



# bum

Boletín de la UNAM  
Campus Morelia  
No. 105 · Sept./Oct. 2023

## ARTÍCULO

### LA EXPLORACIÓN GEOFÍSICA SOMERA PARA EL PATRIMONIO CULTURAL

**Dr. Gerardo Cifuentes Nava**  
*Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán (IGUM, UNAM)*

La exploración geofísica somera (EGS), la cual se encarga de estudiar los primeros metros del subsuelo, ha sido ampliamente usada en la investigación del patrimonio cultural desde hace ya muchos años. Por ejemplo, el famoso *Hombre de Tepexpan*, que en realidad se trataba de una mujer, fue localizado en 1947 dentro de los llanos de Texcoco, Estado de México, empleando líneas equipotenciales de corriente eléctrica, método denominado Calicatas Eléctricas. De igual manera la Magnetometría ayudó a localizar algunas de las cabezas olmecas en La Venta, Tabasco, en la década de 1970.

Existen muchos trabajos donde los geocientíficos están colaborando arduamente con profesionales encargados de estudios del patrimonio cultural, no

sólo arqueólogos, sino también arquitectos, restauradores, entre otros.

Es muy interesante que no solo se trata en localizar objetos en el subsuelo de interés arqueológico, sino ir más allá, donde el patrimonio cultural también es parte de la identificación de un grupo o pueblo originario. Es ahí donde vemos que la EGS trasciende de lo material (entierros, vasijas) a lo inmaterial (identidad, reivindicación).

Hay que aclarar que no todos los métodos geofísicos son adecuados para este contexto. El geofísico norteamericano J. M. Reynolds nos muestra una primera aproximación acerca del desempeño contra la aplicación de los métodos principales (propiedades físicas): Gravimetría (densidad,  $\rho$ ), Magnetometría (susceptibilidad,  $P$ ), Sísmica (elasti-

## CONTENIDO

### ARTÍCULO

LA EXPLORACIÓN GEOFÍSICA SOMERA PARA EL PATRIMONIO CULTURAL ..... 1

### GRAN ANGULAR

LOS EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOLAR SOBRE LA TIERRA SON MONITOREADOS POR EL LABORATORIO NACIONAL DE CLIMA ESPACIAL (LANCE) ..... 4

### ESTUDIANTES

INUNDACIONES SÚBITAS, ¿QUÉ SON Y CÓMO SE ESTUDIAN? ..... 5

BREVES DEL CAMPUS PARA CONOCER MÁS ..... 6

LIBROS  
LA TORMENTA SOLAR PERFECTA ..... 8

idad, !), Resistividad Eléctrica (resistividad, P), Polarización Inducida (resistividad y capacitancia, m) y Georadar GPR (permitividad eléctrica, P). Donde P significa método primario, s secundario, m se puede emplear pero no con los mejores resultados y ! se considera no adecuado. Sin embargo, esto puede cambiar de acuerdo al diseño, contexto y objetivo. Y, además, en la actualidad, es ampliamente recomendado usar dos o más métodos para minimizar el concepto de *no unicidad*, que quiere decir que dos materiales completamente diferentes pueden dar la misma respuesta para un método geofísico en particular, donde otra técnica puede aclarar cualquier duda al respecto.

En este artículo describiremos la colaboración entre el Instituto de Geofísica Unidad Michoacán (IGUM) y la Facultad de Ingeniería

de otro origen. Teotihuacán está localizado en el Cinturón Volcánico Transmexicano, lo que hace que los materiales usados para edificar las estructuras sean de origen ígneo extrusivo y, además, el valle donde se localiza está dividido por el río San Juan, donde en su porción norte son depósitos de volcanes monogenéticos y el sur son depósitos fluviales, aluviales y lacustres. La Pirámide de la Luna se localiza en el extremo norte de la zona ceremonial, construida sobre los depósitos volcánicos con materiales provenientes de los alrededores, principalmente tobas, constituida de varias etapas constructivas.

En dos de los edificios principales, la Pirámide del Sol y el Templo de Quetzalcóatl, se han localizado túneles, creados por la cultura local, por debajo de sus estructuras, entonces la Pirámide de

la Luna, al formar parte del complejo ceremonial y ser la tercera estructura en importancia de Teotihuacán, existe la suposición y evidencias de la existencia de una cavidad por debajo de su edificio.

Para llevar a cabo las Tomografías de Resistividad Eléctrica (TRE) y Ruido Ambiental (TRA), se diseñaron arreglos en disposición similar, rodeando el edificio, para poder referenciar el estudio común y comparar los resultados adecuadamente.

La Figura 1 nos muestra resultados muy interesantes, en donde se puede observar

el comportamiento del subsuelo con respecto a diferentes propiedades físicas con resultados comunes. Por un lado, la TRE nos da evidencia de un cuerpo resistivo, esto es, que se opone a la circulación de corriente eléctrica, indicativo de cavidades (medios poco conductores como el aire); por el otro la TRA nos muestra un medio de baja velocidad, que corresponde igualmente a la respuesta de un objeto similar al detectado con la TRE. Si bien la geometría de ambas firmas no es coincidente, sí es evidente que poseen una coincidencia muy clara en un cuerpo centrado por debajo del edificio prehispánico y alargado preferencialmente de noroeste a sureste.

