

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Filosofía y Letras
Colegio de Geografía

**EL VOLCÁN JORULLO:
TECTONISMO, VULCANISMO,
MORFOLOGÍA**

Ángel Luis Alor Leal

Tesis Profesional
para optar por el título de
Licenciado en Geografía



México, 1977

17176

589



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Expreso mi agradecimiento

Al doctor Jorge A. Vivó Escoto, por su estimable orientación en la investigación y diseño del trabajo

A los maestros doctor Felipe Guerra Peña, maestra Dolores Riquelme de Rejón y doctora Raquel Guzmán Villanueva, por el consejo en la revisión del estudio

A los profesores licenciado Francisco Hernández Hernández, maestra Isabel Mayén Pimentel, licenciada María Eugenia Villagómez Hernández y Licenciado Enrique Zapata Zeneda por la cooperación prestada

Mi dedicatoria con todo cariño

A mis padres: Aquilino y Consuelo

A mis hermanos: Adolfo, Juan de Dios, María Guadalupe y Roberto

Prólogo

El estudio sobre el volcán Jorullo comenzó con los informes del administrador de la hacienda en la que surgió la erupción y de las autoridades de Michoacán suscritos en 1759.

Alejandro de Humboldt, con su visita al volcán en 1803, y sus obras, en las que dio cuenta de sus efusiones, popularizó la existencia del Jorullo entre los científicos de Europa, a través de la primera mitad del siglo XIX.

Durante los siglos XIX y XX han sido numerosos los investigadores que realizaron viajes de reconocimiento al Jorullo; la mayoría de ellos por geólogos y una minoría por biólogos.

Los nombres de los hombres de ciencia mencionados en este trabajo son, en su mayoría de europeos, muchos de los mismos alemanes.

En una ocasión en que estuve con el doctor Jorge A. Vivó en el Jorullo, las gentes de la localidad, nos informaron que son numerosos los visitantes extranjeros, principalmente europeos, que llegan a la región y la recorren con gran interés, lo cual demuestra que la significación del volcán también ha trascendido al público con un nivel medio de educación en el extranjero.

Sin embargo, el Jorullo es un volcán desconocido para grandes sectores de la población mexicana y, además, no es accesible para los visitantes, nacionales y extranjeros, por que las dos poblaciones vecinas que tienen carreteras cercanas son Arrio de Rosales y La Huacana, y ambas están muy distantes de la zona de dicho volcán.

Un volcán tan conocido internacionalmente como el Jorullo, debe ser visitado principalmente por mexicanos, por lo que debe quedar integrado dentro del sistema nacional de carreteras.

Además, es urgente que la región en que se encuentra el Jorullo

pase a ser un parque nacional, a fin de que las autoridades federales encargadas de velar por estos parques atiendan a la conservación del paisaje natural de dicha región y queden encargadas de la promoción turística correspondiente.

Estas dos sugerencias, la de construir caminos de acceso al volcán Jorullo, desde la carretera de Ario de Rosales a La Huacana, y la de proteger a la región en que dicho volcán se encuentra, en un Parque Nacional, son de urgente realización.

Esperamos que este estudio sirva de antecedente a esas iniciativas propuestas.

Angel Alor

1. Introducción. El presente trabajo es el resultado del estudio en el terreno y en fuentes bibliográficas de la región volcánica del Jorullo, en el sur del Estado de Michoacán.

El trabajo de campo en la región del volcán Jorullo incluyó las regiones colindantes al mismo como son: al norte la ciudad de Ario de Rosales, al noroeste el ejido Playa de Guadalupe, al suroeste el ejido Agua Blanca, al sursureste el ejido Mata de Plátano, al oeste noroeste el ejido Tejamanil, al oeste suroeste el pueblo La Huacana y al sureste el ejido Inguarán.

Este trabajo de campo se realizó de acuerdo con el itinerario que incluyó las rutas siguientes:

- 1) Ario de Rosales-La Huacana,
- 2) La Huacana-Agua Blanca,
- 3) La Huacana-Los Sabinos-Playa de Guadalupe,
- 4) La Huacana-Agua Blanca-el volcán Jorullo-Mata de Plátano, y
- 5) La Huacana-Inguarán.

Las personas y grupos que participaron en los viajes antes mencionados fueron las siguientes:

- 1) en el viaje del 15 al 17 de agosto de 1974, el pasante de Licenciado en Geografía Angel Alor Leal.
- 2) en el viaje del 20 al 23 de noviembre de 1974 el pasante de Licenciado en Geografía Angel Alor Leal y un grupo de 17 estudiantes de la Escuela Secundaria 17 Nocturna.
- 3) en el viaje del 21 al 23 de diciembre de 1974 el doctor Jorge A. Vivó Escoto, la licenciada Isabel Mayén Pimentel y el pasante de Licenciado en Geografía Angel Alor Leal.
- 4) en el viaje del 20 al 23 de marzo de 1975 un grupo de 112

personas de la mencionada Escuela Secundaria Nocturna 17 y el pasante de Licenciado en Geografía Angel Alor Leal.

El trabajo de campo fue complementado con el estudio de fuentes bibliográficas referentes a la región.

Las obras fundamentales que se utilizaron al efecto fueron:

- 1) 1759, Martín Reynoso. El Volcán Jorullo.
- 2) 1822, Alejandro de Humboldt. Ensayo Político sobre el Reino de la Nueva España.
- 3) 1844, Alejandro de Humboldt. Cosmos.
- 4) 1854, Manuel Orozco y Berra. Diccionario Universal de Historia y de Geografía.
- 5) 1873, G. Poulett Scrope. Die Bildung der vulkanischen Kegel und Krater.
- 6) 1889, J. Beliz und H. Lenk. Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Republik Mexico.
- 7) 1897, Israel Cook Russell. Volcanoes of North America.
- 8) 1906, Ezequiel Ordóñez. Le Jorullo.
- 9) 1907, Andrés Villafañá. El Volcán Jorullo.
- 10) 1921, Paul Waitz. Nubes Ardientes Observadas en las Erupciones del Jorullo.
- 11) 1930, Hans E. Godow. Jorullo; the history of the volcano of Jorullo and the reclamation of the devastated district by animals and plants.
- 12) 1950, Kenneth Segestrom. Erosion Studies at Paricutin, State of Michoacán, México.
- 13) 1958, Jesús Romero Flores. Geografía de Michoacán.
- 14) 1958, The International Volcanological Association Catalogue of the Actives Volcanoes of the World, including solfatara fields.

15) 1959, Willis A. Egglar. Manner of invasion of volcanic deposits by plants with further evidence from Paricutin and Jorullo.

16) 1965, Fred M. Bullard. The volcanoes, its history, theory and eruption.

17) 1971, Esperanza Yarza de la Torre. Los Volcanes de México.

Además del trabajo de campo y del estudio de las fuentes bibliográficas, se realizó el análisis de la carta topográfica a la escala 1: 500 000 del Comité Coordinador del Levantamiento de la Carta Geográfica de la República Mexicana.

Con base en dicha carta se obtuvieron, a la misma escala, la carta topográfica-tectónica, los cortes transversales del relieve y los cortes geológicos.

2. Datos históricos. El administrador general de las haciendas de Jorullo, Presentación, San Pedro y demás anexas, Manuel Román Sáyago, redactó el primer informe referente al comienzo de la erupción del volcán Jorullo, el cual fue dirigido a Martín Reynoso, quien en 1759 era Capitán General y Alcalde Mayor de la provincia y ciudades de Michoacán.

Ese informe tiene fecha de 8 de octubre, es decir unos días después de la erupción, que tuvo lugar el 29 de septiembre de 1759.

Martín Reynoso y Luyando, a su vez, transmitió dicho informe al Virrey de la Nueva España el 13 de octubre; el informe se tituló "El Volcán de Jorullo" y fue publicado muchos años más tarde por la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística en su Boletín, Tomo II, 1870, con comentarios de Juan de Dios Domínguez (1).

Joaquín de Anzagorri, cura de La Huacana, escribió una carta a su Obispo, en Morelia, fechada el 19 de octubre de 1759, sobre la erupción del Jorullo. Esa carta fue descubierta en los archivos episcopales en 1830, publicada en parte por J. Burkart en las me-

morias de su viaje a México editadas en Stuttgart, 1838; utilizada por Alejandro de Humboldt en su obra "Cosmos", en 1844; y comentada por Manuel Orozco y Berra en el Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, en 1857 (2).

Pocos años después, sobre la base de información obtenida en la región del volcán Jorullo, Juan Manuel de Bustamante, Gobernador de la Provincia, presentó al historiador Francisco Javier Clavigero, un informe sobre la morfología del volcán, en 1766.

El propio Francisco Javier Clavigero, en la edición italiana de su "Historia Antigua de México" publicada en Cesena, en 1780, dice que el volcán Jorullo emite fuego y piedras ardientes, y que sus cenizas llegan hasta Morelia y Querétaro (3).

El interés que se despertó entre las personas cultas de la época llegó al grado de que Rafael de Landívar, en su obra "Rusticatio Mexicana", editada en Bologna, en 1782, el autor le dedicó un poema a una supuesta profecía de que la hacienda Jorullo iba a ser destruida por un volcán(4).

El 10 de marzo de 1789 tuvo lugar el histórico ascenso al volcán en el que participaron el Teniente Coronel Antonio de Riaño, Gobernador de Michoacán; el experto minero alemán Franz Fischer; y Ramón Espel-de, quien parece haber sido la primera persona que subió al mismo (5).

Antonio de Riaño es autor de un trabajo titulado "Superficial y nada facultativa descripción del estado en que se hallaba el volcán de Jorullo la mañana del día 10 de marzo de 1789" que se publicó en la Gazeta de México, del 5 de mayo de 1789, tomo III, núm.30, pp.293-297. La descripción del cráter, de las lavas que forman el malpais, de las fumarolas y del paisaje sin vegetación, no es superficial, como lo anticipa el título mencionado(6).

Franz Fischer publicó unas notas informativas sobre el Jorullo en *Schriften d. Gesellschaft d. Bergbaukunde*. Band II, Leipzig, 1790, p. 443 y en *Köhler's bergmännisches Journal*, IV Jahrgang, I Band, 1791, p. 325. Las notas se refieren a la forma del volcán, su altura y orientación, características del cráter y otros rasgos morfológicos(7).

La información sobre los trabajos de Riaño y de Fischer se encuentra en el estudio de Hans Gadow sobre el Jorullo, como se hace constar en las últimas dos notas bibliográficas.

El informe del Gobernador Martín Reynoso y la mención del notable historiador Francisco Javier Clavijero, dieron tal importancia al volcán Jorullo que mereció un artículo, escrito por A. de Alcedo, en el "Diccionario geográfico-Histórico de las Indias" editado en Madrid, 1789, según refiere Andrés Villafaña(8).

Los trabajos de las personas mencionadas integran la bibliografía sobre el volcán Jorullo con la que se cuenta hasta fines del siglo XVIII.

En los comienzos del siglo XIX, en los días 18 y 19 de septiembre de 1803, precisamente 44 años después de la erupción, fue visitado el Jorullo por el sabio alemán Alejandro de Humboldt, quien a través de sus obras dio a conocer a dicho volcán en todo el mundo.

Los primeros datos sobre la erupción del Jorullo y la morfología de éste, se publicaron en el "Ensayo Político ^{sobre el Reino} de la Nueva España"(9), cuya edición en francés se publicó en París, en 1811.

Posteriormente, Humboldt, en su "Essai géognostique sur le gisement des roches", París, 1823, trata del material rocoso del Jorullo(10).

Por último, en la obra titulada "Cosmos", publicada en Stuttgart, 1858, se refiere a la erupción del volcán y a algunos aspectos morfológicos del mismo(11).

Entre las numerosas observaciones de Humboldt sobre el Jorullo pueden seleccionarse las que siguen.

Se refiere al "levantamiento de ese volcán" y "a la lava que arrojó" (12); al hecho de que como consecuencia de la erupción surgió "un cerro inmenso y sin forma" (13); a que el volcán "se levantó como una vejiga", "todavía se distingue hoy por las capas de tierra removida, los límites de este trastorno"; "el malpais hacia sus orillas no tiene sino 12 metros de altura sobre el nivel antiguo del llano, llamado las playas del Jorullo, pero el terreno se va aumentando progresivamente hasta llegar a 160 metros de elevación". (14). "Las erupciones fangosas, y sobre todo las capas de arcilla con que están envueltas bolas de basalto descompuestas, cuyas capas son concéntricas, indican al parecer que las aguas subterráneas han hecho un papel muy importante en esta extraordinaria revolución. Millares de conos pequeños que no tienen más que de dos a tres metros de alto, y que los indígenas llaman "hornitos", salieron de la bóveda solevantada del malpais" (15). "Las cenizas cubrían entonces los techos de las casas de Querétaro, que está a más de 48 leguas de distancia, en línea recta, del lugar de la explosión. Aunque hoy día parece que el fuego subterráneo es poco activo, y el malpais y el gran volcán empiezan a cubrirse de vegetales, hallamos sin embargo, aquel aire de tal manera recalentado por la acción de los hornitos, que aun a la sombra y muy apartado del sol, subió el termómetro a 43 grados." (16). Se han "abierto ya hendiduras en lo que se llama hoy el malpais, probablemente al pie de la alta cúpula de basalto o lapillis." (17).

F. Sonneschmid, estuvo en México alrededor del año 1790 y en un trabajo titulado *Beschreibung der vorzüglichsten Bergwerksreviere von Mexico*, publicado en 1804, página 325, se refiere a los terre-

mentos que precedieron a la erupción y que en definitiva terminaron con la efusión de lava (18).

J. Burkart, geólogo alemán que permaneció en México de 1825 a 1834, escribió varias obras en las que menciona el volcán Jorullo, a saber: 1) Aufenthalt und Reisen in Mexico, in den Jahren 1825 bis 1834, Stuttgart, 1836; 2) Karsten's Archiv für Mineralogie, usw. Band V, p. 189; y 3) Über die Erscheinungen bei dem Ausbruche des mexicanisches Feuerberges Jorullo im Jahre 1759, Zeitschrift der geologischen Gesellschaft. Band IX, 1857, p. 274-299.

Burkart realizó un viaje al Jorullo en el mes de enero de 1827 que le sirvió para describir los depósitos de cenizas desde el rancho Cayaco hasta cerca del rancho Joya de Alvarez, afirmando que en éste y más adelante aparece la roca basáltica y que habían desaparecido muchos de los "hornitos" observados por Humboldt, 24 años después de su visita, debido a las fuertes lluvias y "a la expansión, que aumenta más y más cada día, de la vegetación".

Burkart apoya la tesis de Humboldt acerca del levantamiento de la lava, a fin de refutar la opinión contraria de E. Schleiden. (19)

E. Schleiden, otro geólogo alemán, visitó el Jorullo el 7 de febrero de 1846 y escribió el trabajo titulado "Fortschritte der Geographie und Naturgeschichte", von Froriep und Schomburgk, Band II, Lief. 16.

"A pesar de que conté más de 100 fumarolas en una mañana fría, sólo dos de ellas estaban en el malpais, esto es sobre las enormes masas de lava extendidas sobre la porción SW del valle. Esta corriente principal se extiende hasta cerca del presente lecho del arroyo que corre a través del valle, y que termina en una elevación, que en parte es risco vertical, de 6 a 9 metros de altura, compuesto de bloques mezclados con capas. Sobre lo alto del malpais

esas masas partidas o bloqués están más irregularmente distribuidas y se hallan desde el centro de los "hornitos", siendo redondas o alargadas"

"Sobre esta corriente de lava sigue una capa de arena y ceniza: que cubre uniformemente en conjunto, a la superficie rugosa de delgadas capas con fina ceniza que va desde gris a rojo oscuro y a negro. En algunas partes el agua de lluvia ha lavado las masas de ceniza y arena depositándolas en las depresiones del terreno, llenándolas hasta una profundidad de 9 metros... La mayoría de las fumarolas se observaron en la margen sur de la porción más alta correspondiente a la masa de lava que hizo erupción hacia el WNW del volcán"

"La parte superior del volcán consiste de lava negra, así como todas las corrientes de lava, excepto la primera corriente (la cual forma la mitad oeste del malpais) y está desprovista de vegetación, pero los declives de arena del cono principal y el malpais muestran un considerable crecimiento de plantas. Algunas clases de mimosas, no muy altas, y árboles de guayaba, que se destacan por su fruta, que son los más importantes; un pino, cerca de la cima parece lo más interesante de esta vegetación". (20).

C. Pieschel, visitó el volcán el 25 de enero de 1853 y publicó información sobre el mismo en su trabajo "Die Vulkane von Mexico", en Zeitschrift für allgemeine Erdkunde, Band VI, Berlin, 1856.p.489.

Después de referirse a la vegetación de los cerros y planicies cercanas, dice que visitó la parte noroeste del terreno que se dirige hacia la Alberca, donde cruzó corrientes de lava y una pequeña meseta, cubierta profundamente con arena volcánica, encima de la cual "florecía una compacta vegetación de acacias con hojas espinosas y hierbas desarrolladas".

"El Volcancito del Norte se presenta como una colina cónica de cenizas, rodeada por arena profunda. La más larga corriente de lava del cono principal era negra, sin ninguna vegetación, en parte mezclada con tierra roja y arena negra, materiales que son muy favorables a la vegetación. El observó un gran contraste entre esta masa de lava a un lado de la vereda y la hermosa y variada verdura en el otro. Los campos de arena de la Alberca estaban cultivados con melones. Una extensa corriente de lava en el este estaba parcialmente cubierta con arbustos y hierbas".

Describe la vegetación en su ascenso por el este, mencionando primero numerosos pequeños árboles, arbustos y hierbas altas, que crecían sobre y entre los bloques de lava y la piedra volcánica. Después menciona sucesivamente las plantas siguientes: tacote, parecido al encino; palo tepecuaje, árbol parecido a una acacia; copal, arbusto espinoso; palo jiote, árbol pequeño; apanicua, árbol con flores; y maguey silvestre.

"En el noreste del cráter y un poco hacia abajo de su cresta el terreno es cálido y suave, a pesar de que está cubierto por hierbas dispersas, probablemente porque por aquí se escapó vapor. Que el cráter se ha hundido, y en consecuencia se ha ampliado después de la erupción, está comprobado ello por sus terrazas en forma de anfiteatro y también porque aquí y allá crecen unos arbustos en las laderas del cráter, los cuales se han deslizado desde la cresta, y además por que el cráter está todavía desprovisto de vegetación. No hay duda de que con anterioridad el interior del cráter estuvo cubierto con abundante vegetación como la que ahora existe sobre las corrientes de lava alrededor del volcán". (21).

Manuel Crozco y Berra. Este ilustre historiador publicó un artículo titulado: "Jorullo, Volcán de" en su "Diccionario de Historia y Geografía", tomo IV, 1854, p. 453.

En el artículo del Diccionario se describen los acontecimientos anteriores al inicio de la erupción el 29 de septiembre de 1759, se explica como ésta tuvo lugar, y se trata de la actividad del volcán hasta el martes 13 de noviembre del mismo año (22).

El texto de dicho artículo es el siguiente:

"Existe en el Archivo General (de la Nación) un expediente de 46 fojas, acerca del aparecimiento de este volcán, con puntuales noticias de los fenómenos que precedieron y por varios días siguieron a la catástrofe.

"Curioso bajo todos los aspectos e interesante para la ciencia, me propongo copiar todo lo que tenga importancia, reuniendo en un artículo los varios documentos de los autos que, aunque algunos han visto la luz pública, ha sido en extractos o en malas copias.

"El 13 de octubre de 1759, el Alcalde Mayor de Michoacán, D. Martín de Reinosa Mendoza y Luyando, participó al Virrey, Marqués de las Amarillas, el suceso; acompañando el siguiente diario de observaciones.

"En la Jurisdicción de Ario, que es agregado de la Alcaldía de Tancítaro, aunque por lo que respecta a los reales tributos de sus pueblos lo están a ésta de Michoacán, poseía D. José Andrés de Pimentel, vecino y regidor de la ciudad de Pátzcuaro, capital de dicha provincia de Michacán, una famosa y valiosa hacienda de hacer azúcar, cría de ganados y labor, nombrada la de Jorullo, la Presentación y otras que les había agregado a sus límites; en ella sus contornos empezaron a oír y sentir, en fines de junio del presente año de 59, unos retumbos o golpes, debajo de la tierra, repetidos pero sin temblar, los que así por su extraordinario sonido, como por percibirse debajo de la propia situación de la dicha hacienda, causaron mucho pavor, a toda la gente que allí habitaba, el que fue creciendo con los efectos, a correspondencia de que se fueron au-

mentando en número e intensidad los espantosos ruidos subterráneos, con el agregado de temblores de tierra, que aunque no principiaron muy fuertes, lo llegaron a ser luego que entró septiembre, con lo que acabó de atemorizarse el crecido número de operarios de dicha hacienda, y comenzaron a desampararla, subiéndose a habitar en los montes inmediatos.

