

APÉNDICE I

Relevamiento con Sistema de Posicionamiento Global, Sitio Arqueológico de Chocolá

Wm. Clay Poe, Ph.D. RPA
Profesor de Arqueología
Sonoma State University

Objetivos

El objetivo del proyecto de relevamiento por GPS para el año 2003 consistió en definir las ubicaciones de doce monumentos concretos puestos como puntos de referencia para el mapeo y relevamiento de la totalidad del sitio de Chocolá para el Proyecto Arqueológico Chocolá (PACH), un proyecto de investigación a largo plazo en las tierras bajas guatemaltecas, y que es dirigido por el Dr. Jonathan Kaplan de la Universidad de Nuevo México.

Datos de la cuadrícula

Los mapas que con mayor frecuencia usan los arqueólogos en Guatemala son las series en UTM a escala 1:50,000 preparados por el Instituto Geográfico Militar (IGM) de Guatemala, con la colaboración de la Defense Mapping Agency Inter American Geodetic Survey (Agencia de Mapeos para la Defensa, Prospecciones Geodésicas Interamericanas). Estos mapas llevan la Cota Norteamericana (North American Datum, NAD27) como cota horizontal, y el Nivel Medio del Mar (Mean Sea Level, MSL) como cota vertical. Estos usos representan un argumento contundente para reportar los datos de acuerdo con estos mismos sistemas. Sin embargo, existen razones todavía más poderosas para favorecer el empleo de la cota actual de WGS84 usando la Altura Sobre el Elipsoide (Height Above Ellipsoid, HAE) como referencia vertical. WGS84 es el sistema nativo para los receptores de GPS, y los receptores computan las coordenadas de UTM y las HAE directamente a partir de las Coordenadas Geocéntricas Cartesianas WGS84. Los receptores de GPS y el software de post-procesamiento traducen del WGS84 al NAD27, así como a otros sistemas de coordenadas, y toman como referencia una base de datos para convertir las HAE en MSL o un modelo de Geoides en alturas ortométricas. No todos los equipos y softwares manejan bien estos sistemas de legados. La consistencia más grande para toda una variedad de equipos y softwares se adquiere con la adhesión a la cota WGS84. Las bases tanto de la consistencia como de la capacidad de los equipos son fundamentales para reportar los datos en WGS84, usando las HAE como cota vertical.

Instrumentación y metodología

La instrumentación y metodología para reunir los datos de campo en este proyecto están basadas en, y se condicen con, los lineamientos de algunas publicaciones que aparecen en la bibliografía. Los documentos de control fueron, del Federal

Geodetic Control Subcommittee, Federal Geographic Data Comité (USA), *Geospatial Positioning Accuracy Standards, Part 2: Standards for Geodetic Networks*, FGDC-STD-007.2-1998; de The Intergovernmental Committee on Surveying and Mapping (ICSM), (Australia), *Best Practice Guidelines, Use of the Global Positioning System (GPS) for Surveying Applications*, Version 2.0 – 1 November 1997, y de The National Geodetic Survey (USA), *Guidelines for Geodetic Network Surveys Using GPS*. Draft 4, May 15, 2000. Estos documentos son actuales, presentan una descripción detallada de los métodos de campo apropiados, y son adecuados para los equipos que se utilizaron en este proyecto de reconocimiento.

Instrumentación

Se utilizaron tres receptores de GPS a fin de reunir los datos para el relevamiento del punto de control. Dos de los receptores son Trimble 4000SSE Geodetic Surveyors. Se trata de receptores de frecuencia dual L1/L2 configurados para este relevamiento con antenas geodésicas y equipados con planos de base. Trimble especifica una precisión horizontal de 5 mm $1 + 1$ ppm (parte por millón) veces el largo de la línea de base. El tercer receptor es un 4000SE GIS Surveyor. Para este receptor, Trimble especifica una precisión de ± 1 cm $+ 2$ ppm veces el largo de la línea de base.¹

Las antenas se montaron en varas de navegación estabilizadas con bípodes.

Métodos de campo

El reconocimiento de campo fue llevado a cabo el 4 de agosto de 2003. El método de campo tenía por objeto establecer, para cada uno de los doce puntos de control, un mínimo de dos líneas base locales a otros puntos entre los doce. Cada uno de los doce puntos de control también tendría una línea base a la estación CORS (estación de referencia) en la ciudad de Guatemala. Las limitaciones de tiempo y de transporte de los equipos requirieron una única ocupación de cada punto de control y la propagación de la red por medio de la ocupación de puntos de control próximos. Las necesidades de trasladar los equipos de punto a punto, en combinación con las condiciones ambientales locales, no dieron lugar a que trabajáramos con técnicas cinemáticas. En cada uno de los doce puntos de control se registró una prospección estática. Diez de los doce controles se ocupaban entre una y dos horas. El punto 50 se ocupó durante veintidós minutos, y el punto 19 durante treinta y tres minutos. Los tres receptores fueron movidos de a uno por vez en un patrón que produjera un mínimo de dos líneas base locales por punto de control. El patrón de propagación dio como resultado tiempos de ocupación común entre las líneas de base locales, de entre 6.75 minutos y 71.42 minutos, en un promedio de 32.52 minutos. Los receptores locales fueron preparados para que registraran a intervalos de cinco segundos. De esta manera, hubo entre 81 y 857 épocas de datos comunes registrados, con un promedio de 390. Hubo un total de veinte registros de líneas base entre los doce puntos de control de Chicolá.

