

CIENCIAS ESPACIALES

Publicación Semestral de la Facultad de Ciencias Espaciales (FACES)
Universidad Nacional Autónoma de Honduras | Volumen 14, Número 1, Primavera 2023
ISSN 2225-5249 (Impreso), ISSN 2521-5868 (en línea)



UNAH
UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE HONDURAS

Ciencias Espaciales

Facultad de Ciencias Espaciales (FACES)
Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH)
Tegucigalpa, M.D.C., Honduras

Volumen 14, Número 1 Primavera, 2023. ISSN 2225-5249 (impreso); ISSN 2521-5868 (en línea)

Portada

Desde arriba a la izquierda y en el sentido horario: Representación del campo magnético terrestre, crédito: NASA Goddard Space Flight Center; Puesta de Sol en el Aeropuerto Internacional de Miami, crédito: Eduardo Rodas-Quito; Extracto de mapa sitios deportivos, culturales y recreativos según categoría de usuario dentro del área urbana, 2020, crédito: Celina Michelle Sosa; Detalle de la Carta Estelar Dunhuang, fotografía de Dominio Público.

Directora

M. Sc. Vilma Lorena Ochoa López
(Facultad de Ciencias Espaciales, UNAH)

Editor en Jefe

Máster Eduardo Enrique Rodas-Quito
(Arqueoastronomía y Astronomía Cultural, UNAH)

Consejo Editorial

Ph. D. Yvelice Soraya Castillo
(Astronomía y Astrofísica, UNAH)
Máster Celina Michelle Sosa Caballero
(Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica, UNAH)
Máster Yessica Yamileth Sosa Reyes
(Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica, UNAH)
Máster Javier Enrique Meza Antúnez
(Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica, UNAH)
Máster Alex Matamoros
(Ciencias Aeronáuticas, UNAH)

Consejo Científico

Ph. D. Jacopo Fritz
(Universidad Nacional Autónoma de México, México)
Ph. D. Francisco Maza Vásquez
(Universidad de Alcalá, España)
Ph. D. Stanislaw Iwaniszewski
(Instituto Nacional de Antropología e Historia, México)
Ph. D. FRAS Javier Mejuto González
(Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Honduras)

Edición, arte y diagramación

Máster Eduardo Enrique Rodas-Quito
(Arqueoastronomía y Astronomía Cultural, UNAH)
Correo electrónico: eduardo.rodas@unah.edu.hn

Bach. Carlos Saíd Salomón del Cid Flores
(Astronomía y Astrofísica, UNAH)
Correo electrónico: csdelcid@unah.hn

Bach. Anabell Aguirre Cálix
(Astronomía y Astrofísica, UNAH)
Correo electrónico: anabell.aguirre@unah.edu.hn

Bach. Johana Aylin Rodríguez Antúnez
(Astronomía y Astrofísica, UNAH)
Correo electrónico: johana_antunez@outlook.com

Contacto

M. Sc. Vilma Lorena Ochoa López
lorena.ochoa@unah.edu.hn

Máster Eduardo Enrique Rodas-Quito
eduardo.rodas@unah.edu.hn

Para mayor información:

Página web:
<https://www.camjol.info/index.php/CE/index>

Correo electrónico:
revista.cespaciales@unah.edu.hn

Facultad de Ciencias Espaciales.

El 17 de abril de 2009, mediante Acuerdo N° CU-O-043-03-2009, el Consejo Universitario de la UNAH creó la Facultad de Ciencias Espaciales en reconocimiento al funcionamiento del Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa (OACS/UNAH).

CONTENIDO

Volumen 14, Número 1 Primavera, 2023

NOTA A NUESTROS LECTORES	5
ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA	6
Cálculo de componentes locales del Campo Magnético Terrestre en Honduras, empleando el Modelo de Tsyganenko y Sitnov <i>Yvelice Soraya Castillo Rosales, Allan Calderini, Carmen Díaz, Daysi Gómez, Misael Espinal, Oscar García</i>	7
CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	18
Distribución Geoespacial de los Espacios Públicos en Tela, Honduras, 2020 <i>Celina Michelle Sosa Caballero</i>	19
ARQUEOASTRONOMÍA Y ASTRONOMÍA CULTURAL	34
Constelaciones Gran Cucharón, Serpiente, Espada y Tortuga usando el Método del Zhou Bi <i>Raúl Pérez-Enriquez</i>	35
¿Hay Espacio para Todos? Etnicidad y Acceso a la Tecnología Espacial <i>Javier Mejuto González</i>	52
CIENCIAS AERONÁUTICAS	60
Análisis Integral de Componentes de Gestión para la implementación de una Terminal Privada en Honduras <i>Ana Lucía Ulloa</i>	61
NOTAS INFORMATIVAS	73

NOTA A NUESTROS LECTORES

Estimado/a lector/a,

La revista Ciencias Espaciales desea informarle que debido a los problemas derivados de la pandemia de COVID-19, no se han publicado los números correspondientes a los años 2021 y 2022. Nos gustaría explicarle las razones de esta situación.

En primer lugar, previo y durante estos dos años, el mundo ha enfrentado un escenario sin precedentes. La propagación del virus afectó a todas las áreas de la vida, incluyendo la producción de contenido para la revista. Las medidas de restricción de movilidad y las limitaciones de reuniones y eventos públicos han afectado directamente la capacidad de nuestros colaboradores para tomar datos y producir material para la revista Ciencias Espaciales.

En segundo lugar, es importante destacar que la calidad de nuestro contenido es de suma importancia para nosotros. La situación explicada nos ha impedido ofrecer a nuestros lectores la calidad y diversidad de contenido que merecen.

Por estas razones, la Revista Ciencias Espaciales decidió no publicar los números correspondientes a los años 2021 y 2022 hasta poder garantizar la calidad y la variedad que caracterizan a nuestra revista.

En este sentido, queremos reiterar nuestras disculpas y hacerles saber que estamos haciendo todo lo posible para retomar nuestra labor de manera más fluida y regular. Agradecemos su paciencia y esperamos poder contar con su comprensión y continuaremos trabajando para ofrecerles lo mejor de las Ciencias Espaciales y las tecnologías de los campos de la revista.

Gracias por su apoyo y comprensión en estos tiempos difíciles.

Atentamente,

Consejo Editorial Revista Ciencias Espaciales

ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

CÁLCULO DE COMPONENTES LOCALES DEL CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE EN HONDURAS, EMPLEANDO EL MODELO DE TSYGANENKO y SITNOV 2005

Yvelice Soraya Castillo Rosales^{1,*}, Allan Calderini^{1,†}, Carmen Díaz^{1,‡}, Daysi Gómez^{1,§},
Misael Espinal^{1,¶}, Oscar García^{1,||}

¹Departamento de Astronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de Honduras

Recibido: 01/junio/2022

Aceptado: 04/noviembre/2022

DOI: <https://doi.org/10.5377/ce.v14i1.15635>

RESUMEN

La Universidad Nacional Autónoma de Honduras instalará el Primer Observatorio Magnético de Honduras, para capturar las fuentes naturales del vector de campo magnético local. Proponemos una metodología para analizar sus datos, comparándolos con datos de observatorios cercanos, con el Modelo de Campo Geomagnético de Referencia Internacional, con el modelo semi-empírico de magnetosfera terrestre de Tsyganenko, N. y Sitnov, M., 2005. La componente geomagnética local horizontal ($H-$) es calculada para las coordenadas del Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa, Tegucigalpa, Honduras (TEG- H_{TSY}), en el intervalo temporal 2010 – 2013, utilizando los modelos. Para el mismo intervalo temporal, se extrae la componente $H-$ local del Observatorio Chiripa, Costa Rica (CRP- H), y su variación diaria en días calmos (Sq- H), empleando los días calmos internacionales. Se calculan los coeficientes de correlación de Pearson entre TEG- H_{TSY} y CRP- H . Las mejores correlaciones se obtienen en días con índice planetario $Kp < 4$, cuando Sq- H y la variación diurna son removidas de CRP- H y de TEG- H_{TSY} , respectivamente. Un modelo (NOCSq) es elaborado a partir del Sq- H de Chiripa, empleando funciones ortogonales empíricas (EOF). Al proyectar sobre los EOF las matrices de corrientes magnetosféricas de Tegucigalpa en días calmos, estas representan porcentajes considerables de los EOF, en el intervalo 12,00 – 24,00 hora local.

Palabras clave: Observatorio Magnético de Honduras, Corrientes magnetosféricas, Sq, Tsyganenko y Sitnov 2005, Campo magnético local.

ABSTRACT

The National Autonomous University of Honduras is installing the First Magnetic Observatory of Honduras, in order to capture the natural sources of the local magnetic field vector. We propose a methodology to analyze its data, comparing with near observatories data, with the International Geomagnetic Reference Field, with the Earth's magnetospheric semi-empirical model of Tsyganenko and Sitnov 2005. The local horizontal geomagnetic component ($H-$) is computed for the Suyapa Central

*yvelice.castillo@unah.edu.hn  <https://orcid.org/0000-0003-2317-8285>

†allan.calderini@unah.hn

‡cgdiazr@unah.hn

§daysi.gomez@unah.hn

¶misael.espinal@unah.edu.hn

||ogarciam@unah.hn

American Astronomical Observatory, Tegucigalpa, Honduras coordinates (TEG- H_{TSY}), in the temporal interval 2010 – 2013, using the models. For the same time interval, the local H – component of Chiripa Observatory, Costa Rica (CRP- H), and its quiet daily variation (Sq- H) obtained from the international quiet days are extracted from data. Pearson correlation coefficients are computed between TEG- H_{TSY} and CRP- H . Better correlations are obtained in days with planetary index $K_p < 4$, when Sq and diurnal variation are removed from CRP- H and TEG- H_{TSY} , respectively. A model (NOCSq) is computed from the Chiripa Sq- H , using empirical orthogonal functions (EOFs). When Tegucigalpa's magnetospheric currents quietest days matrices are projected into EOFs, they represent EOF's significative percentages in the 12,00 – 24,00 local time interval.