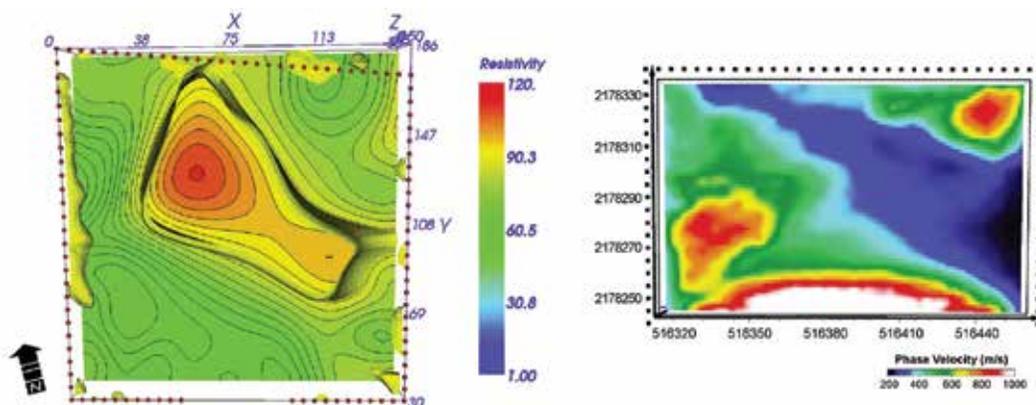


FIGURA 1. TOMOGRAFÍAS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA (IZQUIERDA) Y DE RUIDO AMBIENTAL (DERECHA) EN LA PIRÁMIDE DE LA LUNA, EN TEOTIHUACÁN. SE MUESTRAN LA GEOMETRÍA DE AMBOS DISPOSITIVOS, SEÑALADA CON LOS PUNTOS DE COLOR ROJO Y NEGRO, RESPECTIVAMENTE. LO TONOS ROJOS RESISTIVOS DE LA TRE Y LOS AZULES DE BAJA VELOCIDAD DE LA TRA NOS INDICAN LA POSICIÓN Y GEOMETRÍA DE UNA CAVIDAD. IMÁGEN: GERARDO CIFUENTES.

(FI) de la UNAM, para el estudio del Patrimonio Cultural, que colocan a las geociencias en la transversalidad con otras disciplinas.

#### REVELANDO EL INFRAMUNDO EN TEOTIHUACÁN: DETECCIÓN DE CAVIDADES POR DEBAJO DE LA PIRÁMIDE DE LA LUNA CON TOMOGRAFÍAS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA Y RUIDO AMBIENTAL

Teotihuacán, en el Estado de México, es junto con Chichén Itzá, Yucatán, las zonas arqueológicas más importantes de nuestro país. Lo interesante es que no solo son culturas diferentes, sino que, además, el entorno, sobre todo geológico, es



Universidad Nacional Autónoma de México

#### UNAM

RECTOR  
DR. ENRIQUE GRAU WIECHERS

SECRETARIO GENERAL  
DR. LEONARDO LOMELI VANEGAS

SECRETARIO ADMINISTRATIVO  
DR. LUIS AGUSTÍN ÁLVAREZ ICAZA  
LONGORÍA

ABOGADO GENERAL  
DR. ALFREDO SÁNCHEZ CASTAÑEDA

COORDINADOR DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA  
DR. WILLIAM LEE ALARDIN

#### CAMPUS MORELIA

CONSEJO DE DIRECCIÓN  
DR. ABEL CASTORENA MARTÍNEZ  
DR. AVTANDIL GOGICHAISHVILI  
DRA. MARÍA ANA BEATRIZ MASERA CERUTTI  
DR. DIEGO PÉREZ SALICRUP  
DR. JOEL VARGAS ORTEGA  
DR. MARIO RODRÍGUEZ MARTÍNEZ  
DR. ANTONIO VIEYRA MEDRANO  
DR. LUIS ALBERTO ZAPATA GONZÁLEZ

COORDINADOR DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS  
LIC. CLAUDIA LENINA SÁNCHEZ HERNÁNDEZ

JEFE UNIDAD DE VINCULACIÓN  
F. M. RUBÉN LARIOS GONZÁLEZ

CONSEJO EDITORIAL  
DRA. YESENIA ARREDONDO LEÓN  
LIC. RODRIGO DE LEÓN GIRÓN  
DR. MOUBARIZ GARAEV  
MTRA. LENNY GARCIDUEÑAS HUERTA  
DR. ERIC JIMÉNEZ ANDRADE  
DR. RIGOBERTO LÓPEZ JUÁREZ  
DR. JULIO CÉSAR MEJÍA AMBRIZ  
C. M. D. I. ADRIÁN OROZCO GUTIÉRREZ  
M. EN C. LEONOR SOLÍS ROJAS  
MTRA. AMAURY VERA HUERTA

EDICIÓN, DISEÑO Y FORMACIÓN  
ROLANDO PRADO ARANGUA

CONTENIDOS  
MTRA. LAURA SILLAS RAMÍREZ

BUM BOLETÍN DE LA UNAM CAMPUS MORELIA ES UNA PUBLICACIÓN BIMESTRAL EDITADA POR LA UNIDAD DE VINCULACIÓN DEL CAMPUS

DIRECCIÓN U.N.A.M. CAMPUS MORELIA: ANTIGUA CARRETERA A PATZCUARO NO. 8701 COL. EX-HACIENDA DE SAN JOSÉ DE LA HUERTA C.P. 58190 MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

TELÉFONO UNIDAD DE VINCULACIÓN: (443) 322-38-62

CORREOS ELECTRÓNICOS: vinculacion@csam.unam.mx

PÁGINA DE INTERNET: <http://www.morelia.unam.mx/vinculacion/>

ESTUDIO DE TOMOGRAFÍA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA Y GEORRADAR EN UN CEMENTERIO INNU, NATASHQUAN, QUEBEC, CANADÁ  
 Los pueblos originarios de Canadá han sido comunidades que recientemente han empezado a ser reivindicados por el gobierno de su país. Dentro de este proceso de reivindicación, se han realizado estudios destinados a la identificación de lugares e individuos, los cuales, por falta de registros confiables, han sido sometidos al desinterés de autoridades e inclusive a su destrucción.