"Es de notar y admirar, que esta fuga de la gente, no nacía tanto del horrible aumento de los predichos rumores subterráneos y temblores, cuanto de una voz vaga que entre ella misma se esparció, afirmando que el día de San Miguel se habría de acabar Jorullo, sin que de este agüero les hubiese podido desvelar persona alguna, ni menos investigar el origen de semejante voz.

"El 17 del dicho mes de septiembre, a las nueve de la mañana, en el propio recinto y situación de la dicha hacienda, se oyó un formidable rumor y estruendo, que de instante se repetía, pareciendo que tiraban una andanada de cañones en el centro de la tierra, donde ésta daba horribles brincos y bramidos, que consternaron toda la gente, y despavorida ocurrió a encomendarse a Dios, y pedirle misericordia, a la capilla de la hacienda, en la que no pudieron aguantar y salieron corriendo para guarecerse en los montes, de aquel furioso tremendo asalto, con el que se puso el día funesto; se cuarteó la capilla, se descuadernó la teja de su techo, y hubo otras varias averías y demostraciones de terremoto, que continuó sin cesación.

"Con este motivo, resolvió el administrador de la hacienda, solicitar pasase a ella el padre Isidro Molina, de la Compañía de Jesús, en el Colegio de la Ciudad de Pátzcuaro, a celebrar misas de rogación y hacer otros actos de penitencia y clamor para aplacar la ira divina.

"El día 20 de dicho mes, llegó a la hacienda el referido padre Molina, y el 21 comenzó un novenario de misas a Nuestra Señora, y

al mismo tiempo empezó a practicar misión y a confesar gentes, y durante el tiempo de estos espirituales ejercicios, nunca cesó la tierra de temblar y bramar, hasta el 27, que pausó algún tanto; pero, sin embargo, siempre se tenía la ruina, que según el vulgar pronóstico, les amenazaba el día de San Miguel, de que nacía, que conforme salían de misa y de los sermones, se subía la gente a los alojamientos que tenía en los montes.

"Llegó el 29 de dicho septiembre, día de San Miguel, y a las tres de la mañana, a distancia de un cuarto de legua de las casas de la hacienda, por la parte que declina del oriente al sur, en una cañada que se llama Cuitinga, reventó una muy densa y negra humareda que se fue elevando a la esfera, habiendo precedido a ello, tres o cuatro muy recios temblores, y a poco espacio de haber exhalado este humo, comenzó a oírse un tempestuoso y horrible ruido, y consiguientemente a mirarse salir llamas de fuego, que en globos brotaba con gran violencia para lo alto, envueltos en la misma humareda, que salía cada instante más gruesa y renegrida, lo que visto por dicho padre Molina, administrador y gente, despavoridos todos ocurrieron a oír misa a la capilla, en la que habiendo comulgado muchas personas, durante ello comenzó a llover agua revuelta con tierra, de manera que cuando la gente salió, se hallaba el suelo cubierto con mucho lodo, y los techos muy cargados de lo mismo, el hemisferio con una parda extraña oscuración y la reventazón ya tan gruesa y tronitosa, que causaba pavor y espanto, con mucho hedor a azufre.

"Visto lo referido por el administrador, se puso a caballo, y acompañado del mayordomo y algunos otros, fueron a ver el volcán, pero el que de ellos más se acercó fue el dicho administrador. No anduvo la cuarta parte de la distancia que hay de la hacienda al volcán, volviéndose por los grandes brincos y rugidos de los caballos, por estar ya el camino borrado, y por la mucha y pesada tierra que les

había caído encima, y por lo que se aumentaba el humo, el olor a azufre, la oscuridad y el estruendo, quedando de sus resultas, en el todo desamparada la hacienda.

"En el citado día 29 cargó tanto la lluvia de agua, arena y lodo, que echó abajo todas las oficinas y trocó la hacienda de su amenidad, suntuosidad y mucho valor, en un lamentable espectáculo, ascendiendo su pérdida, según el administrador y muchos inteligentes, a 150 000 pesos, siendo la mayor lástima las hambres y desnudeces que ha padecido la pobre gente operaria que la servía, pues todo lo más malograron y perdieron con ruina, y la compunción que causa ver los animales como bueyes, mulas, caballos, etc., vagueando por los cerros, sin hallar una rama que comer, y muriéndose parte de ellos, aislados, sin poderlos sacar de las playas, por mediar la dificultad de muchas crecientes de agua, entre médanos de arena; y de todo, ninguna esperanza que prometa no solo de quedar las tierras habitables, pero aún imposibilitadas de transitar por el antiguo camino real, que por allí pasaba para las minas de cobre, costa de Acaapulco y demás poblaciones de aquella banda; además de los estragos de este día ha proseguido con los siguientes.

"El citado día 29 y el siguiente 30, estuvo el volcán despidiendo, sin parar un minuto, un formidable borbollón de arena, fuego y truenos; el 10. de octubre reventó un río de agua sumamente espesa y hecha lodo, por el pie de un cerro que está detrás del volcán, a la parte del sur, en tanta cantidad, que impidió el paso al camino que hasta allí podía transitarse; este mismo día despidió un nuevo borbollón de arena, tan caliente, que en donde caía quemaba, y esta no se elevó arriba sino sobre la tierra y para abajo, siguiendo las corrientes del arroyo que llaman Cuitinga, que corría para el poniente, el cual tapó totalmente, habiendo corrido las arenas o rescoído, distancia de un cuarto de legua, abortando en

dicha distancia, y a trechos, tres bocas, no de fuego, sino de vapor, despidiéndose céspedes de lodo a lo alto.

"El dicho 2 de octubre se aumentaron dichos efectos en sumo grado, y con especialidad el borbollón del volcán de fuego, cuyo curso siguió el día 3, y en él se extendió la lluvia de arena con abundancia, hasta la otra citada hacienda de La Presentación, anexa a la de Jorullo, y sita a distancia de dos leguas para el poniente, la que entre el referido día y el siguiente 4, se inundó en sumo grado de tierras y la perdió enteramente, por haber cubierto sus cañaverales en un todo la dicha arena, cuyo efecto fue de resultas de un furioso temblor que acaeció el citado día 2 por la noche.

"D. Manuel Román Sáyago, administrado general de las haciendas de Jorullo, Presentación, San Pedro y demás anexas, sitas en la Jurisdicción de Ario y su Partido, en cumplimiento de la orden que por la carta requisitoria que antecede, y V. el Sr. Teniente Coronel D. Martín de Reinoso Mendoza y Luyando, Caballero de la Orden de Calatrava, Teniente de Capitán General y Alcalde Mayor por S.M. de las ciudades y provincias de Michoacán, con el agregado de Jazo y Thremendo, se ha servido intimarme sobre la verídica, diaria y puntual, narrativa de los efectos del consabido volcán del Jorullo, y de las resultas que con sus materias hubieren acaecido en sus recintos y poblaciones circunvecinas, de el estado del pueblo de La Guacana, y demás que le previene, le informe específicamente, para pasar su noticia a la del Exmo. Sr. Virrey de este Reino, de cuya superioridad dimanó dicha orden, digo:

"Que por lo que hace a los terremotos, estruendos subterráneos y extraordinarios estrépitos que en tres meses consecutivos precedieron a su reventazón; las ruinas que ha verificado su rompimiento el día 29 de septiembre, a las tres de la mañana, en distancia de un cuarto de legua de la situación de la hacienda, en rumbos de orien-

te y sur, en la cañada de Cuitinga, se vieron ya patentes y en términos lamentables hasta las nueve del citado día; los aumentos que recrecieron y estragos que sucedieron con el formidable aborto de sus fogosos exhalamientos, multitud de arenas, piedras y agua, así llovida de la elevada nube, como arrojada de las entrañas de la tierra, la creciente de los arroyos, la pérdida de los caminos y la total destrucción de todo el recinto del expresado Jorullo, y la que se verificó de la hacienda de La Presentación y pueblo de la Guacana, el día sábado 6 de octubre; la lamentable fuga de los respectivos moradores, su penoso alojamiento en el cerro del Curallo y puerto de Tamacuaro, la expulsión de piedras fundidas y porosas, y todo lo demás acontecido y visto en gemebundo estado hasta el día 8 del dicho octubre, en que terminé la primera relación, la que tengo por bastante hasta aquel término y por no necesaria su reproducción, por estar ya pasado por V. a noticia de S.E. y sólo sí exponer los efectos que ha progresado desde el citado día 8 hasta la fecha.

"El 5 y el 6 de dicho octubre, se ha acabado de aniquilar la predicha hacienda de La Presentación, y al mismo tiempo se despobló el pueblo de indios de La Guacana, cabecera del curato de este Partido, que dista como media legua de dicha hacienda, sobre el poniente, cuyo cura salió huyendo a pie, tras de todo el pueblo que iba puesto en fuga a tomar los altos inmediatos, y hoy se haya dicho cura en el cerro del Cuarallo, con la mayor parte de sus indios, en el puerto nombrado Tamácuaro, adonde llevaron y tienen todas las imágenes de su iglesia.

"Esta fuga no la ocasionó tanto la continua lluvia de agua y arena y demás sucedido, como una horrible creciente que hizo el río que baja de Jorullo, y pasa entre dicho pueblo y La Presentación,

siendo esto dimanado no sólo de la lluvia del cielo sino del abor-
to de manantiales que se soltaron de todos los cerros que circun-
dan aquel paraje; con lo que se mantiene el río tan lleno y espe-
so que no sólo causa espanto verlo, sino que habiendo terraplenado
su antigua y honda caja, conduce sus corrientes alternativamente
donde hallan destino las aguas, haciendo éstas muchos estragos en
cañaverales y sementeras de maíz.

"Témese, según crece la furia de dicho volcán y por los efectos
que en este corto tiempo ha hecho, que todos aquellos valles de Jo-
rullc, La Presentación y el pueblo de La Guacama, quédén hechos, co-
mo casi lo están, una unida laguna, así por la continua lluvia de
arena que no cesa y cae envuelta en agua, y sobre ella se han em-
parejado los arroyos y cañadas, como por la abundancia de aguas que
de continuo están brotando todos los cerros circunvecinos, crecien-
do por instantes, que parecen ríos caudalosos, y aún a veces partes
de ellos, y con prontitud quedan secos.

"Todos estos movimientos han estado mirando, e investigando el
dicho P. Molina, el administrador, mayordomo y toda la gente que
ha bajado a fin de sacar todo lo manual, y que se ha podido del me-
naje de la hacienda, y también parte de los víveres que había en las
bodegas, cuyas entradas han hecho a modo de invasión, con inmenso
trabajo, miedos y sobresalto, y a veces les precisó salir huyendo
de las casas por los continuos temblores, tempestades y oscureción
que desde el día de San Miguel no han cesado sobre la hacienda y
todos sus valles, cuyo furor se puede inferir a vista de haberse ya
sabido que las arenas esparcidas del volcán han trascendido veinte
leguas en contorno.

"El 8 de octubre acaeció otra novedad, que fue haber arrojado el
volcán de fuego un espeso aguacero de piedras, que se esparcieron

hasta media legua de distancia de su boca, las cuales posteriormente reconocidas, se hallaron muy fofas, y como requemadas o fritas.

"Hasta hoy, dicho día 8 de octubre, se mantienen en pie las casas de la hacienda y la capilla, por ser todo nuevo y de fuertísimo fundamento, de arquería y estribos, de cantería, lo que ha podido sostener en parte los embates y lluvias de arena, lodo y piedras, sin embargo de que se reconocen cuarteadas, vencidos y hondos sus suelos y manando en agua todo, con insufrible hedor de marisco."

"Todo lo hasta aquí referido, es lo sucedido hasta el citado día 8 de octubre; si hubiere algunas novedades en lo venidero, igualmente que éstas, se participarán al señor Alcalde Mayor de la Provincia de Michoacán, mediante el especial encargo que para ello ha hecho, en cuyo desempeño se le remite con estas noticias un dibujo o ddseño, del modo en que hoy subsiste y se reconoce el volcán.

"Se acompañó en efecto, y existe el prometido dibujo pintado de negro y rojo, con poco tino y sirviendo apenas para formar idea aproximada del objeto. Median las órdenes expedidas a las autoridades para que suministren cuantas noticias sepan acerca del volcán, y sigue otro diario de lo acaecido.

"El martes 9 de dicho mes, desde las cuatro de la tarde, hasta la madrugada del miércoles 10, se alternaron muy espantosos bramidos y seis recios temblores, y este día 10 amaneció todo el hemisferio que circunda el término de tres leguas, muy cubierto, oscuro, y lluvioso de arena envuelta en agua, cargando más su copia para los rumbos de norte y poniente, en los cuales hizo general destroz de encinos y pinares, quebrando la ramazón de todos, y abatiendo, enteros, muchos por el suelo; y este mismo día, se extendió la lluvia de arena hasta la hacienda de Santa Efigenia, de beneficio de hacer azúcar, perteneciente a D. Tomás Mauricio Valoys, vecino de Pátzcuaro, que dista de Jorullo, como cuatro leguas en la irme-

diación de dichos vientos, la consternó en muchos riesgos de arruinar las casas y abatir los cañaverales; también desde este día como corriente en despedir gran cantidad de piedras envueltas en la nube, y algunas del tamaño del cuerpo de un buey, que después de despedirlas con el ímpetu de una bala, caían en el recinto de su boca, las más medianas y chicas, como las elevaba más, se descolgaban en mayor distancia, en tanta copia, que desunidas de la nube, parecían (de día) parva de cuervos, y de noche, un pegujal de estrellas.

"Jueves 11 causó el mismo estrago de montañas, hasta las cercanías de las haciendas de caña, nombradas El Hombre de Dios y Puruarán Viejo, que ambas están contiguas y en distancia de cuatro leguas de la de Jorullo, por la parte oriental, por haber cambiado su nebuloso globo hacia aquella parte, descargando su mayor fuerza en una serranía llamada Cucha (que está interpuesta entre dicho Puruarán y el citado Jorullo), y formando tan horroroso combate desde la boca del volcán a la misma de la serranía, que en su modo, según los rayos, centellas y otros flamantes tiros que correspondientemente se disparaban de una a otra parte, parecía una batalla de bombardería de dos fuertes ejércitos enemigos, con cuyo rumor y según el pavor que este nuevo batallón causó en dichas haciendas, así se despoblaron de gente; sucediendo lo mismo en las minas de cobre de Inguarán, que aunque después se han ido restituyendo, los operarios de unas y otras partes, a solicitud de los mandones.

"El martes 16 amaneció el volcán, con la diferencia de echar sus arenas ya secas, y al parecer más gruesas; el fuego más opulento y los manantiales de agua secos, la esfera de color más rojiza, aunque muy enlodada y desplegando continua arena, en cuyo término, y sin pausar su rumor, se mantuvo el miércoles, jueves, viernes y sábado 20; en los cuales, y toda la semana siguiente:

hasta el sábado 27, no tuvo otra especialidad en su curso, y sólo sí el haber levantado algunos vientos, los cuales, alternados y conduciendo las arenas secas que estuvo arrojando el volcán, cubrieron los pastos de toda la hacienda de ganado mayor nombrada San Pedro, anexa a Jorullo, y distante entre sur y poniente, como cuatro leguas; llegando este perjuicio a los cerros de las minas, sus faldas, llanos y estalajes, y demás tierras de dicha hacienda; a la de Oropeo, que está ocho leguas más al poniente, y a la de Guadalupe, que está más retirada por el mismo lado, dejando todo el ganado empellándose, sin tener que pastar, ni aún ramajé por estar los árboles y varales destruídos, y con las hojas llenas de arena, sin agua que beber, porque en todo este tiempo ha corrido infecta de materias sulfúreas y espesa de arenas; sucediendo lo mismo en Sicuirán, Cunguripo, Guatziban, y otras estancias de ganado mayor, que tenían distintos dueños por la parte occidental, a distancia de diez y de doce leguas.

"En el término de esta semana bajó el cura de La Guacana, y todos los indios de este pueblo, a sacar los vasos sagrados, ornamentos, colaterales y demás menajes de eclesiásticos y los de dicho cura, para mudarse a Churumuco, distante como a quince leguas al sur, y de la misma feligresía, lo cual se ejecutó por no haber quedado el más leve fundamento de poder habitado en el citado pueblo de La Guacana, ni sus términos, por lo que ya sacaron de allí todos sus bienes, muebles, ganados y demás, así de cofradías como de comunidad. No sabré decir si todos los indios se han congregado a Churumuco pero sí asegurar que el cura y parte de ellos, han hecho mansiones en el expresado pueblo, y ha quedado ya enruinado el de La Guacana, caído el techo de su iglesia y todo él arruinado. Es de advertir lo primero, que hasta este día sábado 27 no ha pausado un sólo minuto el volcán en la explosión de sus ignitas materias, ni en su tempestuoso ruido, ni menos en el aborto de su borbollón de

arena, y sólo sí ha extinguido sus manantiales de agua, pues ya no ha habido creciente ninguna, antes por el contrario, la agua que corría natural y antigua por los arroyos de la hacienda, va muy esquilhada por la cima de las playas, porque la antigua caja de ellos no se percibe donde estaba; y lo segundo, que por el mismo caso de la continua confusión del anunciado volcán, los indios de La Guacana, su cura y demás moradores, hicieron con inmenso trabajo el recogimiento de bienes y menajes para su transporte, por el incesante llover de arena seca y opacidad de aquel país, padeciendo de los ojos y sin poder hacer comer, ni aún en el más abrigado rincón, por la penetración de la tierra.

"Viernes 19, a la una del día, a distancia como seiscientas varas de la boca principal, por toda la cañada abajo, para el poniente, se rompió otra boca, por la cual arrojó a la esfera una nueva y espesa nube de vapor, y una tan gran borborada de agua caliente que formó una creciente muy soberbia, la cual duró dos horas y luego cerró la boca y se acabó la agua.

Sábado 13 y domingo 14 se mantuvo en su vigor y fuerza la oscureción en todo aquel recinto, de modo que impidió el llegar a la hacienda (como intenté) con número de gente, a efecto de sacar la santísima imagen de nuestra señora de Guadalupe, que como titular y patrona estaba colocada en el lugar superior del colateral y altar mayor de la capilla, lo cual no se pudo conseguir hasta el lunes 15, que amaneció la nube cargada al oriente, y despejada de ella la hacienda; y habiendo dado lugar, aunque siempre aterrorizando a la gente la tronitoza boca, se sacó la soberana efigie ilelesa, y con su marco entero, por haberlo resguardado la cortina con que estaba cubierta, pero los demás retablos se hallaron extinguidos y el colateral perdido y desdorado por el remajo en que estuvo con las continuas goteras que manaron por el artesón, en

todos aquellos días antecedentes, a causa de haberlos descuadernado los pretéritos terremotos, y hallarse sumamente cargado de arena en su cubierta; y habiendo sacado la expresa imagen de nuestra sacratísima madre, y bajando las campanas de la torre, no sabré explicar el universal sentimiento y llanto de más de ciento cincuenta personas que me acompañaban de la gente operaria, hombres y mujeres, mayormente, cuando en hombros y a pie, en forma de procesión, y con acelerados pasos (por que se iba volteando la nube sobre las casas) comenzaron a caminar, cantando la salve, para afuera, en vía del Cuarallo, siendo lo más tierno del lance, la piadosa consideración de este paso, al ver fugitivo de aquel horrible símbolo infernal, el divino simulacro de la poderosa emperatriz y madre amantísima, que tantos años estuvo patrocinando aquel país: llegamos a Cuarallo.