Keywords: Magnetic Observatory of Honduras, magnetospheric currents, Sq, Tsyganenko and Sitnov 2005, local magnetic field.

1 Introducción

Un observatorio magnético tiene como objetivo principal registrar las fuentes naturales de las componentes del vector de campo magnético terrestre, de manera continua, precisa y sin interferencias artificiales (Turbitt, 2018). Los datos de los observatorios magnéticos registran una superposición de señales dependientes del tiempo, relacionadas con una diversidad de fenómenos físicos en el núcleo de la Tierra, el manto, la ionosfera, la magnetosfera, el Sol y el medio interplanetario. Estos datos son necesarios para la investigación en geomagnetismo a nivel mundial. En América Central hay muy pocos observatorios, por tanto, muy pocos datos. Un observatorio en Honduras podría mejorar esta situación y es de mucho interés para la comunidad de geomagnetismo internacional (Borodin *et al.*, 2011). Agregar datos magnéticos de Centroamérica al modelo de campo de referencia geomagnético internacional (IGRF) es valiosísimo para la navegación marítima. Los barcos utilizan este modelo para guiarse en largas travesías por el Atlántico, y actualmente hace falta una medición precisa y continua del campo magnético en esta región del mundo. Los datos pueden ser empleados para un amplio rango de trabajos de investigación en geofísica, para prevención de riesgos sísmicos (Proyecto KUK'ÁHPÁN, 2021), de amenazas de clima espacial (Hapgood y Thomson, 2010), trabajos de prospección, estudios de suelo y otras aplicaciones de ingeniería y geofísica. Una aplicación es la medición del fuerte impacto que los eventos de clima espacial, las tormentas eléctricas y los huracanes tienen sobre las redes primarias de transformadores y generadores de potencia, sobre antenas de telecomunicaciones y otras tecnologías, provocado por corrientes geomagnéticas inducidas (Alves Ribeiro *et al.*, 2021) y que puede representar pérdidas de miles de millones a nivel mundial (Hapgood y Thomson, 2010). El observatorio puede involucrar a la UNAH en cooperaciones con institutos geomagnéticos internacionales, en investigaciones de campo magnético principal y de clima espacial, como la red de observatorios magnéticos INTERMAGNET o el World Data Centre for Geomagnetism, Edinburgh, quienes están apoyando este proyecto (Borodin *et al.*, 2011).

2 Objetivo general

Analizar un modelo de las componentes geomagnéticas locales, calculadas para las coordenadas del Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa (14° 5' N, 87° 9' O), empleando el Modelo Geomagnético de Referencia Internacional (IGRF) y el modelo de corrientes magnetosféricas de Tsyganenko y Sitnov (2005) (TS05), con el auxilio de técnicas estadísticas, como fase preliminar para la instalación del primer Observatorio Magnético de Honduras, con el que se realizarán estudios geofísicos, de amenazas sísmicas y de clima espacial.

3 *Objetivos específicos*

- Comparar las componentes del campo magnético local calculadas en el OACS/UNAH, con los datos del Observatorio de Chiripa, Costa Rica, para el intervalo 2010 – 2013, validando así la metodología con la que se analizarán los datos del Primer Observatorio Magnético de Honduras.
- Contar con análisis estadísticos y físicos para realizar las primeras mediciones del Observatorio Magnético y para futuros estudios de amenazas naturales.
- Modelar la variación diaria en días calmos para las coordenadas del OACS/UNAH, así como las contribuciones de cada una de las corrientes de la magnetosfera terrestre a la misma.
- Evaluar la eficiencia del modelo TS05 para realizar estudios geomagnéticos y de clima espacial a futuro, i.e., análisis de corrientes inducidas en transformadores de la red primaria hondureña y otros efectos adversos tanto de las tormentas atmosféricas como de las tormentas geomagnéticas.

4 *Metodología*

4.1 *Cómputo de componente horizontal (H-) para Tegucigalpa*

Las componentes x , y y z del IGRF se calculan utilizando el código Geopack-2008 de Nicolai Tsyganenko. Las mismas componentes cartesianas se calculan para la magnetosfera, utilizando el código TS04 de [Tsyganenko y Sitnov \(2005\)](#). De estas componentes obtenemos la suma de componente H - de IGRF más la componente H - de la magnetosfera, formalmente denominada TEG- H_{TSY} . La Figura 1 muestra estas series junto con los datos del Observatorio Chiripa (CRP- H) para el intervalo de tiempo 2010 – 2013.

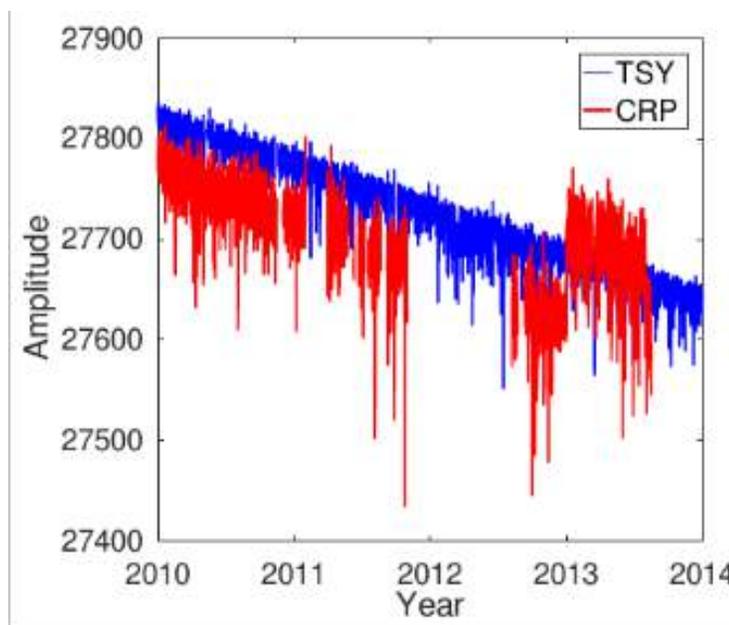


Figura 1: Valores de TEG-HTSY (azul) y datos de CRP-H (rojo) obtenidos del Centro Mundial de Datos para Geomagnetismo de Edinburgo (World Data Centre for Geomagnetism, Edinburgh).

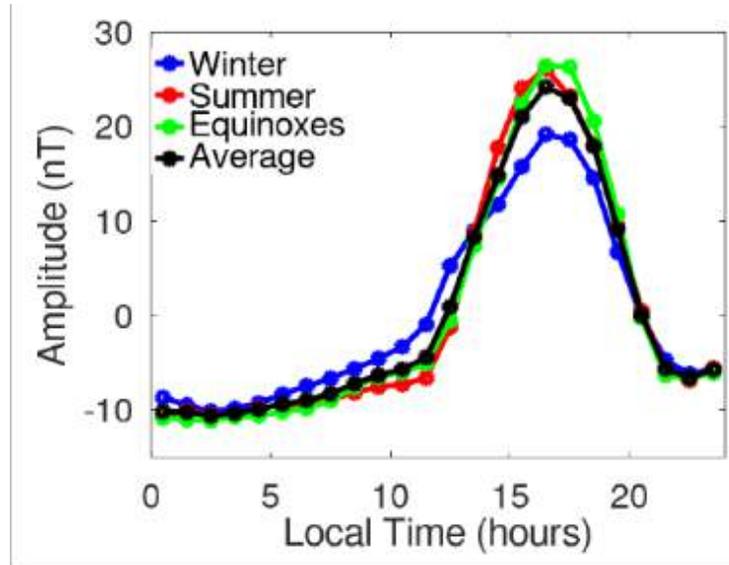


Figura 2: Las curvas de Lloyd representan las medias de los días calmos internacionales de los datos de un observatorio (en este caso, del Observatorio de Chiripa, para el intervalo temporal 2010 – 2013), agrupados por estaciones: invierno corresponde a los meses de noviembre a febrero; verano a los meses de mayo a agosto; equinoccios comprende los meses de marzo, abril, septiembre y octubre. La curva negra es el promedio anual.

4.2 Variación Sq

La variación Sq-H se calcula de dos formas: a) utilizando los datos de días calmos internacionales (IQD) del observatorio CRP para el intervalo 2010 – 2013; b) aplicando el análisis de descomposición de valores singulares a los datos de CRP (Castillo, 2018). La Figura 2 muestra las curvas de Lloyd para los días calmos internacionales del Observatorio Chiripa, promediadas por meses y años.