¹ Los receptores de GPS fueron proporcionados por Trimble Navigation Limited, Sunnyvale, CA.

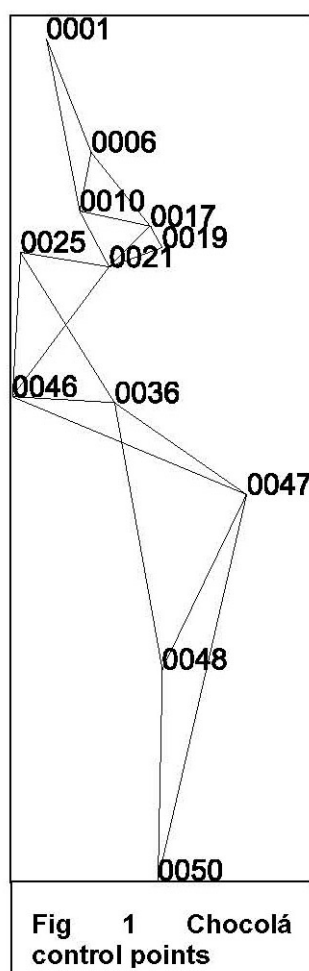


Fig. 1: Puntos de control, Chocolá.

Procesamiento de datos y análisis

La totalidad de los datos de GPS fueron post-procesados usando el programa GeoGenius™ de Spectra Precision Terrasat GMBH, Hoehenkirchen, Alemania. Este programa está diseñado para integrar datos terrestres y satelitales, y produce varios informes que permiten evaluar la calidad de los datos y posibilitan la transferencia de dichos datos al sistema GIS.²

La CORS de la ciudad de Guatemala registra intervalos de treinta segundos. Los datos que se bajaron del portal de Internet de la CORS produjeron once líneas base utilizables entre los puntos de control de Chocolá y la CORS de Ciudad de Guatemala, con entre 42 y 246 épocas comunes de datos, que hacen un promedio de 156 épocas en común.

El software de post-procesamiento GeoGenius™ computa la solución de la fase portadora al vector de la línea base. La señal portadora del satélite al receptor consiste en un número entero de ciclos completos más una fracción de un ciclo. El receptor de GPS puede medir el tiempo transcurrido desde el último cambio de fase en la señal portadora a aproximadamente 1/100 de un ciclo, esto es, cerca de 2 mm para la portadora L1 de 19 cm y la portadora L2 de 23 cm. El número desconocido de ciclos completos entre el satélite y el receptor se conoce como ambigüedad

² El programa GeoGenius™ fue proporcionado por Spectra Precision.

entera. El software para procesar la fase portadora intenta resolver esta ambigüedad entera. Las fuentes principales de errores posibles en los posicionamientos por GPS radican en la demora ionosférica de la señal de GPS en el satélite y los relojes receptores. La cantidad de demora en la ionosfera es una función de la frecuencia de la señal. Por medio del uso de receptores de frecuencia dual conjuntamente con un modelo de la ionosfera, se elimina eficazmente el error causado por la ionosfera. Los errores de reloj se eliminan con técnicas de diferenciación de fases. Las diferencias simples son las diferencias entre las observaciones de la fase portadora de dos receptores del mismo satélite en la misma época. Puesto que las diferencias son del mismo satélite, el error del reloj satelital queda anulado. Las diferencias dobles son las diferencias de dos diferencias simples de la misma época que se refieren a dos satélites diferentes. Puesto que las diferencias dobles son del mismo receptor, el error del reloj receptor queda anulado. La diferencia triple es la diferencia entre las diferencias dobles en dos receptores, o sea, las observaciones de la fase portadora entre dos receptores, dos satélites, y dos épocas. Debido a que la ambigüedad entera es una constante en el tiempo, la diferencia triple no depende de esta variable. La ambigüedad entera sólo depende de la observación inicial. El receptor sigue el rastro de la cantidad de ciclos completos que ha recibido desde la primera adquisición de la señal. La diferencia triple se usa para detectar y recuperar los lapsos de ciclos en el conteo. También proporciona una primera solución a la posición del receptor.

Teniendo confianza en el conteo de ciclos, el programa computa una solución flotante de diferencia doble. Se la llama solución flotante porque a las ambigüedades enteras se les permite flotar, en otras palabras, el algoritmo no las fuerza a ser enteras. La solución de diferencias dobles permite procesar diferencias dobles correlacionadas de los datos de la fase portadora. Con datos de frecuencia dual, se proporcionarán soluciones adicionales de líneas de base para las distintas combinaciones de L1 y L2 conocidas con Lw, Lc y Ln.

