



65.

USANDO MÉTODOS VANGUARDISTAS LiDAR
EN EL PILAR, GUATEMALA - BELICE:
CAMBIANDO LA ARQUEOLOGÍA
EN LA SELVA MAYA

Anabel Ford, Hugo Bihr y Paulino Morales

XXVII SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES
ARQUEOLÓGICAS EN GUATEMALA

MUSEO NACIONAL DE ARQUEOLOGÍA Y ETNOLOGÍA
22 AL 26 DE JULIO DE 2013

EDITORES
BÁRBARA ARROYO
LUIS MÉNDEZ SALINAS
ANDREA ROJAS

REFERENCIA:

Ford, Anabel; Hugo Bihr y Paulino Morales

2014 Usando métodos vanguardistas LiDAR en El Pilar, Guatemala - Belice: cambiando la arqueología en la selva Maya. En *XXVII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2013* (editado por B. Arroyo, L. Méndez Salinas y A. Rojas), pp. 805-812. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

USANDO MÉTODOS VANGUARDISTAS LiDAR EN EL PILAR, GUATEMALA - BELICE: CAMBIANDO LA ARQUEOLOGÍA EN LA SELVA MAYA

Anabel Ford
Hugo Bihl
Paulino Morales

PALABRAS CLAVE

Tierras Bajas Mayas, El Pilar, reconocimiento LiDAR, Clásico Tardío.

ABSTRACT

LiDAR, a remote sensing instrument capable of penetrating vegetation, is creating a shift in Mesoamerican archaeology that will transform research in forested areas world-wide. Today, LiDAR technology can provide detailed coverage of surface and forest characteristics sufficient to revolutionize archaeological fieldwork, especially densely forested areas such as the Maya forest. Nevertheless, LiDAR results must be interpreted and validated in the field. The El Pilar project reports on the 2013 season of field validation of new LiDAR data for El Pilar Archaeological Reserve for Maya Flora and Fauna. Recent coverage by Mayaniquel of LiDAR imagery over the 20 sq km El Pilar Archaeological Reserve in Belize and Guatemala has provided high resolution data gathered for the forest canopy and ground surface in a dense “point cloud.” The goals of the 2013 season are aimed at identifying features using new algorithms with superior LiDAR processing results for cultural features. Our field validations of features will help to establish a protocol for the production of a topographic and cultural map of El Pilar.

INTRODUCCIÓN

La Prospección arqueológica en la exuberante selva Maya presenta retos para encontrar sitios arqueológicos no descubiertos. Las estrategias de mapeo se han enfocado en los reconocimientos de áreas específicas, inicialmente en los centros más importantes y luego en áreas fuera de estos centros (Carr y Hazard 1961; Ford 1986; Puleston, 1983). La bases de datos nos muestran los paisajes que pueden ser proyectados en áreas más amplias (Ford *et al.* 2009). Mientras que estas técnicas han dado resultados a pesar de las limitaciones de la espesura del bosque. En la actualidad, el desarrollo de la nueva tecnología LiDAR permitirá cambiar las técnicas establecidas de reconocimiento arqueológico en áreas tropicales (Chase *et al.*, 2012, Preston 2013). Gracias a

una reciente contribución hecha por la empresa Mayaniquel en Guatemala, el área de la Reserva Arqueológica El Pilar para la Flora y Fauna Mayas (Fig.1) cuenta ahora con una imagen LiDAR. Esta visualización del área, está ampliando nuestra comprensión sobre la utilización del paisaje Maya. Con esta imagen, ahora podemos identificar fácilmente los grandes templos, como su localización con precisión espacial. Ahora nos preguntamos ¿Como la Arqueología integrará esta nueva herramienta? ¿Cuáles son sus potencialidades en el descubrimiento?

El Pilar es un lugar ideal para el estudio de campo. Las actividades humanas recientes han tenido escaso impacto en la selva Maya desde el abandono de la infra-

estructura del sitio, a finales el periodo Clásico Maya, alrededor de 900 DC. Ahora es un área protegida binacional, que hace necesaria la comprensión de los restos culturales como parte del proceso de planeamiento y manejo por parte de Guatemala y Belice. Así, los resultados de este proyecto además de desarrollar una nueva visión para la investigación del paisaje Maya, también proporcionará información vital para el manejo adaptativo del sitio en la selva Maya.