Primero se extraen los datos de CRP en los días calmos internacionales y se colocan en una matriz donde las filas representan los días (240 días) y las columnas los datos horarios (24 por día), en el periodo 2010 – 2013. Seguidamente, se remueven las filas en donde existían vacíos de datos. En total, se obtuvieron 147 días con datos completos. A la matriz filtrada se le aplica el análisis de descomposición de valores singulares, factorizando la matriz original en tres matrices.

$$S_q = USV^T$$

donde S_q es la matriz de datos de los días calmos internacionales, con dimensiones 147×24 ; U es una matriz 147×147 , con los autovectores normalizados de la matriz $S_q \otimes S_q^T$; V es una matriz 24×24 , con los autovectores normalizados de la matriz $S_q^T \otimes S_q$, o EOF; S es una matriz de tamaño 147×24 matriz, con 24 valores singulares de S_q .

La expansión de coeficientes representan las coordenadas no estandarizadas de los datos a lo largo de los ejes principales y se calculan utilizando la matriz A que es una matriz $n \times m$ cuyas columnas son los coeficientes de expansión, o series de tiempo de la evolución de los EOF. Cada columna representa las variaciones en la amplitud de cada modo a lo largo de 147 días calmos. La matriz A se calcula de la siguiente forma $A = U \otimes S$ con un tamaño de 147×24 . Para poder calcular el modelo, se extraen las amplitudes y se multiplican por los EOF, que son modos de variabilidad o funciones ortogonales empíricas, mediante la siguiente fórmula:

$$NOCS_{ql} = \sum_{i=1}^{i=l} a_i \otimes v_i^T$$

donde a_i es la i -ésima columna (i -ésimo vector) de la matriz \mathbf{A} ; v_i es la i -ésima columna (i -ésimo vector) de la matriz \mathbf{V} ; l es el numero de modos utilizados.

Respecto al modelo hay que recordar que cada $NOCS_{ql}$ es una matriz de 147 filas x 24 columnas que representan un porcentaje de señal. La suma de los 24 modos devuelve los datos originales. En este trabajo se emplearon uno, dos, tres y cuatro modos para el modelo $NOCS_{ql}$, ya que estos representan alrededor del 80% de la señal original. El siguiente paso es restar $NOCS_{ql}$ de los datos crudos de las observaciones, para así obtener la serie corregida $\hat{\mathbf{H}}$: $\hat{\mathbf{H}} = \hat{\mathbf{H}} - NOCS_{ql}$.

4.3 Corrientes magnetosféricas

Se calcularon seis sistemas de corrientes magnetosféricas con el modelo TS05, para las coordenadas de Tegucigalpa: Birkeland (FAC), Chapman-Ferraro (CF), transversal de la cola región 1 (TAIL-1), transversal de la cola región dos (TAIL-2), anillo parcial (PRC), anillo simétrico (SRC). De estas corrientes se extrajeron sus respectivas matrices de días calmos internacionales. Seguidamente, se proyectó cada matriz de días calmos internacionales sobre los EOF del modelo $NOCS_{ql}$ de Chiripa, para evaluar la contribución de cada corriente magnetosférica a la variación diaria de días calmos en Chiripa.

4.4 Pruebas estadísticas

4.4.1 Correlaciones de Pearson

Esta prueba estadística se realizó para comparar los datos del observatorio Chiripa (CRP- H) contra los valores generados por la suma de los modelos TS05 mas IGRF calculados para las coordenadas de Tegucigalpa (en adelante, TEG- H_{TSY}). Se seleccionaron coeficientes de correlación de Pearson r con nivel de significancia de 0.95 (valores- p menores a 0.05).

También se comparó la serie de datos de Chiripa sin la señal de la corriente Sq (CRP- H -wo-Sq), contra el modelo en Tegucigalpa sin variación diurna (TEG- H_{TSY} -wo-QDV). Por último, se comparó la serie de datos de Chiripa, removiendo de ella el NOC-Sq para los casos de 1, 2, 3 y 4 modos, con el modelo TEG- H_{TSY} -wo-QDV (sin variación diurna). Se siguió este procedimiento tanto para los días con $K_p < 4$ como para los días con $K_p \geq 4$. Los gráficos más significativos de estas correlaciones se describen en la sección de resultados.

4.4.2 Transformada z-Fisher

La transformada z-Fisher se utiliza para convertir histogramas de r a histogramas aproximadamente normales, es decir, z-Fisher es útil para transformar un histograma sesgado a la izquierda a una gaussiana, lo cuál es buen indicativo de que existen pocas anti-correlaciones (valores negativos). Esto se logra con el algoritmo de Levenberg-Marquardt.

$$z = 0.5 \ln \frac{(1+r)}{(1-r)}$$

4.4.3 Prueba t de Welch

La prueba t de Welch es una prueba paramétrica muy similar a la t-student, que se emplea cuando las muestras tienen varianzas distintas. En este caso comparamos las correlaciones de valores crudos contra las correlaciones de valores sin variación diurna, normalizadas y transformadas a distribuciones aproximadamente gaussianas. Se usan tres parámetros: cantidad de datos, medias y desviaciones estándar. La hipótesis nula de referencia es: las dos distribuciones son iguales. El parámetro del estadístico t para probar la hipótesis de que dos medias \bar{z}_1 y \bar{z}_2 de dos conjuntos diferentes son iguales es:

$$t = \frac{\bar{z}_1 - \bar{z}_2}{\sigma_{1,2}}$$

donde \bar{z}_1 y \bar{z}_2 son los valores medios de los gaussianos ajustados a los histogramas de Z_1 y Z_2 .

$$\sigma_{1,2} = \sqrt{\frac{\sigma_{z1}^2}{N_1} + \frac{\sigma_{z2}^2}{N_2}}$$

donde σ_{z1} y σ_{z2} son las desviaciones estándar ajustadas, N_1 y N_2 son el número de valores z para calcular cada histograma.

Comparamos el estadístico t con un valor t-crítico, que se calcula a partir de la inversa de la función de distribución acumulativa t de Student. Para un intervalo de confianza (IC) del 95 %, $\alpha = 0.05$. El criterio es: si $t < t_c$, entonces $p > 0.05$ y no podemos rechazar la hipótesis nula (las dos las distribuciones son iguales); si $t > t_c$, entonces $p < 0.05$ y consideramos que las dos distribuciones son diferentes.

5 Resultados y discusión

5.1 Análisis de corrientes magnetosféricas

Al proyectarse cada una de las matrices de corrientes magnetosféricas en días calmos sobre los EOF del modelo NOCSq de Chiripa (CRP-NOC-Sq-H), la mayoría de las corrientes magnetosféricas presentan contribuciones significativas a los EOF en el intervalo de mediodía a medianoche (ver Figura 4). En cambio, en el intervalo medianoche a mediodía, las contribuciones de todas las corrientes a los EOF son bajas (ver Figura 3). Esto está en correspondencia con la asimetría de la magnetosfera que han reportado [Tsyganenko et al. \(2003\)](#), donde las contribuciones de Birkeland y PRC son mayores en lado del atardecer. Las corrientes de Birkeland son proporcionales al seno de la longitud magnética, por lo que en altitudes bajas alcanzan su punto máximo al amanecer y al anoecer. No obstante, en el sector del amanecer, las corrientes PRC cancelan a las corrientes de Birkeland.

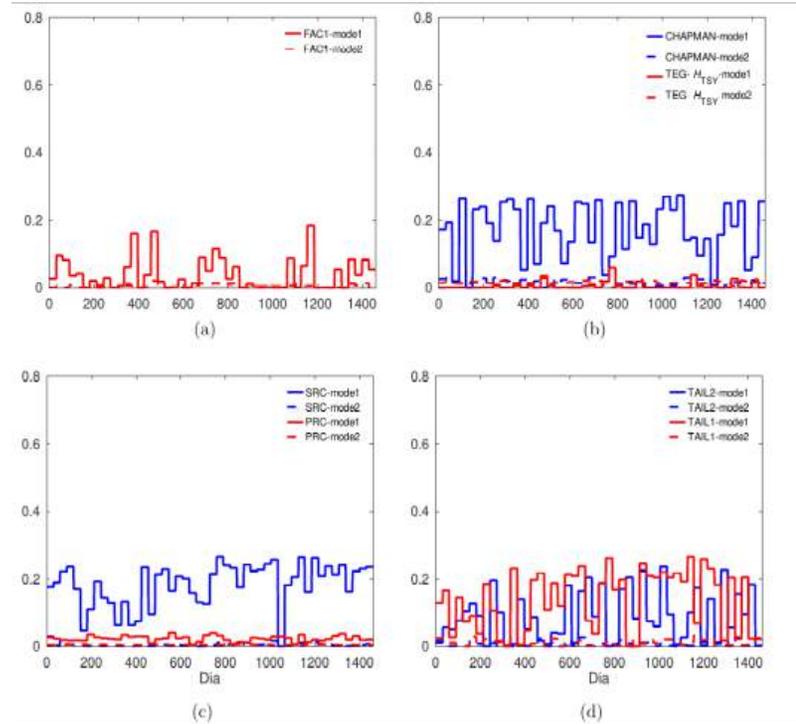


Figura 3: Proyección de la matriz de días calmos de la componente H- de cada corriente magnetosférica sobre los modos 1 y 2 de los EOF del modelo NOCSq de Chiripa, en el intervalo temporal de 0.00 a 12.00 horas tiempo local: (a) Birkeland; (b) Chapman-Ferraro y magnetosfera total; (c) Anillo simétrico y anillo parcial; (d) Corriente transversal de la cola, regiones 1 y 2.

