL-2	159
Fitz Díaz Elisa	GEOQP-18 CARTEL	104	Godínez Orta Lucio	OCE-21	117
Fletcher John	GET-23 CARTEL	68	Godínez Orta Lucio	OCE-38	122
Flores Acosta Mario	GGA-24 CARTEL	84	Gogichaishvili Avto	GEOPAL-3	89
Flores Acosta Mario	GGA-25 CARTEL	85	Gogichaishvili Avto	GEOPAL-5	90
Flores García Emmanuel	VUL-2	159	Gogichaishvili Avto	GEOPAL-6	90
Flores Luna Carlos Francisco	EG-14	19	Gogichaishvili Avto	GEOPAL-7	91
Flores Magaña Eduardo	VUL-2	159	Gogichaishvili Avto	GEOPAL-12 CARTEL	93
Flores Márquez Leticia	EG-6	16	Gómez Aguilar Ramón	OCE-44	124
Flores Márquez Leticia	GEOQP-10	101	Gómez Barreiro Juan	GET-2	59
Flores Vidal Xavier	OCE-2	111	Gómez González Juan Martín	GET-9	62
Franceschina Gianlorenzo	SIS-9	145	Gómez González Juan Martín	GET-26 CARTEL	70
Franco Marín Luis Enrique	SIS-28	153	Gómez González Juan Martín	SIS-6	144
Franco Rubio Miguel	GEOPAL-11 CARTEL	92	Gómez López David	SIS-3	143
Franco Sánchez Sara Ivonne	SIS-34 CARTEL	155	Gómez Treviño Enrique	EG-10	18
Franco Sánchez Sara Ivonne	SE01-4	178	Gómez Treviño Enrique	EG-30 CARTEL	25
Fregoso Becerra Emilia	EG-17	20	Gómez Tuena Arturo	GEOQP-15 CARTEL	103

Gómez Valdés José	OCE-1	111	Hernández Torres César Arturo	SED-3	138
Gómez Valdés José	OCE-25	118	Hernández Treviño Teodoro	GET-27 CARTEL	70
Gómez Valdés José	OCE-26	118	Hernández Treviño Teodoro	GEOQP-11 CARTEL	101
Gómez Valdés José	OCE-50 CARTEL	126	Hernández Treviño Teodoro	GEOQP-17 CARTEL	104
Gómez Vázquez Angel	VUL-35 CARTEL	173	Hernández Walls Rafael	OCE-24	118
Gómez Vázquez Angel	VUL-37 CARTEL	174	Hernández Walls Rafael	OCE-53 CARTEL	127
Gómez Vázquez Angel	VUL-39 CARTEL	174	Herrera López Pedro	GET-25 CARTEL	69
Gonzáles Torres Enrique	SE03-11	194	Herrera Urbina Saul	GEOQP-4	98
González Ávalos Eugenio	CCA-23	9	Higgins Wayne	CCA-5	4
González Ávalos Eugenio	CCA-24	10	Hinojosa Corona Alejandro	GEOH-15	45
González Becerra Paula Cecilia	GET-20 CARTEL	67	Hirales Rochin Joel	GEOQP-3	98
González Becerra Paula Cecilia	GET-21 CARTEL	68	Hogan Patrick	OCE-31	120
González Becerra Paula Cecilia	GET-24 CARTEL	69	Holbrook W. S.	GET-23 CARTEL	68
González Escobar Mario	EG-1	15	Horn Peter	GEOQP-11 CARTEL	101
González Escobar Mario	EG-27 CARTEL	24	Hu Yongtao	CCA-22	9
González Escobar Mario	GET-17	66	Huicochea Morales Ramsés	GEOH-22 CARTEL	48
González Escobar Mario	SIS-4	143	Ibañez Godoy Jesús	VUL-36 CARTEL	173
González Escobar Mario	SIS-12	147	Ibarra Martínez Sergio Eduardo	GGA-15 CARTEL	81
González Esparza A.	FE-15	33	Ibarra Torres José	GGA-9	78
González Esparza A.	FE-16	33	Iglesias Arturo	SE01-4	178
González Esparza A.	FE-17	33	Iglesias Arturo	SE01-5	178
González Esparza A.	FE-18	33	Iglesias Arturo	SE01-6	179
González Esparza A.	FE-26 CARTEL	36	Iglesias Arturo	SE01-7	179
González Fernández Antonio	EG-1	15	Inguaggiato Salvatore	GEOQP-8	100
González Fernández Antonio	GET-23 CARTEL	68	Inguaggiato Salvatore	VUL-16	165
González García Javier	SIS-26	152	Inzunza Romero Luis	SIS-18	149
González Herrera Raúl	SIS-30 CARTEL	153	Irigoyen Soto Manuel	GEOPAL-11 CARTEL	92
González Naranjo Gildardo Alonso	GET-28 CARTEL	71	Irikura Kojiro	SIS-10	146
González Naranjo Gildardo Alonso	GEOPAL-4	90	Israde Alcántara Isabel	GET-10	63
González Navarro Juan Ignacio	SIS-29 CARTEL	153	Iturralde Vinent Manuel	SE03-14	195
González Núñez José Manuel	GEOQP-19 CARTEL	105	Izaguirre Aldo	SE03-1	189
González Ortíz Alma Abigahyl	VUL-14	164	Izaguirre Valdez Fátima	GGA-18 CARTEL	82
González Pomposo Guillermo	VUL-14	164	Jasso Saldaña José Jonathan	GET-12	64
González Posadas Fernando	GP-1	53	Jasso Saldaña José Jonathan	GET-29 CARTEL	71
González Rangel José Antonio	GEOPAL-3	89	Jáuregui Ostos Ernesto	CCA-12	6