LA APLICACIÓN DE LiDAR EN EL PILAR

LiDAR (Light Detection And Ranging) es un método de detección remoto por medio de tecnología láser. Este láser es capaz de penetrar las cubiertas sobrepuestas de vegetación y el dosel del bosque, y producir una imagen de alta resolución espacial y con extraordinaria precisión. Las imágenes LiDAR registran simultáneamente la copa de un árbol, su biomasa, y la superficie del suelo que se produce en "el último rebote" del pulso láser. Recientemente, Chase y otros (2012) han argumentado que LiDAR está generando un cambio fundamental en la Arqueología mesoamericana con el potencial para transformar la investigación en áreas boscosas en todo el mundo. El Proyecto El Pilar es ahora parte de esta revolución.

Antes de LiDAR, muchos de los secretos de los antiguos asentamientos Mayas permanecieron ocultos; sin embargo con la tecnología LiDAR ahora son visibles tanto las estructuras grandes como potencialmente las pequeñas. La identificación exitosa de estas estructuras, depende del uso de potentes algoritmos de interpretación para extraer las características del terreno que genera cada "punto de nube". En otras palabras, los resultados de LiDAR deben ser decodificados para interpretar los rasgos culturales (Chase *et al.* 2012:12919) y este es un trabajo en proceso. La inspección física de los resultados de las visualizaciones y la validación en el campo es fundamental. Esto permite construir las estrategias para detectar los rasgos culturales de los artefactos en formato digital que ocurre en el procesamiento de las imágenes.

Recientemente, Anfield Níquel obsequió las imágenes LiDAR al ONG *Exploring Solutions Past ~The Maya Forest Alliance*. Estos datos cubren los 20 km² de la Reserva Arqueológica El Pilar y fueron captadas desde un helicóptero. El estudio de SIG muestra que el LiDAR tiene una resolución más alta de 24 pulsos de láser por metro cuadrado. La información comprende el dosel del bosque (altura y densidad) y la superficie de

la tierra en una "nube de puntos" que ya necesitamos interpretar (Fig.2). Hemos procesado los datos de LiDAR con Terrascan y otros softwares desarrollados para extracción de elementos de la superficie. Se han utilizado estas imágenes apuntar posibles rasgos culturales en El Pilar que ahora están en proceso de validación en el campo. Esto pudo requerir los cuatros años que a Carr y Hazard les tomó hacer el mapa de Tikal, pero nuestro objetivo con el uso de LiDAR de El Pilar es desarrollar un protocolo confiable y repetible basados en la verificación de campo de estas imágenes de Arqueología.

En el contexto de nuestra expansión UCSB Maya Forest GIS (Ford y Clarke 2000), el trabajo con los nuevos datos de LiDAR El Pilar creará una base esencial para la investigación de escala específica que mejorará nuestra acumulación de capas de SIG de fotografías aéreas, estudios de suelo, identificación de plantas, prospecciones arqueológicas y datos de excavación.

EL DESARROLLO DE LiDAR EN EL PILAR

Los mapas de sitios existentes de El Pilar han proporcionado una correspondencia visual de las construcciones humanas que son visibles en las imágenes de LiDAR (Fig.3). Ejemplo de esto es la "Ciudadela" que se localiza al este de los principales monumentos de El Pilar (Fig.4), un estanque rectangular parecido una plaza hundida que vincula las calzadas (Fig.5), y terrazas (Fig.6). Ambos elementos no se habían registrado previamente. Los recientes descubrimientos cambian nuestra comprensión del antiguo uso de la tierra Maya y de la ciudad de El Pilar. Obviamente estos rasgos sólo pueden ser probados con validación de campo.