Dentro de los estudios específicos, se llevó a cabo un estudio de TRE y de GPR en un pequeño cementerio Innu, localizado en la comunidad de Natashquan, al norte del Golfo de San Lorenzo, provincia de Quebec, Canadá. Este pequeño cementerio ha sido destruido y acotado en su parte exterior, para construir el estacionamiento de la Escuela de Educación Elemental “Nuestra Señora de los Ángeles” en la comunidad.

El objetivo del estudio es acotar la extensión real del cementerio y, además, localizar las sepulturas en el interior del mismo, ya que la mayor parte de éstas ya no se encuentran señaladas.

La TRE solo se midió en la porción existente actual del cementerio, mientras que el GPR se pudo medir en pocas porciones interiores del mismo y se obtuvieron varias secciones de la parte exterior para obtener la extensión real, estas últimas ya cubiertas con pavimento de una calle aledaña y del estacionamiento de la escuela.

La respuesta común de la TRE y GPR (Figura 2), donde el radargrama del segundo método está localizado sobre una de las líneas de TRE dentro del cementerio, no sólo nos muestran estructuras consistentes indicativas de sepulturas, sino que además nos muestran claramente la estructura de duna de arena inactiva, representando la composición principal de los depósitos sedimentarios de la región.

Por otro lado, y de mayor importancia, son las unidades de mayor resistividad (tonos rojos) en la imagen TRE3D, que son indicativas de sepulturas. Estas son las zonas seleccionadas para ser excavadas para llevar a cabo la exhumación y posterior identificación de los individuos pertenecientes al pueblo originario Innu en esta comunidad.

Hemos podido ver, en la breve descripción de los dos casos de estudios presentados, cómo la exploración geofísica somera

puede ayudar a disciplinas que contribuyen al Patrimonio Cultural. El primer caso a la localización de una cavidad que se relaciona al inframundo prehispánico en la Zona Arqueológica de Teotihuacán, lo que servirá para que arqueólogos puedan llevar a cabo excavaciones en puntos precisos de la Pirámide de la Luna. Para el caso de Natashquan, no sólo se puede obtener la estructura de la duna que fue usada como cementerio, sino que además se pueden identificar sitios relacionados directamente

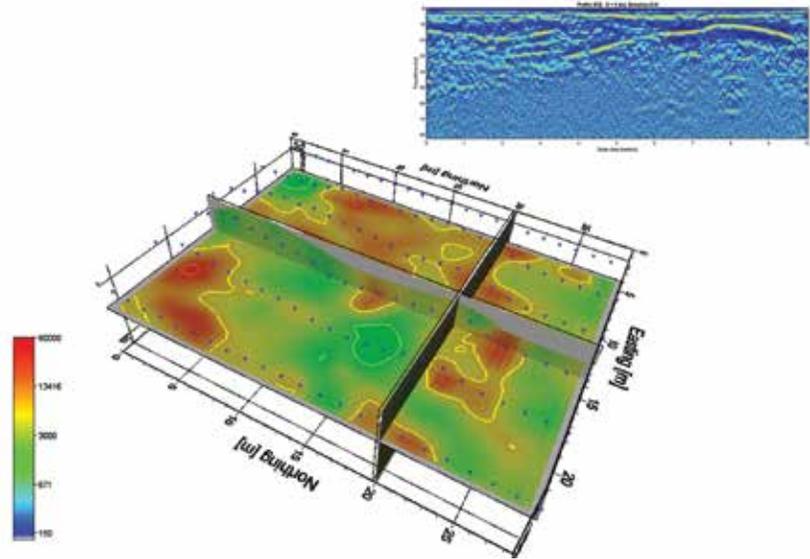
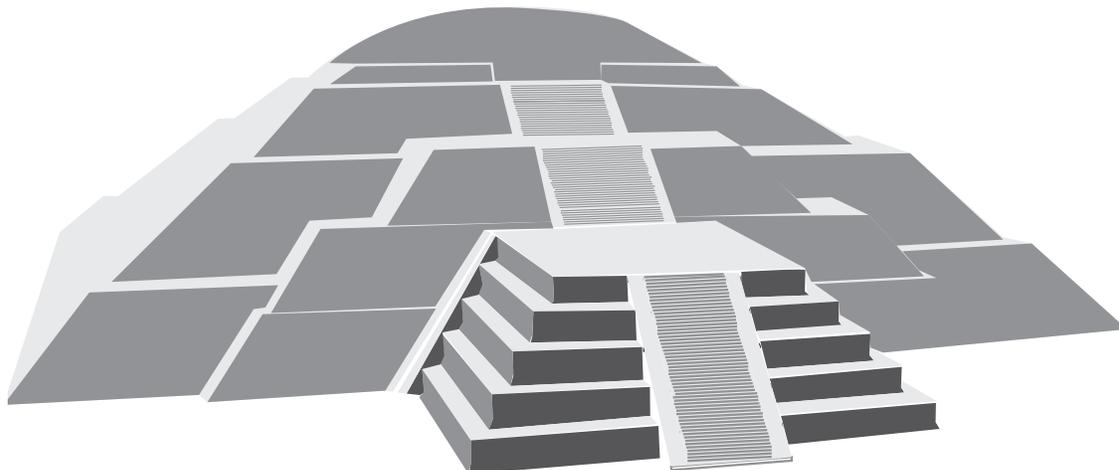


FIGURA 2. RADARGRAMA DE GPR E IMAGEN DE TRE3D DEL CEMENTERIO INNU EN LA COMUNIDAD DE NATASHQUAN. SE PUEDE OBSERVAR EN LA IMAGEN DE GPR LA ESTRATIFICACIÓN DE DUNA, ADEMÁS DE ESTRUCTURAS QUE SON COINCIDENTES CON LOS ALTOS RESISTIVOS DE LA TRE3D INDICATIVOS DE SEPULTURAS NO SEÑALADAS. IMÁGEN: GERARDO CIFUENTES.

con sepulturas que podrán ser exhumadas en un futuro con fines de identificación humana para la reivindicación y por lo tanto como un objetivo no material. Ambos casos permiten aportar a la preservación de la memoria del Patrimonio Cultural, con diferentes contextos y diferentes objetivos, que muestran la transversalidad de diferentes disciplinas con un objetivo común.