La búsqueda de una solución más precisa es llevada a cabo dentro de una ventana a la cual se la identifica como veinte veces el valor sigma de la solución flotante de doble diferencia. El algoritmo constriñe la ambigüedad a los enteros y busca el volumen para la solución con la suma más pequeña de cuadrados de error residual. Se usan pruebas estadísticas para verificar la corrección de la resolución de ambigüedad. Primero, se lleva a cabo una prueba Fisher con las tasas de las variaciones del segundo hacia la solución que mejor concuerde, con un requerimiento de confiabilidad de 99.99%. Luego, se realiza una prueba de cuadrado Chi en la variación a posteriori de los residuales, con un default de una probabilidad mínima del 95%. Si este proceso tiene éxito, se dice que la solución es una solución fija; si no tiene éxito, se dice que la solución es una solución flotante.

Dieciséis de las veinte líneas base locales de Chocó y cuatro de las diez líneas base de la CORS en Ciudad de Guatemala son soluciones fijas. Debido al grado de redundancia en la red, todos los puntos de control son puntos en al menos una línea base fija. Dos tienen una línea base local fija, y una de aquellas tiene una solución fija a la CORS de la ciudad de Guatemala. Cuatro de los puntos de control tienen dos líneas base locales fijas; dos tienen tres líneas base fijas y cuatro tienen cuatro líneas bases fijas. Esto proporciona un alto grado de confiabilidad en la exactitud y precisión de la red.

ArchMapBZ, exactitud y precisión en la red de puntos de control

Cuando se la emplea en el contexto de mapeos por GPS, la *exactitud* está referida a la confianza con la cual se conoce la ubicación absoluta del receptor, y el término *precisión* se refiere a la confianza con la cual se conoce la línea base entre la estación base y el navegador.

Exactitud de la red

La exactitud de la red del conjunto de los puntos de control de Chocolá fue determinada por el ajuste mínimo de los cuadrados de las líneas base entre los puntos de control y la ciudad de Guatemala. Diez de los puntos de control de este estudio caen dentro de la clasificación horizontal de 5 centímetros del Comité Federal de Datos Geográficos³. El grado de error en este ajuste se muestra en la tabla de más abajo. El programa *GeoGenius* de post-procesamiento, informa acerca del error de ajuste como elipses de error. La clasificación de la FGDC está basada en un Círculo de Confianza de Error de 95%. Esta cifra es computada como la media entre dos valores de la elipse de error.⁴ Ésta es la cifra que es la base para la asignación de la exactitud de una estación a una clasificación horizontal de la FGDC. La clasificación vertical está basada en el error de altura reportado.

Exactitud de la red, ajuste soslayado por CORS

Punto de Control	Error 2 sigma, mm.			Círculo 95%	FGDC Clase H	FGDC Case V
1	66.7	84.5	197.6	75.6	1-Decímetro	2-Decímetro
6	49.9	62.7	165.4	56.3	1-Decímetro	2-Decímetro
10	38	46.9	124.9	42.5	5-Centímetro	2-Decímetro
17	37.5	52.6	120.1	45.1	5-Centímetro	2-Decímetro
19	35.7	37.8	96.1	36.8	5-Centímetro	1-Decímetro
21	24.9	34.3	86.3	29.6	5-Centímetro	1-Decímetro
25	30	41.9	116.2	36.1	5-Centímetro	2-Decímetro

³ Federal Geographic Data Committee, Federal Geodetic Control Subcommittee, *Geospatial Positioning Accuracy Standards, Part 2: Standards for Geodetic Networks*, Table 2-1, Accuracy Standards, p. 2-3

El Federal Geographic Data Committee ha sido establecido por la Circular A-16 de la Oficina de Gerencia y Presupuesto; el Federal Geographic Data Committee (FGDC) promueve el desarrollo, el uso, la participación y divulgación de datos geográficos. El FGDC cuenta con representantes de los Departamentos de Agricultura, Comercio, Defensa, Energía, Vivienda y Desarrollo Urbano, de Interior, Estado y Transporte; de la Agencia de Protección Ambiental; de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias; de la Biblioteca del Congreso; de la Administración Nacional de Aeronáutica y Espacio; de los Archivos Nacionales y Registros de Administración; y de la Autoridad del Valle de Tennessee. Otras Agencias Federales participan de los subcomités del FGDC y de los grupos de trabajo. El Departamento del Interior preside el comité. Los subcomités del FGDC trabajan en cuestiones relacionadas con las categorías de datos coordinadas bajo la circular. Los Subcomités establecen e implementan normas para el contenido, calidad y transferencia de los datos; alientan el intercambio de información y la transferencia de datos; y organizan la recolección de datos geográficos para reducir la duplicación de esfuerzos. Se establecen grupos de trabajo para tratar cuestiones que trascienden la categoría de datos.

⁴ Federal Geographic Data Committee, Federal Geodetic Control Subcommittee, *Geospatial Positioning Accuracy Standards, Part 3: National Standard for Spatial Data Accuracy*. Page 3-6.