También hemos extraído un mapa topográfico completo de El Pilar (Fig.7) y pudimos re-registrar con precisión las observaciones hechas previamente con mucha exactitud en nuestro *Maya Forest GIS* (SIG Selva Maya; Ford y Clarke 2000). Cuando trabajamos con más detalle, la verificación de los elementos de la imagen en contraposición con la comprobación física de validación podremos hacer la evaluación cuantitativa del éxito del nuevo método y la metodología de campo que requiere la nueva tecnología. Consideramos que el nuevo mapa de la antigua ciudad de El Pilar estará entre las bases de datos más completas y precisas de nuestros datos de SIG.

Con base en LiDAR, elaboramos una clasificación de rasgos. Esta incluye edificaciones alineaciones, objetos ambiguos, lugares sin elementos y superficies irregulares. En el campo, utilizamos navegadores de mano

–GPS– (Garmin 62s) para identificar estos elementos y conocer sus características reales. Estas son confirmadas mediante la realización de un croquis. Con las clasificaciones de rasgos en El Pilar se ha iniciado la creación de una capa de las características arqueológicas de la antigua ciudad. De esta manera, estamos construyendo una estrategia esencial para confirmar características culturales que resaltan en imágenes LiDAR. El objetivo final será la creación de un protocolo de campo de computadora que ayudará a otras personas que trabajan con estas imágenes para discernir la naturaleza de sus parajes.

Ahora nuestro protocolo comprende en dos fases:

Primeros Pasos: Desarrollos de Datos en el Contexto del SIG:

1. Analizar el nube de puntos
2. Crear datos del superficie basada en el rebote final
3. Desarrollo de visualizaciones apropiados con el SIG
4. Revisiones con sus propios ojos
5. Monitoreo de la densidad de puntos de láser por superficie
6. Producción de elementos para revisar en el campo

Segundo Paso: Validación de Elementos Identificados en el Campo:

1. Reconocimiento de elementos positivas y negativas
2. Clasificación de la vegetación con cada elemento negativa o positiva
3. Evaluación del dosel y del sotobosque con cada elemento
4. Analizar los resultados
5. Calificar visualizaciones aplicando puntajes por cada capa del SIG
6. Determinar la densidad de puntos de la superficie
7. Comparar mapas de campo
8. Repetir el proceso tantas veces como sea necesario.

En fin, LiDAR no es una vara mágica, es una nueva herramienta para la Arqueología.

CONCLUSIONES

Los resultados preliminares visibles en el LiDAR Pilar hablan de la revolución a la que se refieren Chase *et al.* (2012). Pero el trabajo sólo comienza con procesa-

miento inicial y el procesamiento remoto del SIG de los datos LIDAR. Sin la inspección directa del suelo y la retroalimentación para refinar y ajustar el algoritmo de extracción de las características y elementos visibles, conjunto con inspección de otros lugares ambiguos y que no tienen elementos, no podremos confiar en los resultados del mapa. Con resultados probados y validados del LiDAR en El Pilar, tenemos una base de datos que permite entender el antiguo uso de la tierra Maya, para desarrollar y perfeccionar nuevos objetivos de la investigación arqueológica en la selva Maya, y para contribuir con la gestión del manejo de los recursos culturales.

AGRADECIMIENTOS

Permisos IDAEH
 Donación y trabajo LiDAR:
 Mayaniquel SA Guatemala
 Consultoría y Tecnología Ambiental, S.A., Guatemala
 Airborne Imaging, Canada
 Apoyo de Campo:
 Exploring Solutions Past, Santa Barbara

REFERENCIAS

- CARR, R. F. y J. E. Hazard
 1961 *Tikal reports, number 11: Map of the ruins of Tikal, El Peten, Guatemala*. Tikal reports 11. University of Pennsylvania, Philadelphia.
- CHASE, A. F.; D. Z. Chase, C. T. Fisher, S. J. Leisz y J. F. Weishampel
 2012 Geospatial revolution and remote sensing LiDAR in Mesoamerican archaeology. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109(32):12916–12921.
- FORD, A.
 1986 *Population Growth and Social Complexity: An Examination of Settlement and Environment in the Central Maya Lowlands*. Anthropological Research Papers No. 35. Arizona State University, Tempe.
- FORD, A. y K. Clarke
 2000 *UCSB Maya Forest GIS 2000*. MesoAmerican Research Center, University of California at Santa Barbara, Santa Barbara.