Equipos de trabajo: D. L. Argote, A. Caccavari-Garza, M. Cárdenas-Soto, G. Cifuentes-Nava, R. E. Chávez, D. Escobedo-Zenil, A. García-Serrano, E. Hernández-Quintero, C. Jácome, V. Ortega, J. Sánchez-González y A. Tejero-Andrade. [doi.org/10.24075/boletín.unam.morelia.2023.3](http://doi.org/10.24075/boletín.unam.morelia.2023.3)



# LOS EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOLAR SOBRE LA TIERRA SON MONITOREADOS POR EL LABORATORIO NACIONAL DE CLIMA ESPACIAL (LANCE)

Laura Sillas / Unidad de Vinculación UNAM Campus Morelia

LA UNIDAD MICHOACÁN DEL INSTITUTO DE GEOFÍSICA (IGUM) Y LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN (UANL) cuentan con el Laboratorio Nacional de Clima Espacial (LANCE), encargado de monitorear los efectos de la actividad solar sobre la Tierra, en particular el entorno espacial de México.

En entrevista, el investigador Dr. Américo González Esparza, jefe del IGUM, señala que el LANCE tiene como propósito desarrollar una red de instrumentos que cubran el territorio nacional para monitorear los efectos de la actividad solar sobre el entorno espacial de la Tierra en particular en la región de México.

“Nos interesa monitorear la actividad del Sol, porque el Sol como todas las estrellas tiene manifestaciones de actividad, como explosiones en su superficie, que provocan alteraciones en el espacio cercano de la Tierra”, explica el investigador.

Dichas manifestaciones repercuten en perturbaciones en el campo magnético de la Tierra, en su atmósfera y esto afecta los sistemas que son estratégicos, indispensables para la sociedad, los satélites, las telecomunicaciones, los sistemas de posicionamiento global, la navegación aérea y las redes de generación, distribución de energía eléctrica, todas esas tecnologías son vulnerables ante los efectos de las tormentas solares, es por ello que al estudio del monitoreo de estos eventos se le conoce como clima espacial.

“El clima espacial se considera un tema de seguridad nacional, porque todas esas tecnologías que he mencionado son indispensables para la sociedad moderna. Y la afectación de éstas, incluso, en el caso de un evento solar extremo, que pudiera provocar un apagón global en el planeta, es un tema que le preocupa, no solamente a los científicos, sino al gobierno, a los sistemas nacionales de protección civil, a toda la defensa y gobernabilidad de un país”, argumenta González Esparza.

El LANCE está integrado por el Servicio de Clima Espacial México (SCiESMEX), el Repositorio Institucional de Clima Espacial (RICE), el Centro de Supercómputo de Clima Espacial (CESCOM) y la Red de Instrumentación de Clima Espacial de la UNAM y de la UANL.

Recopila y procesa información del entorno espacial para informar sobre el estado del clima espacial en México. Para ello se apoyan de los datos provenientes del International Space Environment Service (ISES), del cual el SCiESMEX forma parte como el Regional Warning Center (RWC) y de la red de instrumentos asociados al LANCE.

El LANCE se fundó en 2016, en él se ha tratado de desarrollar redes de instrumentos para medir desde México en diferentes regiones las perturbaciones en el campo magnético de la Tierra, en la ionósfera, en los estallidos de radio que ocurren en el Sol.

Cuenta con el radiotelescopio MEXART (Mexican Array Radio Telescope), su función principal es hacer observaciones para el estudio de tormentas solares. Está localizado en Coeneo, Michoacán. Es un instrumento con una antena de nueve mil metros cuadrados.



LABORATORIO NACIONAL DE CLIMA ESPACIAL. FOTO: LAURA SILLAS.

“A raíz del desarrollo de estas redes de instrumentos es que hemos podido empezar a entender mejor las diferentes vulnerabilidades que tiene el país ante las tormentas solares, hemos podido caracterizar el sistema eléctrico nacional, identificar cuáles son las subestaciones más vulnerables”, señala el jefe del IGUM.

Menciona que estudiar la ionósfera sobre México, es un tema fundamental, porque esta capa alta de la atmósfera es indispensable para las tele-

comunicaciones y cada vez que hay perturbaciones ionosféricas hay problemas con los sistemas de posicionamiento global y con las telecomunicaciones, afectando la navegación aérea.

“Es por ello, que necesitamos entender también el comportamiento de la ionósfera sobre México y para ello requerimos una red de sistemas de instrumentos que cubran el territorio nacional; por ejemplo, la red de ionosondas del LANCE incluye, una estación en Michoacán, en Baja California, en Nuevo León, en Chiapas y en Yucatán”, comenta el investigador.

Para medir las perturbaciones del campo geomagnético, la red de estaciones incluye una estación en Michoacán, Sinaloa, Nuevo León, Yucatán y Chiapas. Los detectores para estudiar el sistema eléctrico nacional incluyen uno en Querétaro, Quintana Roo, Veracruz, Sinaloa y próximamente se instalará uno en Nuevo León.