Estos datos están dentro de los niveles mínimos aceptables de exactitud posicional relativa diferencial de las Normas de Exactitud de la Red que requiere un relevamiento catastral del Gobierno de los Estados Unidos.⁵

**ArqhMapBZ, punto de control, valores de coordenadas
Coordenadas WGS84, punto de control**

Número de Punto	X[m]	Y[m]	Z[m]
1	-154108.070	-6171630.157	1600741.029
6	-153946.352	-6171710.835	1600324.559
10	-153991.873	-6171749.464	1600108.722
17	-153730.608	-6171762.635	160049.989
19	-153688.485	-6171782.943	1599972.674
21	-152885.308	-6171794.963	1599904.016
25	-154212.436	-6171770.002	1599958.785
36	-153870.771	-6171883.238	1599406.108
46	-154248.757	-6171870.408	1599430.753
47	-153386.706	-6171967.489	1599069.374
48	-152706.620	-6172074.446	1598430.012
50	-153732.105	-6172232.012	1597661.624
GUAT	-56062.996	-6174980.368	159665.507

**Coordenadas de UTM, punto de control, latitud y longitud, WGS84, UTM
15N**

Número de Punto	Norte[m]	Este[m]	HAE	Ortom. Altura[m]	Latitud	Longitud
1	1617973.581	669048.916	923.002	923.542	N14°37'47.53206"	O91°25'49.44451"
6	1617552.483	669215.485	891.961	892.511	N14°37'33.79321"	O91°25'43.97581"
10	1617333.339	669172.466	875.928	876.491	N14°37'26.67259"	O91°25'45.46405"
17	1617276.653	669434.329	867.540	868.098	N14°37'24.76914"	O91°25'36.72681"
19	1617197.294	669477.489	866.650	867.209	N14°37'22.17728"	O91°25'35.30301"
21	1617125.241	669281.556	865.688	866.255	N14°37'19.87709"	O91°25'41.86687"
25	1617180.196	668953.578	863.268	863.841	N14°37'21.73902"	O91°25'52.81370"
36	1616621.490	669301.775	825.053	825.636	N14°37'03.48189"	O91°25'41.307842
46	1616643.574	668923.492	827.989	828.581	N14°37'04.28557"	O91°25'53.94298
47	1616280.877	669790.076	809.925	810.506	N14°36'52.289.14"	O91°25'25.07043"
48	1615631.138	669477.474	759.801	760.412	N14°36'31.21902"	O91°25'35.66624"
50	1614847.696	669461.348	719.089	719.725	N14°36'05.73166"	O91°25'36.38635"
GUAT	1614480.619	767173.488	1521.572	1519.880	N14°35'25.44851"	O90°31'12.63839"

⁵ United Status Department of Agriculture, Forest Service, United Status Department of the Interior, Bureau of Land Management, *Standards and Guidelines For Cadastral Surveys Using Global Positioning System Methods*, March 21, 2001, p. 6.

Apéndice 1: Receptores de GPS Examinadores Geodésicos

Receptor de GPS	Trimble	Antena de GPS	Trimble
Modelo	4000SSE Geodetic Surveyor	Modelo	Geodésico con planos de base
Parte No.	18292-01	Parte No.	14177-00
No. de Serie	3244A01763	No. de Serie	
Memoria Rom	7.29		

Receptor de GPS	Trimble	Antena de GPS	Trimble
Modelo	4000SSE Geodetic Surveyor	Modelo	Geodésico con planos de base
Parte No.	18292-01	Parte No.	14177-00
No. de Serie	3610A14748	No. de Serie	3017A00164
Memoria Rom	7.29		

Examinador GIS

Receptor de GPS	Trimble	Antena de GPS	Trimble
Modelo	4000SE GIS Surveyor	Modelo	Compacto L1
Parte No.	181292-01	Parte No.	
No. de Serie	3301A02302	No. de Serie.	
Memoria Rom	7.23		

Apéndice 2: Hoja de datos NGS para la CORS de Ciudad de Guatemala

*** ITRF 00 ***

CIUDAD DE CUATEMALA (GUAT), DEPARTAMENTO NO IDENTIFICADO DE GUATEMALA

Tomado de la Base de Datos NGS el 29/10/02 a las 15:50:01

 Punto de Referencia de la Antena (Antenna Reference Point, ARP): CIUDAD DE GUATEMALA
 CORS ARP

PID = AI 7441

POSICION ITRF00 (ÉPOCA 1997.0)

Computada en Agosto 2001 usando datos día por medio durante el año 2000.

X =	- 56063.630 m	latitud =	14 35 25.45425 N
Y =	-6174978.670 m	longitud =	090 31 12.66007 O
Z =	1596665.249 m	altura de elipsoide =	1519.869 m

VELOCIDAD ITRF00

Predecida con HTDP_2.5 en agosto de 2001

VX =	0.0036 m / yr	hacia el norte =	-0.0012 m / yr
VY =	0.0003 m / yr	hacia el este =	0.0036 m / yr
VZ =	0.012 m / yr	hacia arriba =	0.0000 m / yr

POSICIÓN NAD_83 (ÉPOCA 2002.0)

Transformado de ITRF00 (época 1997.0) posición en marzo de 2002.