González Rangel José Antonio	GEOPAL-11 CARTEL	92	Jerónimo Gilberto	OCE-25	118
Gracia Morales Ricardo	OCE-43	124	Jerónimo Gilberto	OCE-26	118
Greene Fernando	SIS-33 CARTEL	155	Jerónimo Gilberto	OCE-50 CARTEL	126
Greene Fernando	SE01-7	179	Jeyakumar Solai	FE-16	33
Grijalva Noriega Francisco	GEOH-29 CARTEL	50	Jeyakumar Solai	FE-17	33
Grijalva Noriega Francisco	GGA-24 CARTEL	84	Jeyakumar Solai	FE-18	33
Grijalva Noriega Francisco	GGA-25 CARTEL	85	Jiménez Cruz Casiano	SIS-34 CARTEL	155
Grimalsky Vladimir	FE-23 CARTEL	35	Jiménez González Carlos Orlando	EG-32 CARTEL	26
Grimalsky Vladimir	FE-25 CARTEL	35	Jiménez González Carlos Orlando	SIS-35 CARTEL	155
Guerrero Orozco Luis Miguel	GET-6	61	Jiménez Guerrero Martín	GP-3	54
Guevara González Gema	EG-4	15	Jiménez Illescas Angel R.	OCE-40	123
Guevara González Gema	VUL-2	159	Jiménez Illescas Angel R.	OCE-43	124
Guillen Patiño Karen Chantal	GGA-4	76	Johnson Jeffrey	VUL-20	167
Guillen Patiño Karen Chantal	GGA-5	77	Johnson Markes	SED-1	137
Guinovart Díaz Raúl	SIS-1	143	Juárez Casas Miguel	GET-18	66
Gurnis Mike	SE01-3	178	Juárez Cerrillo Sergio Francisco	CCA-3	3
Gutiérrez García Ángeles	SIS-34 CARTEL	155	Juárez Cerrillo Sergio Francisco	CCA-4	3
Gutiérrez Palomares Isaac	VUL-31 CARTEL	171	Kennett Douglas	GGA-21 CARTEL	83
Gutiérrez Rodríguez Ricardo	VUL-14	164	Kent G. M.	GET-23 CARTEL	68
Guzmán Arroyo Manuel	CCA-8	5	Keppie D. Fraser	SE03-11	194
Guzmán Arroyo Manuel	EG-16	20	Keppie Moorhouse John Duncan	SE03-2	189
Guzmán Speziale Marco	SE03-13	195	Keppie Moorhouse John Duncan	SE03-6	191
Harding A. J.	GET-23 CARTEL	68	Keppie Moorhouse John Duncan	SE03-7	192
Hébert Marie-Claude	VUL-20	167	Keppie Moorhouse John Duncan	SE03-8	192
Helenes Javier	GET-17	66	Keppie Moorhouse John Duncan	SE03-11	194
Herguera García Juan Carlos	CCA-29 CARTEL	11	Kim YoungHee	SIS-33 CARTEL	155
Herguera García Juan Carlos	GEOQP-9	100	Kleiss J. M.	OCE-19	116
Herguera García Juan Carlos	OCE-32	120	Konyaev Konstantin	OCE-49 CARTEL	126
Hernández Alcántara Teófilo	VUL-35 CARTEL	173	Koshevaya Svetlana	FE-23 CARTEL	35
Hernández Alcántara Teófilo	VUL-37 CARTEL	174	Koshevaya Svetlana	FE-25 CARTEL	35
Hernández Alcántara Teófilo	VUL-39 CARTEL	174	Kostoglodov Vladimir	GGA-21 CARTEL	83
Hernández Álvarez Elizabeth	GEOPAL-9	91	Kostoglodov Vladimir	SE01-4	178
Hernández Espejel Roberto	EG-4	15	Kostoglodov Vladimir	SE01-5	178
Hernández Hernández Héctor	GEOH-7	42	Kostoglodov Vladimir	SE03-13	195
Hernández Hernández Héctor	GEOH-24 CARTEL	48	Kotsarenko Anatoliy	FE-23 CARTEL	35
Hernández Hernández Javier	SIS-3	143	Kotsarenko Anatoliy	FE-24 CARTEL	35
Hernández Madrigal Victor Manuel	GET-10	63	Kotsarenko Anatoliy	FE-25 CARTEL	35
Hernández Méndez Gianna	VUL-28 CARTEL	170	Kotsarenko Anatoliy	GET-22 CARTEL	68
Hernández Mendiola Ernesto	CCA-26 CARTEL	10	Krishna Singh Shri	SE01-4	178
Hernández Mexicano Gloria	VUL-2	159	Krishna Singh Shri	SE01-6	179
Hernández Ordóñez Rodrigo	GEOPAL-1	89	Kuleshov Gennadii	FE-3	29
Hernández Pineda Guillermo Armando	GEOQP-14 CARTEL	103	Kurtz S.	FE-17	33
Hernández Quintero Esteban	EG-25 CARTEL	23	Kurtz S.	FE-18	33
Hernández Quintero Esteban	GEOPAL-1	89	La Rocca Mario	VUL-36 CARTEL	173
Hernández Ramírez Montserrat	GEOQP-16 CARTEL	103	Labarthe Hernández Guillermo	VUL-10	163
Hernández Rojas Javier	VUL-29 CARTEL	170	Labarthe Hernández Guillermo	VUL-11	163
Hernández Salazar Lilia	EG-33 CARTEL	26	Lachniet Matthew	CCA-25	10
Hernández Sánchez Otilio	GET-12	64	Ladrón de Guevara Torres María	GEOH-19	46
Hernández Sánchez Otilio	GET-29 CARTEL	71	Lamadrid de Aguínaco Héctor	GEOQP-20 CARTEL	105
Hernández Suárez Carlos Moisés	VUL-32 CARTEL	172	Landín Orozco José Guadalupe	VUL-32 CARTEL	172