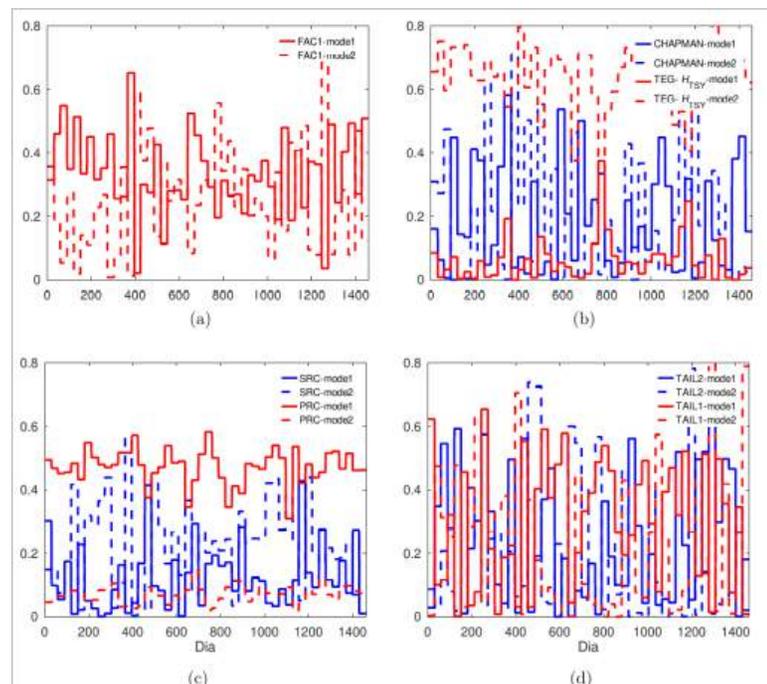


Figura 4: Proyección de la matriz de días calmos de la componente H- de cada corriente magnetosférica sobre los modos 1 y 2 de los EOF del modelo NOCSq de Chiripa, en el intervalo temporal de 12.00 a 0.00 horas tiempo local: (a) Birkeland; (b) Chapman-Ferraro y magnetosfera total; (c) Anillo simétrico y anillo parcial; (d) Corriente transversal de la cola, regiones 1 y 2.

5.2 Análisis de correlaciones de Pearson

Primero tenemos la comparación de los datos crudos de CRP-H y TEG- H_{TSY} , tanto para $K_p < 4$ (Figura 5, panel izquierdo). como para $K_p \geq 4$ (Figura 5, panel derecho). Vemos que para los días calmos (izquierda), la correlación entre ambas series de tiempo no es tan mala, ya que hay una buena cantidad de valores altos de r con valores $p \leq 0.05$. En cambio, para los días de tormenta geomagnética (derecha), se obtuvieron pocos datos; pero la mayoría de estos, son valores de r arriba de 0.5, con valores $p \leq 0.05$.

También se puede apreciar en la Figura 6, que hay un incremento de correlaciones r con valores $p \leq 0.05$, cuando se remueve el S_q de CRP-H y cuando se remueve la variación diurna en días calmos (QDV) de TEG- H_{TSY} , para días con $K_p < 4$ (panel izquierdo). Esto sucede porque el modelo TS05 no incluye la señal ionosférica ni la litosférica. Entonces al quitar las corrientes S_q de los datos de Chiripa (CRP-H-wo- S_q), estos se correlacionan mejor con los valores del modelo sin variación diaria en días calmos (TEG- H_{TSY} -wo-QDV). En cambio, para días con $K_p \geq 4$ (panel derecho), no se aprecia mejoría significativa en las correlaciones.

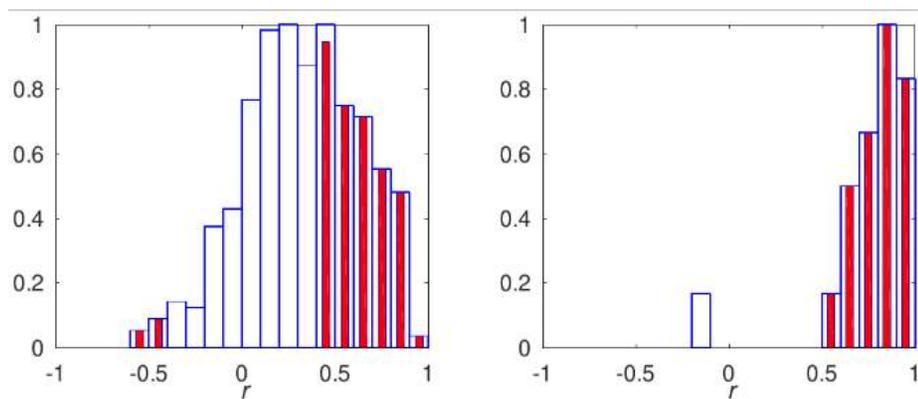


Figura 5: Izquierda: Histograma normalizado de r entre CRP-H y TEG- H_{TSY} para $K_p < 4$. Derecha: Igual que el panel izquierdo para $K_p \geq 4$. En ambos, las barras blancas son todas las correlaciones y las barras rojas son los recuentos con valor $p \geq 0.05$.

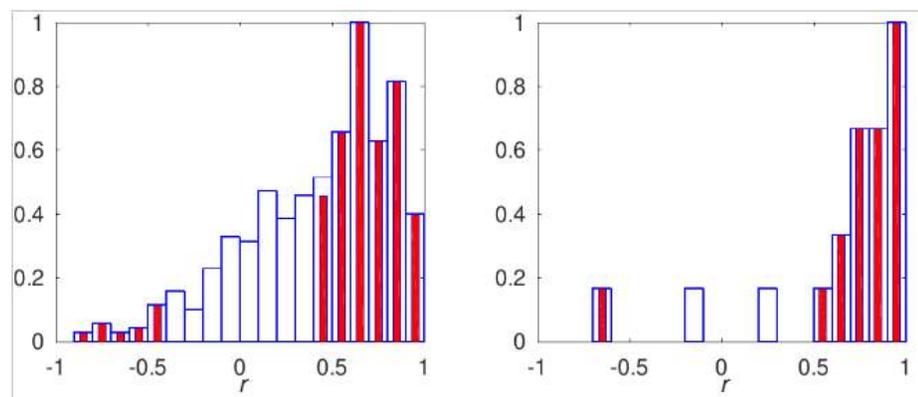


Figura 6: Izquierda: Histograma normalizado de r entre CRP-H-wo- S_q y TEG- H_{TSY} -wo-QDV para $K_p < 4$. Derecha: Igual que el panel izquierdo, para $K_p \geq 4$. En ambos, las barras blancas son los recuentos de todas las correlaciones y las barras rojas son los recuentos con valor $p \leq 0.05$.

5.3 Análisis de la prueba t de Welch

El panel izquierdo de la Figura 7 muestra los valores resultantes de la prueba t-Welch que compara CRP-H versus TEG- H_{TSY} con CRP-H-wo-Sq versus TEG- H_{TSY} -wo-QDV en días con $K_p < 4$, obteniéndose un valor de t mayor que el t-crítico. Esto significa que las distribuciones semi-normales entre ambas correlaciones no son iguales. De nuevo, se aprecia una mejora en la distribución z-Fisher de las correlaciones CRP-H-wo-Sq versus TEG- H_{TSY} -wo-QDV, respecto a las correlaciones CRP-H versus a TEG- H_{TSY} , con una media de z-Fisher de 0.56 para el primer caso. Para los días activos, cuando se resta la variación diurna, no hay un cambio significativo cuando comparamos las mismas correlaciones (ver panel derecho de la Figura 7), porque la variación diurna es mucho menor que los valores de $H-$ en estos casos (media de z-Fisher = 0.55).

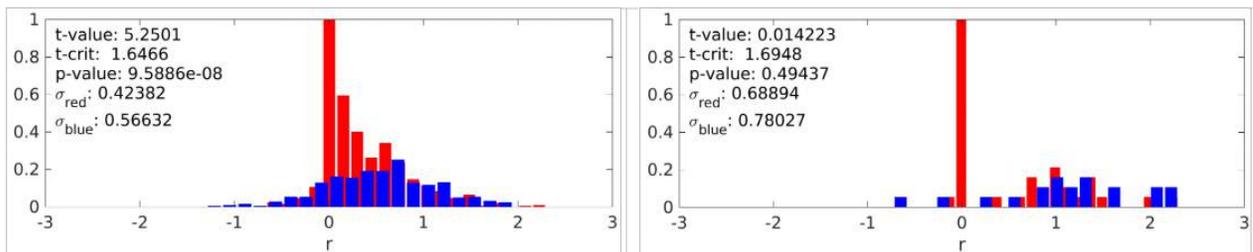


Figura 7: Izquierda: Resultados de la prueba t entre la distribución de Fisher de CRP-H versus TEG- H_{TSY} (rojo) y el correspondiente CRP-H-wo-Sq versus TEG- H_{TSY} -wo-QDV (azul), en días con $K_p < 4$. Derecha: Resultados de la prueba t entre la distribución de Fisher de CRP-H versus TEG- H_{TSY} (rojo) y el correspondiente CRP-H-wo-Sq versus TEG- H_{TSY} -wo-QDV (azul), en días con $K_p \geq 4$.