"El domingo 28 amaneció el volcán con la nube delgada y a manera de humo ceniciento, de modo que iluminaba el sol, blanqueaba como capullo de algodón, y el ruido de su boca, con otra diferencia, cual fue, que de trechos a trechos, en el día y la noche, daba un tronido a manera de un cañonazo, y al darlo salía un ímpetu veloz y una gran borborada de solo piedras, sin pausar el continuo tumor, a veces del modo del que hace un fuelle de fragua, y a veces como el de un mortero de almadanetas; y las llamas de fuego elevadas en tanto grado, que estando en bajío la boca, iluminaba de noche los montes, hasta distancia de doce leguas. En este modo, y sin otra novedad, se mantuvo hasta el jueves 10. de noviembre, en cuyos días sólo hubo el descanso de haberse dejado ver el sol por los cuatro vientos; pero el viernes 2 de noviembre, ya volvió a condensarse el hemisferio, por haberse engrosado desde ayer la nube y vuelto a su primer estado; y desde este día hasta el sábado 3, y siguientes hasta el miércoles 7, se mantuvo sin novedad favorable. Este día bajó el

capellán de la hacienda de Nombre de Dios, Br. D. José de Arriaga, en compañía del administrador de ella, y habiendo llegado al sitio de las casas, aunque con graves temores, quiso dicho capellán exorcisar el volcán; lo que no ejecutó allí, a causa de haberles hecho salir huyendo, apresurados, un nuevo, tempestuoso y formidable ruido de dicha boca; y habiéndose retirado otra media legua más, le exorcizó, desde un alto con el conjuro de tempestades, el jueves 8 amaneció más furioso.

"Viernes 9 oscureció con mucho mayor extremo que los anteriores todos los países circunvecinos, y tuvo todo el valle del volcán como diez leguas, entre poniente y norte, por haber descargado para aquel país la mayor parte de la denegrida nebulosidad; de que infiero se habrán ingerido de arenas los pastos y cañaverales, de todas o algunas de las haciendas de trapiche, que están situadas en aquel valle, y se hallarán sus moradores en temerosa confusión, por estarlo así todas las demás comarcas vecinas, a causa de las nuevas furias y repetición de temblores, mezclándose algunos aguaceros, con huracanes y muchos rayos y truenos, que en los países circundantes, se han alternado en estos cuatro días; de viernes, sábado, domingo y lunes 12.

"Hoy, martes 13, bajé a hacer una nueva inspección ocular a Jorullo, a fin de reconocer si ha corrido el betún o lava que manda S.E. lo noticié en particular, y lo que he hallado es que todas las aguas antiguas de la hacienda, que como tengo dicho, corren por encima de las playas arenosas, van muy delgadas y serenas, y en algunas partes muy cristalinas y del grueso de un dedo, con coya claridad se percibe un asiento de betún blanco, a modo de cal desleída, tirante amarillón, y delgado como un pliego de papel estraza, y por las orillas de este betún se trasparenta un viso nacarado y grasien-

to, que pretendido arrollar con el dedo de la mano, se deshace o incorpora luego en el agua; por manera que no pude recoger nada de dicho betún, como pretendí, y sólo recogí las arenillas, que me parecieron más infectas de él, tomándolas de la nata superficial, de las cuales, como en cantidad de una libra, hago remisión a usted, señor Alcalde Mayor, para que siendo de su agrado, mande a hacer inspección de dicho betún, que no dudo que echándole agua a dicha arena y asentándola, lo expelerá, para que de este modo, y pasando noticia al señor excelentísimo que, satisfecho en su superior y especial pregunta, pues ni yo tengo conocimiento de dicha lava, ni ha habido persona que me diga qué materia sea; pero, sea la especie que fuera, no corre otra cosa, que la que llevo dicho.

"Hasta aquí termina el diario relativo de lo ya visto y observado, en el nunca bien ponderado volcán, y efectos que ha causado, hasta hoy martes 13 del presente."

"Y para concluir, diré otras particularidades, por las cláusulas siguientes:

"1. La primera, él no haber rompido en lo alto de algún cerro, como se ha verificado en los demás volcanes que se ven en este reino, sino en lo más hondo y plano de la cañada de Cuitinga, estando esta oriunda al pie del elevado cerro de Cucha.

"2. La segunda, la diferencia de rumores que ha disparado, desde el día de su reventazón a esta parte, y con especialidad cuando ha engrosado más nube, pues entonces ha formado varias tormentas en la esfera, arrojando repetidos rayos, centellas, explosiones y otros tiros de fuego.

"3. La tercera, haber arrojado tanta y tan innumerable proporción de piedras hechas azuca, de modo que en el recinto de su boca ha formado un brocal, pretil o círculo, que ya pasa su altura de trescientas varas, y sobrepuja los demás que están a los lados de

la cañada, la que totalmente ha llenado y desfigurado.

"4. La cuarta, que tanto estrago y ruinas, que se han padecido, no han peligrado, por divina providencia, persona ninguna, y sólo el haberse desperdigado y andar vagueando todos los operarios.

"5. La quinta, los demás moradores que habitaban Jorullo, Presentación, La Guacana y demás parajes, de su territorio, descarriados por varias partes, donde de muchos se ignora su rumbo.

"Todo lo cual, con las circunstancias referidas, yo dicho administrador, con la personal asistencia, que impelido de la obligación de mi cargo he tenido en dichas haciendas, lo he visto, observado, trajinado y entendido, por lo que el diseño de este diario es, y lo afirmo, por cierto, y en todo, la pura, neta y sincera verdad, como que soy y he sido el más inmediato testigo de vista, en todo lo que llevo especificado en esta relación, que es fecha en esta labor de Cuarallo, en trece días del mes de noviembre de mil setecientos cincuenta y nueve años.

"Manuel Román Sáyago."

"Hasta aquí lo interesante del expediente, que si bien contiene una carta del cura de La Guacana, es ya inútil para nuestro propósito, por no añadir noticia alguna a las comunicadas en los diarios anteriores.

" El aparecimiento del Jorullo es uno de los fenómenos de los verificados en nuestro país; recuerda el Monte Novo, de Nápoles; llama la atención de los sabios del mundo. El barón de Humboldt, en su Ensayo Político, muestra su admiración hablando del volcán, y se expresa, diciendo: "Los que fueron testigos de esta gran catástrofe desde las colinas de Agua Zarca, aseguran que se vieron salir llamas en un espacio de más de media legua cuadrada; que muchos pedazos de peñascos candentes fueron lanzados a alturas prodigiosas, y que al través de una nube espesa de cenizas, iluminada

por el fuego volcánico, y semejante al mar agitado, vieron como se fue hinchando la costra reblandecida de la tierra. Entonces los ríos de Cuitinga y de San Pedro se sumieron precipitados en las grietas inflamadas. La descomposición de la agua contribuía a avivar las llamas, que se veían desde Pátzcuaro, ciudad situada sobre una mesa muy ancha, y a 1400 metros sobre las playas del Jorullo. Este volcán está siempre encendido, y ha arrojado del lado del norte una inmensa cantidad de lava encoriácea y basáltica, que contiene fragmentos de roca primitiva. Las grandes erupciones del volcán central continuaron hasta el mes de febrero de 1760, y en los años siguientes fueron ya muy raras."

"El volcán apareció en lo más bajo de la cañada de Cuitinga. Los materiales llenaron la cañada, y aglomerándose enseguida alrededor de la boca, se elevaron hasta formar una altura considerable. La tierra se abolló, formando vejigas hasta de 180 metros de elevación; las arenas cubrieron los pastos y quemaron los árboles, y las cenizas cayeron hasta cincuenta y siete leguas en línea recta del cráter.

"Todavía está en actividad: bajando hoy en dirección de Ario, por las colinas de Agua Zarca, para Las Playas, se distingue el cono del Jorullo, elevado 1578 pies sobre los planos que lo rodean, arrojando humo, en diferentes columnas; al pie una boca menor, despidiendo también humo, y alrededor, ocupando el terreno denominado el malpais, se distinguen millares de pequeños conos de dos a tres metros de altura, muchos de los cuales exhalan un vapor espeso y se conocen con el nombre de hornitos.

"Jorullo está situado en el Departamento de Pátzcuaro, Estado de Michoacán, a los 19° 09' de latitud norte y 2° 26' de longitud occidental de México, a distancia de 36 leguas del océano. No ha tenido ninguna nueva erupción. Algunas veces aviva la llama, arroja mayor cantidad de humo, y se sienten recios temblores, que se le atribuyen.

El país es triste y está desolado, las cenizas llevadas a lo lejos abonaron la tierra y contribuyeron a dar una gran fertilidad a una gran extensión de territorio. Los arroyos de Cuitinga y de San Pedro, que al principio desaparecieron trabados en las hendeduras, reaparecieron luego como fuentes termales, y en 1803 su temperatura era de 65°. No ha arrojado lava ni una sola vez. M.O.y B."

La anterior descripción de la erupción es la mejor que se ha hecho por autor alguno y dado su interés es que fue transcrita íntegramente.

H. de Sasure. Notes sur le formation du Volcan de Jorullo, Mexique. Bulletin. Societé Vaudoise des Sciences Naturelles. Seance de 22 Juin, 1859.

De Sasure es el primero de los dos geólogos franceses que escribe sobre el Jorullo, durante el siglo XIX.

Dice: La cubierta de lava, o malpais, no es otra cosa que vastos derrames de materias incandescentes, que han tapizado el valle, en forma de golfos o promontorios, como si fuera una masa de plomo fundido que se vertió sobre una superficie rugosa. Los bordes del malpais, que se elevan de 10 a 25 metros, no son más que una porción del levantamiento, pero solamente el fin de la terminal de la corriente de lava... la presión volcánica no ha podido romper las capas suprayacentes, por lo que la lava fluye a través de una falla, por la cual las materias líquidas y fluidas han podido escapar... no por el fondo del valle, en que se ha abierto la fractura, de modo que los basaltos han tapizado las zonas de los alrededores; por ello es que es hacia el declive oriental de los valles, en sus pendientes, que se ha abatido en dirección del fondo de estas últimas, sobre un eje de carácter volcánico que es paralelo a dicho fondo (23).

Los comentarios de H. de Salsure son interesantes en lo que respecta al escurrimiento de la lava y a la influencia que éste tuvo en la morfología del volcán.

Juan de Dios Domínguez publicó un trabajo titulado "Martín Reynoso. El Volcán de Jorullo, 1759." Este apareció en el Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. Nueva serie. Tomo II. México, 1870. pp.561-565, como se ha informado antes; se trata del primer informe oficial sobre el volcán hecho por autoridades del Virreinato de Nueva España. (24).

G. Poulett Scrope, en su trabajo "La Formación de Conos y Cráteres Volcánicos. Editorial Robert Oppenheim. Berlín, 1873, se refiere a la teoría de los "cráteres de levantamiento" descrita por Humboldt.

Según esta teoría se ocasionó una bóveda subterránea y hueca como resultado de un repentino crecimiento de la lava en una región plana de la meseta de La Higuera; la lava tenía forma de vejiga, en la mitad de la bóveda subterránea que es llamada malpais; en medio de ella emergen 6 grandes conos, cubiertos de cenizas volcánicas, entre ellos el propio Jorullo, cuyos conos cuentan con enormes cráteres y macizos de lava basáltica, la cual salió por el cráter de los conos.

La meseta de La Higuera está cubierta por cientos de conitos de una altura de 3 metros. Cuando Humboldt visitó el Jorullo... después de la erupción, estos conitos aún expelían vapor, por lo cual eran llamados por los naturales "hornitos", cuyos conitos estaban constituidos de arcilla dura y basalto negro, con una hendidura de estructura laminar, concéntrica, como vejigas o burbujas levantadas, fenómeno llamado por Humboldt: levantamiento volcánico. (25).

El malpais de la región es una superficie de lava basáltica ori-

ginalmente semilíquida; la lava se acumuló sobre la base y en el antiguo nivel de la meseta; la primera corriente de lava se originó a 150 metros de altura; esta corriente se detuvo al pie del cono, originando un dique de lava con grano grueso, que se unió al malpais, y los "hornitos" que mencionara Humboldt y su colega Burkart son humaredas superficiales en el cauce de la lava, las cuales surgen en columnas de vapor, que más tarde fueron cubiertas por lodo negro, el que, a su vez, se formó de ceniza y agua de lluvia que cayó en grandes cantidades después de la erupción. Este lodo sobrepuesto y la gran cantidad de vapores originaron una separación concéntrica, por lo cual es absurdo inventar una nueva actividad del vulcanismo en una vejiga de estratos horizontales huecos de más de 4 kilómetros cuadrados. (26).

La teoría fundada por Humboldt y von Buch es totalmente errónea, pues la corteza del malpais es un cono semilevantado que necesitó de otra sacudida para desarrollarse en un verdadero cono volcánico, pues al analizar el surgimiento del volcán Awatscha, en Kamtschatka, en julio de 1827, la corriente de lava descendía del cráter al exterior, en el cual formó una cumbre acantilada, similar al Jorullo; la lava se extendió a través de la meseta, desprendiendo vapor, y por lo caliente de la lava, se originaron los "hornitos" y se produjeron en la misma colinas de malpais, de 3 a 4 metros, de altura, de los cuales se elevaban fumarolas o columnas de vapor; en el Jorullo, una intensa lluvia de ceniza, que cubrió el lecho accidentado de lava, hizo que el vapor originara las cúpulas o conos por donde se desprendían las fumarolas. (27).

J. Leclercq. Une visite au Volcan du Jorullo. Bulletin. Société Géographique. Paris, 1886. pp. 386-402, es el trabajo que sigue cronológicamente.

Es una reseña de la visita que hizo en noviembre de 1883, en la cual observó exuberante vegetación durante el ascenso del volcán, pero cuando llegó a la zona de cenizas todas las plantas que encontró fueron parrotillas, tepehuajes y guayabas. (26).

Los siguientes visitantes del Jorullo fueron los eruditos geólogos y paleontólogos alemanes J. Felix y H. Lenk, quienes visitaron muchos volcanes del sur de la Altiplanicie Mexicana y estuvieron en el Jorullo, en abril de 1888.

Su obra sobre el vulcanismo y otros aspectos de la geología y paleontología de México se intituló: *Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der Republik Mexiko, Leipzig-Suttgart, 1889-1899. 252 pp.*

En ella se citan las opiniones de los seis geógrafos y geólogos alemanes que escribieron sobre el volcán Jorullo durante el siglo XIX: Humboldt, Sonneschmid, Burkart, Schleiden, Pieschel y Scrope.

Estos geólogos encontraron un sólo "hornito", pero la vegetación de había extendido mucho, excepto en la margen norte del cráter que carecía de plantas; en el cráter, donde escapa el vapor, hallaron helechos; para la mayor elevación, Pico de Humboldt, dieron una altitud de 1232 metros, contra 1214 que observó Burkart; para La Playa, en la base del malpais, dieron una altura de 714.7 metros, contra 788.5 metros, que observó Humboldt. (29);

Además de la descripción del volcán, estos geólogos alemanes ofrecieron una sección geológica desde Morelia y Pátzcuaro hasta Jorullo y parte de la cuenca del río Balsas, a la escala 1 : 900 000, que muestra como el Jorullo se encuentra en el declive de dicha cuenca y en una zona de clima tropical. (30).

Andrés Villafaña es autor del trabajo titulado *El Volcán Jorullo*, el cual fue editado por el Instituto Geológico de México e impreso por la Secretaría de Fomento, en 1907, con 109 páginas y VII láminas.

Este es el más importante estudio geológico sobre el Jorullo escrito por un autor mexicano hasta esa fecha (31).

Villafaña transcribe los relatos que hicieron los testigos de la erupción del volcán Jorullo en 1759, los cuales corresponden a los del historiador Manuel Orozco y Berra.

Además, hace constar que cuando "empezaron los terremotos allí cesó la erupción del (volcán de) Colima" (32), cuya observación no se encuentra en los otros comentaristas de la actividad volcánica del Jorullo.

Paul Waitz en su trabajo sobre las nubes ardientes del Jorullo, también transcribe los relatos de testimonios referentes a la erupción del Jorullo, en la parte final de su estudio.

Pero, al principio de su trabajo ofrece una interpretación de dicho relato, de la cual se transcribirán algunos aspectos de interés. (33).

Desde fines de junio de 1759 en la hacienda de Jorullo se sintieron ruidos acompañados de "movimientos perceptibles del suelo"; estos ruidos siguieron creciendo y a mediados de julio "se notaron los primeros temblores trepidatorios", "característicos de la zona epicentral", representada por el volcán.

Estos fenómenos perduraron los meses de julio, agosto y parte de septiembre, "aumentando diariamente en fuerza". El 17 de septiembre habían alcanzado tal "intensidad" que se pudo percibir con los ojos "los movimientos de la tierra".

El 29 de septiembre y hacia la media noche "hubo cuatro terremotos", sintiéndose "más próximos" los ruidos subterráneos. A las tres de la mañana del mismo día "reventó un torbellino de humo denso y obscuro"...que..."fue subiendo y aumentando hasta ennegrecer la atmósfera"; "poco después... la tierra (abortó) globos enormes de fuego, que subían envueltos en la columna piramidal de humo, iluminándola".

Después de esta inicial explosión tuvo lugar "el lanzamiento de grandes masas de lodo, producido por la explosión que se efectuó, cuando las masas ígneo-flúidas, ascendentes de la profundidad, se encontraron con los depósitos acuíferos de la barranca de Cuitinga".

"A la lluvia de lodo, le siguió una de arena y ceniza, acompañada de fenómenos luminosos y acústicos, que perduró los días siguientes, cubriéndose toda la comarca, con una capa de arena de una vara de grueso. Esta arena represó en algunas partes el agua de los arroyos que, al forzar el paso, se transformó en corriente de lodo".

"El 10. de octubre... el volcán... vomitó una cantidad enorme de arena encendida...(que)...no se elevaba en los aires por ser muy pesada y se parecía a la greda en su consistencia y color."

"El 2 de octubre... sobrevino un recio temblor, y enseguida se abrieron tres bocas en la tierra, media legua al poniente del Jorullo. Mas no vomitaron ni fuego ni ceniza, sino lanzaban al aire céspedes de lodo con tal fuerza, como si disparase un mortero. En los días siguientes continuaron estas erupciones."

"Parece que las tres bocas nuevas, de las que hablan los dos relatos, diciendo que se formaron el día dos de octubre, no fueron nuevas bocas del volcán, sino que se trata de sólo fuertes explosiones que se efectuaron en la misma corriente de las "nubes ardientes", que tomaron su curso por la cañada de Cuitinga"

"Como se ve, ambos relatos sólo describen dos fases de la erupción, a saber: la formación del volcán, abriéndose la chimenea con la erupción de lodo producida por el contacto de magma ígneo-flúido con el agua freática del subsuelo de Cuitinga, y la siguiente emisión, explosiva de arenas y cenizas, con bombas de mayor tamaño, en un periodo más tarde de esta segunda fase."

Fred M. Bullard es autor del trabajo *Volcanoes in History, in Theory, in Eruption*. University of Texas Press. Austin, Texas, 1962.

Bullard afirma que el estudio de Hans F. Gadow, titulado *Jorullo: the history of the volcano Jorullo and the reclamation of the devastated district by animals and plants*. University Press. Cambridge, 1936, "es un excelente resumen de la historia del Jorullo" y, efectivamente, es el mejor relato histórico en idioma inglés.

Bullard incluye, en general, los mismos relatos históricos que los demás autores, pero agrega que el viernes 12 de octubre de 1759: "un nuevo cráter surgió como a 6000 yardas del cráter principal; es uno de los tres cráteres satélites que se encuentran alineados en dirección norte sur del principal del Jorullo". (34).

Debido a esta información se sabe que el cráter principal se formó el 29 de septiembre de 1759 y que los tres cráteres satélites empezaron a desarrollarse a partir del 12 de octubre del mismo año.

Esperanza Yarza de la Torre, en su obra *Los Volcanes de México*, de M. Aguilar Editor, México, 1971, reproduce los relatos históricos acerca de la erupción del Jorullo y, al final de los mismos, dice: "Del año de 1579 a 1764 hubo erupciones más o menos largas y separadas entre sí, arrojando cenizas y fuego, y dejando transformada la fértil región" (35).

3. Geología histórica. Alejandro de Humboldt se refiere al volcán Jorullo y dice que: "subimos Bonpland y yo el día 19 de septiembre de 1803" a su cráter; agregando, a continuación: "a 36 leguas de distancia de las costas, y a más de 42 de ningún otro volcán que esté en acción, se haya formado de repente, en medio de mil conos pequeños inflamados, una montaña de escorias y cenizas, cuya altura, no comparándola sino con el nivel antiguo de las llanuras inmediatas, es de 517 metros" (36).