Landín Orozco Saúl Israel	VUL-32 CARTEL	172	Manea Marina	SE01-8 CARTEL	179
Lange Carina	OCE-32	120	Manea Marina	SE03-13	195
Langridge Robert	GET-7	61	Manea Vlad Constantin	SE01-3	178
Lara Alejandro	FE-12	32	Manea Vlad Constantin	SE01-8 CARTEL	179
Lara Alejandro	FE-13	32	Manea Vlad Constantin	SE03-13	195
Lara Alejandro	FE-14	32	Manjarrez Guerrero Delia	GGA-24 CARTEL	84
Lara Corona Juan	VUL-2	159	Manjarrez Guerrero Delia	GGA-25 CARTEL	85
Lavín Miguel	OCE-29	119	Manzanilla Linda	GEOPAL-7	91
Lavín Miguel	OCE-30	119	Manzanilla Linda	GEOQP-11 CARTEL	101
Le Pichon Xavier	GET-8	62	Marcuello Pascual Alejandro	EG-11	18
Le Roy Charlotte	GET-8	62	Mariano Matías Manuel	OCE-28	119
Ledesma Ruiz Rogelio	GEOH-2	39	Márquez Ramírez Víctor H.	SIS-27	152
Ledesma Ruiz Rogelio	GEOH-3	40	Martín Arturo	EG-1	15
Ledesma Ruiz Rogelio	GEOH-4	40	Martín Arturo	EG-27 CARTEL	24
Ledesma Vázquez Jorge	PALEO-6	133	Martín Arturo	GET-16	65
Ledesma Vázquez Jorge	SED-1	137	Martín Arturo	GET-17	66
Leva López Julio	GEOQP-19 CARTEL	105	Martín Romera Cristina	GET-1	59
Levresse G.	GP-1	53	Martínez Alcalá José Antonio	OCE-14	115
Levresse G.	GEOQP-20 CARTEL	105	Martínez Alcalá José Antonio	OCE-15	115
Leyva Contreras A.	FE-19	34	Martínez Alcalá José Antonio	OCE-33	120
Li Tan Yi	SIS-34 CARTEL	155	Martínez Angeles Raymundo	GP-2	53
Linares López Carlos	GEOQP-23 CARTEL	107	Martínez Bringas Alicia	VUL-13	164
Linares López Carlos	GEOQP-24 CARTEL	107	Martínez Bringas Alicia	VUL-14	164
Lino Escobedo Selene	GEOH-15	45	Martínez Bringas Alicia	VUL-35 CARTEL	173
Lizarralde Daniel	GET-23 CARTEL	68	Martínez Bringas Alicia	VUL-37 CARTEL	174
Lobato Sánchez René	CCA-5	4	Martínez Bringas Alicia	VUL-39 CARTEL	174
Lobato Sánchez René	CCA-6	4	Martínez Cañedo Pedro Martín	GEOPAL-2	89
Lobit Philippe	GEOH-18	46	Martínez Cruz Francisco	GEOH-7	42
Lonsdale Peter	GET-16	65	Martínez Cruz Francisco	GEOH-24 CARTEL	48
López Cruz-Abeyro José	FE-24 CARTEL	35	Martínez Cruz Ohmar Zeferino	EG-32 CARTEL	26
López Cruz-Abeyro José	FE-25 CARTEL	35	Martínez Cruz Ohmar Zeferino	SIS-35 CARTEL	155
López Cruz-Abeyro José	GET-22 CARTEL	68	Martínez Gutiérrez Genaro	GEOH-25 CARTEL	49
López Doncel Rubén	SED-2	137	Martínez Hernández Karla	GGA-14	80
López Doncel Rubén	SED-3	138	Martínez Kemp Hugo	GP-1	53
López Doncel Rubén	SED-4 CARTEL	138	Martínez Leyva Pedro	GEOPAL-11 CARTEL	92
López Doncel Rubén	SE02-6	185	Martínez López Benjamín	CCA-14	7
López Doncel Rubén	SE02-7	185	Martínez López Benjamín	OCE-13	115
López Jiménez Ramón	GEOQP-19 CARTEL	105	Martínez López Benjamín	OCE-18	116
López Loera Héctor	GEOPAL-12 CARTEL	93	Martínez Meza Juan Eduardo	GEOH-16	45
López Loera Héctor	VUL-15	165	Martínez Meza Juan Eduardo	GEOH-25 CARTEL	49
López Mariscal Manuel	OCE-34	121	Martínez Mirón Yleana C.	SIS-36 CARTEL	155
López Martínez Margarita	GET-11	63	Martínez Noriega César	OCE-45	124
López Martínez Margarita	GET-16	65	Martínez Pichardo Erick Eduardo	GEOPAL-9	91
López Martínez Margarita	GEOQP-1	97	Martínez Retama Silvia	EG-14	19
López Martínez Margarita	GEOQP-13 CARTEL	102	Martínez Reyes Juan José	SED-6 CARTEL	139
López Martínez Margarita	VUL-5	160	Martínez Reyes Juventino	GEOH-23 CARTEL	48
López Martínez Margarita	SE03-9	193	Martínez Reyes Juventino	GET-8	62
López Martínez Margarita	SE03-15 CARTEL	195	Martínez Reyes Juventino	GGA-23 CARTEL	84
López Méndez Valentín	CCA-7	4	Martínez Serrano Raymundo G.	GEOQP-10	101
López Miguel Celia	GGA-2	75	Martínez Serrano Raymundo G.	GEOQP-17 CARTEL	104
López Moreno Manuel	EG-19	21	Martini Michelangelo	GET-11	63
López Moya Armando	VUL-2	159	Martini Michelangelo	SE03-9	193
López Pineda Leobardo	EG-15	20	Martini Michelangelo	SE03-15 CARTEL	195
López Rojas Mario	VUL-22	168	Martiny Barbara	SE03-11	194
López Téllez Juan Manuel	GEOPAL-6	90	Masuch Oesterreich Dirk	GEOH-11	43
Lounejeva Baturina Elena	CCA-26 CARTEL	10	Masuch Oesterreich Dirk	GGA-18 CARTEL	82
Lounejeva Baturina Elena	GEOQP-7	99	Mata Segura José Luis	SE02-6	185
Loza Aguirre Isidro	GET-9	62	Mata Segura José Luis	SE02-7	185
Loza Aguirre Isidro	GET-26 CARTEL	70	Mateos Escobar D.	GP-7 CARTEL	55
Lozada Zumaeta M. Manuel	EG-7	16	Maya Delgado Yolanda	GEOH-19	46
Lozada Zumaeta M. Manuel	EG-8	17	Mayorga Ramos Marco Antonio	VUL-2	159
Lozada Zumaeta M. Manuel	OCE-44	124	McCulloch Malcolm	CCA-25	10
Lugo Flores Eduardo	GP-4	54	McCulloch Malcolm	CCA-26 CARTEL	10
Lujan Flores Violeta	EG-13	19	McDonald F. B.	FE-10	32
Luna Díaz Peón Antonio	CCA-4	3	Meave del Castillo Jorge	SE03-10	193
Luna Munguía José Manuel	SIS-4	143	Medina Barrera Francisco	GGA-10	79
Luna Muñoz César René	GET-12	64	Medina Ferrusquia Edgar Leobardo	EG-31 CARTEL	25
Luna Muñoz César René	GET-29 CARTEL	71	Medina Romero Erik	VUL-12	164
Luzi Lucia	SIS-9	145	Medina Salazar Jesús Oswaldo	GET-4	60
MacDonald I.	GP-7 CARTEL	55	Medina Vega Víctor Hugo	GEOH-9	42
Macías Romo Consuelo	SE03-3	189	Mejia Trejo Adan	OCE-2	111
Macías Romo Consuelo	SE03-4	190	Melville W. K.	OCE-19	116
Macías Romo Consuelo	SE03-5	190	Mendes O.	FE-13	32
Macías Vázquez José Luis	VUL-19	167	Méndez Cárdenas Doris	PALEO-7 CARTEL	133
Macías Vázquez José Luis	VUL-27 CARTEL	170	Méndez Delgado Sóstenes	EG-28 CARTEL	24
Maciel Flores Roberto	CCA-8	5	Méndez Delgado Sóstenes	EG-31 CARTEL	25
Maciel Hernández Roberto	EG-16	20	Méndez García Edgar	SE04-5	200
Magaña Rueda Víctor	SE04-4	200	Méndez Ortiz Blanca Adriana	GP-1	53
Magaña Rueda Víctor	SE04-5	200	Méndez Pérez Irving Rafael	CCA-7	4
Magaña Rueda Víctor	SE04-6	200	Méndez Pérez Juan Matías	SE04-6	200
Magaña Rueda Víctor	SE04-10	201	Méndez Pérez Juan Matías	SE04-9	201
Magaña V.	FE-19	34	Méndez Pérez Juan Matías	SE04-10	201
Malagón Montalvo Arturo	GGA-9	78	Mendoza Castro Víctor M.	CCA-10	5
Mancilla Rojas Rocio	OCE-9	114	Mendoza Castro Víctor M.	CCA-11	6
Mandujano Miguel Angel	OCE-51 CARTEL	126	Mendoza Castro Víctor M.	CCA-14	7