X =	-56062.996 m	latitud =	14 35 25.44852 N
Y =	-6174980.368 m	longitud =	090 31 12.63838 O
Z =	1596665.507 m	altura de elipsoide =	1521.572 m

VELOCIDAD NAD_83

Transformado de velocidad ITRF00 en marzo de 2002

VX =	0.0117 m / yr	hacia el norte =	0.0013 m / yr
VY =	0.0006 m / yr	hacia el este =	0.0117 m / yr
VZ =	0.0012 m / yr	hacia arriba =	0.0004 m / yr

 Centro de la Fase L1 de la actual antena de GPS: CORS, Ciudad de Guatemala, PC L1

El elemento D/M, diseño TurboRogue, - cúpula de antena

(Código de Antena = TRM29659.00), fue instalada el 28/7/00.

El centro de la fase L2 se encuentra a 0.018 m sobre el centro de la fase L1.

PID = AI7442

POSICIÓN ITRF00 (ÉPOCA 1997.0)

Computada en agosto de 2001 usando datos día por medio a lo largo del año 2000.

X =	-56063.630 m	latitud =	14 35 25.45429 N
Y =	6174978.776 m	longitud =	090 31 12.66005 O
Z =	1596665.278 m	altura de elipsoide =	1519.979 m

La VELOCIDAD ITRF00 de la PC de L1 es la misma que la del punto de referencia de la antena.

POSICIÓN NAD_83 (ÉPOCA 2002.0)

Transformada de ITRF00 (época 1997.0), posición en marzo del año 2002.

X =	-56062.996 m	latitud =	14 35 25.44856 N
Y =	6174980.474 m	longitud =	090 31 12.63836 O
Z =	1596665.536 m	altura de elipsoide =	1521.682 m

La VELOCIDAD NAD_83 de la PC de L1 es la misma que la del punto de referencia de la antena.

- La latitud, longitud y altura de elipsoide se computaron a partir de sus correspondientes coordenadas cartesianas usando dimensiones para el GRS 80 elipsoidal = eje semi-mayor = 6,378,137.0 metros
Aplanamiento = 1/298.257222101.../ para otros puntos relevantes del sitio y del equipo de GPS, sírvase consultar el vínculo <ftp://www.ngs.noaa.gov/cors/.html/guat.log.text>

- La posición y velocidad NAD_83 fueron revisadas en marzo de 2002.

Bibliografía

United States Department of Agriculture, Forest Service, United States Department of the Interior, Bureau of Land Management, *Standards and Guidelines For Cadastral Surveys Using Global Positioning System Methods*, 21 de marzo, 2001.

The Intergovernmental Committee on Surveying and Mapping (ICSM), Australia, *Best Practice Guidelines, Use of the Global Positioning System (GPS) for Surveying Applications*, Version 2.0 – 1 de noviembre, 1997.

US Army Corps of Engineers, Engineering and Design, *NAVSTAR Global Positioning System Surveying Engineer Manual*, EM 1110-1-1003, agosto de 1996.

National Geodetic Survey, *Guidelines for Geodetic Network Surveys Using GPS, Including Federal & Cooperative Base Network Surveys, User Densification*

Network Surveys, Gps Orthometric Height Surveys, DRAFT 4, 15 de mayo, 2000,

National Geodetic Survey, N/NGS2, NOAA, 1315 East-West Highway, Silver Spring, Maryland 20910-3282, email: davez@ngs.noaa.gov o steve@ngs.noaa.gov

Birchall, C.J., y R.N. Jenkin, *The Soils of the Belize Valley, Belize*, Vols. 1 y 2, Land Resources Development Centre, Supplementary Report 15, 1979.