FORD, A., K. Clarke y G. Raines
 2009 Modeling settlement patterns of the Late Classic Maya with Bayesian methods and Geographic Information Systems. *Annals of the Association of American Geographers* 99:496-520.

PULESTON, D. E.
 1983 *Tikal Report No.13: The Settlement Survey of Tikal*. University Museum Monograph 48 No. 13. University Museum University of Pennsylvania, Philadelphia.

PRESTON, D.
 2013 *The El Dorado Machine*. *New Yorker* May 6: 34-40.

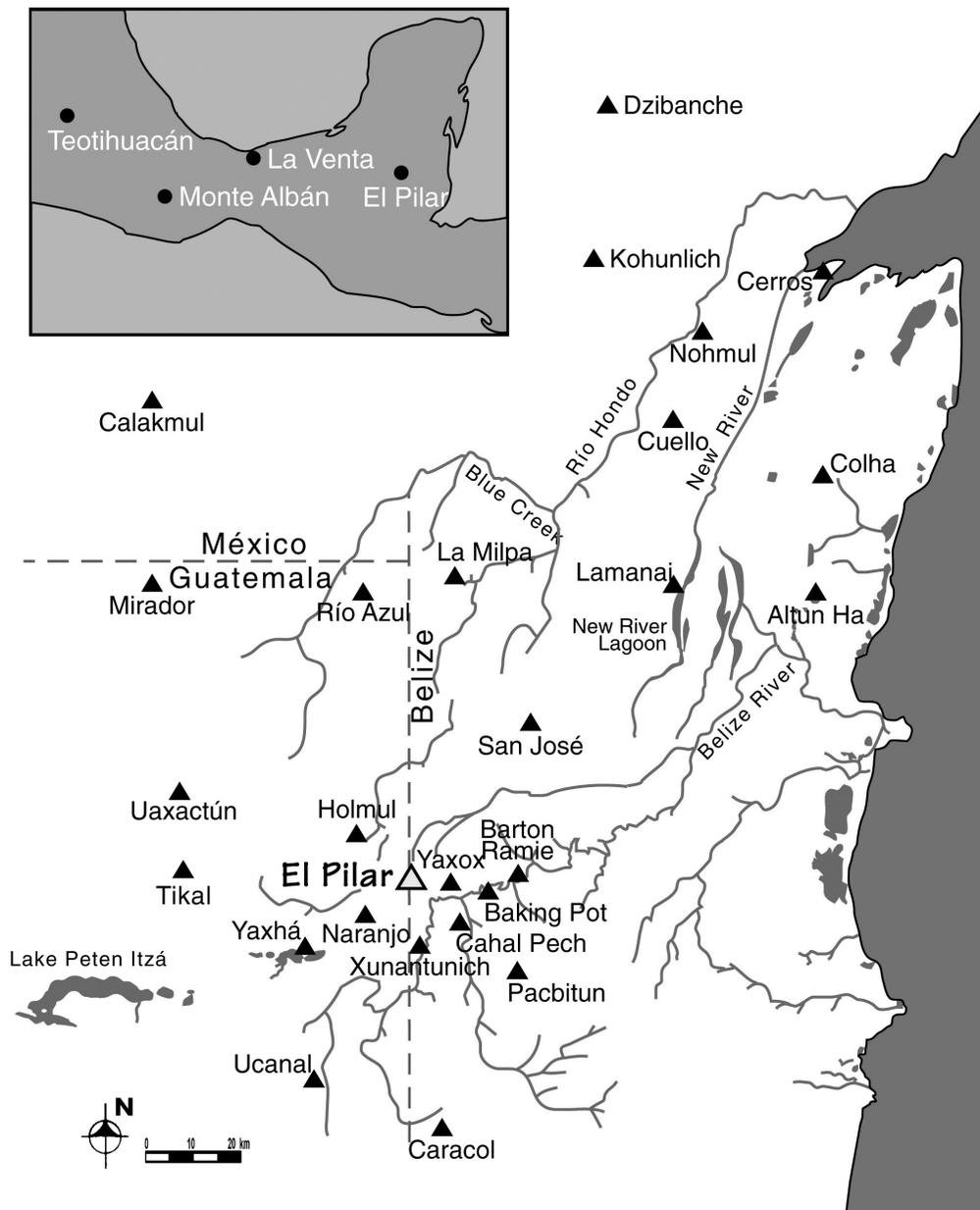


Fig.1: Las Tierras Bajas Mayas, indicando el sitio El Pilar.



Fig.2: Imagen LiDAR del núcleo de la Reserva Arqueológica El Pilar para Flora y Fauna Mayas.
Nota: Pilar Poniente al Oeste y la Ciudadela al Este.

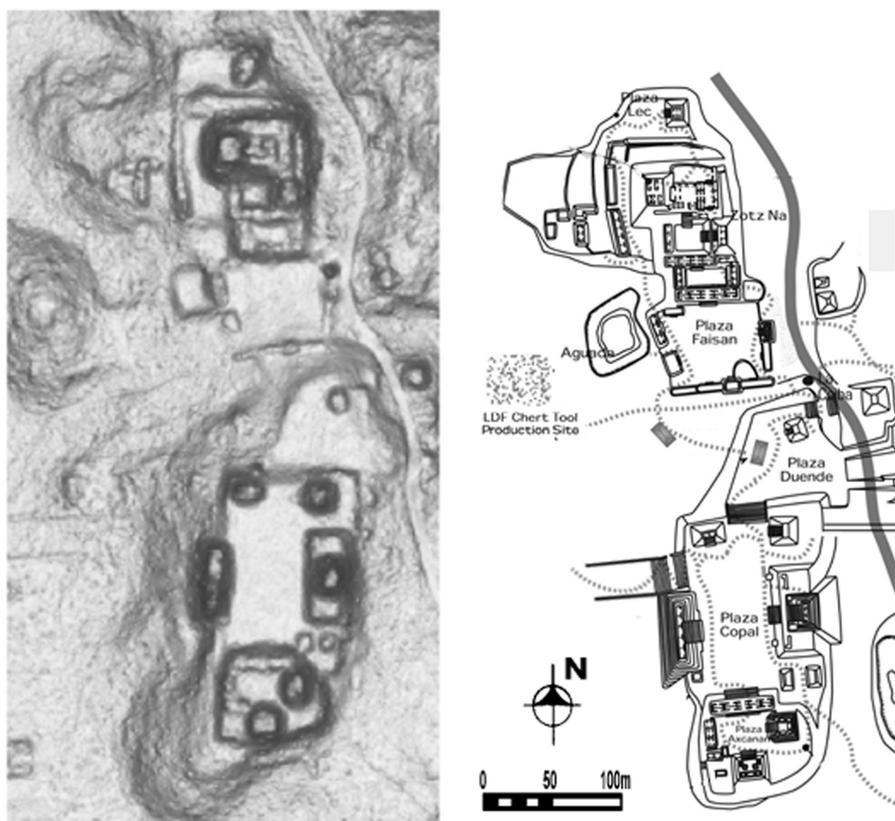


Fig.3: Comparación Imagen LiDAR (D) y Mapa Convencional de El Pilar (I).