El doctor Américo Esparza considera importante mencionar que el Sol como todas las estrellas tiene ciclos de actividad, hay momentos donde el Sol está muy tranquilo, prácticamente dormido y hay otros donde empieza a tener mucha actividad. El ciclo solar dura aproximadamente 11 años y el último ciclo fue en diciembre del 2019 y en enero del 2020 inició el ciclo solar 25 y gradualmente ha empezado a incrementar su actividad, se espera que el máximo de actividad se alcance en el 2024 y 2025.

Para conocer más acerca de la actividad del Sol, se puede consultar el libro: “La tormenta solar perfecta. Meteorología del espacio y sus aplicaciones”, escrito por el Dr. Juan Américo Esparza González. Su contenido es de difusión sobre clima espacial, dirigido para todo tipo de público, publicado por la UNAM. Se puede comprar un ejemplar en la ENES, Unidad Morelia, o bien acceder de manera electrónica, de forma gratuita en la página: <http://www.librosoa.unam.mx/handle/123456789/3607>

# INUNDACIONES SÚBITAS, ¿QUÉ SON Y CÓMO SE ESTUDIAN?

Por: Paulina de Arcia, estudiante de maestría en el Posgrado en Geografía, en el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA), UNAM.

SIENDO FENÓMENOS NATURALES CON POTENCIAL DE GENERAR AFECTACIONES A LA INFRAESTRUCTURA, BIENES, HOGARES E INCLUSO PROVOCAR LESIONES O PÉRDIDA DE VIDAS, LAS INUNDACIONES SÚBITAS RELACIONAN SU POTENCIAL CATASTRÓFICO CON CUATRO FACTORES FUNDAMENTALES: el volumen de agua, el corto tiempo y la velocidad con la que se precipita y acumula, y su potencial de arrastre, de ahí que las inundaciones súbitas se entienden como aquellas en las que, en muy poco tiempo, se genera una acumulación significativa de agua.

A nivel global las catástrofes naturales han cobrado la vida de más de 2 millones de personas desde 1980 y daños por valor de 3 billones de dólares. Las pérdidas totales han aumentado en más de un 600 por ciento pasando de 23 mil millones de dólares anuales en la década de los años ochenta, a 150 mil millones de dólares en la última década. El informe "Shock Waves" del Banco Mundial muestra que casi el 75 por ciento de estas pérdidas se deben a catástrofes meteorológicas extremas.

Las razones de este incremento las podemos encontrar en los fenómenos relacionados con el cambio climático, ausencia de planeación o planeación inadecuada del crecimiento urbano, cambios en el uso de suelo y una dimensión socioeconómica, en la que, poblaciones y asentamientos precarios, se encuentran en mayor riesgo ante los desastres.

México ha sostenido un ritmo acelerado de crecimiento urbano. Morelia, Michoacán, no se encuentra exenta de dicho crecimiento; está clasificada como una ciudad media con entre cien mil y menos de un millón de habitantes, (según el Consejo Nacional de Población, 2020) y representa la principal concentración urbana de la entidad. En nuestra investigación, estudiamos la ladera sur del cerro El Quinceo, ubicada en la zona conurbada y que manifiesta significativas asimetrías respecto a la población que habita el núcleo urbano consolidado.

La investigación que desarrollé bajo la dirección del Dr. Luis Miguel Morales Manilla en el CIGA, en el marco de mis estudios de Maestría en Geografía, nos planteamos comprender y determinar las inundaciones súbitas, potenciadas por la transformación urbana en las laderas del cerro El Quinceo, llevando a cabo un trabajo a diferentes escalas.

En esta zona, las inundaciones son frecuentes, se repiten anualmente en temporada de lluvias y algunas de ellas han tenido efectos catastróficos, como es el caso de las inundaciones de 2010 y 2018. Cabe recalcar que, en años posteriores, se han suscitado afectaciones en otras partes de la ciudad de Morelia; ya que el Río Grande y

Río Chiquito se han desbordado con frecuencia, resultando en importantes pérdidas económicas a raíz de la extensión ilimitada de superficie urbana y la proliferación de asentamientos, favoreciendo la formación de nuevas zonas de inundaciones y agudizando la problemática en aquellas que constantemente han sufrido los impactos.

También se recabó información necesaria para establecer escenarios de susceptibilidad a inundaciones, además de que se definieron las condiciones de vulnerabilidad frente a inundaciones súbitas de la zona urbana de Morelia, específicamente de la ladera sur del cerro El Quinceo.

La recurrencia de las inundaciones genera daños exponenciales; cada año se incrementa el riesgo de desastre y no se están tomando acciones preventivas ni correctivas para minimizar el daño que puedan generar eventos hídricos en el futuro, por el contrario, la densidad poblacional en la zona se ha incrementado a ritmo sostenido, lo mismo que la superficie construida, principalmente por desarrollos habitacionales.

Tomando en consideración que se trata de una ladera, es decir, un terreno con una pendiente pronunciada; que no se cuenta con la suficiente infraestructura fluvial ni pluvial, incrementar la densidad constructiva de la zona, supone disminuir

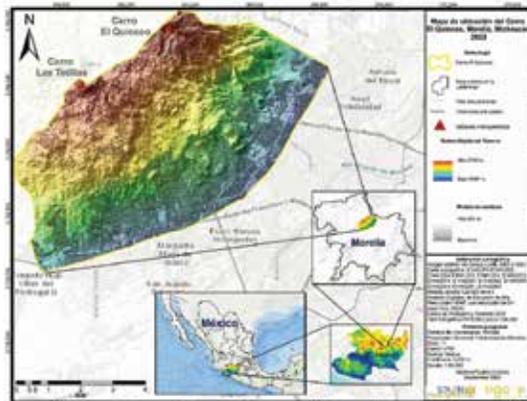
significativamente la capacidad de absorción e infiltración de agua del terreno, lo que deriva en corrientes de arrastre durante las inundaciones que pueden poner en riesgo a los habitantes.