Mendoza Castro Víctor M.	CCA-15	7	Narita Y.	FE-22 CARTEL	34
Mendoza Castro Víctor M.	CCA-19	8	Natsu Hiroshi	SIS-15	148
Mendoza Domínguez Alberto	CCA-22	9	Nava Flores Mauricio	GEOPAL-1	89
Mendoza Eduardo	FE-14	32	Nava Pichardo F. Alejandro	SIS-26	152
Mendoza Maravillas Alejandro	OCE-8	113	Nava Pichardo F. Alejandro	SIS-27	152
Mendoza Maravillas Alejandro	OCE-44	124	Nava Sánchez Enrique H.	GGA-8	78
Mendoza Otero Enrique	SE02-2	183	Nava Sánchez Enrique H.	OCE-37	122
Metzger Joseph	OCE-31	120	Nava Urrego Lizeth Marina	GEOQP-18 CARTEL	104
Michaud Francois	GET-19 CARTEL	67	Nava Yojana	CCA-11	6
Mijarez Arellano Horacio	SIS-11	146	Navarro Lozano José Octavio	OCE-21	117
Mijarez Arellano Horacio	SIS-32 CARTEL	154	Navarro Lozano José Octavio	OCE-37	122
Mikumo Takeshi	SE01-5	178	Navarro Mendoza Susana	GGA-22 CARTEL	83
Miller Brent V.	SE03-6	191	Navarro Velasco José Luis	GET-14	64
Miller Brent V.	SE03-7	192	Navarro de León Ignacio	GGA-10	79
Miller Brent V.	SE03-8	192	Navarro de León Ignacio	SIS-6	144
Minjarez Sosa José Ismael	GEOH-29 CARTEL	50	Navarro de León Ignacio	SIS-7	144
Miranda Avilés Raúl	CCA-27 CARTEL	11	Neri Vidaurri Carolina	SE04-14	203
Miranda Avilés Raúl	GGA-17 CARTEL	81	Neri Vidaurri Carolina	SE04-16	203
Miranda Avilés Raúl	SED-6 CARTEL	139	Nieto Obregón Jorge	PALEO-5	132
Miranda Bustos Diana	GGA-17 CARTEL	81	Nieto Obregón Jorge	VUL-8	162
Miranda Miranda Ubaldo	CCA-28 CARTEL	11	Nieto Obregón Jorge	VUL-9	162
Miroshnichenko Leonty	FE-2	29	Nieto Samaniego Angel Francisco	GET-5	61
Miroshnichenko Leonty	FE-3	29	Nieto Samaniego Angel Francisco	GET-9	62
Miroshnichenko Leonty	FE-4	30	Nieto Samaniego Angel Francisco	GET-26 CARTEL	70
Mitre Salazar Luis Miguel	GGA-23 CARTEL	84	Niiler Peter	OCE-30	119
Molina Garza Roberto	GET-13	64	Nolasco Calderón Lacendi	VUL-1	159
Molina Garza Roberto	GET-15	65	Novelo Casanova David A.	VUL-3	160
Molina Garza Roberto	GET-20 CARTEL	67	Núñez Cornú Francisco Javier	GGA-4	76
Molina Garza Roberto	GET-21 CARTEL	68	Núñez Cornú Francisco Javier	GGA-5	77
Molina Garza Roberto	GET-24 CARTEL	69	Núñez Cornú Francisco Javier	GGA-16 CARTEL	81
Molina Garza Roberto	GEOPAL-4	90	Núñez Cornú Francisco Javier	SIS-28	153
Molina Garza Roberto	SE03-1	189	Núñez Cornú Francisco Javier	VUL-23	168
Molina Saucedo Edgardo	EG-18	21	Núñez Cornú Francisco Javier	VUL-24	169
Molina Saucedo Edgardo	VUL-13	164	Núñez García Ulises	VUL-2	159
Monreal Saavedra Rogelio	GEOH-29 CARTEL	50	Núñez Leal Ma. Alejandra	SIS-31 CARTEL	154
Monroy Fernández Marcos Gustavo	GGA-14	80	Núñez Peña Ernesto Patricio	GEOH-13	44
Montalvo Arrieta Juan Carlos	GGA-10	79	Obeso Nieblas Maclovio	OCE-40	123
Montalvo Arrieta Juan Carlos	SIS-6	144	Obeso Nieblas Maclovio	OCE-41	123
Montalvo Arrieta Juan Carlos	SIS-7	144	Obeso Nieblas Maclovio	OCE-43	124
Montero Cabrera María Elena	GEOH-2	39	Obeso Nieblas Maclovio	OCE-46	125
Montero Martínez Guillermo	SE04-1	199	Obrebski Mathias	SIS-17	149
Montero Martínez Martín	SE04-11	202	Ocampo Torres Francisco Javier	OCE-20	116
Montes Vides Luis Alfredo	GGA-12	79	Ocampo Torres Francisco Javier	OCE-22	117
Montesinos López Osval Antonio	VUL-32 CARTEL	172	Ocampo Torres Francisco Javier	OCE-24	118
Montesinos Silva Genaro	CCA-27 CARTEL	11	Ocampo Torres Francisco Javier	OCE-53 CARTEL	127
Montiel Boehringer Astrid	PALEO-6	133	Ocaña Elena	VUL-36 CARTEL	173
Montiel Boehringer Astrid	SED-1	137	Ochoa González Gil Humberto	SE02-1	183
Monzalvo Hernández Josué	SIS-13	147	Ochoa Landín Lucas	GEOQP-1	97
Monzon Cesar	OCE-16	115	Ochoa Martínez Carolina Andrea	CCA-3	3
Mora Cornejo Nicolás	EG-33 CARTEL	26	Ochoa de la Torre José Luis	OCE-11	114
Mora Cornejo Nicolás	GP-6 CARTEL	55	Ochoa de la Torre José Luis	OCE-12	114
Mora González Ignacio	SIS-3	143	Oda Noda Berta	CCA-10	5
Moraal H.	FE-10	32	Oda Noda Berta	CCA-11	6
Moraila Valenzuela Carlos	EG-19	21	Olivos Ortiz Aramis	OCE-46	125
Moraila Valenzuela Carlos	SIS-24	151	Omid N.	FE-11	32
Morales Contreras Juan Julio	GEOPAL-6	90	Orlando Magaña Víctor	SE04-15	203
Morales Contreras Juan Julio	GEOPAL-7	91	Oropeza Rosales Fernando	OCE-17	116
Morales Contreras Juan Julio	GEOQP-17 CARTEL	104	Oropeza Rosales Fernando	OCE-23	117
Morales Gámez Miguel	SE03-6	191	Oroz Ramos Lucas Antonio	GEOH-29 CARTEL	50
Morales Gámez Miguel	SE03-8	192	Orozco Esquivel María Teresa	GET-16	65
Morales Puente Pedro	CCA-26 CARTEL	10	Orozco Esquivel María Teresa	GEOQP-1	97
Morales Puente Pedro	GEOQP-18 CARTEL	104	Orozco Esquivel María Teresa	GEOQP-16 CARTEL	103
Morán Romero Arturo	CCA-22	9	Orozco Justo	VUL-36 CARTEL	173
Morán Zenteno Dante	SE03-11	194	Ortega Guerrero Beatriz	GEOPAL-13 CARTEL	93
Morett Alatorre Luis G.	EG-25 CARTEL	23	Ortega Gutiérrez Fernando	FE-8	31
Mortera Gutiérrez Carlos	GET-19 CARTEL	67	Ortega Gutiérrez Fernando	GEOQP-15 CARTEL	103
Mortera Gutiérrez Carlos	GP-7 CARTEL	55	Ortega Gutiérrez Fernando	GEOQP-23 CARTEL	107
Morton Bermea Ofelia	GGA-13	80	Ortega Gutiérrez Fernando	GEOQP-24 CARTEL	107
Morton Bermea Ofelia	GEOPAL-9	91	Ortega Gutiérrez Fernando	SE03-3	189
Morton Bermea Ofelia	GEOPAL-11 CARTEL	92	Ortega Gutiérrez Fernando	SE03-4	190
Munguía Orozco Luis	SIS-4	143	Ortega Gutiérrez Fernando	SE03-5	190
Munguía Orozco Luis	SIS-12	147	Ortega Ramírez José	GET-19 CARTEL	67
Munguía Orozco Luis	SIS-36 CARTEL	155	Ortega Rivera Amabel	SE03-6	191
Muñoz González Sergio	EG-2	15	Ortiz Acevedo Olivia	GET-14	64
Muñoz Martínez Erika	VUL-33 CARTEL	172	Ortiz Alemán Carlos	EG-2	15
Muñoz Sevilla Patricia	GEOH-19	46	Ortiz Castro Javier	SIS-34 CARTEL	155
Murillo Jiménez Janette Magali	OCE-37	122	Ortiz Figueroa Modesto	OCE-47 CARTEL	125
Murphy J. Brendan	SE03-8	192	Ortiz Figueroa Modesto	SIS-29 CARTEL	153
Murrieta José Luis	SIS-3	143	Ortiz Valdez José G.	GEOH-27 CARTEL	49
Nájera Garza Jesús	GEOH-27 CARTEL	49	Ortiz Valdez José G.	GEOH-28 CARTEL	50
Nájera Garza Jesús	GEOH-28 CARTEL	50	Oviedo Padrón Edgar Gerardo	GET-20 CARTEL	67
Nájera Navarrete Leopoldo	EG-24 CARTEL	23	Oviedo Padrón Edgar Gerardo	GET-21 CARTEL	68
Nance R. Damian	SE03-8	192	Oviedo Padrón Edgar Gerardo	GET-24 CARTEL	69
Narcía López Carlos	SIS-5	144	Pacheco Javier	SE01-6	179
Narcía López Carlos	SIS-30 CARTEL	153	Pacheco Martín	GET-17	66