En otra obra, el mismo Humboldt, al referirse al Jorullo, dice: "El último de los volcanos conocidos, el Jorullo, que es apenas una gran colina de erupción, consiste casi únicamente en lavas que se asemejan al basalto... la mayor parte de las cuales están escoriñificadas" (37).

Los geólogos alemanes J. Felix y H. Lenk, en su obra sobre geología y paleontología de la República Mexicana, dicen que los conos del Jorullo son de lavas basálticas, casi siempre porosas y muy poco densas, muchas de las cuales contienen granos de olivino y algunas veces de augita cálcica (38).

Los resultados de la investigación de Andrés Villafañá son los más importantes en lo que atañe a la geología histórica y petrografía del Jorullo, por lo cual transcribimos sus conclusiones a continuación.

"El Jorullo ha producido lavas y elementos fragmentarios de varios caracteres, que por las especies minerales que contiene, hay que juntarlas todas en la familia de los basaltos. Se observan varias corrientes de lava que son todos verdaderos basaltos de plagioclase, en los cuales la cantidad más o menos grande de vidrio forman diferentes variedades de estructura" (39).

"La roca lávica rojiza, que constituye los márgenes del cráter, se diferencian de la lava de la última erupción, por una textura más.

granulosa y alterada en algunos lugares por fumarolas. Esta roca presenta unas veces el aspecto de una toba" (40).

"Tobas, arenas y cenizas. Los elementos de estos materiales volcánicos son los mismos que los de las lavas; el olivino se encuentra algunas veces en mayor cantidad. En las tobas están reunidos estos elementos por una pasta vídriosa globular, substancia que se destruye muy pronto por los agentes atmosféricos, por lo cual se cambian las tobas en capas arenosas. No se puede en la actualidad hacer una buena distinción entre la arena suelta y la que presenta caracteres de haber pertenecido a una capa de toba; pues se ha destruido en gran parte la diferencia de estructura."

"No se ha hecho la distinción entre los materiales fragmentarios anteriores y contemporáneos al último paroxismo, sino para indicar la amplitud de la zona ocupada por los últimos...; pues su diferenciación precisa sería sólo en composición química" (41).

Ezequiel Ordóñez, en su trabajo sobre el Jorullo, afirma que el basalto de ese volcán es gris claro, rico en olivino (42).

4. Tectonismo y vulcanismo. Alejandro de Humboldt es el primero que se refiere al tectonismo de la región sur de la Altiplanicie Mexicana.

Dice al respecto, que existe una "gran falla que va del océano Atlántico hasta el Mar del Sur...", de según él es: "un hecho de gran interés geognóstico..." (43).

Humboldt, además de establecer la existencia de esa gran falla, con la cual dice que está relacionado el volcán Jorullo, afirma que: "en una grieta que se dirige del NNE al SSW han salido de tierra seis grandes montes, de 400 a 500 metros de altura sobre el antiguo nivel de las llanuras".

Esta falla, a la que se refiere Humboldt, es en la que se encuentran los volcanes satélites situados al norte y sur del Jorullo pro-

piamente dicho.

J. Felix y H. Lenk admiten el punto de vista de Humboldt de que existe una "gran grieta" relacionada con el "sistema volcánico" del sur de la Altiplanicie Mexicana (45).

Pero, además, también siguiendo a Humboldt, dicen que: "junto con este volcán (el Jorullo) se formaron cinco conos más. Tres de ellos se encuentran en línea recta que parte del cono principal en dirección SSW-NNE; un cuarto cono se encuentra directamente al norte del Jorullo, mientras que el quinto cono se encuentra al NE de él. Los cinco conos se encuentran en una línea curva, cuya dirección de NNE a SSW. Estos cinco conos se levantaron sobre una grieta perpendicular a la transversal de México, formando un ángulo casi recto" (46).

Andrés Villafañá acepta la existencia de la falla, para la cual da un rumbo N-S y una dimensión de 3.5 kilómetros, pero considera que no es profunda. Villafañá ofrece una hipótesis tan larga para explicar la naturaleza de la falla, que por ello la omitimos (47).

Ezequiel Ordóñez dice que sobre la meseta de La Higuera, con una orientación NE 20° SW, se elevan los cuatro conos correspondientes a las aberturas del Jorullo, incluyen el propio Jorullo y los volcancitos, cuyos conos Humboldt supone que están sobre una fractura debido a la posición rectilínea de los aparatos volcánicos (48).

De los anteriores estudios se deduce que el volcán Jorullo, cuya latitud es 19° 02' norte (49), pertenece al grupo de volcanes que se encuentra situado sobre fracturas a los 19° de latitud norte, por una parte, y que perpendicularmente a la fractura que permitió la erupción principal existe otra, con rumbo NNE-SSW, en la que están alineados en Volcancito del Norte, el Volcancito de Enmedio y el Volcancito del Sur.

Esos datos tectónicos son el antecedente del análisis sobre el

vulcanismo que se ofrecerá a continuación.

En primer término se transcribirá todo lo referente a las lavas del volcán Jorullo, según las fuentes que se han consultado.

Alejandro de Humboldt, dice al respecto lo siguiente: "El malpais hacia sus orillas, no tiene sino doce metros de altura sobre el nivel antiguo del llano, llamado Las Playas de Jorullo. Pero el terreno se va aumentando progresivamente hasta llegar a 160 metros de elevación" (50).

G. Paulet Scrope, después de más de cien años de la erupción del Jorullo, dice: "El malpais de la región es una superficie de lava basáltica originalmente semilíquida; la lava se acumuló sobre la base y en el antiguo nivel de la meseta; la primera corriente de lava se originó a 150 m. de altura; esta corriente se detuvo al pie del cono, originando un dique de lava con grano grueso que se une al malpais." (51).

J. Felix y H. Lenk, sobre la base de los estudios que realizaron acerca del Jorullo, dieron a conocer los resultados de dichos estudios en una obra antes mencionada, refiriéndose a las erupciones y a la lava del volcán, en los términos que siguen:

"Debido a la duración de la actividad del volcán, resulta que éste, tal como hoy existe, no es el producto de una sola erupción y, además, que los productos emitidos por él, como lavas, tobas y cenizas volcánicas, tienen diferentes edades. El primero que estudió el volcán, prestando especial atención a estos hechos, fue el ingeniero de minas alemán Emil Schleiden. El indica que los productos volcánicos que ~~lo~~ forman y los alrededores, provienen de cinco o seis diferentes periodos. La más importante formación del Jorullo, el llamado malpais, según Schleiden, se formó por varias poderosas corrientes de lava, especialmente la parte suroeste del mismo, para la cual limitó el uso de la palabra malpais, en notable contraste con Humboldt, que consideró co-

mo malpais a una inmensa masa de lava arrojada en la primera erupción, o sea la estima que es el producto más antiguo del volcán."

"Es sabido que Humboldt consideró al malpais como una elevación en forma de burbuja del terreno circundante al volcán, y por eso, Scrope y otros, y posteriormente Schleiden, entraron en una disputa científica con Humboldt, ya que consideraron que el malpais es un cúmulo de varias y continuadas corrientes de lava y del lanzamiento de ceniza del volcán."

"Encima de esta corriente de lava del Jorullo, todavía en tiempos de Humboldt, se encontraban muchos de pequeños conos, los llamados hornitos, que cubrían su superficie casi uniformemente."

"Sobre la estructura de los hornitos varían mucho los informes de los observadores. Según Humboldt eran de una forma ovalada, similar a los hornos, con un promedio de cuatro a nueve pies de altura. Cada uno estaba compuesto por esferas de basalto erosionadas, con piezas concéntricas un poco separadas del centro, como cáscaras de una fruta. Humboldt pudo contar muchas veces de 24 a 28 de tales cáscaras. Las esferas estaban aplanadas esferoidalmente y casi siempre tenían un diámetro de 15 a 18 pulgadas, pero variaban de uno a tres pies. La masa basáltica estaba penetrada por vapores calientes y disuelta como tierra, pero el núcleo era más denso, mientras que las cáscaras, cuando las desprendía Humboldt tenían manchas amarillas de óxido de hierro. Las esferas estaban unidas por una masa de arcilla, que en turno, estaban subdivididas en secciones irregulares por medio de arandelas que penetraban todos los espacios de las esferas. En el caso de los hornitos, el hueco interior era tan grande, o sea, la bóveda tan delgada, que se quebraba debajo de las pezuña de las mulas. Tales hornitos ya no los ha encontrado ningún visitante posterior." (52).

A esta descripción de las erupciones, de las corrientes de lava y de los hornitos de J. Felix y H. Lenk le sigue un análisis sobre el proceso de la erupción y la naturaleza de los hornitos.

"Creemos que podemos ofrecer de hecho otra explicación sobre los hornitos. Cuando el magma emana del interior de la tierra en estado líquido y se extiende, entonces se forma en él gases y vapores que en parte suben en forma de burbujas. Estas burbujas llegan a la superficie y, entonces, ejercen en el momento que estallan una presión lateral a la sección superior, la cual por el enfriamiento ya es más densa y menos líquida. Probablemente, también levantan esta sección, y, por los dos procesos, se formarán alrededor de tales puntos, arrugas concéntricas, cuyo número es mayor, mientras más veces hayan subido más burbujas en el mismo lugar."

"En un magma estancado, estas arrugas, forzosamente resultan redondas; en el caso de un magma en lento movimiento, se extenderán y asumirán una forma elíptica. Y, en efecto, esta forma la muestran la superficie de los hornitos descritos por Humboldt. Al principio se formaron las burbujas redondas en la superficie de la masa de lava que subía muy lentamente y que, en algunos lados, bien podría haber estado estancada, cuya masa de lava posteriormente formaría el malpais. Cuando la costra de la masa se enfrió, es decir, se solidificó y ya no permitió la salida de burbujas aisladas, se reunieron éstas bajo la costra hasta que resultó la fuerza suficiente para inflarla, quedando formada por arrugas concéntricas en forma de conos más o menos redondeados, los cuales finalmente estallaban, en alguna parte, formando así hornitos!"

"Los hornitos más pequeños fueron cubiertos por las capas de toba, mientras que ésta no alcanzó a los más altos hornitos, sobre todo los que se encontraban hacia el borde del malpais, ya que el torrente de toba no tenía fuerza suficiente para recubrirlos. Así, se explica tam-

bién porque Burkart encontró los pequeños conos que cerca del borde estaban formados en su mayoría por lavas basálticas, y más cerca del volcán principal por un conglomerado de toba. Por cierto que una parte de los hornitos recubiertos con la toba puede haber sido inundados por otra corriente más fuerte de toba. Al levantarse el hornito, las capas de toba se encontraban encima, en forma de mantos, junto a la lava basáltica de los hornitos".

"En nuestra visita al Jorullo, en abril de 1988, encontramos muchos restos de los hornitos, aunque uno sólo estaba bien conservado, y representaba un cono de 3.5 metros de altura, bastante derecho, con una gran cantidad de estratos delgados, formado por una toba de grano grueso y de corteza ancha, ya no tenía ninguna abertura, sino varias resquebrajaduras que corrían en forma radial; sin duda surgió de una elevación que tal vez reemplazó a la abertura lateral."

"Además del primer torrente de lava cubierto de toba, el Jorullo ha arrojado otros más según Schleiden; 3 o 4 hacia el oeste, noroeste y este. El del este es más reciente, puesto que se derramó desde lo más profundo del actual borde del cráter". (53).

Entre los autores que se han referido a las lavas del Jorullo pueden mencionarse también a Villafaña y a Bullard.

Andrés Villafaña dice: "En las dos corrientes inferiores de lava son las únicas en las que se encuentran hornitos, indicando la diferencia de fluidez que presentaron las distintas emisiones lávicas del volcán;... en tanto que la primera corriente pudo alejarse del lugar de emisión 4 km o 4.5 km, la segunda 1.8 km solamente;..." (54).

Fred M. Bullard afirma que existe una cascada de lava que nace en el cráter mismo y que la lava derramada cubre 9 kilómetros cuadrados desde veredas hasta la altura de 100 metros (55).

Eggler, biólogo que estudió aspectos vulcanológicos del Jorullo con un sentido científico que es de admirarse, describe las corrientes de lava del volcán en la forma que sigue:

"Después de la caída de las corrientes I y II hubo una considerable erupción de ceniza y bombas. Estas cenizas eran las que llegaron a las alturas más bajas, y se cree que una considerable cantidad de cenizas llena las depresiones y cubre los montecillos de lava. Los campos de ceniza cubren cerca del 75% de la superficie de la corriente I y cerca del 50 % de la corriente II, pues, excepto cerca de los conos de ceniza, cubre casi toda la corriente. En la corriente de lava I del Jorullo las cenizas tienen un color claro."

"En la corriente III, además de la lava, que de hecho está formada por bloques, tiene ceniza que cayó sobre ella y que se ha adherido también entre los espacios de los bloques. La mayor parte de la lava expuesta tiene grietas y hendeduras."

"La corriente IV, en su mayor parte, es de lava compacta. Dicha lava es también densa, con fragmentos demasiado grandes y con gran cantidad de ceniza."

"Una parte del lado noroeste del campo principal de ceniza está cubierto con un tipo de lava diferente, de carácter escoriáceo y menos densa que la otra, que es más compacta."

"Esta lava escoriácea, a un lado del cono principal, estaba un poco rota y presentaba una superficie rectangular y de aspecto poroso." (56).

En segundo lugar se tomará en consideración lo relativo a el material clástico del volcán Jorullo, según la bibliografía que ha servido de base a este trabajo.

Alejandro de Humboldt, dice al respecto: "... a 36 leguas de distancia de las costas y a más de 42 de ningún otro volcán que esté en acción, se halla, formado de repente, en medio de mil conos algunos pequeños inflamados, una montaña de escorias y cenizas, cuya altura, no comparándola sino con el nivel antiguo de las llanuras inmediatas, es de 517 metros." (57).

El mismo Humboldt, continúa diciendo: "que muchos pedazos de peñascos candentes fueron lanzados a altura prodigiosa, y que a través de una nube espesa de ceniza iluminada por el fuego volcánico, y semejante al mar agitado, les pareció ver cómo se fue hinchando la costra reblandecida de la tierra". (58).

Es decir que Humboldt explica que durante la erupción del Jorullo fueron lanzadas nubes espesas de ceniza y que la montaña que constituye el propio Jorullo es de escorias y cenizas.

G. Paulet Scrope, afirma que "el material fue lanzado hacia arriba en enormes masas, en diferentes puntos del antiguo nivel, durante el comienzo de la erupción y meses siguientes." Además, dice "que los seis conos de residuos volcánicos, cenizas y sustancias fragmentarias..." fueron resultado de la erupción.

El mismo Paulet Scrope, establece la interesante interpretación, en el sentido de que la lava fue cubierta por lodo negro, "el que se formó de ceniza y agua de lluvia que cayó en grandes cantidades después de la erupción. Este lodo sobrepuesto, y la gran cantidad de vapores, originó una separación concéntrica, por lo cual es absurdo inventar una nueva actividad del vulcanismo, en una vejiga, de estratos horizontales, hueca, de más de

4 km cuadrados" (59).

J. Felix y H. Lenk dicen que: "En la parte oeste y suroeste del malpais se encuentran ahora estratos de otro producto volcánico, al que Humboldt llama ceniza volcánica y que Burkart ni siquiera menciona.

Por el contrario, Schleiden observa una "cubierta regular de toda la superficie rugosa del malpais, con capas delgadas y cambiantes de arena y ceniza, de grano, a veces del color del conglomerado, hasta la más fina masa de ceniza, y de un gris claro hasta un rojo oscuro y negro."

"Supone que a la primera avalancha de lava, siguió una lluvia de arena y ceniza. Las diarias tormentas en la época de la erupción y la desigualdad del grano del material, tuvieron como consecuencia una diferenciación en capas."

"Nosotros también hemos observado e investigado los estratos correspondientes, y sólo podemos confirmar los informes de Schleiden sobre su consistencia, aunque sobre su formación hayamos llegado a otros resultados."

Pensamos que los estratos no se formaron principalmente como consecuencia de las tormentas diarias, sino más bien que el material de cada zona salió ya en estado pastoso del cráter y que, por consiguiente, debe designarse como toba volcánica

"Sin duda se vaciaron sobre la corriente, aunque provistas de una fuerte costra resistente, que estaba todavía en movimiento. A esta última particularidad, debe su torcimiento y doblez" (60).

El autor del presente trabajo considera que son más correctas las opiniones de Paulet Scrope y de Schleiden, que las expuestas por Felix y Lenk, puesto que es difícil admitir la efusión de "material pastoso", que después se transforma en toba.

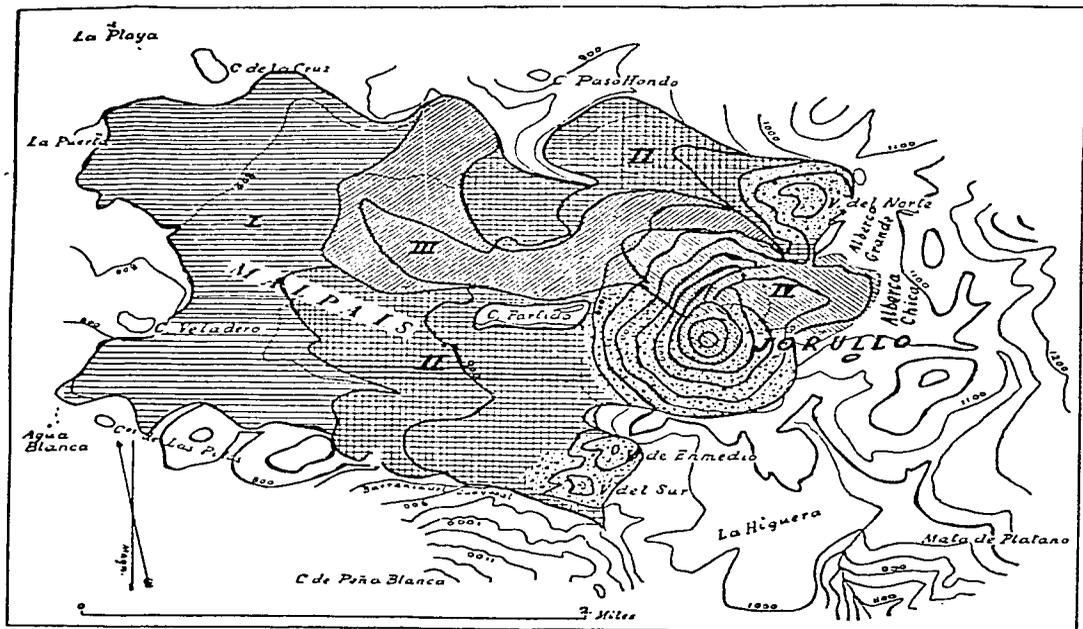
Ezequiel Ordóñez, basándose en las fuentes anteriores, afirma que "Los volcancitos al igual que el cono principal del Jorullo son idénticos y formados de lapilli, fragmentos de basalto compacto y ceniza. En los volcancitos del norte y sur, así como en los intermedios, cuando la erupción estaba por terminarse, arrojó una lluvia de ceniza y bombas volcánicas" (61).

El mismo Ordóñez afirma que: "La ceniza del volcán (Jorullo) llegó hasta las ciudades de Querétaro, Tacámbaro y Uruapan". (62).

Andrés Villafaña dice, acerca del Jorullo, lo que sigue: "El 28 de septiembre de 1759, se anunció la proximidad del paroxismo por una lluvia de arena fina (ceniza volcánica) que debe atribuirse a una acción mecánica de la apertura y despedazamiento del terreno que vendría a ser el sitio de la salida de materiales subyacentes entonces, y no como manifestaciones de la erupción propiamente dicha; porque de ser así, se habrían formado, desde luego, como materiales fragmentarios y esto, según la observación directa y los relatos recogidos en distintas épocas, no se efectuó." (63).

En otra parte de su estudio, Villafaña, dice: "... la roca lávica se cubrió de arena y lapilli del paroxismo, conjuntamente con arenas húmedas de una lluvia de lodo que invadió la región. Así se formaron los hornitos, de donde escaparon los vapores ácidos; estos vapores abundaban en la lava durante su enfriamiento, cuyos vapores vinieron a completar el aparato (volcánico), según Humboldt lo encontró en 1803." (64).

"El Jorullo, sigue diciendo Villafaña, ha producido lavas y elementos fragmentarios de varios caracteres, que por las especies minerales que contienen, hay que juntarlas todas en la familia de los basaltos. Se observan varias corrientes de lava



Mapa del Jorullo

Curvas de nivel, a una equidistancia de 50 metros, medidas sobre el nivel del mar, según Andrés Villafañá.