Así, el cambio de uso de suelo, la densidad constructiva y una laxa regulación en materia de ordenamiento territorial, paulatinamente, van incrementando el riesgo, su recurrencia y su capacidad para generar afectaciones a bienes, infraestructura, salud pública e incluso, pérdida de vidas.

Se generaron distintos tipos de mapas de la zona, mostrando aspectos como riesgo, vulnerabilidad, recurrencia de inundaciones, entre otros, mismos que se presentan en la tesis. El análisis permite comprender las tendencias

al riesgo de inundaciones súbitas a escala de gran detalle. Información crucial para el manejo de la microcuenca, la adaptabilidad de los asentamientos humanos, promover mejoras en la infraestructura pública, más áreas verdes que permitan la mayor infiltración de agua, conservación y manejo del suelo, un ordenamiento territorial bien planificado, junto con una gestión integral del riesgo.

Los resultados obtenidos ayudarán en la gestión del riesgo por inundaciones súbitas, dando soporte a las acciones que se realicen de protección y planeación, conjuntando, además, una gran cantidad de información para investigación en el campo de la mitigación del riesgo por inundaciones súbitas.



MAPA DE UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO, EN DONDE SE APRECIA LO ACCIDENTADO DEL TERRENO ENTENDER EL PROCESO SUPERFICIAL; ES IGUAL DE IMPORTANTE QUE LA PARTE INTERNA. FUENTE: PAULINA DE ARCIA.

## DESTACA ALTA CALIDAD ACADÉMICA Y ALCANCE SOCIAL DEL INSTITUTO DE RADIOASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA DE LA UNAM MORELIA

Con la presencia del Rector de la UNAM, Dr. Enrique Graue Wiechers y de diversas autoridades académicas de la UNAM, rindió su cuarto Informe de Actividades el Dr. Luis Alberto Zapata González, director del Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (IRyA) de la UNAM, Campus Morelia.

En su presentación, que resumió los logros más destacados de los últimos cuatro años, el Dr. Zapata González destacó la muy alta productividad académica del Instituto, incluyendo un promedio de 4.6 artículos por investigador por año y 43 mil citas totales en el periodo; 22 premios y distinciones recibidos por su personal académico durante el periodo, el aumento y equidad de género de la planta estudiantil, el alcance de cerca de 350,000 personas de las actividades de divulgación, y los logros de la comunidad técnica y administrativa.

“Yo quiero darles las gracias a todos ustedes por todo este trabajo que du-



INFORME DEL DR. LUIS ZAPATA. FOTO: LAURA SILLAS.

rante estos cuatro años hicimos juntos”, dijo el Dr. Zapata González al terminar su presentación. “Lo hemos hecho con un gran entusiasmo, hemos llegado a mucha gente y hemos sido muy productivos en la parte de investigación”, comentó dirigiéndose a toda la comunidad del IRyA.

En su intervención, el Dr. William Lee Alardin, Coordinador de la Investigación Científica de la UNAM, dijo que el IRyA “no es el instituto más grande de la UNAM,

pero sí tiene una calidad académica muy fuerte”. Comentó que “la astronomía puede tener muchos impactos tanto en difusión y en la atracción de las personas hacia la importancia de la ciencia y de la educación superior, y también para el desarrollo instrumental y tecnológico”.

El Dr. Graue Wiechers comentó durante su intervención que “impresionan las 43,000 citas” que tiene la producción académica del IRyA, y que la UNAM ha aumentado “casi un 50 por ciento en número de citas en los últimos ocho años,

y esto contribuyó al reposicionamiento de nuestra Universidad en los rankings internacionales. Yo por esto quiero felicitar al Instituto.” Mencionó además los grandes proyectos en los que participa el Instituto, como el Telescopio del Horizonte de Eventos y el Next Generation Very Large Array, comentando que le “impresionó esta capacidad que tiene la Astronomía de ver hacia adelante”. [.lum](#)

## INVESTIGADORA DE LA UNAM CAMPUS MORELIA COORDINA PROYECTO QUE GANA EL TROFEO CAMDA 2023 EN FRANCIA

El 27 de julio de 2023, en Lyon, Francia, durante la Conferencia Anual Internacional sobre la Evaluación Crítica del Análisis Masivo de Datos (CAMDA), se le otorgó a un equipo mexicano el Trofeo CAMDA, que es el máximo reconocimiento que se entrega en el marco de este evento. Es la primera vez que México participa y obtuvo el premio por su propuesta de un método de monitoreo e identificación de microorganismos y su resistencia a los antibióticos.

La Dra. Adriana Haydeé Contreras Peruyero, investigadora posdoctoral en el Centro de Ciencias Matemáticas (CCM) de la UNAM Campus Morelia, viajó al evento en Francia y tuvo a su cargo la presentación de un póster que describía la aplicación original e ingeniosa de los procesos y análisis que se implementaron en el proyecto.

También acudió la Dra. Mirna Vázquez Rosas Landa, investigadora del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, quien presentó el proyecto y sus

resultados en una ponencia en vivo ante una audiencia internacional de expertos. Ella y la Dra. Contreras recibieron el reconocimiento a nombre del equipo.

La organización y coordinación de este proyecto ganador estuvo a cargo de la Dra. Nelly Sélem Mojica, experta en biomatemáticas e investigadora del CCM, quien



EQUIPO MEXICANO GANADOR DEL TROFEO CAMDA 2023. FOTO: CORTESÍA CCM.

convocó a estudiantes de distintas dependencias educativas y de investigación, así como a expertos que ya colaboran con la iniciativa privada, a participar en un hackatón, que tuvo lugar del 3 al 7 de julio de este año, en las instalaciones del CCM y en el que se dieron cita los 26 integrantes del ahora equipo ganador para resolver uno de los retos que la CAMDA propuso para la competencia de este año.