Pacheco Martínez Jesús	EG-23 CARTEL	23	Quijano Rovirosa Eduardo	OCE-14	115
Pacheco Martínez Jesús	SE02-2	183	Quintanar Luis	SIS-20	150
Pacheco Martínez Jesús	SE02-6	185	Quintanar Luis	SIS-23	151
Pacheco Martínez Jesús	SE02-7	185	Ramírez Bon R.	GGA-24 CARTEL	84
Pacheco Reyes Elidia	VUL-2	159	Ramírez Bon R.	GGA-25 CARTEL	85
Pacor Francesca	SIS-9	145	Ramírez Cruz Luis C.	EG-26 CARTEL	24
Padilla Hernández Roberto	OCE-17	116	Ramírez Fernández Juan Alonso	GEOQP-5	99
Padilla Hernández Roberto	OCE-18	116	Ramírez Fernández Juan Alonso	SIS-7	144
Padilla Hernández Roberto	OCE-23	117	Ramírez Gaytan Alejandro	SIS-22	151
Paniagua Chávez Verónica	GGA-1	75	Ramírez Guzmán Alejandro	GEOH-7	42
Parra Guevara David	OCE-7	113	Ramírez Guzmán Alejandro	GEOH-24 CARTEL	48
Partida Gutiérrez Dulce Isela	OCE-5	112	Ramírez Guzmán Alejandro	GGA-11	79
Patiño Vargas Claudia Alejandra	GGA-17 CARTEL	81	Ramírez Guzmán Alejandro	GEOQP-8	100
Paull Charles	GEOQP-9	100	Ramírez Guzmán Alejandro	VUL-16	165
Payero Juan	SE01-5	178	Ramírez Hernández Jorge	EG-22	22
Paz Moreno Fco. Abraham	GEOQP-4	98	Ramírez Hernández Jorge	GEOH-6	41
Pech Pérez Andrés	EG-32 CARTEL	26	Ramírez Hernández Jorge	GEOH-20 CARTEL	47
Pech Pérez Andrés	SIS-35 CARTEL	155	Ramírez Herrera María Teresa	GGA-21 CARTEL	83
Pelaez Gaviria J. R.	GP-7 CARTEL	55	Ramírez Luna Angel	VUL-38 CARTEL	174
Pelallo Matínez Nadia Azenet	GGA-13	80	Ramírez Mendoza Rafael	OCE-35	121
Peltzer Edward	GEOQP-9	100	Ramírez Mendoza Rafael	OCE-36	121
Peña Alonso Tomás A.	GET-15	65	Ramírez Olvera Graciela	VUL-3	160
Peña Alonso Tomás A.	GEOQP-6	99	Ramírez Ramos Ana Lilia	GGA-11	79
Peña Coronado Saúl	GEOH-8	42	Ramírez Ruiz Juan José	VUL-34 CARTEL	173
Peña Coronado Saúl	GEOH-10	43	Ramírez Ruiz Juan José	VUL-36 CARTEL	173
Peña Díaz Ienisei	EG-23 CARTEL	23	Ramírez Vázquez Carlos A.	SIS-27	152
Peña García Laura E.	CCA-8	5	Ramos Arias Mario Alfredo	SE03-7	192
Pérez Campos Nahúm	GET-18	66	Ramos Arias Mario Alfredo	SE03-8	192
Pérez Campos Xyoli	SIS-33 CARTEL	155	Ramos Zúñiga Luis Gerardo	SIS-6	144
Pérez Campos Xyoli	SE01-5	178	Ramos Zúñiga Luis Gerardo	SIS-7	144
Pérez Campos Xyoli	SE01-6	179	Rangel Medina Miguel	GEOH-29 CARTEL	50
Pérez Campos Xyoli	SE01-7	179	Rangin Claude	GET-8	62
Pérez Elena	GEOQP-9	100	Rascon Beltran Blanca Estela	GEOH-5	41
Pérez Enríquez Román	FE-17	33	Reisner Peter	GEOQP-2	97
Pérez Enríquez Román	FE-18	33	Rendón Márquez Gabriel	VUL-5	160
Pérez Enríquez Román	FE-23 CARTEL	35	Requena González Neptalí Alberto	GET-23 CARTEL	68
Pérez Enríquez Román	FE-24 CARTEL	35	Reyes Cortés Ignacio A.	GEOH-3	40
Pérez Enríquez Román	FE-25 CARTEL	35	Reyes Cortés Ignacio A.	GEOH-2	39
Pérez Enríquez Román	FE-26 CARTEL	36	Reyes Cortés Ignacio A.	GEOH-4	40
Pérez Enríquez Román	GET-22 CARTEL	68	Reyes Cortés Ignacio A.	GEOPAL-11 CARTEL	92
Pérez Espinoza Jesús Efraín	GEOQP-3	98	Reyes Cortés Manuel	GEOH-2	39
Pérez Flores Marco Antonio	EG-10	18	Reyes Cortés Manuel	GEOH-3	40
Pérez García Eduardo	SE03-10	193	Reyes Cortés Manuel	GEOH-4	40
Pérez García Jesús	VUL-2	159	Reyes Gabriel	SIS-27	152
Pérez González Dennice	GEOH-6	41	Reyes Gabriel	VUL-20	167
Pérez Gutiérrez Rosalva	GET-27 CARTEL	70	Reyes López Jaime Alonso	EG-22	22
Pérez Gutiérrez Rosalva	SE03-10	193	Reyes Ramos Fidel	EG-3	15
Pérez Lezama Edgar Leonardo	OCE-40	123	Reyes Salas Margarita	GEOQP-23 CARTEL	107
Pérez Lezama Edgar Leonardo	OCE-41	123	Reyes Salas Margarita	GEOQP-24 CARTEL	107
Pérez López José Luis	SE04-11	202	Reyes Salas Margarita	SE03-4	190
Pérez Miranda Tonacacihuatl	VUL-2	159	Reyes Salas Margarita	SE03-5	190
Pérez Peraza Jorge A.	FE-1	29	Reyes Zamora Cesar Alfonso	SIS-14	147
Pérez Peraza Jorge A.	FE-2	29	Reyes Zamora Cesar Alfonso	SIS-15	148
Pérez Peraza Jorge A.	FE-21 CARTEL	34	Reyes Zamora Cesar Alfonso	SIS-31 CARTEL	154
Pérez Pérez Edgar	SE04-4	200	Riggs Nancy	VUL-17	166
Pérez Quezadas Juan	GEOH-12	44	Rincon Herrera Nelly Evelyn	GEOQP-15 CARTEL	103
Pérez Rodríguez Miguel Ángel	GEOH-26 CARTEL	49	Ríos Delgado Samantha	EG-4	15
Pérez Rodríguez Rebeca Yasmin	GGA-13	80	Rivas Sánchez María Luz	GEOPAL-10	92
Pérez Santana Jesús Antonio	SIS-34 CARTEL	155	Rivas Sánchez María Luz	GEOPAL-11 CARTEL	92
Pérez Segura Efrén	GEOQP-1	97	Rivas Sánchez María Luz	GEOPAL-12 CARTEL	93
Pérez Tinajero Carlos Iván	EG-1	15	Robledo Flores Deniza Edrey	GGA-24 CARTEL	84
Pérez Valera Joaquín	GEOH-23 CARTEL	48	Robledo Flores Deniza Edrey	GGA-25 CARTEL	85
Pérez Venzor José Antonio	GEOQP-3	98	Robles Berumen Hermes	GEOH-13	44
Persaud Mira	GET-7	61	Robles Gervasio	GP-5	54
Peterson Rodríguez Rolando Heberto	GET-8	62	Robles Pacheco José M.	OCE-42	123
Peterson Rodríguez Rolando Heberto	GET-12	64	Rocha Echavarría Nadia Angélica	GEOQP-21 CARTEL	106
Peterson Rodríguez Rolando Heberto	GET-29 CARTEL	71	Rodríguez Balbuena Epigmenio Javier	CCA-18	8
Piña Arce Marlene	OCE-38	122	Rodríguez Benjamín	FE-24 CARTEL	35
Pineda Gómez Nancy	VUL-2	159	Rodríguez Castañeda José Luis	EG-15	20
Pineda Marín Luis Felipe	CCA-1	3	Rodríguez Castañeda José Luis	GEOH-21 CARTEL	47
Piri Verduzco Mario Alberto	GET-25 CARTEL	69	Rodríguez Castañeda José Luis	GET-4	60
Pizano Silva Jaime	SIS-2	143	Rodríguez Castañeda José Luis	GET-25 CARTEL	69
Plata Rocha Wenseslao	EG-19	21	Rodríguez Ceja María	GEOPAL-7	91
Pontoise Bernard	GET-19 CARTEL	67	Rodríguez Elizarrarás Sergio	SIS-3	143
Poveda Ricalde Arcadio	FE-7	31	Rodríguez Hernández Edgard Iván	SED-2	137
Precoma Mojarro Alba Yolanda	GEOH-2	39	Rodríguez Hernández Edgard Iván	SED-4 CARTEL	138
Precoma Mojarro Alba Yolanda	GEOH-3	40	Rodríguez Jiménez César	FE-26 CARTEL	36
Premo Wayne	GET-3	60	Rodríguez López Olivia	CCA-5	4
Priego Sobrino Ramiro	EG-4	15	Rodríguez Miguel	SIS-16	148
Prol Ledesma Rosa María	EG-21	22	Rodríguez Pascua Miguel Angel	GET-10	63
Puy Alquiza María Jesús	CCA-27 CARTEL	11	Rodríguez Pedraza Magda Lilia	SIS-6	144
Puy Alquiza María Jesús	GGA-17 CARTEL	81	Rodríguez Ramos Reinaldo	SIS-1	143
Puy Alquiza María Jesús	SED-6 CARTEL	139	Rodríguez Rasilla Iván	SIS-34 CARTEL	155
Quezada Ayala Norberto	GEOH-6	41	Rodríguez Ríos Rodolfo	GEOQP-21 CARTEL	106
Quezada Reyes Aida	SIS-34 CARTEL	155	Rodríguez Ríos Rodolfo	GEOQP-22 CARTEL	106