6 Conclusiones

- Es conocido que la variación diaria en días calmos, Sq, contiene una contribución de las corrientes magnetosféricas (Yamazaki y Maute, 2017) y que durante las tormentas geomagnéticas, la depresión en la componente horizontal $H-$ se incrementa considerablemente en el sector del atardecer (e.g (Tsyganenko et al., 2003)). En la latitud del OACS/UNAH, encontramos que también para días calmos, la influencia magnetosférica parece ser considerablemente mayor en el sector del atardecer (1.00 – 0.00 horas tiempo local), respecto al sector del amanecer (0.00 – 12.00 horas), para todas las corrientes magnetosféricas, especialmente el anillo parcial de corriente y las corrientes de Birkeland, cuya contribución siempre es positiva (ver Figuras 3 y 4). Se requiere realizar un análisis más detallado para identificar por qué son más importantes las contribuciones de los modos 1 o 2 en cada caso (ver Xu y Kamide, 2004; Castillo et al., 2017).
- La contribución del modo 2 de la suma de las corrientes magnetosféricas (TEG- H_{TSY}) en el sector del atardecer es considerablemente mayor (30% a 80%) que en el sector del amanecer (muy cercana a cero). Se debe analizar el por qué contribuye más que el modo 1 (ver Xu y Kamide, 2004; Castillo et al., 2017).
- Las correlaciones entre datos de Chiripa y modelo TS05 en días con $K_p < 4$ mejoran al remover de los datos de Chiripa la variación diaria en días calmos, debido a que así se remueve la contribución de la ionosfera, la contribución de la magnetosfera en días calmos y la contribución de litosfera, mientras que del modelo TS05 se remueve solo contribución magnetosférica en días calmos.
- Por otro lado, las correlaciones en días con $K_p \geq 4$ (20 días) no mejoran significativamente cuando se remueven las respectivas variaciones diurnas en días calmos, porque la contribución de variación

diaria es mucho menor a la intensidad de una tormenta. Esto se refleja en la prueba t de Welch, que nos indica que no hay mayor diferencia entre las correlaciones con datos crudos y las correlaciones corregidas. No obstante, la muestra es muy pequeña y se recomienda repetir el proceso para una muestra estadísticamente significativa.

- Una vez obtenidos los datos del Observatorio Magnético, se propone replicar la metodología aquí desarrollada para analizar la influencia de las corrientes magnetosféricas en el sitio del observatorio y validar el uso del modelo TS05 para futuros estudios de geofísica y de amenazas de clima espacial, como ser, efectos de corrientes inducidas en transformadores de líneas primarias de potencia eléctrica.

7 Agradecimientos

Agradecemos al Servicio Geológico Británico, a la Cooperación Alemana, a la ENEE, al Departamento de Astronomía y Astrofísica (FACES/UNAH), al Departamento de Arqueoastronomía y Astronomía Cultural (FACES/UNAH), al Departamento de Física de la Tierra (Facultad de Ciencias de la UNAH).

8 Referencias

Alves Ribeiro, J., Pinheiro, F. J. G., y Pais, M. A. (2021). First estimations of geomagnetically induced currents in the south of portugal. *Space Weather*, 19(1).

Borodin, P., Brenes, J., Daudi, E., Efendi, N., Flower, S., Hidayat, M., Husni, M., Kampine, M., Kusonski, O., Lang, A., Monge, I., Mucussete, A., Nhatsave, A., Santika, I. K. O., Rasson, J., Riddick, J., Suharyadi, D., Turbitt, C., y Yusuf, M. (2011). Indigo: Better geomagnetic observatories where we need them. *Data Science Journal*, 10(30).

Castillo, Y. (2018). *Global and mid-latitude impact of ten years of solar activity using observational data of the Geophysical and Astronomical Observatory of the University of Coimbra*. Tesis de doctorado en física especializado en astrofísica, Universidade de Coimbra. Disponible en: <https://estudogeral.sib.uc.pt/handle/10316/79592>.

Castillo, Y., Pais, M. A., Fernandes, J., Ribeiro, P., Morozova, A. L., y Pinheiro, F. J. (2017). Geomagnetic activity at northern hemisphere's mid-latitude ground stations: How much can be explained using TS05 model. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 165-166:38-53.

Hapgood, M. y Thomson, A. (2010). *Space weather: Its impact on earth and implications for business*. lloyd's 360° risk insight. London, UK.

Proyecto KUK'ÁHPÁN (2021). Kuk'ahpán: estudio regional integrado de la estructura y evolución 4d de la litosfera en América Central. Implicaciones en el cálculo de la amenaza y riesgo sísmico. Consultado el 16 de agosto de 2021.

Tsyganenko, N. A., Singer, H. J., y Kasper, J. C. (2003). Storm-time distortion of the inner magnetosphere: How severe can it get? *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 108(A5).

Tsyganenko, N. A. y Sitnov, M. I. (2005). Modeling the dynamics of the inner magnetosphere during strong geomagnetic storms. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 110(A3).

Turbitt, C. (2018). Data Processing. IAGA-Workshop 2018 Summer School.

Xu, W.-Y. y Kamide, Y. (2004). Decomposition of daily geomagnetic variations by using method of natural orthogonal component. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 109(A5).

Yamazaki, Y. y Maute, A. (2017). Sq and EEJ—A Review on the Daily Variation of the Geomagnetic Field Caused by Ionospheric Dynamo Currents. *Space Science Reviews*, 206(1-4):299–405.

CIENCIA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

DISTRIBUCIÓN GEOESPACIAL DE LOS ESPACIOS PÚBLICOS EN LA CIUDAD DE TELA, HONDURAS, 2020

Celina Michelle Sosa Caballero^{1,*}

¹Departamento de Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica
Universidad Nacional Autónoma de Honduras

Recibido: 13/junio/2022

Aceptado: 12/diciembre/2022

DOI: <https://doi.org/10.5377/ce.v14i1.15632>

RESUMEN

El equilibrio territorial y clasificación de los espacios públicos de la ciudad de Tela se analizan en el proyecto de investigación "Distribución de los Espacios Públicos en la Ciudad de Tela para el Análisis del Equilibrio Territorial de la Oferta Cultural y Recreativa de la Ciudad, 2020", para conocer la disponibilidad de la oferta deportiva, cultural y recreativa de la ciudad y su clasificación según el tipo de administración. Para cumplir el objetivo, metodológicamente se han utilizado las herramientas que proporcionan los Sistemas de Información Geográfica para analizar la concentración y dispersión de la infraestructura deportiva, cultural y recreativa en relación con el centro de la ciudad y la clasificación de los espacios públicos según el tipo de actividad y su naturaleza. Entre los principales resultados tendremos: un inventario clasificado de la oferta deportiva, cultural y recreativa de la ciudad de Tela, la generación de cartografía de distintas categorías de infraestructura de espacios públicos.

Palabras clave: Distribución Geoespacial, Oferta Deportiva, Oferta Cultural, Oferta Recreativa.

ABSTRACT

The territorial balance and classification of the public spaces of the city of Tela are analyzed in the research project "Distribution of Public Spaces in the City of Tela for the Analysis of the Territorial Balance of the Cultural and Recreational Offer of the City, 2020", to know the availability of the sports, cultural and recreational offer of the city and its classification according to the type of administration. To meet the objective, methodologically the tools provided by Geographic Information Systems software have been used to analyze the concentration and dispersion of sports, cultural and recreational infrastructure in relation to the city center and the classification of public spaces according to the type of activity and its nature. Among the main results we will have: a classified inventory of the sports, cultural and recreational offer of the city of Tela, the generation of cartography of different categories of public space infrastructure.

Keywords: Geospatial Distribution, Sports Offer, Cultural Offer, Recreational Offer.

1 *Introducción*

Dentro del ordenamiento territorial es importante tener un equilibrio territorial de la oferta deportiva, cultural y recreativa de la ciudad de Tela y la clasificación de los espacios públicos según el tipo de administración, en el presente artículo se analizan la "Distribución Geoespacial de los Espacios Públicos en la

*celina.sosa@unah.edu.hn,  <https://orcid.org/0000-0001-9793-5897>

ciudad de Tela, Honduras, 2020". Lo que representa un análisis espacial importante para la planificación, administración y gestión territorial adecuada del municipio.

El municipio de Tela localizado en el departamento de Atlántida, Cuenta con los siguientes límites: al norte, con el mar Caribe; al sur con Yoro, en el departamento de Yoro; al este con Arizona, en el departamento de Atlántida y al oeste con Puerto Cortes, en el departamento Cortes y con el Negrito en el departamento de Yoro ([MiAmbiente+, 2017](#)).

La ciudad de Tela fundada por los españoles con el nombre de Triunfo de la Cruz el 3 de mayo de 1524. Actualmente cuenta con una población proyectada para el año 2020 de 55,754 habitantes. ([INE, 2018](#))

En la ONU – Habitat que es El Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos consideran que *"los espacios públicos que se encuentran bien diseñados y administrados son un activo fundamental para una ciudad"* ([ONU-Habitat, 2018](#)).