A partir de los resultados obtenidos, el comité organizador de la conferencia internacional determinó que el equipo mexicano competiría por el Trofeo CAMDA.

Además de la Dra. Sélem, del CCM participaron estudiantes de posgrado e investigadores posdoctorales, así como el Dr. Eugenio Balanzario Gutiérrez. También se incorporaron investigadores y estudiantes del Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) y el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) y del ICMyL. [.lum](#)

## REALIZAN LA XVIII ESCUELA DE CIENCIA DE MATERIALES Y NANOTECNOLOGÍA

Concluyó la XVIII Escuela de Ciencia de Materiales y Nanotecnología (ECMyN), organizada por la Unidad Morelia del Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM.

Durante la semana del 7 al 11 de agosto el Campus de la UNAM en Morelia fue sede del evento, que luego de tres años por motivo de la pandemia regresó a su formato presencial.

La XVIII ECMyN tiene la finalidad de dar a conocer la investigación y el desarrollo de la ciencia de materiales y la nanotecnología en México y el mundo. Esta ciencia estudia la estructura de los materiales, sus propiedades y las relaciones entre estos parámetros que posibilitan sus diferentes aplicaciones.

El Dr. Joel Vargas Ortega, Jefe de la Unidad Morelia e investigador del Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM, recordó que este evento tiene como antecedentes la Primera Escuela

Internacional de Ciencia de Materiales y Nanotecnología realizada en Morelia, Michoacán, en agosto de 2005. En esta ocasión corresponde a la versión número 18.

La Escuela, explicó, consiste en cinco cursos sobre diversos tópicos de gran actualidad en el área de los Materiales y la Nanotecnología. Estos temas fueron pensados para estudiantes de los últimos semestres de diferentes licenciaturas y alumnos de posgrado del área.

Destacó que el miércoles 9 de agosto se realizó el 14o Foro de Vinculación Universidad - Industria, con el tema “Vinculación academia-industria en instituciones de educación superior del estado de Michoacán”.

La XVIII ECMyN contó con la participación de 126 estudiantes. El doctor Vargas Ortega mencionó que los asistentes pro-

vienen principalmente de México, pero también hubo inscripciones de Ecuador y



ACTIVIDADES EN LA XVIII ECMYN. FOTO: LAURA SILLAS.

Chile. El 67 por ciento son de nivel licenciatura, el 8 por ciento de maestría, el 15 por ciento de doctorado y el 8 por ciento de posdoctorado, entre otros. Los asistentes provienen de 47 Instituciones de Educación Superior de todo el país y los mencionados anteriormente del extranjero. [hmm](#)

## LA ENES UNIDAD MORELIA INVITA A DESCARGAR DE MANERA GRATUITA EL VIOLENTÓMETRO ARHIKATA EN LENGUA PURÉPECHA Y EN ESPAÑOL

Con el fin de sumar acciones para erradicar la Violencia de Género en comunidades indígenas de la región, la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, a través del Laboratorio de Antropología Jurídica y del Estado (LAJE-UNAM) y el proyecto de ciencia de frontera Caleidoscopio (UNAM/Conahcyt), pone a disposición de las comunidades purépecha y de la sociedad en general el Violentómetro Arhikata, una interpretación de las violencias que viven algunas mujeres en las relaciones de pareja en comunidades purépecha.

El instrumento toma como referencia el Violentómetro diseñado por la Unidad de Gestión con Perspectiva de Género del Instituto Politécnico Nacional y tiene el propósito de incidir en la identificación y hacer visibles algunas formas de violencia hacia las mujeres que en ocasiones son normalizadas y no se reconocen. Identificarlas y denunciarlas

puede prevenir que la violencia escale y que la vida de las mujeres corra peligro.

El Violentómetro Arhikata está disponible en cuatro variantes de la lengua purépecha y también en español. Se pue-

intercultural, multilingüe e interdisciplinario, y ha sido realizado de manera conjunta entre mujeres originarias de distintas comunidades purépecha y la Comisión de Equidad de Género del Frente por la Autonomía de

Consejos y Comunidades Indígenas (FACCI) y académic@s y estudiant@s de la ENES, UNAM Campus Morelia.

Surge a partir de una serie de testimonios que entre 2022 y 2023, recogieron las coordinadoras del proyecto, la Mtra. Lenny Garcidueñas, académica de la ENES, UNAM Morelia y Guadalupe Jiménez exconsejera del Gobierno Comunal Indígena de Arantepacua, en donde las mujeres que ocupan o han ocupado algún cargo como autoridades en el autogobierno comunal purépecha y otras voces de mujeres jornaleras y artesanas, expresaron de manera reiterativa, su preocupación por las alarmantes dimensiones de la violencia de género que han experimentado en carne propia, o de las que muchas veces han sido testigos en sus comunidades. [hmm](#)



VIOLENTÓMETRO ARHIKATA. IMAGEN: CORTESÍA ENES MORELIA.

de descargar de manera gratuita en el sitio Web: [www.caleidoscopiomexico.com](http://www.caleidoscopiomexico.com)

El “Violentómetro Arhikata” es resultado de meses de trabajo colaborativo, colectivo,

CINE

Los días 2, 9, 16 y 23 de septiembre, a las 10:00 horas, se proyectará en Cinépolis La Huerta, el ciclo la Ciencia en el Séptimo Arte 2023, con películas comentadas por académicos de la UNAM Morelia. Entrada gratuita con boleto de cortesía.