Rodríguez Ríos Rodolfo	VUL-19	167	Silva Martínez Claudia Esperanza	GGA-7	78
Rodríguez Sandoval Roberto	EG-26 CARTEL	24	Skiba Yuri N.	CCA-17	8
Rodríguez Torres Rafael	EG-15	20	Skiba Yuri N.	CCA-20	8
Rodríguez Torres Rafael	GEOH-21 CARTEL	47	Skiba Yuri N.	CCA-21	9
Rodríguez Torres Rafael	GEOH-28 CARTEL	50	Skiba Yuri N.	OCE-7	113
Rodríguez Vargas José Luis	VUL-25 CARTEL	169	Solari Luigi	GEOQP-14 CARTEL	103
Rojas Soriano Humberto	OCE-45	124	Solari Luigi	SE03-10	193
Rojo García Paulino	OCE-45	124	Solé Salgado Olimpia	VUL-2	159
Roldan Quintana Jaime	VUL-6	161	Soler Albert	GEOQP-10	101
Romero Centeno Rosario	CCA-13	6	Soler Arechalde Ana María	GEOPAL-7	91
Romero L.	OCE-19	116	Soler Arechalde Ana María	GEOPAL-9	91
Romero Oscar	SIS-18	149	Solís Heriberto Cruz	GGA-4	76
Romero Vadillo Eleonora	OCE-39	122	Solís Pichardo Gabriela	GET-27 CARTEL	70
Romo Jones José Manuel	EG-13	19	Solís Pichardo Gabriela	GEOQP-10	101
Romo Jones José Manuel	EG-29 CARTEL	25	Solís Pichardo Gabriela	GEOQP-11 CARTEL	101
Ronquillo Jarillo Gerardo	EG-7	16	Solís Pichardo Gabriela	GEOQP-17 CARTEL	104
Ronquillo Jarillo Gerardo	EG-8	17	Solís y González G.	FE-19	34
Rook Lorenzo	PALEO-4	132	Sosa Chifñas Marco A.	CCA-6	4
Rosa R.	FE-13	32	Sosa Flores Oscar	CCA-16	7
Rosales Bravo Karina	GET-28 CARTEL	71	Sosa Flores Oscar	FE-5	30
Rosales Grano Pedro	OCE-22	117	Sosa Salas Maya Lol	FE-20 CARTEL	34
Rosas Elguera José	CCA-8	5	Sosson Marc	GET-19 CARTEL	67
Rosas Elguera José	EG-16	20	Spiess V.	GP-7 CARTEL	55
Rosas Elguera José	GEOPAL-3	89	Stepanova Marina	FE-6	30
Rowe Kathrin	FE-24 CARTEL	35	Stevenson John	VUL-20	167
Royer Jean-Yves	GET-19 CARTEL	67	Stevenson John	VUL-21	168
Royo Ochoa Miguel	GEOPAL-11 CARTEL	92	Stock Joann	VUL-28 CARTEL	170
Rubí Zavala Bernardino	SIS-34 CARTEL	155	Suárez Arriaga Mario César	GEOH-18	46
Ruiz Hernández Edgar	SIS-3	143	Suárez Plascencia Carlos	GGA-4	76
Ruiz Morales José	GP-5	54	Suárez Plascencia Carlos	GGA-5	77
Ruiz Torres Alejandro	GP-5	54	Suárez Plascencia Carlos	GGA-6	77
Russell Armistead	CCA-22	9	Suárez Plascencia Carlos	GGA-16 CARTEL	81
Russell C. T.	FE-11	32	Suárez Plascencia Carlos	VUL-23	168
Russell C. T.	FE-22 CARTEL	34	Suárez Plascencia Carlos	VUL-24	169
Sabina Ciscar Federico	SIS-1	143	Talavera Mendoza Oscar	GGA-11	79
Salas Martín Martha Angélica	GEOH-10	43	Taran Yuri	GEOQP-8	100
Salazar Peña Leobardo	EG-4	15	Taran Yuri	VUL-16	165
Salazar Peña Leobardo	VUL-2	159	Tavera Hernando	SIS-20	150
Saldaña Flores Ricardo	CCA-28 CARTEL	11	Tavera Hernando	SIS-23	151
Saldívar Reyes Manuel	OCE-21	117	Tavizón García Jesús Patricio	GET-14	64
Salgado Soto Zacarias	GET-27 CARTEL	70	Tejeda Jacome Juan	SIS-22	151
Salguero Bañuelos María del Socorro	EG-4	15	Tejeda Martínez Adalberto	CCA-3	3
Salinas González Felipe	GEOH-14	45	Tejeda Martínez Adalberto	CCA-7	4
Salinas Prieto José Antonio	OCE-17	116	Tejeda Martínez Adalberto	SE04-2	199
Salinas Prieto José Antonio	OCE-23	117	Tejeda Martínez Adalberto	SE04-3	199
Salinas Prieto José Antonio	SE04-8	201	Tejero Andrade Andrés	EG-6	16
Sampayo Olivares Artemio	CCA-5	4	Télez Armando	VUL-36 CARTEL	173
Sánchez Aguilar John Jairo	GGA-12	79	Tello Hinojosa Enrique	VUL-16	165
Sánchez Aguilar John Jairo	SIS-28	153	Terán Mendieta Luis Fernando	SIS-19	149
Sánchez Avelar Luis Mariano	OCE-41	123	Tereshchenko Iryna	OCE-6	112
Sánchez Gómez Rubén	CCA-2	3	Tereshchenko Iryna	OCE-16	115
Sánchez John	VUL-23	168	Tolson Jones Gustavo	GEOQP-1	97
Sánchez Miguel Navarro	SIS-4	143	Tolson Jones Gustavo	GEOQP-18 CARTEL	104
Sánchez Montante Orzo	OCE-3	111	Torres Hernández José Ramón	GEOQP-21 CARTEL	106
Sánchez Montante Orzo	OCE-4	112	Torres Hernández José Ramón	VUL-11	163
Sánchez Pérez Luis Alberto	EG-28 CARTEL	24	Torres Hernández José Ramón	VUL-12	164
Sánchez Rodríguez Julia del Carmen	SIS-14	147	Torres Morales Gilbert	SIS-3	143
Sánchez Rodríguez Julia del Carmen	SIS-15	148	Torres de León Rafael	GET-27 CARTEL	70
Sánchez Zavala José Luis	SE03-3	189	Trejo Gómez Elizabeth	GGA-16 CARTEL	81
Sánchez Zavala José Luis	SE03-4	190	Trejo Soto Manuel	EG-19	21
Sánchez Zavala José Luis	SE03-5	190	Tristán González Margarito	GEOQP-22 CARTEL	106
Sanderson Richard	VUL-20	167	Tristán González Margarito	VUL-10	163
Santiago Jiménez Hydyn	VUL-34 CARTEL	173	Tristán González Margarito	VUL-11	163
Santiago Jiménez Hydyn	VUL-36 CARTEL	173	Tristán González Margarito	VUL-12	164
Santiago José Antonio	SIS-34 CARTEL	155	Tritlla Jordi	GP-1	53
Santisteban Martínez Gastón	CCA-10	5	Tritlla Jordi	GEOQP-20 CARTEL	105
Sarychikhina Olga	GEOH-17	46	Troitskaia Evgenia	FE-3	29
Satamaría Miranda Apolinar	GEOH-19	46	Troyo Diéguez Sergio	OCE-21	117
Saucedo Andrade Tenamaxtle	EG-9	17	Turrent Thompson Cuauhtémoc	SE04-7	201
Saucedo Girón Ricardo	VUL-19	167	Umhoefer P.J.	GET-23 CARTEL	68
Saucedo Girón Ricardo	VUL-33 CARTEL	172	Urrutia Fucugauchi Jaime	EG-26 CARTEL	24
Schaaf Peter	GET-27 CARTEL	70	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-7	91
Schaaf Peter	GEOQP-3	98	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-9	91
Schaaf Peter	GEOQP-11 CARTEL	101	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-11 CARTEL	92
Schaaf Peter	VUL-38 CARTEL	174	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOQP-12 CARTEL	102
Serrano Durán Lina	GET-11	63	Urrutia Fucugauchi Jaime	VUL-15	165
Serrano Durán Lina	GEOQP-13 CARTEL	102	Ussler Bill	GEOQP-9	100
Sheinbaum Pardo Julio	OCE-9	114	Valdés González Carlos	SIS-34 CARTEL	155
Sheinbaum Pardo Julio	OCE-11	114	Valdés González Carlos	VUL-3	160
Sheinbaum Pardo Julio	OCE-12	114	Valdés González Carlos	VUL-14	164
Shi Wei	CCA-5	4	Valdés González Carlos	SE01-6	179
Shirasago Germán Bernardo	OCE-40	123	Valdez López Tito Armando	SIS-4	143
Shirasago Germán Bernardo	OCE-41	123	Valencia Moreno Martín	GEOQP-1	97
Shirasago Germán Bernardo	OCE-43	124	Valencia Víctor	GEOQP-4	98
Sichler Bertrand	GET-19 CARTEL	67	Valenzuela Vásquez Lorenzo	GEOH-20 CARTEL	47