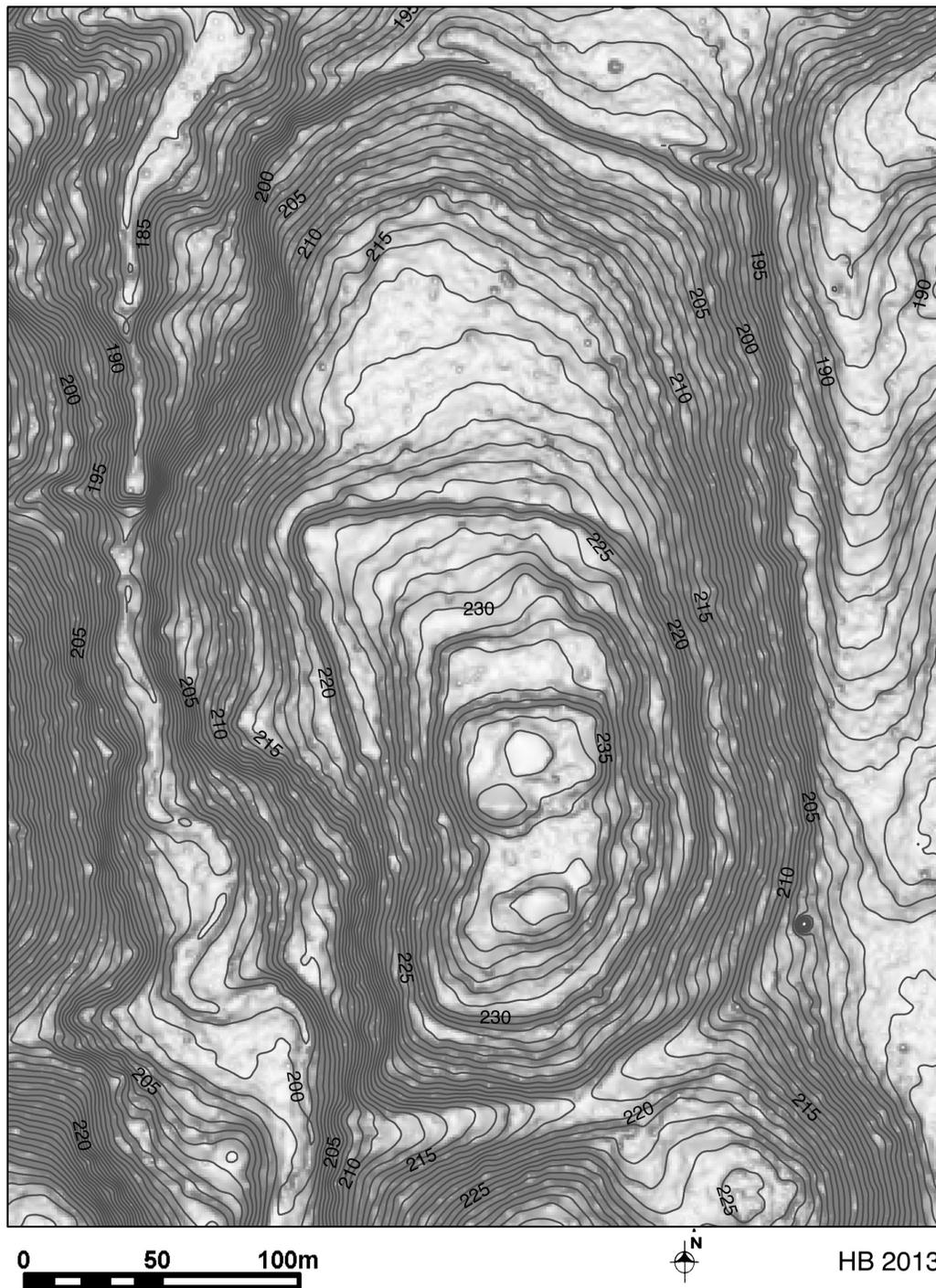


Fig.4: Ciudadela identificado al este de los Monumentos Principales (LiDAR y Curvas de Nivel).