Zonas geológicas I, II, III y IV que corresponden a corrientes de lava.

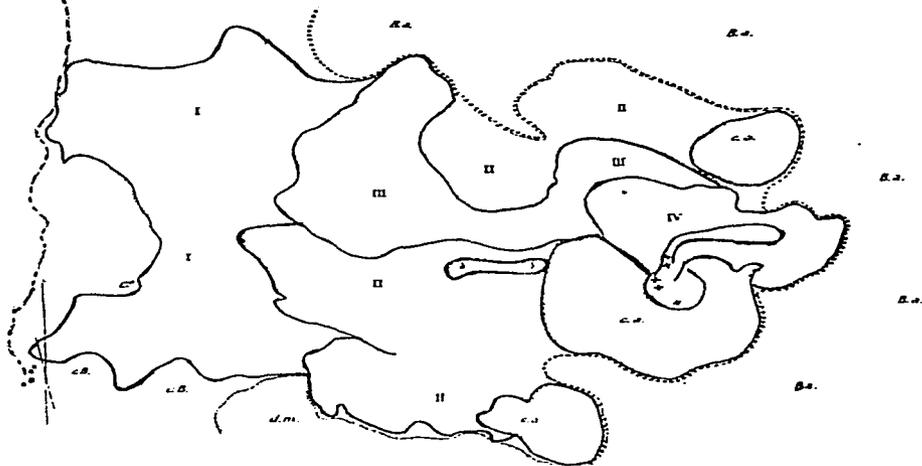
Zonas hachuradas: corrientes de lava.

Zonas punteadas: conos de brechas y aglomerados.

Zonas sin hachurado: rocas de épocas anteriores a la erupción, incluyendo basaltos antiguos y otros materiales ígneos.

La región en conjunto está más o menos cubierta con cenizas y arenas volcánicas.

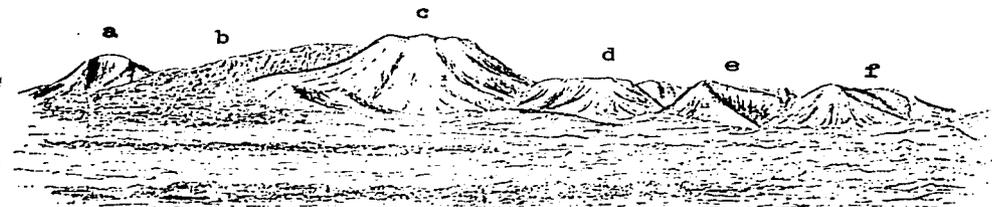
Carte géologique des volcans de Jorullo.



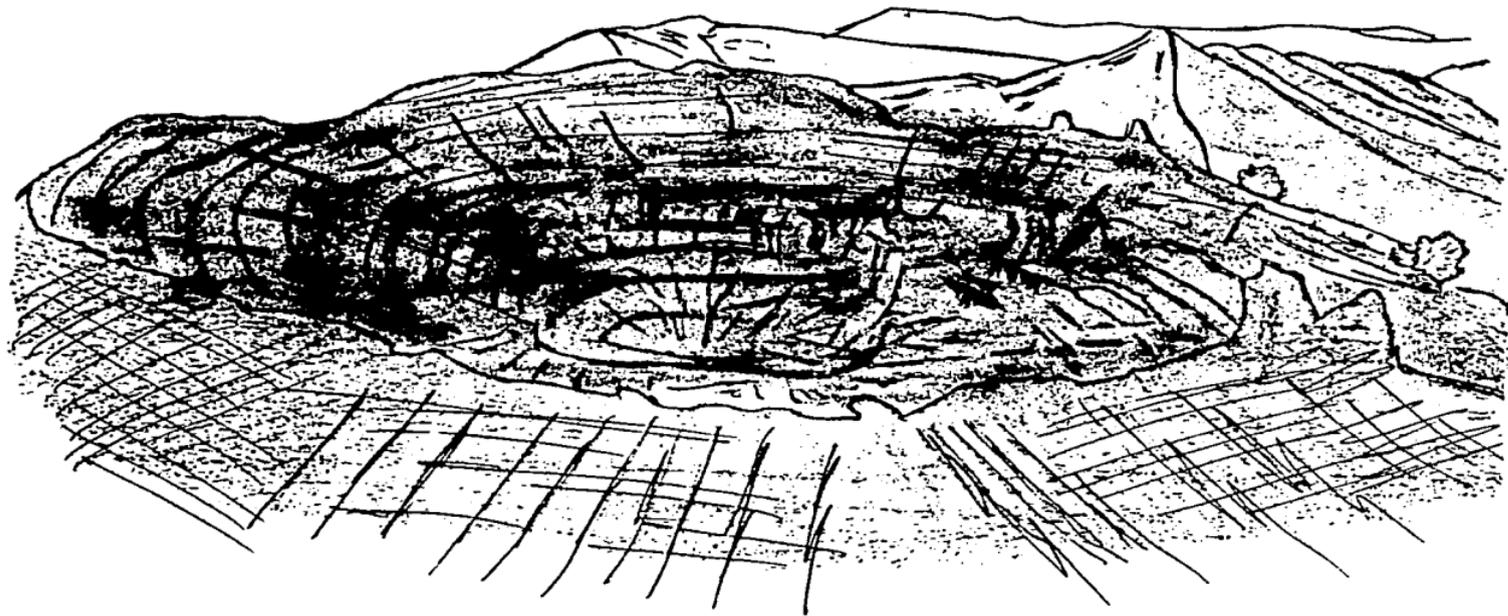
Carta Geológica del Volcán Jorullo

- I. Lava formada por los conos de emisión.
- II. Lava formada por los conos de emisión.
- ca. Conos formados por brechas y aglomerados.
- III. Corrientes de lava del cono principal.
- IV. Corrientes de lava del cono principal.
- Ba. Basalto antiguo en parte cubierto por la actividad volcánica.
- cb. Conos basálticos antiguos.
- d. Doleritas.
- dm. Dioritas y monzonitas.
- . Fumarolas.

Andrés Villafaña



Dibujo tomado de una fotografía desde La Playa de Guadalupe
a, c, e y f, conos volcánicos; b, última corriente de lava
y d, acumulación de arena. Andrés Villafaña.



El cráter del Jorullo
Carl Pieschel

que son todas verdaderos basaltos de plagioclasa, en los cuales la cantidad más o menos grande de vidrio forma diferentes variedades de estructuras." (65).

El vulcanólogo Fred M. Bullard tiene una pequeña cita sobre el material clástico, que es la siguiente: "Las tres primeras afluencias fueron de cenizas, indicando esto que habían sido arrojadas por la parte norte del cráter..." (66).

En tercer orden se tratará del material gaseoso correspondiente al volcán Jorullo, de acuerdo con la información bibliográfica que se ha venido considerando.

Alejandro de Humboldt se refiere a la temperatura determinada por los hornitos en la atmósfera y en las aguas; afirma que, por la acción de los referidos hornitos, "aun a la sombra y muy apartado del sol, subió el termómetro a 43 grados"; y además, dice que "se ven en el día dos ríos que rompen la bóveda arcillosa de los hornitos, y se presentan como aguas termales, en las cuales sube el termómetro a 52,7" (67).

J. Felix y H. Lenk afirman que el Jorullo entró en una terrible erupción el 28 de septiembre de 1759, la cual se mantuvo hasta el año 1763; que entre 1763 y 1774 tuvo actividad de menor violencia; y que en 1774 "se calmó y entró en un estado de fumarola." (68).

Ezequiel Ordóñez se refiere a los gases del Jorullo, en la forma que sigue: "La lava del cráter, no lejos del fondo y sobre la abertura del último escurrimiento, cerca de su salida, tiene algunos agujeros que desprenden constantemente vapores de agua y aire caliente. Los agujeros exhalan vapor de agua a una temperatura entre 75 y 165° C, en algunos lugares situados en los escurrimientos de lava. Los vapores sulfurosos se encuentran entre 93 y 95° C, en las cavidades de los hornitos que avientan el va-

por de agua. La salida de las fumarolas se efectúa por la **rosa** agrietada que se torna amarillenta y de material arcilloso, por la descarga de vapores a altas temperaturas." (69).

Andrés Villafañá considera que la salida de gases tuvo importancia en la naturaleza extrusión de las lavas. "En efecto, dice, parece que se ha comprobado que una de las causas de la fluidez de las lavas, es debida, en parte, al vapor de agua recalentado y a los gases que con ella salen mezclados por una grieta o chimenea, y que estos gases y vapores al desprenderse, o ser expulsados por enfriamiento, pueden producir un fenómeno análogo a lo que los químicos denominan **gallar!**" (70).

Por otra parte, el mismo Villafañá, dice: "En la actualidad los hornitos están destruidos y no se encuentran en sus restos, sino muy ligeras indicaciones químicas de aquellos, pero sí se sabe que 44 años después del escurrimiento de las lavas, habían aún abundantes vapores que de ellos se desprendían", (71).

En fin, Villafañá localiza la actividad de las fumarolas actuales, en la forma que sigue:

"El estado actual del volcán se determina por su estado solfatariano. Se encuentran en los bordes y en el interior del cráter principal algunos desprendimientos de vapor de agua (fumarolas), habiendo podido contar cuatro principales en actividad, y dos extinguidos, colocados de la siguiente manera:

Fumarola del sur, colocada en el interior del cráter, 147° C

Fumarola del oeste, colocada al borde, 83° C

Fumarola del este, colocada en el borde por donde la última corriente efectuó su derrame, 96° C

Fumarola del norte, en la parte hundida de la última corriente, 160° C

Las fumarolas extinguidas estuvieron colocadas al sur y este,

en el interior del cráter, casi a 70 metros de profundidad, y se reconocen los lugares donde estas fumarolas existieron por la alteración sufrida por la roca lávica, en estos mismos puntos en los que la lava se ha cambiado en una roca blanca, ligera, áspera al tacto, terrosa y de aspecto silicoso. El elemento dominante es el vapor de agua y ácido carbónico en la fumarola norte, que tiene mayor temperatura; quizá este vapor de agua estuvo cargado de ácido sulfúrico en otros tiempos, pues se nota depósitos de yeso, principalmente en las paredes este y sureste del cráter, notables por la abundancia de intrusiones, en las que, como elemento componente, domina el sulfato de calcio." (72).

El vulcanólogo Coleman, dice que: "El ambiente ha sido modificado por la vegetación, pero continúa la actividad fumarólica por la acción de los hornitos con temperaturas de 43° C. En el cráter la temperatura era de 60° C. Y en las fisuras se escapa gas fumarólico a una temperatura de 85° C." (73).

Otro vulcanólogo, Bullard, dice: "Del relato de Riaño, obtenemos que "el montículo formado por el volcán estaba desierto y sólo se encontraban en él algunos pequeños árboles... y algunas pequeñas porciones de pasto." También existían numerosas fumarolas, especialmente de los "hornitos" que se encontraban en la lava. "Existían algunos pequeños orificios por los que salía vapor que no permitía detener la manor por mucho tiempo." (74).

El mismo Bullard, dice: "En la época en que Humboldt visitó el Jorullo, todavía existían muchos "hornitos" que arrojaban y ocasionando una elevación de la temperatura, superior a las áreas circundantes. Sin embargo, Burkart visitó el Jorullo en 1827, encontrando muy pocos "hornitos", casi apagados. Además, en el cráter del volcán, habían numerosos orificios que arrojaban vapor. Cuando Schleiden visitó el Jorullo en 1846, encon-

tró cientos de pequeñas fumarolas en las laderas y sobre todo en la cascada de lava que nace en el cráter".

Bullard, además, afirma que: "En la zona noroeste del cráter y cerca del anillo que rodea al mismo cráter, existe un área como de un acre que tiene rocas calientes. Esta área ha sido descubierta por las avalanchas que se desprenden de las laderas del cráter, dejando sin una cubierta a las fracturas, como de un pie de ancho y paralelas al anillo de cráter. Estas fracturas están llenas de material que se desprende de las laderas y que es levantado por los gases; este material está oxidado y tiene un color rojo; se encuentra incrustado en un depósito verde de cloruro ferroso y blanco de cloruro de amoniaco. En las hendeduras, de un pie de ancho, existe calor que no permite poner la mano, pero que no es suficiente para prender un papel ni para hacer que se inicie el proceso de ebullición en el agua. En algunos lugares existe el desagradable olor a cloro."

"Es notorio el hecho de que el Jorullo continúa expeliendo calor y gases 200 años después de su nacimiento." (75).

Si se toman como base las anteriores informaciones, pueden resumirse las actividades del volcán Jorullo, en la forma que sigue:

1) El 28 de septiembre de 1759 comenzó la actividad volcánica con una lluvia de arena fina e inmediatamente después se inició la efusión de lava con gases. Esta efusión de lava y gases estuvo acompañada del lanzamiento de arena y polvo en grandes cantidades, durante los seis meses siguientes. La efusión de lava, así como el lanzamiento de arena y polvo, se mantuvieron desde 1760 hasta 1763.

2) Entre los años 1763 y 1774 la actividad general del volcán fue de menor violencia.

3) A partir de 1774 sólo se han presentado fumarolas (humos de agua y otros gases) y solfataras (gases sulfurosos).

5. Morfología. El estudio de la morfología se realiza en forma semejante a la que se ha venido utilizando para los aspectos de geología histórica, petrografía y vulcanismo, es decir, siguiendo un orden cronológico.

Alejandro de Humboldt, en su obra *Cosmos*, dice: "El último de los volcanes conocidos, El Jorullo, que es apenas una gran colina de erupción, consiste casi únicamente en lavas que se asemejan al basalto... la mayor parte de las cuales están escoriificadas!"(76).

J.Felix y H.Lenk, geólogos que estudiaron el volcán, informan sobre el mismo: "El punto más alto del borde del cráter lo encontramos al noreste y determinamos su altura en 1232.1 m. El segundo punto más alto se encontró frente a éste, al noroeste, con una altura de 1222 m. Entre estos dos puntos está abierto el borde del cráter. El tercer punto más alto lo encontramos al suroeste, con una altura de 1211.2 m. Burkart, por el contrario, encontró el punto más alto al noroeste, con una altura de 1222.4 m. Al punto noreste le da una altura de 1214.6 m., mientras que nuestras mediciones dieron valores más altos que los de Burkart, por lo que suponemos que la cima noroeste del Jorullo ha disminuido en altura..."

"Humboldt determinó la altura del Jorullo en 1301 m.; una cifra que, según las mediciones de Burkart y mías son demasiado altas, incluso si se acepta una disminución de las laderas del cráter. Otros fenómenos puede considerarse que favorecen dicha disminución, como indica Schneider."(77).

Según los mismos geólogos, J.Felix y H.Lenk, "La forma total del cráter es muy alargada. Burkart la describe como una "conca-vidad alargada en forma de hendedura". Una parte de su prolongación, en el norte, está algo separada de las otras partes prin-

cipales del cráter, por un muro de guijarros volcánicos y bloques de lava. La dirección del eje longitudinal del cráter es nornoroeste y sursureste. En el punto norte del mismo, donde como ya se mencionó, está algo abierto el cráter, el borde alcanza una altura de 1159 m. En el punto sur, enfrente de éste, una altura de 1190 m. En esta parte sur del borde del cráter, se encuentran grietas enormes que corren paralelas al borde interior." (78).

Ezequiel Ordóñez ofrece una descripción general del Jorullo y además incluye en su trabajo algunos datos sobre aspectos especiales del mismo. La descripción general es como sigue: "El Jorullo ~~se compone~~ de 4 bocas alrededor de las cuales se formaron los 4 conos con materias proyectadas por explosiones por las bocas antes mencionadas. Por ellas salió la lava, puesto que sus conos reposan del lado oeste, sobre una tierra árida, debajo de la cual se reconocen claramente las masas de lava que escurrieron por cada una de las bocas. La capacidad de las diversas chimeneas de erupción, se puede medir por dimensión de los conos... La altura de los conos es la siguiente:

Volcancito del Norte	1190 m
Volcancito del Sur	1095 m
Volcancito de Enmedio	1040 m

"Los conos se formaron por una aglomeración de fragmentos de lapilli. Estos fragmentos influyen en el espesor de la roca basáltica que está mezclada con arena. Esta aglomeración también se observa en la brecha compacta; en ésta la posición de las capas se observa por la parte inferior del cráter."

"Las aberturas de los cráteres tienen una forma de herradura, por la cual arrojaron las bombas volcánicas; pero éstas se localizaron en gran proporción en el Volcancito del Sur." (79).

Andrés Villafaña, en su estudio geológico acerca del Jorullo, tiene entre otros conceptos sobre la geomorfología del volcán, un párrafo referente a la "configuración fisiográfica... antes de la actividad volcánica", y otro párrafo relativo a los aspectos sobresalientes de la morfología actual.

Sobre el primer aspecto, Villafaña, dice: "La configuración fisiográfica del volcán de Jorullo antes de la actividad volcánica, en el mes de septiembre de 1759, es como sigue: por el norte las faldas de la sierra que se encuentra entre Rancho Nuevo y Agua Zarca, siendo de notarse el Cerrito de la Cruz, la Loma de Paso Hondo, las lomas de El Guayabo y, al noreste, los cerros de Palma Cuata; por el este se encuentra el cerro El Saucito, los cerros de El Bonete, Cuchilla Alta y Perico y la barranca de El Huaco, formada entre los cerros de Cuchilla Alta, Perico y la Mesa de La Higuera; hacia el sur se hacen notables, desde luego, como terrenos anteriores a la formación del volcán, la Mesa de La Higuera, los cerros Blanco y de Peña Blanca, y los cerros de Las Pilas, de la hacienda Agua Blanca. En la parte oeste, se encuentran los cerros de El Veladero, el río de La Playa, que separa esta región de la Sierra de las Canoas, sierra que se extiende hasta el pueblo de La Huacana. Casi en el centro de la región se ubica El Jorullo y el Cerro Partido, que es parte del volcán". (80).

Acerca del segundo aspecto, es decir, los aspectos sobresalientes de la morfología actual, Villafaña, afirma: "Entre estos conos (los cráteres) formados de material fragmentado, hay que observar la predominancia del cráter principal, o Jorullo, sobre los demás; siguiendo en importancia, en cuanto a dimensiones, el Volcancito del Norte y, por último, los conos casi gemelos, del sur, denominados Volcancito de Ermedio y Volcancito del Sur. También es de notar que la parte rota y destruída de estos cráteres está volteada hacia el

oeste. Esta parte destruída de los conos, no sólo ha sido afectada por la erosión, pues ésta ha actuado, aunque en menor escala, en cada uno de los conos, y hubiera podido producir la destrucción hasta la base; en tanto que las otras porciones de estos conos presentan estrías características de los conos que están formados de elementos volcánicos fragmentados". (81).

El vulcanólogo B. Hobson ofrece algunas observaciones sobre la morfología del volcán Jorullo.

Sobre la región que rodea al volcán, dice lo siguiente:

"El volcán Jorullo está localizado en la base de un anfiteatro, que tiene un diámetro de $8 \frac{3}{4}$ de millas. Dicha estructura se sitúa al sur de la Meseta Central mexicana."

"El volcán se ubicó en una plataforma de lavas basálticas antiguas, llamada la Mesa de la Higuera, inclinada de sur a oeste."

"Alrededor del Jorullo existen conos basálticos antiguos, colocados en la forma siguiente:

- A. El Cerro del Bonete, a $1 \frac{1}{4}$ millas al este;
- B. El Cerro del Saucito, a $1 \frac{1}{2}$ millas al noreste;
- C. El Cerro Blanco, a $1 \frac{1}{4}$ millas al sur;
- D. El Cerro del Veladero, a $2 \frac{1}{2}$ millas al oeste;
- E. El Cerro de La Cruz, a $2 \frac{1}{2}$ millas al noroeste."

"Al noreste del volcán se observa la Mesa de la Higuera, a 3000 pies de altura; al oeste se encuentran las montañas de Las Canoas, con formaciones dioríticas; al este surgen las montañas de Inguarán, que penetran en la Sierra Madre del Sur, de México; al oeste del cono aparecen las corrientes de lava, con $3 \frac{1}{4}$ millas de diámetro." (82).