Valenzuela Wong Raúl	SIS-19	149
Valles Pérez Héctor Daniel	EG-20	21
Vanoye García Ana Yael	CCA-22	9
Vara Rubio Luisa	GP-5	54
Vargas Bracamontes Dulce María	VUL-23	168
Vargas Bracamontes Dulce María	VUL-24	169
Vargas Jiménez Carlos Alberto	GGA-12	79
Vargas de la Cerda Guadalupe Araceli	OCE-8	113
Vargas de la Cerda Guadalupe Araceli	OCE-44	124
Varley Nick	GEOQP-8	100
Varley Nick	VUL-18	166
Varley Nick	VUL-20	167
Varley Nick	VUL-21	168
Varley Nick	VUL-22	168
Varley Nick	VUL-32 CARTEL	172
Vasconcelos Fernández José Manuel	GEOQP-5	99
Vashenyuk Eduard	FE-2	29
Vázquez Balderas José F.	GEOH-2	39
Vázquez Balderas José F.	GEOH-4	40
Vázquez Balderas José F.	GEOPAL-11 CARTEL	92
Vázquez Becerra Esteban	EG-19	21
Vázquez Becerra Esteban	SIS-24	151
Vázquez Castro Gabriel	GEOPAL-13 CARTEL	93
Vázquez Cruz Gustavo	SE04-16	203
Vázquez González Rogelio	GEOH-17	46
Vázquez Rosas Ricardo	SIS-8	145
Vázquez Rosas Ricardo	SIS-11	146
Vázquez Rosas Ricardo	SIS-32 CARTEL	154
Velasco Herrera Víctor	CCA-16	7
Velasco Herrera Víctor	EG-6	16
Velasco Herrera Víctor	FE-5	30
Velasco Tapia Fernando	GEOQP-5	99
Velasco Villarreal Miriam	GEOPAL-8	91
Velázquez Muñoz Federico Angel	OCE-14	115
Velázquez Muñoz Federico Angel	OCE-15	115
Vergara López José Luis	VUL-2	159
Victoria Marcos	GP-4	54
Viera Decida Federico	GEOQP-5	99
Vilaclara Gloria	GGA-20 CARTEL	82
Villa González Uwe	EG-4	15
Villa Terán Alberto	CCA-5	4
Villacura Aránguiz Bernardo Enrique	SED-5 CARTEL	139
Villalba Lourdes	GEOH-2	39
Villalba Lourdes	GEOH-3	40
Villalba Lourdes	GEOPAL-11 CARTEL	92
Villamor Pilar	GET-7	61
Villanueva Pablo	FE-15	33
Villanueva Urrutia Elba E.	CCA-10	5
Villanueva Urrutia Elba E.	CCA-11	6
Villanueva Urrutia Elba E.	CCA-19	8
Villaseca Carlos	GET-1	59
Weber Bodo	GET-15	65
Weber Bodo	GEOQP-1	97
Weber Klaus	VUL-20	167
Wong Ortega Víctor M.	VUL-26 CARTEL	169
Wurl Jobst	GEOH-16	45
Wurl Jobst	GEOH-25 CARTEL	49
Wyssession Michael E.	SIS-19	149
Yañez Soto Alfredo	SIS-34 CARTEL	155
Yutsis Vsevolod	GGA-18 CARTEL	82
Yutzi Vsevolod	FE-24 CARTEL	35
Zaitsev Oleg	OCE-3	111
Zaitsev Oleg	OCE-4	112
Zamora Arroyo Francisco	GEOH-6	41
Zamudio Luis	OCE-31	120
Zandomenighi Daria	VUL-36 CARTEL	173
Zarraluqui Such Victor Carlos	SE04-1	199
Zavala Hidalgo Jorge	CCA-13	6
Zavala Hidalgo Jorge	OCE-13	115
Zavala Hidalgo Jorge	OCE-18	116
Zavala Hidalgo Jorge	OCE-31	120
Zavala Sansón Luis	OCE-51 CARTEL	126
Zaytsev Oleg	OCE-39	122
Zenón Gutiérrez Xochitl A.	OCE-27	118
Zepeda Frías Adriana Gpe.	GEOQP-17 CARTEL	104
Zermeño de León Mario	SE02-2	183
Zesati Pereyra C. Cecilia	GEOPAL-11 CARTEL	92
Zesta Eftyhia	FE-6	30
Zhao Xixi	GEOPAL-3	89
Zitácuaro Contreras Alejandro	SE04-9	201
Zobin Peremanova Vyacheslav	SIS-2	143
Zuluaga Mazo Indira	GGA-12	79
Zúñiga Ramón	GET-7	61
Zúñiga Ramón	GET-22 CARTEL	68