Dr. Jonathan Kaplan

Fecha del informe: 20/12/2005

Material recibido: 17/11/2004

Datos de la Muestra	Fecha Radiocarbónico Medido	Relación 13C/12C	Edad Radiocarbónica Convencional (*)
Beta -198188 MUESTRA: 4-72-4-211 ANÁLISIS: AMS - Entrega regular MATERIAL/PRETRATAMIENTO: (material chamuscado): ácido/álcali/ácido CALIBRACION 2 SIGMA: Cal 390 a 190 a.C. (Cal AP 2340 a 2140)	2240 +/- 40 AP	-25.6 o/oo	2230 +/- 40 AP
Beta – 198189 MUESTRA: 4-72-5 258 ANÁLISIS: Radiométrico - Entrega regular (con cuenta extendida) MATERIAL/PRETRATAMIENTO: (material chamuscado): ácido/álcali/ácido CALIBRACION 2 SIGMA: Cal 390 a 80 a.C. (Cal 2340 a 2030 AP)	2220 +/- 60 AP	-26.5 o/oo	2200 +/- 60 AP
Beta – 198190 MUESTRA: 4-72-6 260 ANÁLISIS: AMS – Entrega regular: (material chamuscado): ácido/álcali/ácido CALIBRACION 2 SIGMA: Cal 380 a 160 a.C. (Cal 2330 a 2120 AP)	2250 +/- 40 AP	-28.2 o/oo	2200 +/- 40 AP
Beta – 198191 MUESTRA: 4-72-7 262 ANÁLISIS: AMS – Entrega regular MATERIAL/PRETRATAMIENTO: (material chamuscado): ácido/álcali/ácido CALIBRACION 2 SIGMA: Cal 370 a 110 a.C. (Cal 2320 a 2060 AP)	2240 +/- 40 AP	-28.5 o/oo	2180 +/- 40 AP
Beta – 198192 MUESTRA: 4-72-8 264 ANÁLISIS: Radiométrico – Entrega regular (con cuenta extendida) MATERIAL/PRETRATAMIENTO: (material chamuscado): ácido/álcali/ácido CALIBRACION 2 SIGMA: Cal 500 a 460 a.C. (Cal 2450 a 2410 AP), y Cal 430 a.C. a Cal 20 D.C. (Cal 2380 a 1930 AP)	2250 +/- 110 AP	-27.5 o/oo	2210 +/- 110 AP

Dr. Jonathan Kaplan

Fecha del informe: 20/12/2004

Datos de la Muestra	Fecha Radiocarbónico Medido	Relación $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$	Edad Radiocarbónica Convencional (*)
Beta – 198194 MUESTRA: 4-91-6 231 ANÁLISIS: AMS – Entrega regular MATERIAL/PRETRATAMIENTO: (material chamuscado): ácido/álcali/ácido CALIBRACION 2 SIGMA:	2220 +/- 40 AP	-26.7 o/oo	2190 +/- 40 AP
Beta – 198196 MUESTRA: 4-91.8 235 ANÁLISIS: AMS – Entrega regular MATERIAL/PRETRATAMIENTO: (material chamuscado): ácido/álcali/ácido CALIBRACIÓN 2 SIGMA:	2120 +/- 40 AP	-24.9 o/oo	2120 +/- 40 AP

CALIBRACION DE EDAD RADIOCARBÓNICA EN AÑOS CALENDÁRICOS
(Variables: C13 / C12 = 25.6: lab. mult = 1)

Número de laboratorio:	Beta – 198 188
Edad radiocarbónica convencional:	2230 +/- 40 AP
Resultado del calibrado 2 Sigma: (95% de probabilidad)	Cal 390 a 190 a.C. (Cal 2340 a 2140 AP)

Datos de Regresión Lineal

Regresión lineal de edad radiocarbónica con curva de calibración:	Cal 360 a.C. (Cal 2310 AP) y Cal 280 a.C. (Cal 2230 AP) y Cal 240 a.C. (Cal 2190 AP)
Resultados calibrados con 1 Sigma: (68% de probabilidad)	Cal 380 a 340 a.C. (Cal 2330 a 2290 AP) y Cal 320 a 210 a.C. (Cal 2270 a 2160 AP)

Referencias:

Base de datos utilizada:

INTCAL98

Base de datos de calibración:

Comentario editorial

Stuiver, M, van der Plicht, H., 1998, Radiocarbon 40 (3), pxii-xiii

INTCAL 98 Calibración de edad radiocarbónica:

Stuiver, M, et al, 1998, Radiocarbon 40 (3), págs. 1041-1083

Matemática:

Un abordaje simplificado al fechamiento por C14

Talma, A.S., Vogel, J.C. 1993, Radiocarbon 35 (2), págs. 317-322.

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 – Tel: (305) 667-5167 – Fax (305) 663-0964 – E-Mail:
beta@radiocarbon.com

CALIBRACION DE EDAD RADIOCARBÓNICA EN AÑOS CALENDÁRICOS
(Variables: C13 / C12 = -26.5; Lab. mult = 1)

Número de laboratorio:	Beta – 198189
Edad radiocarbónica convencional:	2200 +/- 60 AP
Resultado calibrado a 2 Sigma: (95% de probabilidad)	Cal 390 a 80 a.C. (Cal 2340 a 2030 AP)

Datos de regresión lineal

Regresión lineal de edad radiocarbónica con curva de calibración:	Cal 350 a.C. (Cal 2300 AP) Cal 310 a.C. (Cal 2260 AP) Cal 210 a.C. (Cal 2160 AP)
Resultado calibrado a 1 Sigma: (68% de probabilidad):	Cal 370 a 180 a.C. (Cal 2320 a 2130 AP)

Referencias:

Base de datos utilizada

INTCAL98

Base de datos de calibración

Comentario editorial

Stuiver, M, van der Plicht, H., 1998, Radiocarbon 40 (3), pxii-xiii

INTCAL 98 Calibración de la edad radiocarbónica

Stuiver, M., et al, 1998, Radiocarbon 40 (3), págs. 1041-1083

Matemática

Un abordaje simple al fechamiento por C14

Talma, A.S, Vogel, J.C., 1993, Radiocarbon 35 (2), págs. 317-322

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 – Tel: (305) 667-5167 – Fax (305) 663-0964 – E-Mail:
beta@radiocarbon.com