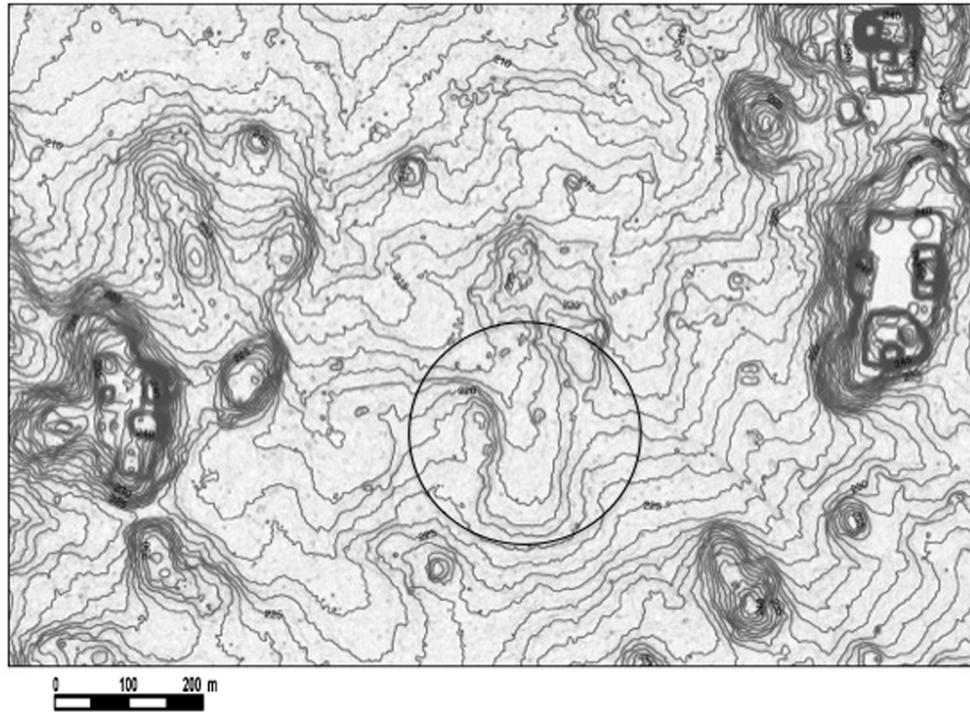


Fig.5: La Plaza Hundida dentro el circulo entre las Calzadas que unían Poniente y Nohol Pilar.

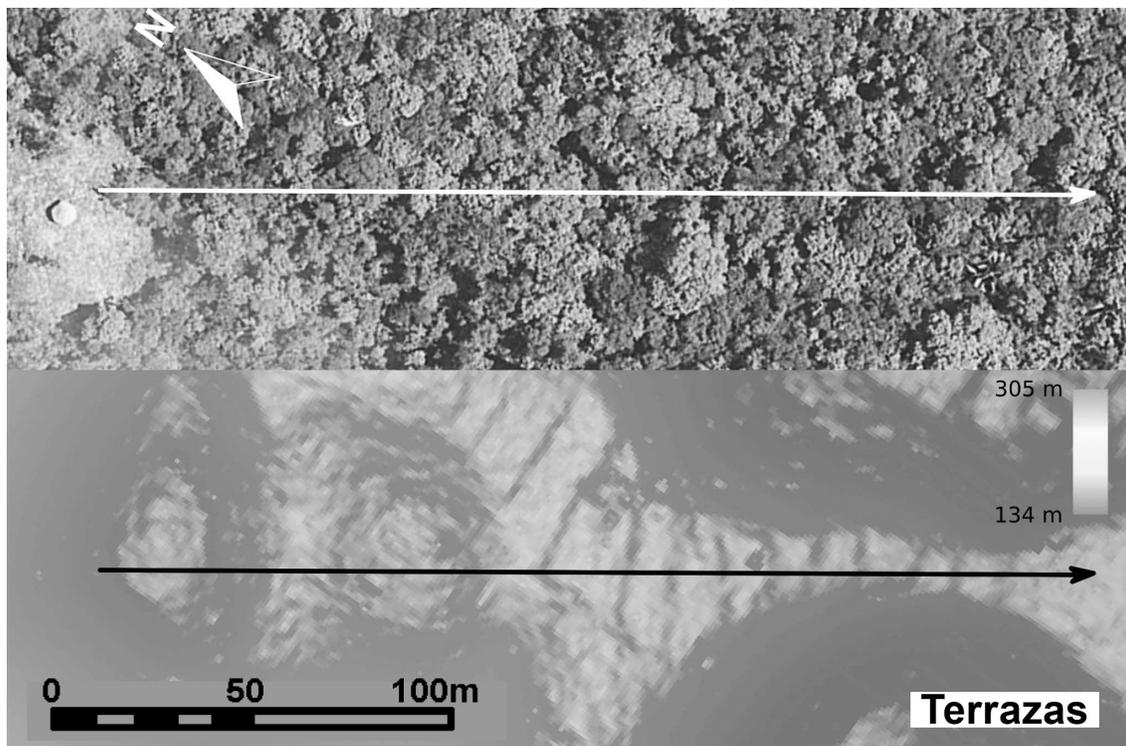


Fig.6: Terrazas Confirmadas al Sureste de los Monumentos. Foto aérea arriba y LiDAR abajo.