Recordamos a todos los miembros de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.
que la cuota para el 2006 es de \$400.00 para investigadores
y \$300.00 para estudiantes.

página internet: www.ugm.org.mx

Favor de hacer llegar su cuota a:

Ivonne Pedrín Morales
División de Ciencias de la Tierra
CICESE
Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada
Ensenada, 22860, B.C., México
Correo electrónico: ipedrin@cicese.mx

Mónica Nava
Unidad de Apoyo Editorial, Instituto de Geofísica
UNAM
Cd. Universitaria, Delegación Coyoacán
México, 04510, D.F., México
Correo electrónico: achaman@igeofcu.unam.mx

Con un cordial saludo

Luis A. Delgado Argote y Modesto Ortiz Figueroa
Editores

Costo anual de anuncios en GEOS

Instituciones:	Comerciales y Gubernamentales	Académicas
Página completa	\$4,000.00	\$2,000.00
Media página	\$2,000.00	\$1,000.00

GEOS

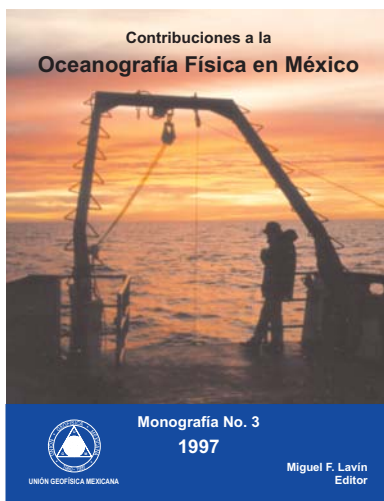
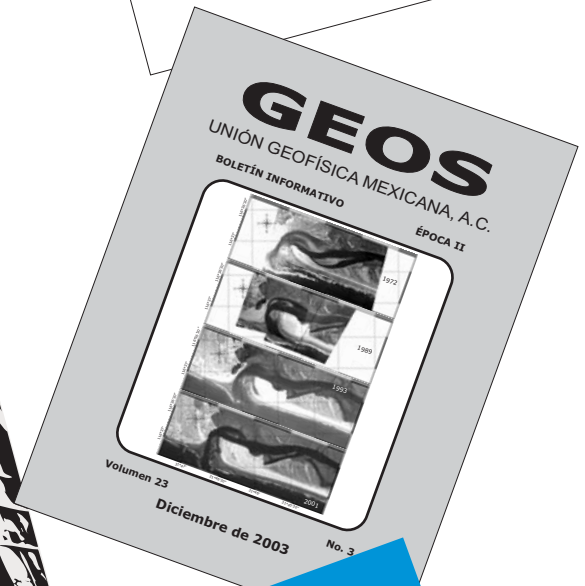
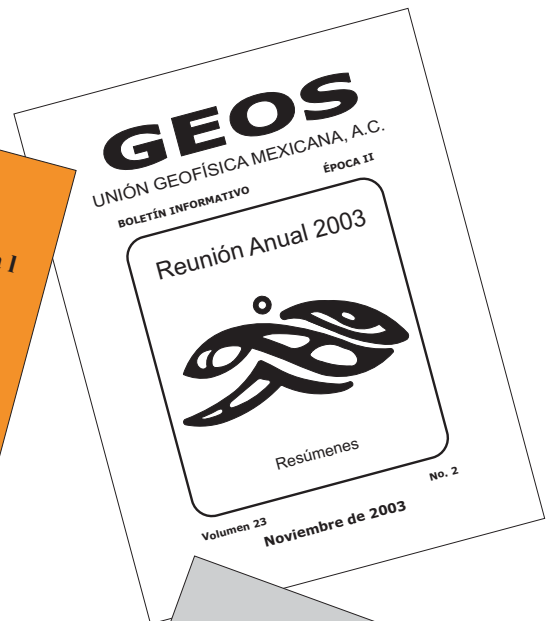
Revista a la venta con:

Costo del ejemplar \$60.00

Ivonne Pedrín Morales
División de Ciencias de la Tierra
Tel: 01(646)174-5050
Ext: 26004
Correo electrónico: ipedrin@cicese.mx

Mónica Nava
Unidad de Apoyo Editorial
Instituto de Geofísica, UNAM
Tel: (01)5622-4115 y 5550-2486
Correo electrónico: monica@igeofcu.unam.mx





Tus trabajos de investigación y divulgación tienen cabida en estos foros de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.