CALIBRACION DE EDAD RADIOCARBÓNICA EN AÑOS CALENDÁRICOS
(Variables: C13 / C12 = 28.2: lab. mult = 1)

Número de laboratorio:	Beta – 198189
Edad radiocarbónica convencional:	220 +/- 40 AP
Resultado calibrado a 2 Sigma: (95% de probabilidad)	Cal 380 a 160 a.C. (Cal 2330 a 2120 AP)

Datos de regresión lineal

Regresión lineal de edad radiocarbónica con curva de calibración:	Cal 350 a.C. (Cal 2300 AP) y Cal 310 a.C. (Cal 2260 AP) y Cal 210 a.C. (Cal 2160 AP)
Resultado calibrado a 1 Sigma (68% de probabilidad)	Cal 360 a 190 a.C. (Cal 2320 a 2140 AP)

Referencias:

Base de datos utilizada

INTCAL98

Base de datos de calibración

Comentario editorial

Stuiver, M, van der Plicht, H., 1998, Radiocarbon 40 (3), pxii-xiii

INTCAL 98 Calibración de la edad radiocarbónica

Stuiver, M., et al, 1998, Radiocarbon 40 (3), págs. 1041-1083

Matemática

Un abordaje simple al fechamiento por C14

Talma, A.S, Vogel, J.C., 1993, Radiocarbon 35 (2), págs. 317-322

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 – Tel: (305) 667-5167 – Fax (305) 663-0964 – E-Mail:
beta@radiocarbon.com

CALIBRACION DE EDAD RADIOCARBÓNICA EN AÑOS CALENDÁRICOS
(Variables: C13 / C12 = 28.5: lab. mult = 1)

Número de laboratorio:	Beta – 198191
Edad radiocarbónica convencional:	2180 +/- 40 AP
Resultado calibrado a 2 Sigma: (95% de probabilidad)	Cal 370 a 110 a.C. (Cal 2320 a 2060 AP)

Datos de regresión lineal

Regresión lineal de edad radiocarbónica con curva de calibración:	Cal 200 a.C. (Cal 2150 AP)
Resultado calibrado a 1 Sigma (68% de probabilidad)	Cal 360 a 290 a.C. (Cal 2310 a 2240 AP) y Cal 230 a 180 a.C. (Cal 2180 a 2130 AP)

Referencias:

Base de datos utilizada

INTCAL98

Base de datos de calibración

Comentario editorial

Stuiver, M, van der Plicht, H., 1998, Radiocarbon 40 (3), pxii-xiii

INTCAL 98 Calibración de la edad radiocarbónica

Stuiver, M., et al, 1998, Radiocarbon 40 (3), págs. 1041-1083

Matemática

Un abordaje simple al fechamiento por C14

Talma, A.S, Vogel, J.C., 1993, Radiocarbon 35 (2), págs. 317-322

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 – Tel: (305) 667-5167 – Fax (305) 663-0964 – E-Mail:
beta@radiocarbon.com

CALIBRACION DE EDAD RADIOCARBÓNICA EN AÑOS CALENDÁRICOS
 (Variables: C13 / C12 = 27.5: lab. mult = 1)

Número de laboratorio:	Beta – 198192
Edad radiocarbónica convencional:	2210 +/- 110 AP
Resultado calibrado a 2 Sigma: (95% de probabilidad)	Cal 500 a 460 a.C. (Cal 2450 a 2410 AP) y Cal 430 a.C. a Cal 20 d.C. (Cal 2380 a 1930 AP)

Datos de regresión lineal

Regresión lineal de edad radiocarbónica con curva de calibración:	Cal 350 a.C. (Cal 2300 AP) y Cal 300 a.C. (Cal 2250 AP) y Cal 220 a.C. (Cal 2170 AP)
Resultado calibrado a 1 Sigma (68% de probabilidad)	Cal 390 A 110 a.C. (Cal 2340 a 2060 AP)

Referencias:

Base de datos utilizada
INTCAL98

Base de datos de calibración

Comentario editorial

Stuiver, M, van der Plicht, H., 1998, Radiocarbon 40 (3), pxii-xiii

INTCAL 98 Calibración de la edad radiocarbónica

Stuiver, M., et al, 1998, Radiocarbon 40 (3), págs. 1041-1083

Matemática

Un abordaje simple al fechamiento por C14

Talma, A.S, Vogel, J.C., 1993, Radiocarbon 35 (2), págs. 317-322

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 – Tel: (305) 667-5167 – Fax (305) 663-0964 – E-Mail:
beta@radiocarbon.com

CALIBRACION DE EDAD RADIOCARBÓNICA EN AÑOS CALENDÁRICOS
 (Variables: C13 / C12 = 24.9: lab. mult = 1)