Consulta la programación en <https://www.facebook.com/cinecomentado>



EVENTOS DE DIVULGACIÓN

VIERNES DE ASTRONOMÍA

El viernes 20 de septiembre, a las 19:00 hrs., se presentará la conferencia *El gas más tranquilo de la galaxia: una clave para entenderla*, como parte del programa **Viernes de Astronomía en la UNAM Campus Morelia**. Posteriormente, a las 20:30 hrs. habrá observación del cielo con telescopios, si el estado del tiempo lo permite. Más información en: <http://www.iryua.unam.mx>



¿ES CIERTO...

... que Michoacán es una palabra de origen náhuatl?

Así es, la palabra Michoacán tiene su origen en el idioma náhuatl y significa “el lugar de los que tienen pescados” y tiene relación con el hecho de que uno de los principales alimentos de los habitantes de las riberas del lago de Pátzcuaro, y probablemente Zirahuén, atrapaban pescados para alimentarse.

Para saber más de esto visita la sección **¿Es cierto...?** en la página: [www.morelia.unam.mx/vinculacion](http://www.morelia.unam.mx/vinculacion)



La Tormenta Solar Perfecta

RESEÑA DE EK DEL VAL DE GORTARI (IIES, UNAM)

La *Tormenta Solar Perfecta* surge desde la fascinación por nuestro astro mayor, el autor nos presenta una combinación muy interesante de explicaciones científicas con todo rigor sobre la física detrás de las tormentas solares, matizada por el involucramiento personal con los acontecimientos, desde una narrativa muy personal y vívida con ejemplos accesibles.

En la vida cotidiana no observamos al sol directamente puesto que nos lastima la vista, y por ello siempre lo concebimos como una masa uniforme, incluso en los dibujos infantiles siempre lo dibujamos de un amarillo o naranja liso. Sin embargo, en este libro aprendí que el Sol, al ser una entidad en constante transformación, presenta una superficie muy cambiante en donde se pueden apreciar manchas solares. Claro está, solamente podremos observarlas con un telescopio adecuado para no quedarnos ciegos. Y estas manchas se deben a la concentración de campos magnéticos, sí suena raro, pero hay diferentes campos magnéticos en el sol. Resulta que estas manchas solares se observan porque existe una diferencia de temperatura, inada más y nada menos de 2 mil grados centígrados! Estas manchas son la fuente de explosiones que ocurren en el sol y que dan origen a las tormentas solares.

El concepto de tormenta no nos es tan ajeno, cotidianamente en la época de lluvias experimentamos las tormentas de agua, también sabemos que existen las tormentas de arena en los desiertos, sin embargo tanto las tormentas de lluvia como las de arena solo nos afectan cuando están en un área cercana. Por ello, pensar en una tormenta solar suena francamente lejano y que poco podría afectarnos. A lo largo del libro el autor nos va explicando el porqué esto es una noción equivocada y que si bien el sol está muy lejos, una tormenta solar de este tipo podría llegarnos en pocos minutos y afectar nuestros satélites y sistemas de comunicaciones de manera muy brutal. También durante una tormenta solar de ciertas características, puede ocurrir una tormenta geomagnética que implica la interac-

ción del campo magnético del Sol con el de la Tierra. ¿No les suena muy intrigante?

En el día a día, la Tierra está protegida de las interacciones electromagnéticas con otros cuerpos celestes por la magnetósfera, que es una capa invisible formada por el campo magnético de la Tierra que, según nos narra el autor, podríamos pensarla como el escudo de “la mujer invisible” de los Cuatro

Fantásticos, y esta protección es lo que ha posibilitado la vida en nuestro planeta. A pesar de estar en un universo donde ocurren interacciones de todo tipo diariamente, nos mantenemos aislados gracias a ella y durante miles de años la vida ha podido evolucionar en este planeta azul gracias a la magnetósfera. Cuando ocurren estas tormentas geomagnéticas el escudo se

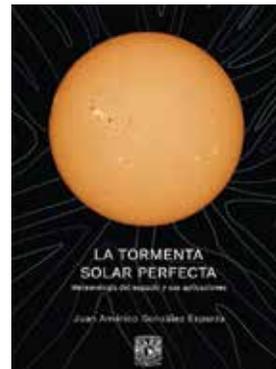
abre y las partículas del viento solar entran en la Tierra y es cuando puede haber problemas con nuestros sistemas de telecomunicaciones. Los detalles de todo esto pueden encontrarlos en diferentes capítulos del libro.

En la parte final, después de explicar las acciones y protocolos que deben tener los países para evitar los colapsos ante las tormentas solares, el autor tiene la buena idea de narrar su experiencia como científico de las ciencias espaciales en México. Me parece una conclusión muy afortunada puesto que permite acercarnos a los científicos como personas de carne y hueso, y estoy segura servirá de inspiración para muchos jóvenes al sentirse identificados con la persona.

Por todo ello, los invito a leer *La Tormenta solar perfecta* y espero que se maravillen por lo que pasa en el universo, en particular con nuestro astro mayor, al igual que me sucedió a mí.

El libro digital de acceso abierto se puede bajar de la página: [www.librosoa.unam.mx/handle/123456789/3607](http://www.librosoa.unam.mx/handle/123456789/3607).

O se puede adquirir en la ENES o en la tienda UNAM: [www.libros.unam.mx/la-tormenta-solar-perfecta-meteorologia-del-espacio-y-sus-aplicaciones-9786073065221-libro.html](http://www.libros.unam.mx/la-tormenta-solar-perfecta-meteorologia-del-espacio-y-sus-aplicaciones-9786073065221-libro.html).



JUAN AMÉRICO GONZÁLEZ ESPARZA.  
LA TORMENTA SOLAR PERFECTA.  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. 2022.