Así mismo en la Agenda 21 Cultural aprobada en mayo del 2004 por ciudades y gobiernos locales de todo el mundo, en el tema de cultura, sostenibilidad y territorio, se define los espacios públicos como: *"espacios de cultura"* ([Ciudades y Gobiernos Locales Unidos-Comisión de Cultura, 2004](#)). Así mismo, en la Agenda de Ordenamiento Territorial del Concejo Centroamericano de Vivienda y Asentamientos Humanos (CCVAH), entre los principios se contempla la calidad del espacio público: *"los espacios públicos son elementos esenciales para la vida, dinamismo, identidad y cultura de un asentamiento humano, razón por lo que estos deben ser diseñados y ubicados de forma que respondan a estas funciones. Deben articularse funcionalmente con la vivienda entre otros espacios, integrándose de tal forma que no se conviertan en lugares propicios para afectar la seguridad ciudadana"* ([CCVAH, 2010](#)).

Partiendo de los principios de que *la diversidad cultural es tan necesaria para la humanidad como la biodiversidad para la naturaleza* ([Ciudades y Gobiernos Locales Unidos-Comisión de Cultura, 2004: 5](#)), contar con un análisis de la infraestructura de espacios públicos de la oferta deportiva, cultural y recreativa de la ciudad de Tela es un paso importante para mejorar las condiciones de habitabilidad urbana para el desarrollo personal de los ciudadanos.

2 Metodología

2.1 Alcance del estudio

El estudio "Distribución de los Espacios Públicos en la Ciudad de Tela para el Análisis del Equilibrio Territorial de la Oferta Cultural y Recreativa de la Ciudad, 2020" es una investigación de tipo exploratorio porque no existía una identificación de un inventario reciente y completo, así como la representación gráfica (cartografía) de las instalaciones de la oferta cultural y recreativa de la ciudad y temporalmente será de corte transversal.

El enfoque de la investigación es empírico descriptivo, para la elaboración de los mapas se debe recolectar el dato geográfico con sistemas de coordenadas que permite la ubicación de los elementos a analizar y clasificar de acuerdo con una tabla de clasificación de infraestructura para lo cual se combinarán técnicas cualitativas para la clasificación de los datos con técnicas cuantitativas por que el inventario tendrá resultados estadísticos.

2.2 Unidad de análisis y población del estudio

La Unidad de análisis es la Ciudad de Tela, la población, los espacios públicos y la unidad de observación las infraestructuras deportivas, culturales y recreativas. Se realizó un inventario de las instalaciones de la oferta deportiva, cultural y recreativa, y la meta fue alcanzar el 100 % del universo de estudio de acuerdo con la tabla de variables e indicadores. Este tipo de investigación es importante para la adecuada gestión y planificación territorial.

2.3 Método y técnica

En el diseño de esta metodología se tomó como modelo las investigaciones realizadas en los años 2013 al 2016 sobre la distribución espacial de espacios públicos en las ciudades del Distrito Central, Comayagua y Siguatepeque, los cuales, por primera vez en Honduras, se elaboró cartografía con la distribución geoespacial, además del análisis de la concentración y dispersión de la infraestructura de los espacios públicos en relación al centro y las zonas residenciales para cada una de las ciudades (Sosa Caballero, 2018).

2.4 Construcción de la base de datos

Localización digital del equipamiento con imágenes satelitales de Google Earth y Google Maps según los criterios de clasificación y elaboración de mapas con software especializado en Sistemas de Información Geográfica.

Con la información obtenida de estas fuentes se crearon las bases de datos que contiene la clasificación de la infraestructura de los espacios públicos. La base de datos se divide en dos aspectos: una contiene las coordenadas UTM de la infraestructura encontrada y la otra que contiene el área en km² de los diferentes tipos de infraestructuras.

2.5 Verificación de campo

Para la validación de la información se planificó un recorrido de campo según los puntos georreferenciados e identificando primero si la infraestructura localizada corresponde a espacio público y segundo confirmar según la clasificación existente.

La visita de campo no se logró realizar por las restricciones de movilización impuesta por la pandemia de COVID 19, obtenido solo la información obtenida por Google Earth, Google Maps y llamadas telefónicas.

2.6 Plan de análisis del estudio

Para el logro de los objetivos de investigación se diseñó un procedimiento metodológico que con la ayuda de herramientas de Sistemas de Información Geográfica permitió los cálculos y localización de las categorías seleccionadas de espacios públicos. El procedimiento consiste en las siguientes fases:

1. Revisión y análisis de literatura sobre la ciudad de Tela: se buscó información sobre la infraestructura existente de los espacios públicos en la ciudad de Tela.
2. Identificación de las actividades que define la oferta deportiva, cultural y recreativa que existen en la ciudad de Tela y clasificarla de acuerdo con los criterios definidos: se realizó una clasificación de la oferta cultural y recreativa según las actividades de la oferta deportiva cultural y recreativa de la ciudad de Tela.

3. Localización del equipamiento con Google Earth y Google Maps según los criterios de clasificación y elaboración de cartografía: utilizando las herramientas que proporcionan los Sistemas de Información Geográfica se elaboró una base de datos con un sistema de coordenadas de la infraestructura encontrada y se realizó la cartografía.
4. Análisis del Equilibrio Territorial de la oferta deportiva, cultural y recreativa de la ciudad de Tela: se hizo una relación de la distribución espacial de la infraestructura de la oferta deportiva, cultural y recreativa en relación con el centro tomando como parámetro la distancia de la plaza central de la ciudad. Utilizando la herramienta de Zona de Influencia (buffer) que proporcionan los Sistemas de Información Geográfica.
5. En cuanto al análisis de las categorías en que se clasificó la infraestructura según el tipo de actividad y su naturaleza pública, privada y organizaciones sin fines de lucro.

3 Resultados

Como resultados se obtuvieron y analizaron cinco categorías: la primera, clasificación de los espacios públicos de la ciudad de Tela donde se identifica el tipo de instalaciones de la infraestructura deportiva, cultural y recreativa, la segunda, sitios de interés deportivos, culturales y recreativos de interés para los residentes y visitantes en la ciudad de Tela, donde se identifican los sitios de interés para los residentes de la ciudad y los sitios de interés para los visitantes, la tercera, distancia de la infraestructura deportiva, cultural y recreativa en relación con el centro de la ciudad donde se analiza la concentración y dispersión de la infraestructura en relación al centro, cada 500 m de distancia, la cuarta, clasificación de la oferta deportiva, cultural y recreativa según tipo de administración donde se clasifica según el tipo de administración (pública nacional, pública municipal privada, organizaciones sin fines de lucro y Organizaciones comunitarias) y, la quinta, equilibrio territorial en metros cuadrados de instalaciones de la oferta deportiva, cultural y recreativa de la ciudad de Tela, en base a la recomendación de la Organización Mundial de la Salud que esta entre 10 m² a 15 m² de área verde por habitante.

3.1 Clasificación de los espacios públicos de la ciudad de Tela

Se ha identificado y clasificado el tipo de instalación de la oferta deportiva, cultural y recreativa de la ciudad de Tela, obteniendo un total de 51 instalaciones (ver Tabla 1). El 17.65 % corresponden a canchas de fútbol de barrios y/o colonias; el 11.76 % corresponde a canchas de futbolito privados; el 7.84 % corresponden a las bibliotecas; el 13.73 % corresponde a otros sitios de interés (Arrecife Capiro, las aldeas Garífunas de Tornabé, Barra Vieja, Miami, San Juan, La Ensenada y Triunfo de la Cruz); el 7.84 % corresponden a las áreas protegidas cerca de la ciudad de Tela (Bahía de Tela, Blanca Jannette Kawas, Lancetilla y Punta Izopo); las instalaciones con valores relativos más bajos corresponden a el cine, la casa de la cultura, el polideportivo, el campo de Paint Ball, el campo de golf, el estadio, el centro de recreación para niños, el acuario y el muelle.

3.2 Sitios de interés deportivos, culturales y recreativos de interés para residentes y visitantes en la ciudad de Tela

En la Figura 1 se muestra la información de la infraestructura deportiva, cultural y recreativa según el usuario residente y visitante dentro del área urbana.

Tabla 1: Instalación del equipamiento de la oferta deportiva, cultural y recreativa de la ciudad de Tela, 2020. Fuente. Elaboración en base a datos extraídos de Google Earth y Google Maps.