Acera del propio volcán Jorullo, Hobson, afirma:

"La parte más alta del cono principal es llamada Pico de Ria-

ño, bautizada así por el geólogo mexicano Ordóñez."

"El cono tiene 4330 pies de altura sobre el nivel del mar; el lado oeste del cono tiene una altura de 1312 pies y el lado este 574 pies de altura. El volcán es de forma cónica y tiene por cráter una ancha cima truncada; las laderas están invadidas por corrientes de lava muy erosionadas por el clima, las cuales tienen a su alrededor enormes capas de lapilli." (83).

"El cráter es de forma ovoidal; mide de largo, en un eje de norte a sur, 568 yardas; su ancho es de 421 yardas, de este a oeste; tiene una profundidad de 489 pies."

"Al noreste del cráter se encuentra una abertura de 500 pies y una profundidad de 200 pies, debido a la acción de la lava."

"En el exterior se encuentran conglomerados y lapilli; y en su interior, un cono invertido. Las laderas exteriores del cráter tienen un suelo rojizo castaño, y la lava ha formado terrazas así como laderas escarpadas. El pico del cráter tiene lava escoriácea y áspera." (84).

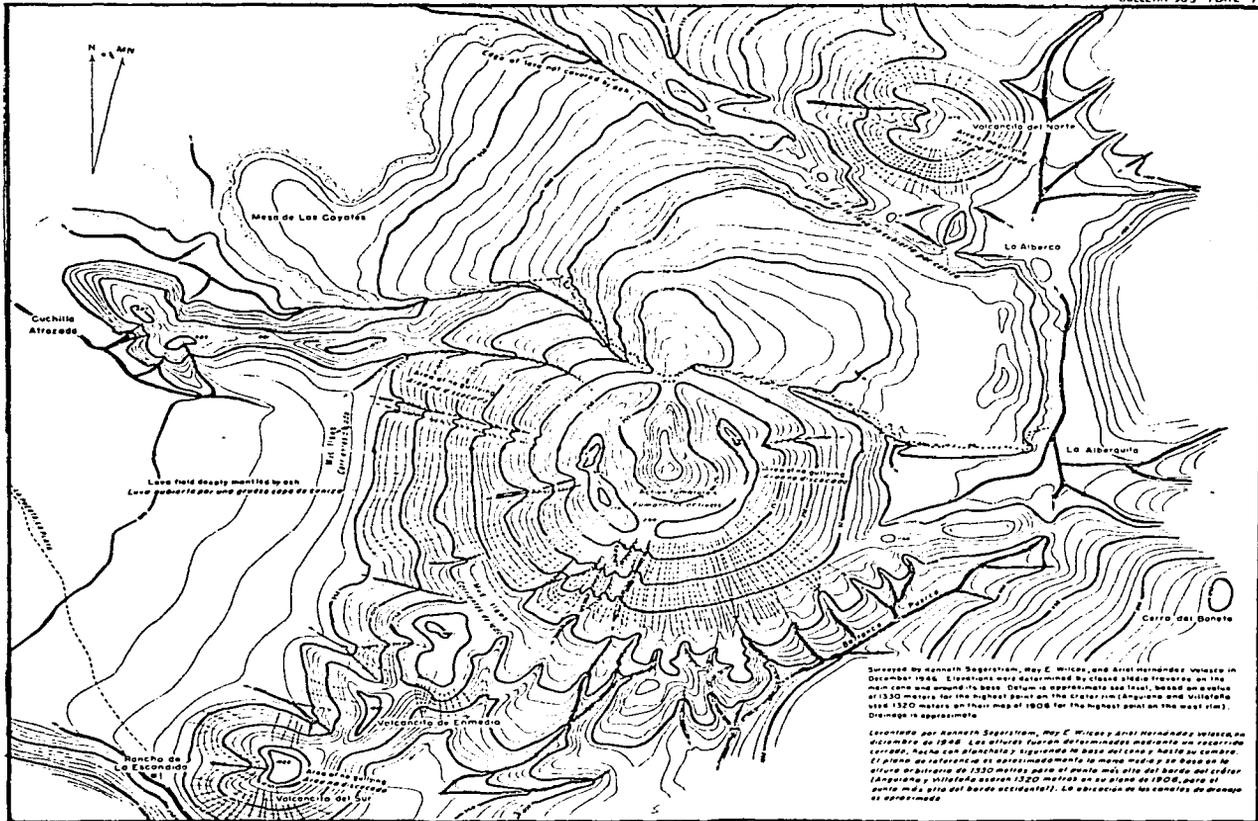
"En relación con los volcancitos Hobson, dice lo que sigue:

"Al noreste del Jorullo, a 1500 yardas, se eleva, a 3903 pies de altura, el Volcancito del Norte; éste se halla a 377 pies de altura de la base de la Mesa de La Higuera, con rumbo al este."

"Al suroeste del Jorullo, a 1500 yardas, se levanta a 3411 pies de altura, el Volcancito de Ermedio; éste se encuentra a 180 pies de altura de la base de la Mesa de La Higuera, con rumbo al este."

"Al suroeste del Jorullo, a 1 milla, se eleva a 3592 pies de altura, el Volcancito del Sur; éste se encuentra 394 pies de altura sobre la base de la Mesa de La Higuera, con rumbo al este."

"Entre el cono principal y el Volcancito de Ermedio se encuentran montículos de arena volcánica y lapilli, que muestran planos horizontales, cuya estructura no es la característica de los conos de



EXPLANATION
EXPLICACION

M
VULCANIC CONES
(Contour lines not identical to those of this map)
Mapas volcanicos (Contorno de elevación no idéntico al de este plano)

F
Lava flow
(Contour lines identical)
Canales de lavas más grandes
(Las curvas de elevación idénticas a las curvas de este plano)

O
Depression contour line
Curva de nivel de depresión

Edge of lava flow covered with ash
Límite de lava que cubren con cenizas

Trail
Caminos

Surveyed by Kenneth Spurgeon, May E. Wilcox, and Ariel Hernández Velasco in October, 1966. Elevations were determined by closed single traverse on the mountain and around its base. Datum is approximately sea level, based on a contour interval of 10 meters. Highest point on the crater rim (highest and suitable used 1520 meters on their map of 1908 for the highest point on the west rim). Distance is approximate.

Levantado por Kenneth Spurgeon, May E. Wilcox y Ariel Hernández Velasco en octubre de 1966. Las elevaciones fueron determinadas mediante un recorrido cerrado, hecho con altímetros, siguiendo el borde del cono y hacia su base. El plano de referencias es estrictamente el mismo medido y se basa en el altura ordinaria de 1520 metros para el punto más alto del borde del cráter (la curvas de elevación usaron 10 metros en su mapa de 1908, para el punto más alto del borde occidental). La ubicación de las curvas de elevación es aproximada.

TOPOGRAPHIC MAP OF JORULLO VOLCANO, STATE OF MICHOACAN, MEXICO, SHOWING SOME DETAILS OF ITS EROSION
PLANO TOPOGRAFICO DEL VOLCAN DE JORULLO, ESTADO DE MICHOACAN, MOSTRANDO ALGUNOS DETALLES DE SU EROSION

500 0 1000 METROS
Contour interval 10 meters, datum is sea level.
Curvas de nivel equidistantes 10 metros, el plano de referencias es la marea media.
6915 D - 66 (in pocket) 36 x 7.

erupción. Esto ha desconcertado a algunos geólogos, quienes suponen la existencia de un cono más."

"Las laderas exteriores de los volcancitos tienen una pendiente con un ángulo de 35° de promedio."

"En los volcancitos es muy frecuente encontrar bombas volcánicas de forma esférica y elipsoidal, envueltas con capas y que tienen fracturas concéntricas. Estas bombas volcánicas son más frecuentes y características del Volcancito del Sur." (85).

Hobson se refiere tanto al propio volcán Jorullo como a los Volcancitos, en el párrafo que sigue:

"Los cuatro conos, se ubican con un rumbo Norte 35° Este a Sur 35° Oeste, en la base de la Mesa de La Higuera, es decir el Jorullo y los Volcancitos". (86).

Hobson completa la descripción morfológica del Jorullo, al referirse a la extensión ocupada por las corrientes de lava, en relación con los cuatro conos del volcán, en los términos que siguen:

"La primera corriente (de lava), la más extensa, cubre un área de 3280 yardas de largo por 3060 yardas de ancho, con un total de 3250 yardas cuadradas de extensión."

"La segunda corriente, menos extensa, formó un muro en su margen exterior, de 130 a 160 pies de altura de material volcánico."

"A esas corrientes le siguieron otras dos. Todas las corrientes se acomodaron durante la fase explosiva del volcán, pero las cuatro corrientes pertenecen al cono principal del Jorullo." (87).

El vulcanólogo Coleman trata de un breve aspecto de geomorfología del Jorullo, que es el siguiente:

"El malpais se extiende de tres a cuatro millas, ascendiendo en estratos, en forma de vejiga. El malpais se formó con la lava

del Jorullo, y ésta tiene escorias en su superficie. El malpais, en su borde noroeste, en Las Playas, tiene un espesor de 12 m., pero debido a la convexidad del terreno, el malpais asciende a 160 m., cerca de la base del cono." (88).

Los geólogos Segerstrom y Williams, entre otros aspectos, se refieren a los efectos de la erosión en el volcán Jorullo, y llegaron a las conclusiones que siguen:

"1. En el lado este el material superficial cubre más el cono, que en los lados sur y oeste, a pesar de que la superficie es de igual permeabilidad en todo el cono."

"2. El lado oeste ha sido removido por el clima, debido a su grano fino, y también ha sido removido al sur; este mismo material de grano fino se encontró en el Volcancito del Sur; en el Volcancito del Norte es un poco más compacto."

"Al oeste y sur la pendiente de los declives son mayores, por efecto de la erosión; al sur el material tiene capas de 5 cm de ceniza." (89).

Los mismos autores, Segerstrom y Williams, establecieron una comparación entre los volcanes Parícutin y Jorullo, en la forma que sigue:

Parícutin

Jorullo

Lugar de origen

En una meseta con pequeñas zonas cultivadas entre cerros desfores-fértiles

En un anfiteatro con suelo muy fértil

Ambiente general

En la cuenca de un río, la cual estaba cubierta con reciente material volcánico, principalmente basáltico

Al sur del borde de una zona de reciente actividad volcánica

Accesibilidad

A 5 km del valle de San Juan Parícutin

A 5k del valle de La Playa de Guadalupe

Eggler, botánico que estudió el volcán, tiene un estudio sobre aspectos morfológicos del mismo.

Acerca de dichos aspectos dice: "En el norte, este y oeste, se encuentra rodeado por montañas que se levantan en la meseta central, con un clima templado. En la zona sur del rectángulo se abre hacia tierras bajas, cálidas, entre la tierra templada. Un gran cono de ceniza y otros tres más pequeños se localizan al final de la parte este del rectángulo. La mayoría de la lava yace al oeste de esos conos" (91).

"...el Jorullo...tiene una elevación de 2500 a 4000 pies." (92).

"Al término de la actividad volcánica, resultó un gran cono de 1300 pies de alto, y tres pequeños conos secundarios y subsidiarios. Un pequeño cono, el Volcancito del Norte, yace al norte del cono principal; y al sur, se encuentran otros dos llamados Volcancito de Enmedio y Volcancito del Sur. Los cuatro conos yacen en una línea recta, de 3 millas de largo, con un rumbo nortee-noreste a sur-suroeste." (93).

"Cuando la actividad volcánica cesó en el Jorullo, las condiciones físicas eran: campos de ceniza, playas de arena, corrientes de lava y conos de escoria y ceniza. El drenaje natural del área del Jorullo dio como resultado un modelo con riachuelos que pertenecen a un sistema de escurrimiento desde las montañas del oeste, norte y este hacia abajo, deslizándose hacia el anfiteatro. Estos riachuelos fueron bloqueados por la erupción con la ceniza y la lava, resultando un extenso desbordamiento de agua que contribuyó a la formación de las playas. El área invadida por las aguas se encontraba orientada de este a norte de las lavas, y el proceso climático del lugar originó una desecación instantánea que dio como resultado una gran concentración de arena en el lugar que hoy es la Playa de Guadalupe." (94).

El vulcanólogo Bullard, dice, sobre morfología, lo que sigue:

"La altura máxima del Jorullo es de 1330 metros, aunque el promedio de altura del anillo del cráter es de 1300 metros."

"El cráter es ovalado, con un diámetro de 400 a 500 metros, y una profundidad de 150 metros, pero tomando como base el promedio de altitud del anillo del cráter, la profundidad se reduce a 120 metros."

"El suelo del cráter se encuentra agrietado, como producto de la última erupción, y está lleno de material que se ha ido desprendiendo de las laderas del cráter." (95).

6. Aspectos geográficos. Algunos autores se refieren a determinados rasgos del paisaje que no son exclusivamente morfológicos, tales como el clima, la vegetación y la economía de la región en la que se encuentra el volcán Jorullo.

Con el propósito de dar a conocer la información o las opiniones referentes a esos otros aspectos del paisaje, se incluyen a continuación las transcripciones correspondientes de los autores que han estudiado dicho volcán.

Alejandro de Humboldt, en el Ensayo Político sobre el Reino de la Nueva España, dice: "En México, que está bajo los 19 y 20° de latitud, las nieves perpetuas comienzan, según mis medidas, a 4600 m de elevación. Y así, de las seis montañas colosales que la naturaleza ha colocado en una misma línea, entre los paralelos de 19° y 19 1/4° , sólo cuatro, a saber: el Pico de Orizaba, el Popocatepetl, el Iztaccíhuatl y el Nevado de Toluca, están cubiertos perpétuamente de nieve, cuando los otros dos, estos es, el Cofre de Perote y el Volcán de Colima, no tienen ninguna la mayor parte del año. Al norte y sur de estos paralelos de las grandes alturas, más allá de esta zona singular, en que se ha colocado también últimamente el volcán Jorullo, no hay montaña alguna que presente el fenómeno de las nieves perpetuas". (96).

En otra parte de la misma obra, Humboldt, afirma: "La Intendencia de Valladolid está cruzada de colinas y de hermosos valles. En general su clima es suave, templado y sumamente favorable a la salud de sus habitantes, y su terreno presenta a los viajeros un aspecto poco común bajo la zona tórrida, cual es de extensas praderas regadas por varios arroyuelos. Sólo bajando del llano de Ario, acercándose a la costa, es donde hay parajes donde los nuevos colonos, y muchas veces también los indígenas, están expuestos al azote de las terciarias y calenturas pútri-

das." (97).

El vulcanólogo Cook Russel, al describir la erupción del Jorullo, dice que éste surgió "en el centro de un campo de cultivo de añil y de caña para fabricar azúcar". (98).

Ezequiel Ordóñez, confirma lo afirmado por Russel, cuando dice: "... el terreno desbastado estaba cubierto por plantaciones de caña de azúcar, pertenecientes a la hacienda de El Jorullo, la cual la lava cubrió con un espesor de algunos metros..."(99).

Coleman también establece las mismas afirmaciones: "El Jorullo se sitúa en un plano de 750 a 800 metros sobre el nivel del mar y rodeado de conos volcánicos. Anteriormente a las erupciones volcánicas, la planicie estaba ocupada por campos de caña de azúcar y añil, pertenecientes a la hacienda de San Pedro Jorullo." (100).

Hans Gadow, el biólogo inglés, además de su buena descripción morfológica del volcán, tiene en su estudio las mejores exposiciones acerca del desarrollo de plantas y animales, después de la erupción.

Acerca de la flora, entre sus numerosas observaciones, dice que en la región del volcán Jorullo todo pedazo de tierra que no fue ocupado por el malpais se encuentra de hecho bajo cultivo.

En la región lluviosa y húmeda del norte crece el banano y la caña de azúcar; hay campos de cultivo de chile, melón y maíz, pues sólo la cima de los cerros arenosos está desnuda de vegetación, aunque en las laderas de dichos cerros puede haber milpas. Además, a pesar de la altura, se observa la palma de coco que rinde cosechas satisfactorias.

En el sur, la planicie separada del malpais, que es ondulada, como en el Cerrito de la Cruz y el Cerro de Paso Hondo, existe vegetación de acacias y mimosas, las cuales incluso cubren el

malpais.

En Paso Hondo, en la dirección del volcán, existen dos valles, llamados Alberca Grande y Alberca Chica, los cuales tienen un nivel de base plano, cubierto de ceniza y arena, por el cual corre el agua, de modo que se facilita el cultivo del melón.

La cima y los declives suaves de los numerosos cerros están sembrados de maíz, y existen asociaciones mixtas de árboles de climas tropical y templado, de encinos, como el roble, el encino blanco, y otros.

A los 4500 pies de elevación se encuentran los pinos, como el Taxodium, que forma asociaciones boscosas. El límite más bajo de las coníferas en Michoacán, es de 900 metros.

La meseta de Mata de Plátano, está dividida en dos partes. Una de ellas es la meseta de La Higuera, que cuenta con un arroyo, situado en un valle con abundante vegetación. Aquí existen acacias, mimosas, cruzada, guayaba, uva cimarrona, etc. La otra parte se encuentra al norte de la Meseta de la Higuera y, en ella existe grandes parrotas, amates y palmas, así como gigantescos ejemplares de Cereus thurberi. De esta meseta se desciende al valle tropical y de frondosa vegetación en que se encuentran las haciendas El Zapote y San Pedro.

Entre el oeste del malpais y Canoas, se encuentra una planicie, que es una continuación de la de La Playa. En esta planicie se cultivó índigo, en la época de Humboldt. En la actualidad todavía hay índigo, algunas palmas, higo y algunas yerbas.

En algunas ocasiones se han observado cactus (Opuntia), como en los pedregales.

Se observaron fajos de orquídeas, pero su crecimiento y desarrollo ofrecen características especiales en la región.

El volcán tiene un bosque denso en sus laderas, que es más espeso en los declives del este y del sur, y casi no tiene árboles en el del oeste, donde está cubierto con Bromus y otras yerbas duras.

La vegetación del volcán se compone principalmente de parrotas, tepehuaje, mimosa, copal, tacoti, palo jiote; en el lado este, de roble y encino, pino, agaves, Salvia, higo, Loranthus, etcétera.

Acerca de la fauna, Gadow, dice: "Los mamíferos son muy pocos y sólo pueden capturarse mediante laboriosas trampas; además ellos deambulan con gran ligereza. Las aves no ofrecen esperanza alguna; los peces son pocos, sólo cinco especies se han registrado por los ictiólogos en las cercanías de la cuenca del Balsas, y en el Jorullo no hay ninguna. Sólo los reptiles y los anfibios están atados a sus lugares; ellos no emigran."

"En el devastado terreno del Jorullo se han encontrado 33 especies (de animales)."

De las 33 sólo 16 son de gran importancia en el área del volcán y sus alrededores, de las cuales todas menos una, son reptiles: saurios y ofidios.

En la cima del volcán Jorullo, son dos géneros de iguanas:

1) Cnemidophorus gularis y 2) Ctenosura sp.

En el oeste del volcán, las especies: 1) Ctenosura acanthinura, 2) Zamenis mexicanus, 3) Zamenis lineatus, 4) Ctenosura depei, 5) Uta irregularis. Todas son iguanas. 6) Sceloporus pyrrhocephalus, lagartija.

En la zona sur del malpais original, con bosque y agua; 1) Boa Imperator; 2) Coluber corais, 3) Elaps fulvis, 4) Oxybelis acuminatus, 5) Drymobius margaritiferus. Todas son serpientes. 6) Iguana rhinolophus, iguana. 7) Sceloporus sp. lagartijas. 8) Anolis nebulosus, insectívoro. (101).

Los vulcanólogos Segerstrom y Williams dicen acerca del paisaje, lo que sigue: "El lugar de la erupción era de suelo fértil y se conocía como "paraíso", en lengua tarasca". (102)

La Asociación Vulcanológica Internacional, en su Catálogo de Actividad Volcánica del Mundo, incluyendo solfataras, tiene sobre el Jorullo, la descripción que sigue: "Nombre del volcán: Jorullo. Tipo de volcán: cono de escorias. Localización: Estado de Michoacán, México. Posición geográfica: Latitud: 19° 02' Norte; longitud: 101° 40' oeste; altitud: 1330 metros. (103).

Jesús Romero Flores, geógrafo, dice: "Al sur de Ario hay una extensión de terreno volcánico denominado malpais, en el cual existe infinidad de conos o pequeños cerros; en el centro de este terreno se levanta, como a trecientos metros de altura, el volcán del Jorullo."