Número de laboratorio:	Beta – 198196
Edad radiocarbónica convencional:	2120 +/- 40 AP
Resultado calibrado a 2 Sigma: (95% de probabilidad)	Cal 350 a 310 a.C. (Cal 2300 a 2260 AP) y Cal 210 a 40 a.C. (Cal 2160 a 1990 AP)

Datos de regresión lineal

Regresión lineal de edad radiocarbónica con curva de calibración:	Cal 160 a.C. (Cal 2120 AP)
Resultado calibrado a 1 Sigma (68% de probabilidad)	Cal 190 a 80 a.C. (Cal 2140 a 2030 AP)

Referencias:

Base de datos utilizada

INTCAL98

Base de datos de calibración

Comentario editorial

Stuiver, M, van der Plicht, H., 1998, Radiocarbon 40 (3), pxii-xiii

INTCAL 98 Calibración de la edad radiocarbónica

Stuiver, M., et al, 1998, Radiocarbon 40 (3), págs. 1041-1083

Matemática

Un abordaje simple al fechamiento por C14

Talma, A.S, Vogel, J.C., 1993, Radiocarbon 35 (2), págs. 317-322

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 – Tel: (305) 667-5167 – Fax (305) 663-0964 – E-Mail:
beta@radiocarbon.com

Metodología de campo, Montículo 5, Chocolá, Temporada 2004

La operación sobre el Montículo 15 fue abreviada en la nomenclatura de PACH como Operación 14. Los elementos en el Montículo 5 que ya habían sido descubiertos durante la temporada 2003 y que sugerían de alguna manera una arquitectura permanente, fueron considerados lo suficientemente interesantes como para explorarlos de manera más completa en 2004. Se tomó la decisión de emprender excavaciones intensivas empleando un sistema cartesiano de cuadrícula con unidades de cuadrículas de 2 x 2 m. De manera similar a la descrita más arriba para las excavaciones practicadas en el Montículo 15, JK solicitó a David Monsees que llevara a cabo una prospección gradiométrica del montículo que nos ayudaría a decidir dónde comenzar las excavaciones, en este caso, afuera y alrededor del alineamiento de piedras descubierto durante los últimos días de la temporada 2003, que se encontraba aproximadamente a un m por debajo de la superficie del terreno hacia el este, frente al suave declive del Montículo 5. Por medio del uso de una estación total, una cota fija permanente (BM 50) ancló la recepción de datums y subdatums para crear la cuadrícula. La cuadrícula original de 20 x 20 m, establecida por medio de estacas y triangulación, leyendo desde la estación total que definió los datums y subdatums, fue más tarde ampliada de tal manera que varios cuadrículas de 20 x 20 m alrededor de la original fueron establecidas en el transcurso de las excavaciones como necesariamente dependientes de los hallazgos bajo suelo de lo que resultó ser una plataforma masiva con muros de piedra, que se extendía desde el punto este más alejado –el muro este del cual una parte pertenecía al elemento hallado en 2003- 45 m al oeste hacia el muro oeste, y, hacia el norte, desde el muro norte 40 m al sur de lo que creemos constituye el muro sur, en base al hallazgo de una aparente esquina sudeste. Toda la estructura –si nuestras dimensiones estimadas y orientaciones son correctas- constituye la casi totalidad del Montículo 5 topográficamente elevado, con algún margen para derrumbes y otros procesos tafonómicos tales como las perturbaciones causadas por cultivos, otras intervenciones y perturbaciones humanas, principalmente agrícolas, y milenios de intemperie y ciclos y eventos geofísicos de mayor duración.

Una vez realizada la prospección gradiométrica, y cuando se visualizaron algunos puntos de interés, la excavación continuó con el inmediato descubrimiento de arquitectura en la forma de un muro importante de canto rodado cuyo muro norte emergía primero, seguido por el muro este. Insistiendo con nuestra elección de un procedimiento basado en una unidad de cuadrícula cartesiana –en lugar de, como a veces se realiza en las tierras bajas, excavar la arquitectura sin la recuperación sistemática de información con un sistema de cuadrículas-, los excavadores recibieron instrucciones de continuar con unidades de cuadrícula hacia el oeste a lo largo del muro norte, y al sur a lo largo del muro este. De esta manera se pudo obtener información precisa sobre procedencia, controlada por una conexión constante con los datums, cuya ubicación nos era conocida con precisión a través de las mediciones con la estación total y de su relación con la BM 50.

Además de explorar horizontalmente para delinear el contorno de la plataforma, por lo menos una vez el piso probable contemporáneo llegó a la primera hilada del muro norte, que contaba con ocho hiladas; se emprendieron investigaciones verticales o diacrónicas, siendo el centro del montículo la ubicación elegida. Sin embargo, estas últimas investigaciones también cesaron con el hallazgo de un importante elemento de arcilla quemada; se contemplan ulteriores investigaciones de este elemento, a

realizarse en el futuro. Estos pozos centrales, al igual que todas las otras unidades, eran conectados con las localizaciones absolutas conocidas a partir de la BM 50.