No	Tipo de Infraestructura	Absoluto	Relativo
1	Bibliotecas y Hemeroteca	4	7.84
2	Museos	3	5.88
3	Cines	1	1.96
4	Casa de la cultura	1	1.96
5	Canchas de Fútbol de Barrio y/o Colonia	9	17.65
6	Canchas de Futbolito Privadas	6	11.76
7	Canchas de Centros Universitarios	2	3.92
8	Canchas de Baloncesto	4	7.84
9	Polideportivo	1	1.96
10	Campo de Paint Ball	1	1.96
11	Campo de Golf	1	1.96
12	Estadios	1	1.96
13	Parques y Plazas	3	5.88
14	Centro de Deportes y Recreación para Niños	1	1.96
15	Acuario	1	1.96
16	Muelle	1	1.96
17	Áreas Protegidas	4	7.84
18	Otros Sitios de interés (Arrecife Capiro, aldeas Garífunas de Tornabé, Barra Vieja, Miami, San Juan, La Ensenada y Triunfo de la Cruz)	7	13.73
Total		51	100

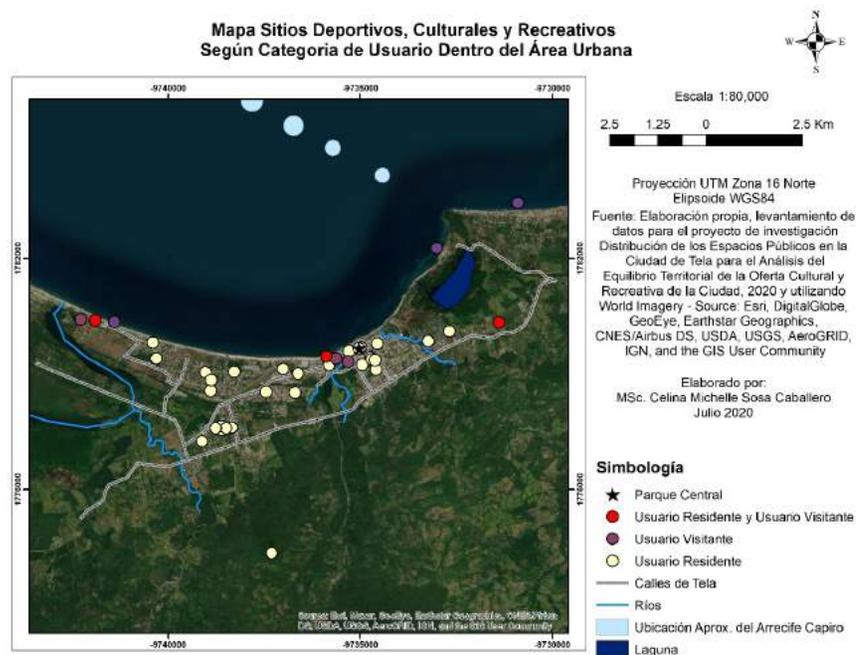


Figura 1: Mapa sitios deportivos, culturales y recreativos según categoría de usuario dentro del área urbana, 2020.

En la Figura 2 se muestra la información de la infraestructura deportiva, cultural y recreativa que se encuentra a fuera del área urbana para el usuario visitante. Se decidió esta clasificación dada las características turísticas de la ciudad.

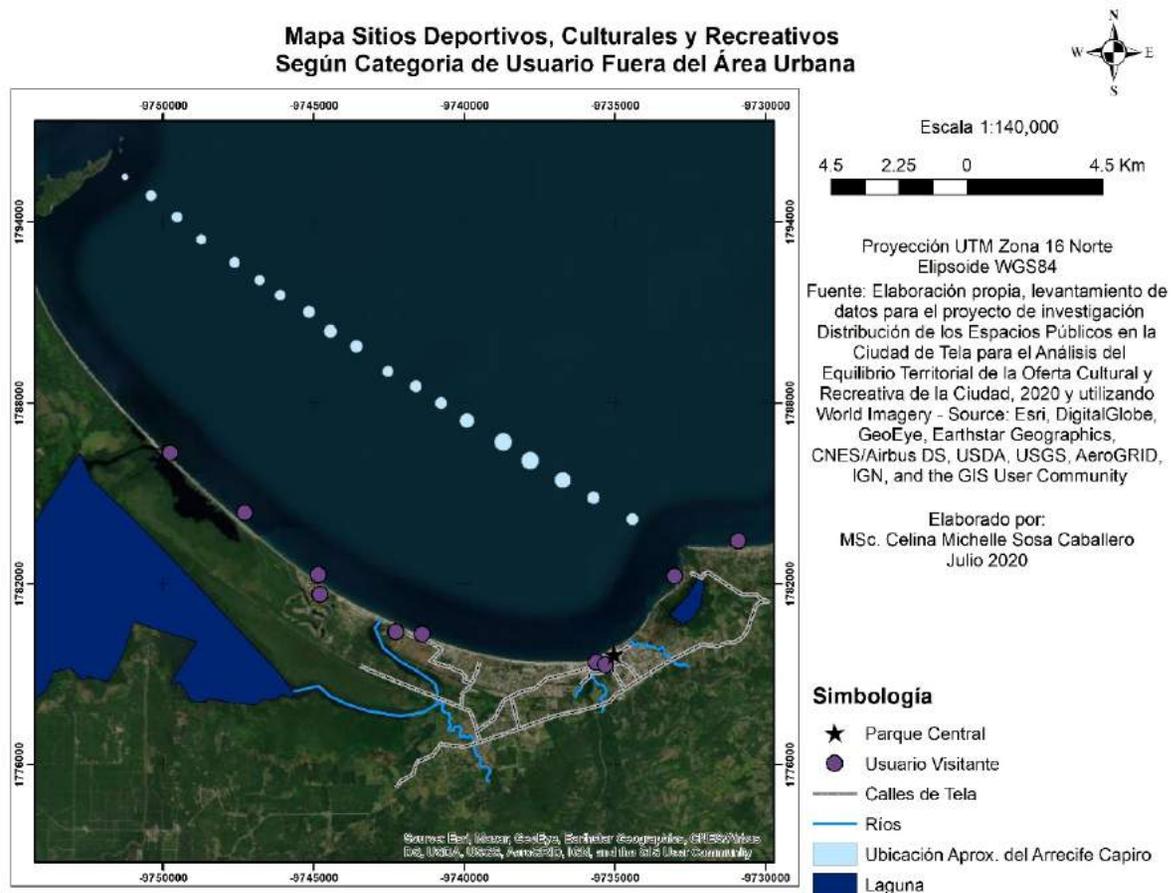


Figura 2: Mapa sitios deportivos, culturales y recreativos según categoría de usuarios fuera del área urbana, 2020.

3.3 Distancia de la infraestructura deportiva, cultural y recreativa en relación con el centro de la ciudad

3.3.1 Infraestructura deportiva

Existen un total de 25 instalaciones de la infraestructura deportiva, las cuales corresponde al campo de Paint Ball, las canchas del ITS – Tela – UNAH, las canchas de baloncesto, el campo de golf, las canchas de futbolito privadas, las canchas de fútbol de barrio y/o colonias el polideportivo y el estadio (ver Figura 3), su mayor concentración se da en torno a los 4000m de distancia del parque central con un total de 9 instalaciones (ver Tabla 2).

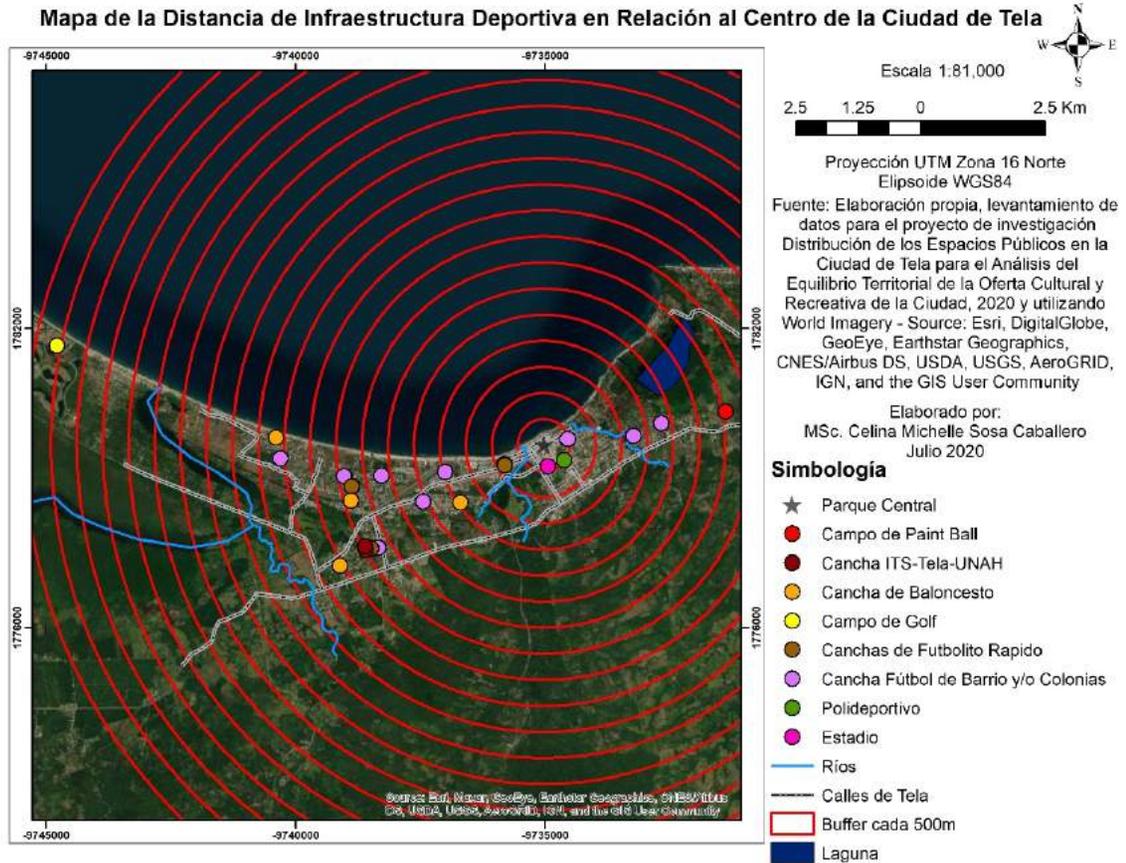


Figura 3: Mapa de la distancia de infraestructura deportiva en relación con el centro de la ciudad de Tela, Honduras, 2020.