"Todo el terreno que ocupa el malpais era una hermosa hacienda plantada de añil y de caña de azúcar."

"Ario, hurio, significa "tierra caliente". (104).

Eggler, botánico, destaca el hecho de que "Hay muchos cientos de volcanes en serie (en Michoacán) que incluyen el Parícutin, pero el único volcán del que se tiene cierto registro histórico es el Jorullo. Este volcán se localiza a 60 millas al sureste del Parícutin, justo en el borde la Meseta Central de México." (105).

"El nombre de Jorullo, sigue diciendo Eggler, se interpreta como paraíso, en la lengua tarasca; y fue dado al área antes de que el volcán hiciera erupción. El clima es ideal, aunque la tierra no lo es; las temperaturas son uniformes y altas durante el año, y la precipitación es de 40 pulgadas al año; la mayor parte de éstas cae de mayo a septiembre. La cosecha abundante, es determinada por el tipo de clima, e incluye: plátano, maíz, coco, limón, naranja y papaya." (106).

El vulcanólogo Bullard, al referirse al paisaje, dice: "El Jorullo está situado en el oeste de la República Mexicana, en el Estado de Michoacán, a 150 millas al oeste de la Ciudad de México y a 50 millas al sureste del volcán Parícutin. Está en la vertiente del océano Pacífico y en la Meseta Mexicana, y se encuentra dentro de un área que contiene un gran número de conos basáltico jóvenes. Su altura es de 2500 pies y su clima es tropical. La región es inaccesible, pero puede llegarse a ella, a través de un camino, al sur de Pátzcuaro, que atraviesa las poblaciones de Ario de Rosales y La Huacana."

"En el periodo de la erupción la Hacienda del Jorullo era una de las tres que se encontraban trabajando en esa zona, en el cultivo de la caña de azúcar y en la cría de ganado. Debido a lo fértil del suelo y al clima tropical, a la zona se le conoce con el nombre de Jorullo, que en tarasco significa "paraíso"." (107).

6. Consideraciones sobre el fallamiento en la región del Jorullo.

Como resultado del trabajo de campo y de la observación del material recopilado: cartas, un fotomapa, varias fotografías y los cortes geomorfológicos y geológicos, se pueden establecer algunas consideraciones sobre el fallamiento en la región del Jorullo.

La Huacana se halla en una depresión tectónica que está bien definida por todos los materiales antes mencionados: cartas, fotomapa, fotografías y cortes geomorfológicos y geológicos.

El límite norte de esa depresión es un declive con una pendiente casi vertical.

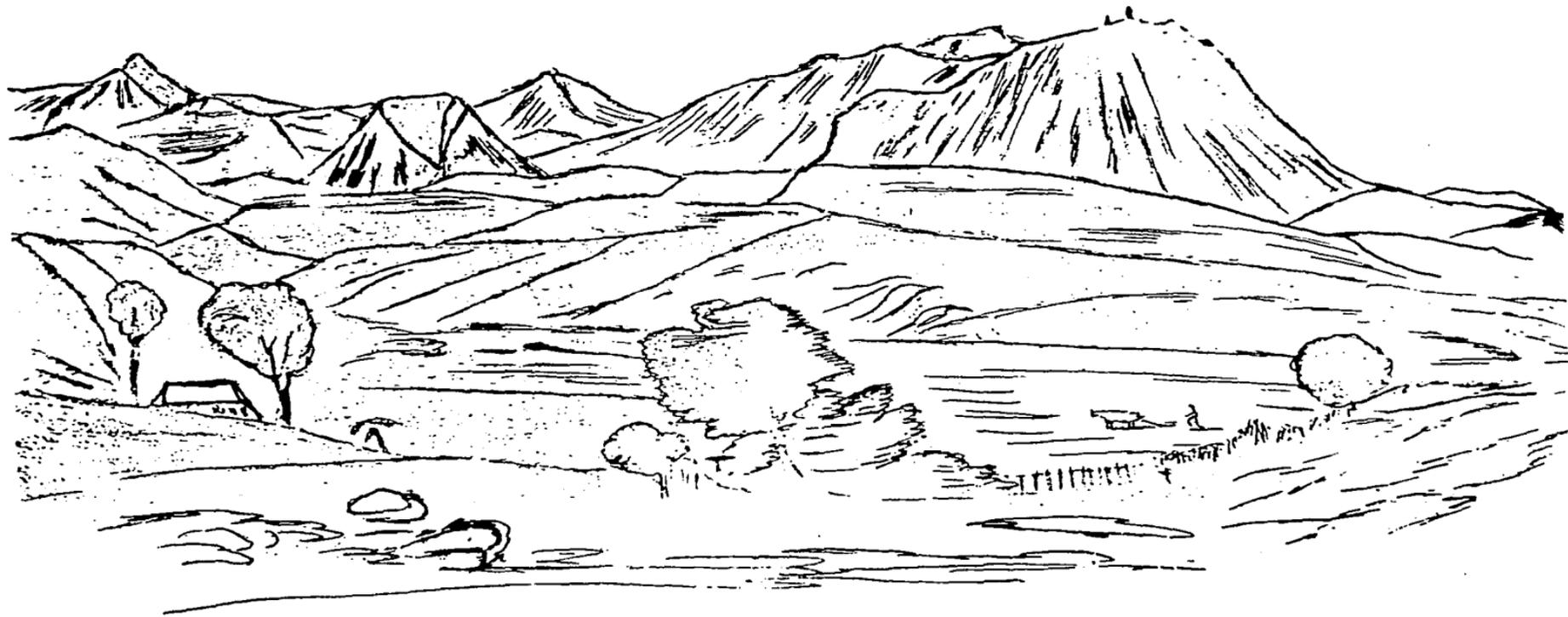
En una de las fotografías se observa, al norte, una serie de bloques de falla que terminan en la depresión de La Huacana, lo cual indica que esta depresión corresponde al bloque más hundido de todo el sistema de fallamiento.

En otra de las fotografías se observa La Mesa que se halla frente a La Huacana, cuya mesa es también un escalón alto del sistema de fallamiento.

La actual depresión de La Huacana corresponde a la depresión del río Cuitinga, que está representada en un croquis de Carl Pieschel.

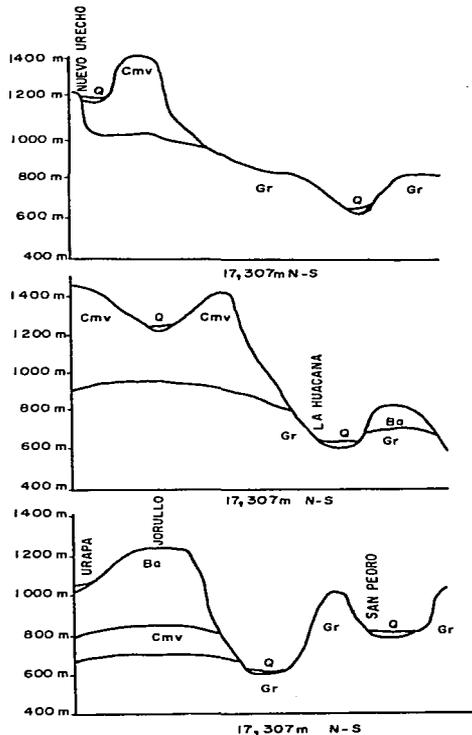
En el fotomapa puede observarse la depresión de La Huacana, así como las fallas de este a oeste que limitan dicha depresión y que deben extenderse a la depresión del río Cuitinga, ahora cubierta por la lava.

Por otra parte, en el foto mapa se observan, asimismo, fallas orientadas aproximadamente de norte a sur, que corresponden a los bloques de falla cercanos a La Huacana, cuyas fallas son paralelas al eje de fallas a lo largo del cual están el Volcancito del Norte, el Jorullo, el Volcancito de Ermedio y el Volcancito del Sur.



La hacienda Jorullo antes de la erupción. (Carl Pieschel).

CORTES GEOLOGICOS



SIMBOLOGIA

Ba Basalto

Cmv Cenozoico medio volcanico

Q Pleistoceno

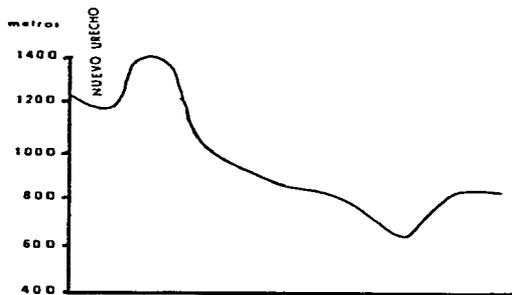
Gr Granitos

ESCALA HORIZONTAL 1:500000

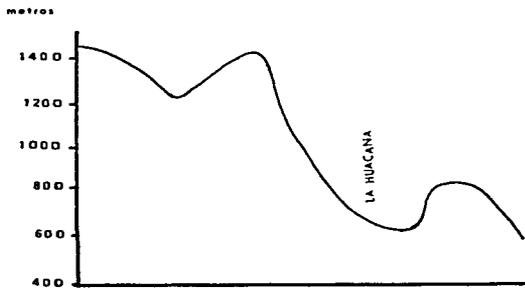
INVESTIGÓ: ANGEL LUIS ALOR L.

DIBUJÓ: ENRIQUE ZAPATA Z.

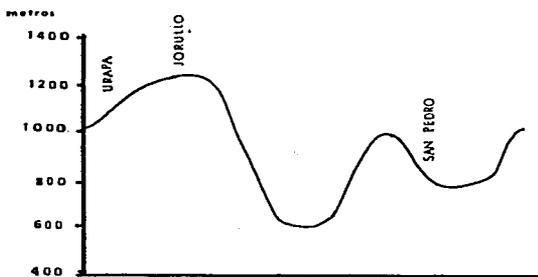
CORTES MORFOLOGICOS



17.307 Km N-3



17.307 Km N-3



17.307 Km N-3

ESCALA 1:500 000

Interpretó: Angel Luis Alor Leal.

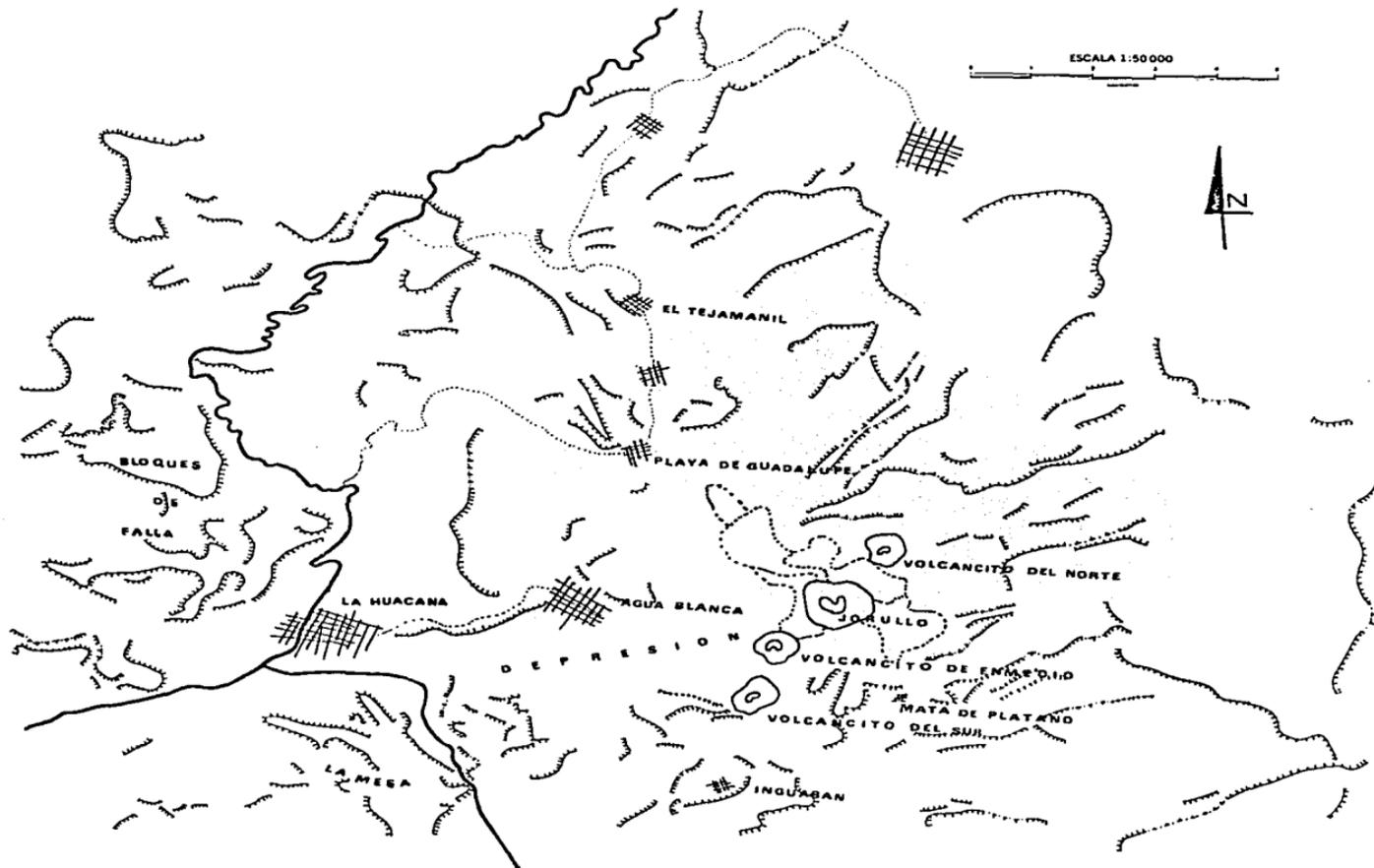
Dibujó: Angel Luis Alor Leal.

SIMBOLOGIA

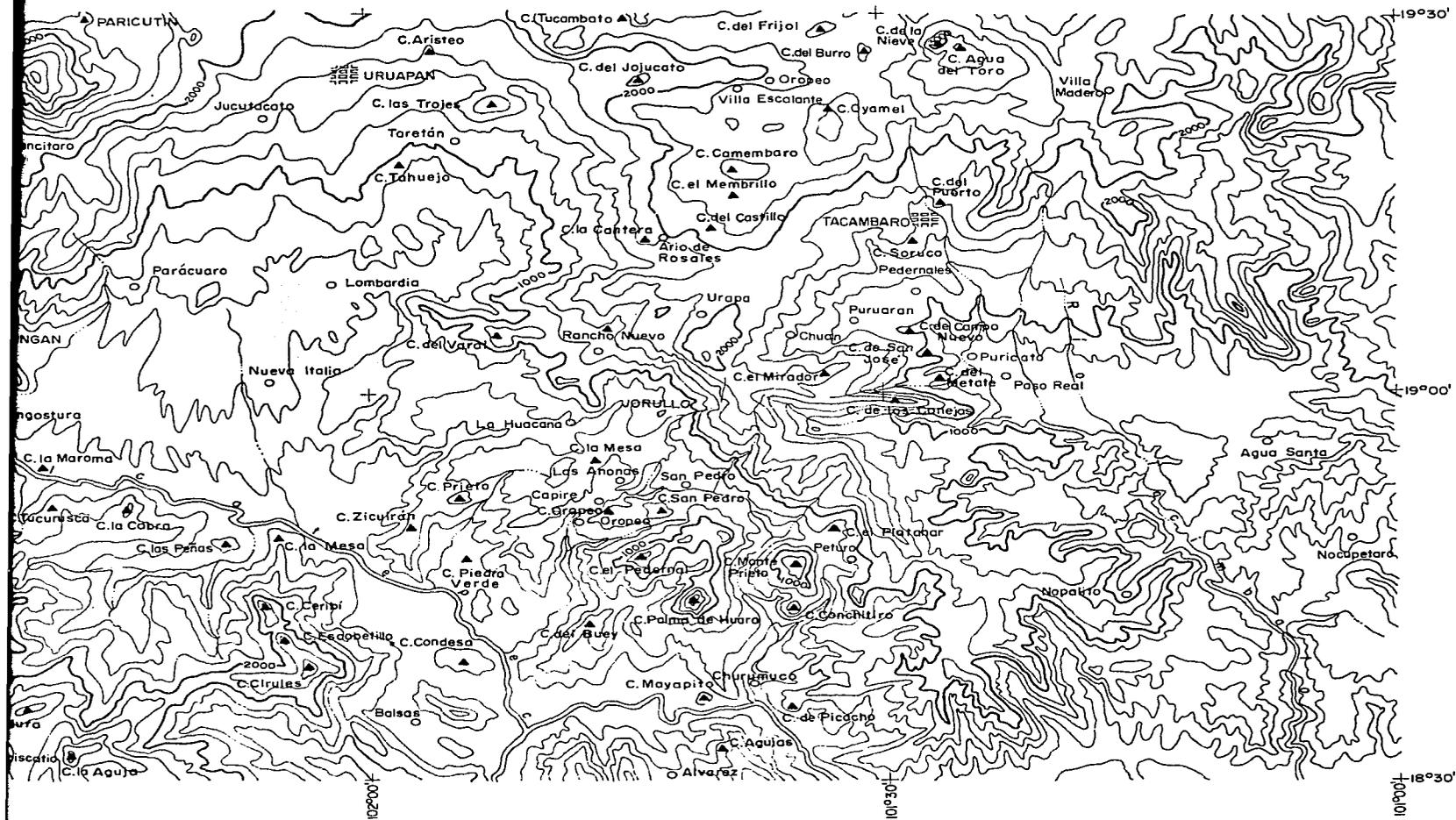
- +—+—+—+— FALLA INDUCIDA
- +—+—+— FALLA
- ▬▬▬▬▬▬▬ PILAR
- ▬▬▬▬▬▬▬ GRABEN
- VOLCAN
- CORRIENTE DE LAVA
- ▨▨▨ Poblados
- CAMINO PAVIMENTADO
- ⋯ CAMINO VECINAL

Investigó y Dibujó:

ANGEL LUIS ALOR LEAL



CARTA TECTONICA



ESCALA 1 : 500 000

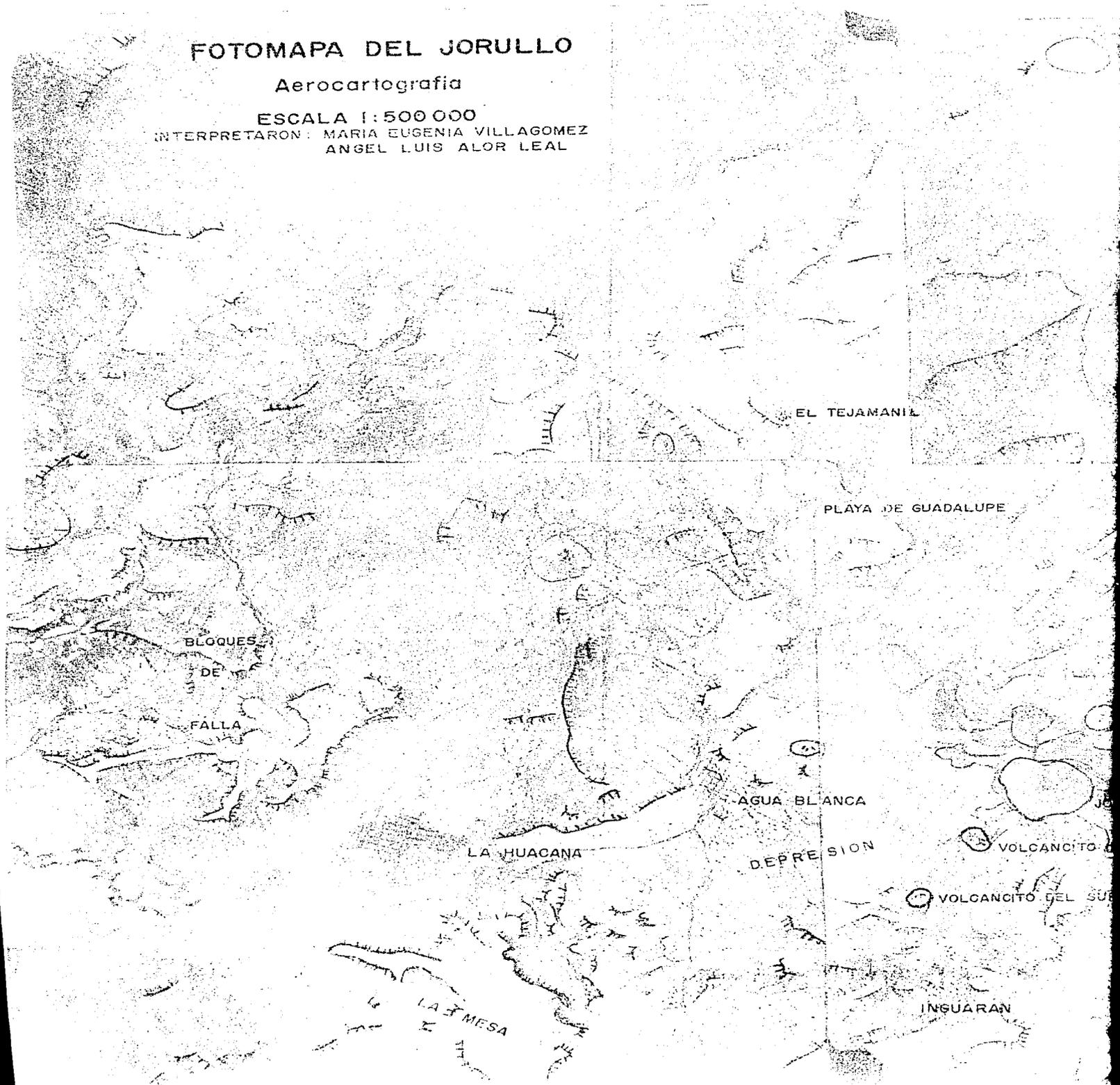
Interpretó: Angel Luis Alor Leal
Dibujó : Raymundo Gutiérrez T.