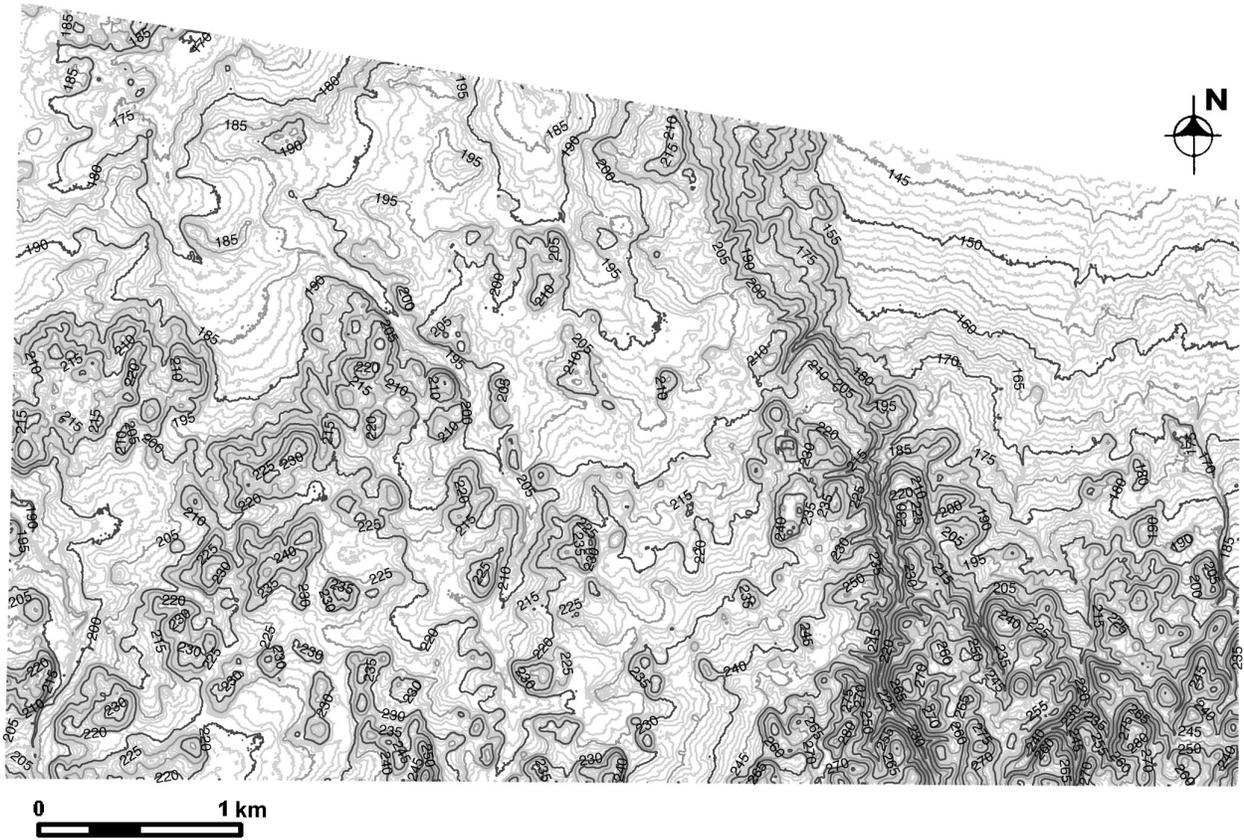


Fig.7: Curvas de nivel a 1 metro para la Reserva Arqueológica El Pilar para Flora y Fauna Mayas.