FOTOMAPA DEL JORULLO

Aerocartografía

ESCALA 1:500 000

INTERPRETARON: MARIA EUGENIA VILLAGOMEZ
ANGEL LUIS ALOR LEAL



LO

SOMEZ
REAL



EL TEJAMANI

PLAYA DE GUADALUPE

VOLCANCITO DEL NORTE

AGUA BLANCA

JORULLO

VOLCANCITO DE ENMEMO

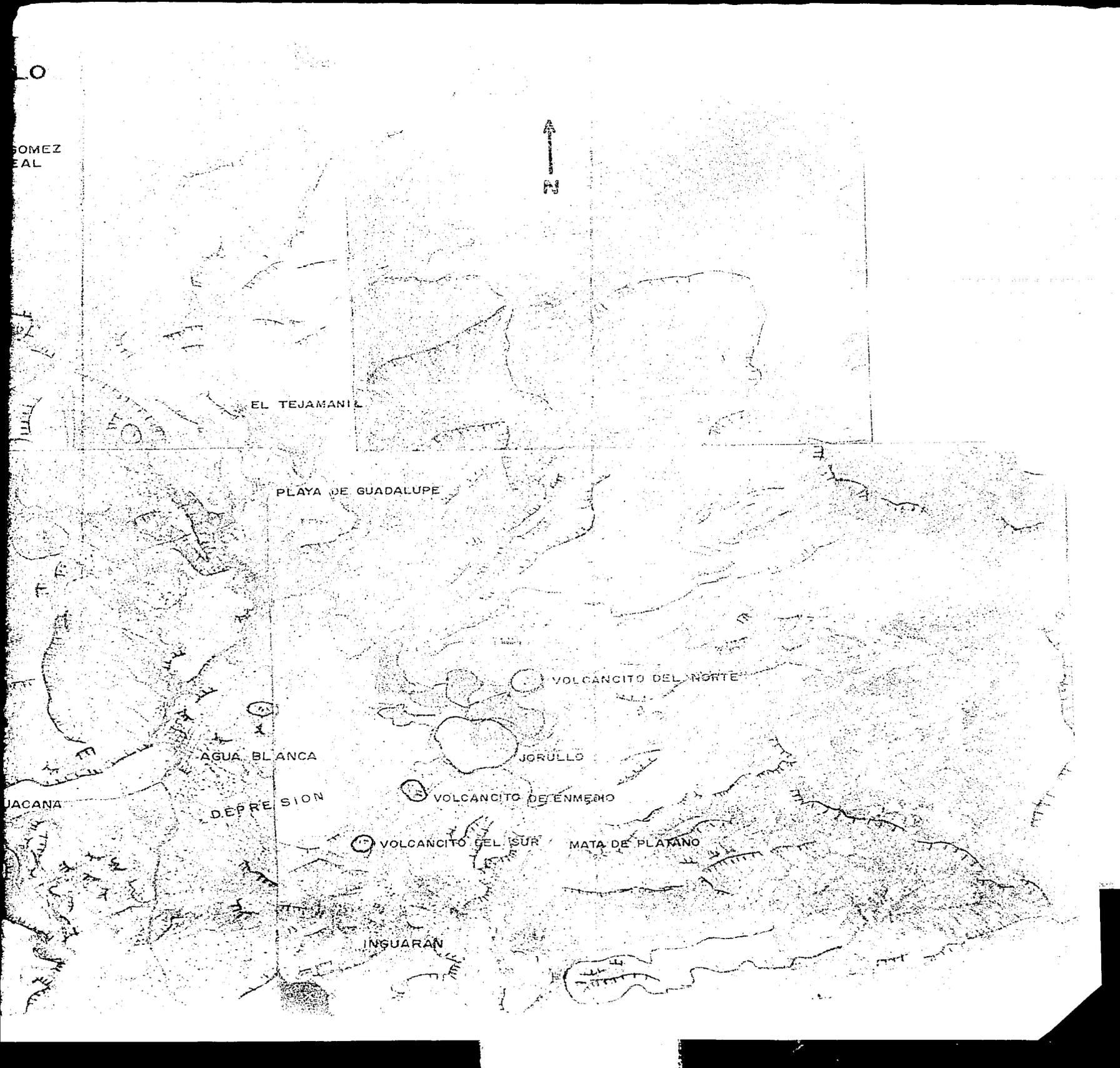
DEPRE SION

VOLCANCITO DEL SUR

MATA DE PLATANO

JACANA

INGUARAN



En resumen, las observaciones sobre fallamientos permiten llegar a la conclusión de que existen dos sistemas de fallas, a saber:

1) el sistema de fallas de este a oeste que incluye las de la depresión del río Cuitinga, cubierto por el volcán Jorullo, y de la depresión de La Huacana, cuya depresión están relacionada con las otras que tienen el mismo rumbo, a la misma latitud de 19° al sur del Valle de México; y

2) el sistema de fallas transversales a las anteriores, con una dirección aproximada de norte a sur, que corresponde a los bloques de falla cercanos a La Huacana y que también corresponde al alineamiento de los conos Volcancito del Norte, volcán Jorullo, Volcancito de Ermedio y Volcancito del Sur. La existencia de fallas transversales a las depresiones es muy frecuente en algunas de éstas, como en la depresión de Tehuacán y en la depresión de Acultzingo-Córdoba.

Es probable que el volcán Jorullo haya hecho erupción en la intersección de una de las fallas La Huacana-Cuitinga con la falla perpendicular sobre la cual, después, tuvo lugar la erupción de los tres Volcancitos.

7. Bibliografía

1. Martín Reynoso. El Volcán Jorullo. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. Tomo II. pp. 561-562.
2. Hans Gadow. Jorullo. The history of the volcano of Jorullo and the reclamation of the devastated district by animals and plants. Cambridge. p. 83.
3. Francisco Javier Clavigero. Storia Antica del Messico. Cesena, 1780. Citado por Hans Gadow. Ob. cit. p. 84.
4. Rafael Landívar. Rusticatio Mexicana. Bonogna, 1782. Citado por Hans Gadow. Ob. cit. p. 85.
5. Hans Gadow. Ob. cit. p. 86.
6. Antonio de Riaño. Superficial y nada facultativa descripción del estado en que se hallaba el volcán Jorullo en la mañana del día 10 de marzo de 1789. Gazeta de México, 5 de mayo de 1789. Tomo III, número 30, pp. 293-297. Citado por Hans Gadow. Ob. cit. pp. 86-88.
7. Franz Fischer. Schriften d. Gesellschaft d. Bergbaukunde. Band II. Leipzig, 1790. p. 443 y del mismo autor Köhlers bergmannisches Journal, IV Jahrgang, I Band, 1791, p. 325. Citado por Hans Gadow. Ob. cit. p. 88.
8. A. de Alcedo. Artículo Xorullo, en Diccionario Geográfico-histórico de las Indias. Madrid, 1789. pte. V. pp. 374-375. Citado por Andrés Villafañá. El Volcán Jorullo. México, 1907. p. 99.
9. Alejandro de Humboldt. Ensayo Político de la Nueva España. Editorial Pedro Robredo. México, 1941.
10. Hans Gadow. Ob. cit. p. 90.
11. Alejandro de Humboldt. Cosmos. Buenos Aires, 1944.
12. Alejandro de Humboldt. Cosmos. p. 536.
13. Alejandro de Humboldt. Cosmos. p. 537.
14. Alejandro de Humboldt. Ensayo Político etc. p. 164.

15. Alejandro de Humboldt. Ensayo Político etc. p. 164.
16. Alejandro de Humboldt. Ensayo Político etc. p. 165.
17. Alejandro de Humboldt. Cosmos. pp. 536-537.
18. Hans Gadow. Ob. cit. Trabajo de Sonneschmidt. pp.92-93.
19. Hans Gadow. Ob. cit. Trabajo de J. Burkart. pp. 93-94.
20. Hans Gadow. Ob. cit. Trabajo de Schneiden. pp. 95-96.
21. Hans Gadow. Ob. cit. Trabajo de Pieschel. pp. 96-98.
22. Manuel Orozco y Berra. Diccionario de Historia y Geografía. Tomo IV. 1854. p. 453.
23. Hans Gadow. Ob. cit. Trabajo de H. de Saussure. p. 98.
24. Martín Reynoso. El Volcán de Jorullo. Ob. cit. pp. 561-565.
25. G. Poulett Scrope. Die Bildung der vulkanischen Kegel und Krater. Berlin, 1873. pp. 5-10.
26. G. Poulett Scrope. Ob. cit. p. 8.
27. G. Poulett Scrope. Ob. cit. p. 9.
28. Hans Gadow. Ob. cit. Trabajo de Leclerc. pp. 98-99.
29. J. Felix und H. Lenk. Beitrage sur Geologie und Palaeontologie der Republic Mexico. Leipzig-Stuttgart, 1889-1899. pp.27-45.
30. J. Felix und H. Lenk. Ob. cit. después de la p.104, figura III.
31. Andrés Villafañá. El Volcán Jorullo. Instituto Geológico de México. Impreso en la Secretaría de Fomento de México. México, 1907. 109 pp, VII láminas.
32. Andrés Villafañá. Ob. cit. p. 100.
33. Paul Fitz. Nubes ardientes observadas en la erupción del Jorullo, 1759. México, 1921. pp. 268-294.
34. Fred M. Bullard. Volcanoes in history, in theory, in eruption. University of Texas Press. Austin, Texas, 1962. p. 293.
35. Esperanza Yarza de De la Torre. Los Volcanes de México. Ediciones Aguilar. México, 1971. p. 163.

36. Alejandro de Humboldt. Ensayo Político etc. p. 163.
37. Alejandro de Humboldt. Cosmos. p. 593.
38. J. Felix und H. Lenk. Ob. cit. p. 29.
39. Andrés Villafañá. Ob. cit. p. 87.
40. Andrés Villafañá. Ob. cit. p. 92.
41. Andrés Villafañá. Ob. cit. p. 93.
42. Ezequiel Ordóñez. Le Jorullo. X Congreso Geológico Internacional. México, 1906. p. 19.
43. Alejandro de Humboldt. Cosmos. p. 536.
44. Alejandro de Humboldt. Ensayo Político etc. p.165.
45. J. Felix und H. Lenk. Ob. cit. p. 28.
46. J. Felix und H. Lenk. Ob. cit. p. 28.
47. Andrés Villafañá. Ob. cit. pp. 21-22.
48. Ezequiel Ordóñez. Ob. cit. p. 22.
49. International Volcanological Association. Catalogue of the active volcanoes of the World including solfatara fields. Napoli, Italia, 1958. p. 14.
50. Alejandro de Humboldt. Ensayo Político etc. p. 164.
51. G. Poulet Scrope. Ob. cit. p.8.
52. J. Felix und H. Lenk. Ob. cit. pp. 28-29.
53. J. Felix und H. Lenk. Ob. cit. pp. 29-31.
54. Andrés Villafañá. Ob. cit. p. 85.
55. Fred M. Bullard. Ob. cit. pp. 300, 298.
56. Willis A. Egger. Manner of Invasion of volcanic deposits by plants with further evidence from Paricutin and Jorullo. New Orleans, Louisiana, 1959. p. 279.
57. Alejandro de Humboldt. Ensayo Político etc. p. 164.
58. Alejandro de Humboldt. Ensayo Político etc. p. 164.
59. G. Poulet Scrope. Ob. cit. pp. 6, 8.

60. J. Felix und H. Lenk. Ob. cit. p.31.
61. Ezequiel Ordóñez. Ob. cit. p. 34.
62. Ezequiel Ordóñez. Ob. cit. p. 46.
63. Andrés Villafañá. Ob. cit. pp. 80, 81.
64. Andrés Villafañá. Ob. cit. pp. 83, 85.
65. Andrés Villafañá. Ob. cit. pp. 86, 88.
66. Fred M. Bullard. Ob. cit. p. 298.
67. Alejandro de Humboldt. Ensayo Político etc. p. 163.
68. J. Felix und H. Lenk. Ob. cit. p. 27.
69. Ezequiel Ordóñez. Ob. cit. pp. 31, 32.
70. Andrés Villafañá. Ob. cit. pp. 83, 85.
71. Andrés Villafañá. Ob. cit. p. 85.
72. Andrés Villafañá. Ob. cit. pp. 97, 98.
73. Satis N. Coleman. Volcanoes, new and old. The John Day Company. New York, 1907. pp. 155-156.
74. Fred M. Bullard. Ob. cit. pp. 298-299.
75. Fred. M. Bullard. Ob. cit. pp. 300-301.
76. Alejandro de Humboldt. Cosmos. p. 593.
77. J. Felix und H. Lenk. Ob. cit. pp. 31-32.
78. J. Felix und H. Lenk. Ob. cit. p. 27.
79. Ezequiel Ordóñez. Ob. cit. pp. 33-34.
80. Andrés Villafañá. Ob. cit. pp. 76-77.
81. Andrés Villafañá. Ob. cit. pp. 85-86.
82. B. Hobson. Mexican Volcanoes. London, 1906. p. 8.
83. B. Hobson. Ob. cit. p. 8.
84. B. Hobson. Ob. cit. p. 9.
85. B. Hobson. Ob. cit. pp. 10-11.
86. B. Hobson. Ob. cit. p. 8.
87. B. Hobson. Ob. cit. pp. 8-9.

88. Satis N. Coleman. Ob. cit. p. 154.
89. Kenneth Segerstrom. ~~Notes~~ on erosion at Jorullo. Geological Survey Bulletin 965 A, Washington, D.C., 1960. p. 139.
90. Kenneth Segerstrom. Ob. cit. p. 141.
91. Willis A. Eggler. Ob. cit. p. 274.
92. Willis A. Eggler. Ob. cit. p. 274.
93. Willis A. Eggler. Ob. cit. p. 275.
94. Willis A. Eggler. Ob. cit. p. 275.
95. Fred A. Bullard. Ob. cit. p. 301.
96. Alejandro de Humboldt. Ensayo Político etc. p. 28.
97. Alejandro de Humboldt. Ensayo Político etc. p. 163.
98. Israel Cook Russel. Volcanoes of North America. New York, 1897. pp. 60-61.
99. Ezequiel Ordóñez. Ob. cit. p. 39.
100. Satis N. Coleman. Ob. cit. p. 153.
101. Hans Gadow. Ob. cit. pp. II-III, 28-48, 49-56.
102. Kenneth Segerstrom. Ob. cit. p. 135.
103. International Volcanological Association. Ob. cit. pp. 17-22.
104. Jesús Romero Flores. Geografía de Michoacán. México, 1958, p. 20.
105. Willis A. Eggler. Ob. cit. p. 274.
106. Willis A. Eggler. Ob. cit. p. 275.
107. Fred M. Bullard. Ob. cit. p. 292.



La depresión en la que se encuentra el pueblo de La Huacana, a la derecha. Al fondo, en primer término, La Mesa. (Foto: Ángel Alor).



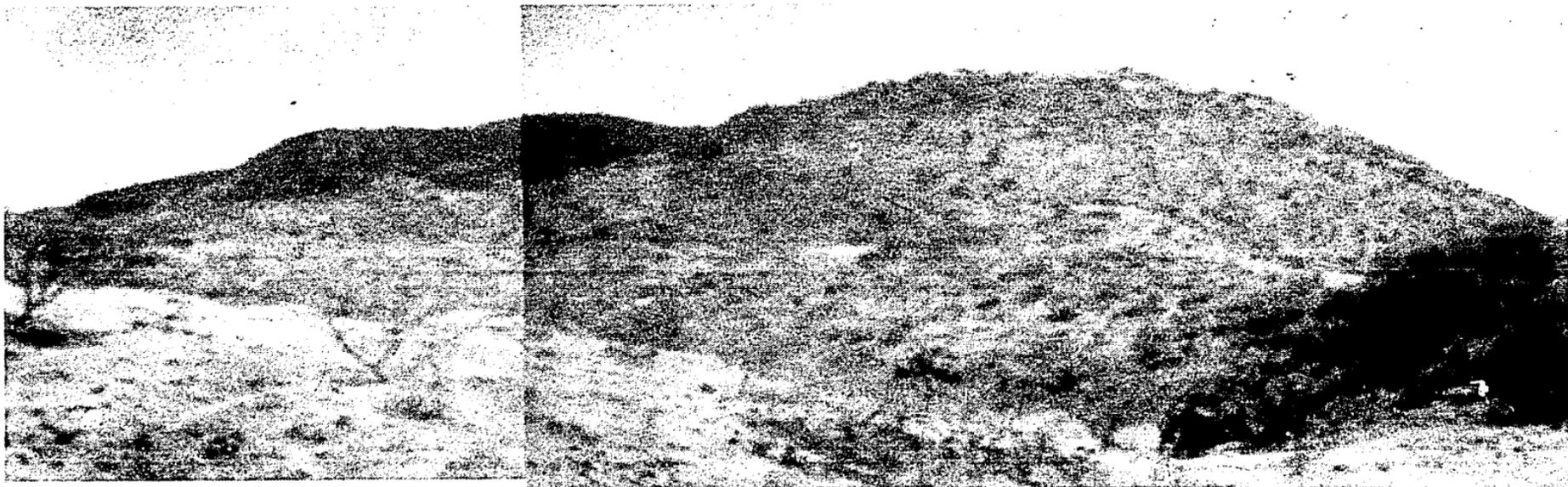
Escalones de falla que se encuentran al oeste de La Huacana. (Foto: Ángel Alor).



Región de tobas basálticas al norte del Jorullo. (Foto: Ángel Alor).



El Gallo, cono volcánico al oeste del Jorullo. (Foto: Ángel Alor).



Vista completa del Jorullo desde el sureste del volcán, en el camino de la Playa de Guadalupe a Mata de Plátano. (Foto: Ángel Alor).



En primer término, una corriente de lava del Jorullo y, atrás, el Volcancito del Norte.
(Foto: Ángel Alor).



Lava basáltica, en parte cubierta por ceniza, al oeste del Jorullo, cerca de La Playa de Guadalupe. (Foto: Ángel Alor).



Vista del cráter del Jorullo, desde el oeste del volcán. (Foto: Ángel Alor).



En primer término, una corriente de lava del Jorullo y, atrás, el Volcancito del Norte.
(Foto: Ángel Alor).



Lava basáltica, en parte cubierta por ceniza, al oeste del Jorullo, cerca de La Playa de Guadalupe. (Foto: Ángel Alor).



Cráter del Jorullo, visto desde el borde oeste.
(Foto: Ángel Alor).



El Jorullo desde la Playa de Guadalupe. (Foto:
Ángel Alor).



El Volcancito de Enmedio y el Volcancito del Sur. (Foto: Ángel Alor).

I n d i c e

	Páginas
Prólogo	3
1. Introducción	5
2. Datos históricos	7
3. Geología histórica	37
4. Tectonismo y vulcanismo	38
5. Morfología	52
6. Consideraciones sobre el fallamiento en la región del volcán Jorullo	68
7. Bibliografía	71