Tabla 2: Número de instalaciones infraestructura deportiva y distancia en relación con el Parque Central, Tela, Honduras, 2020. Elaboración en base a datos extraídos al mapa de la distancia de infraestructura deportiva en relación con el centro de la ciudad de Tela.

No	Distancia Respecto al Parque Central	Absoluto
1	500m	3
2	1000m	3
3	2000m	3
4	2500m	1
5	3000m	1
6	3500m	1
7	4000m	9
8	5000m	1
9	5500m	2
10	10000m	1
Total		25

3.3.2 Infraestructura cultural

Se encuentra un total de 9 instalaciones de la infraestructura cultural las cuales son: museos, el cine, la casa de la cultura, la biblioteca y la hemeroteca (ver Figura 4), la mayor concentración se da a los 500m de distancia del parque central con un total de 5 instalaciones (ver Tabla 3).

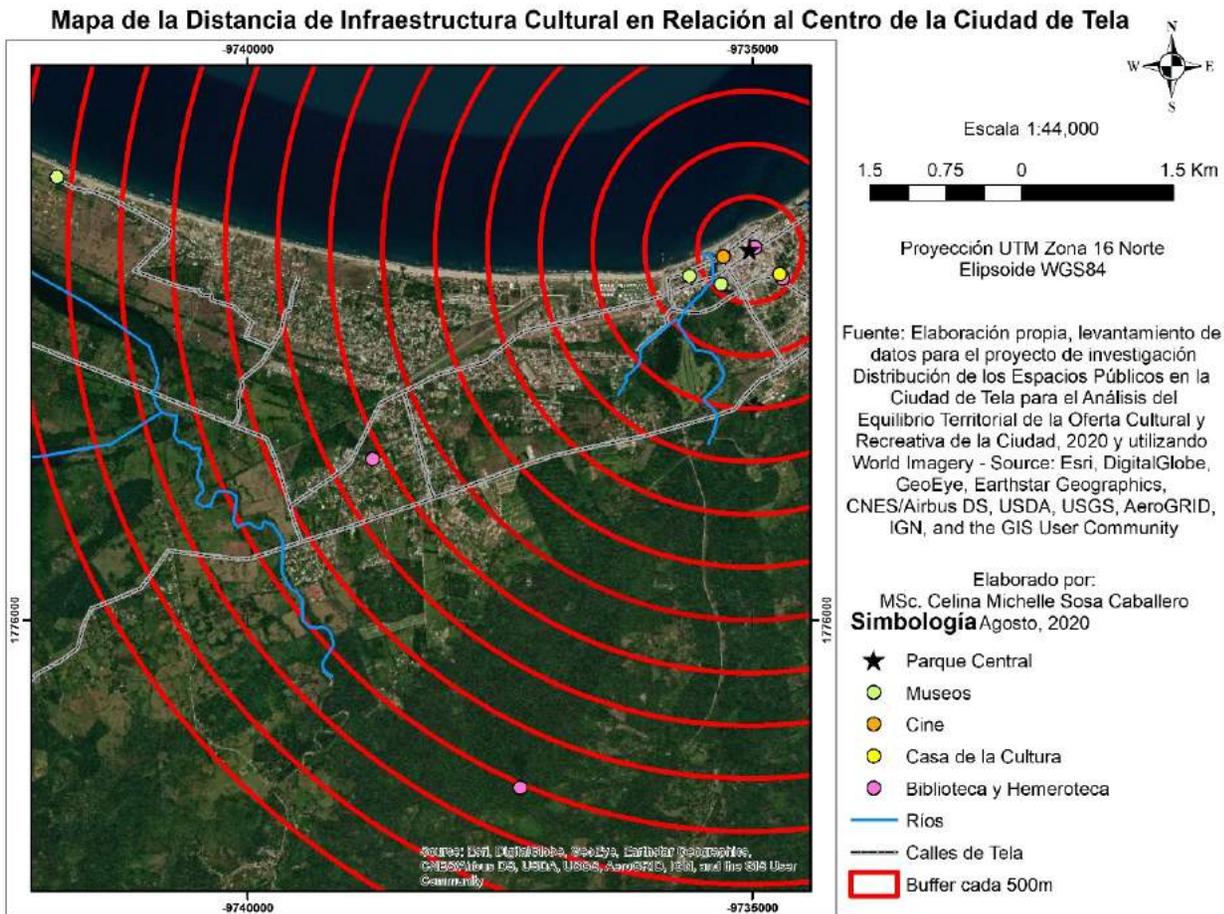


Figura 4: Mapa de la distancia de infraestructura cultural en relación con el centro de la ciudad de Tela, Honduras, 2020.

Tabla 3: Número de instalaciones infraestructura deportiva y distancia en relación con el Parque Central, Tela, Honduras, 2020. Elaboración en base a datos extraídos al mapa de la distancia de infraestructura deportiva en relación con el centro de la ciudad de Tela.

No	Distancia Respecto al Parque Central	Absoluto
1	500m	5
2	1000m	1
3	4500m	1
4	6000m	1
5	7000m	1
Total		9

3.3.3 Infraestructura recreativa

El total de instalaciones recreativas son 6 los cuales son: el parque central, las plazas, el muelle y el acuario (ver figura 5). Su mayor concentración esta a los 1000m de distancia del parque central con un total de 3 instalaciones (ver tabla 4).

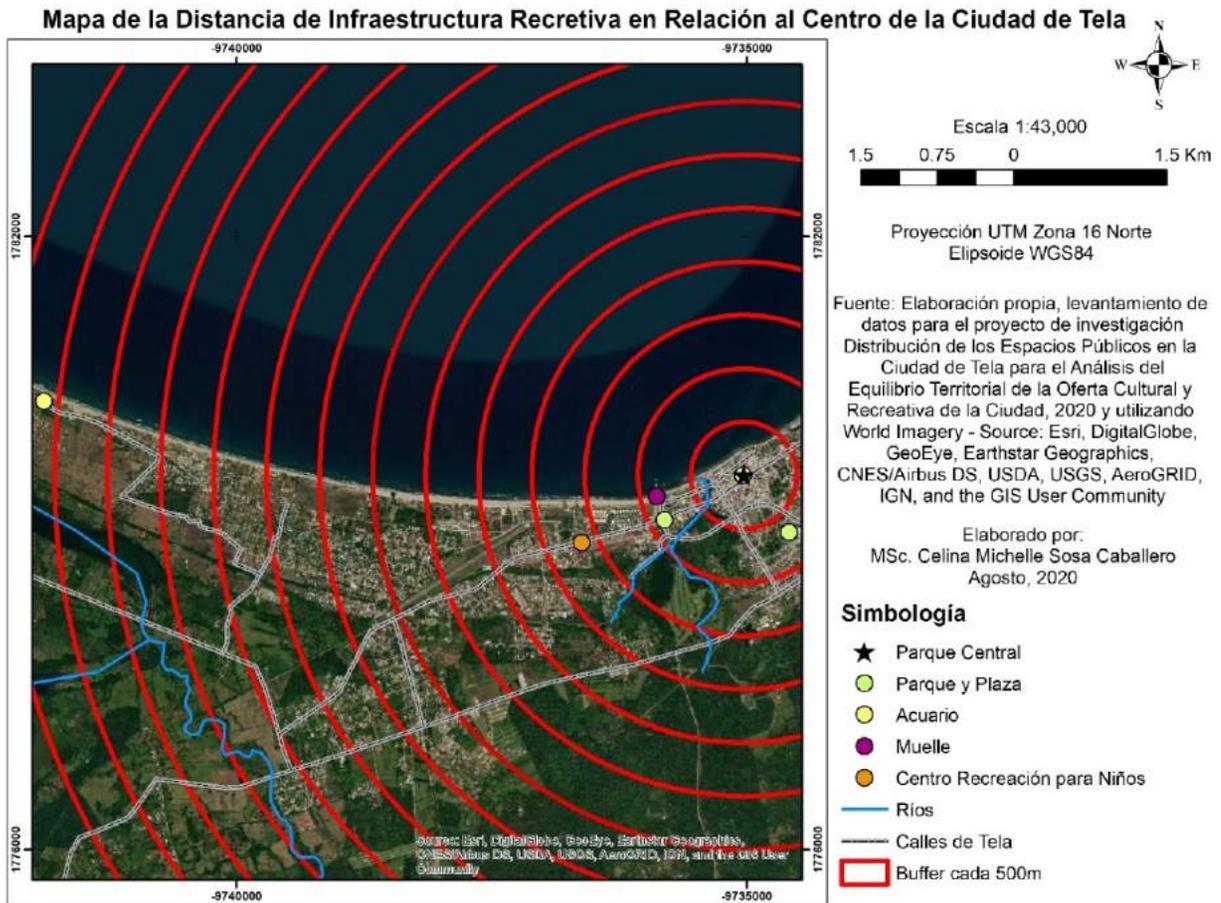


Figura 5: Mapa de la distancia de infraestructura recreativa en relación con el centro de la ciudad de Tela, Honduras, 2020.

Tabla 4: Número de instalaciones infraestructura recreativa y distancia en relación con el parque central, Tela, Honduras, 2020. Fuente: Elaboración en base a datos extraídos al mapa de la distancia de infraestructura recreativa en relación con el centro de la ciudad de Tela.

No	Distancia Respecto al Parque Central	Absoluto
1	500m	1
2	1000m	3
3	2000m	1
4	7000m	1
Total		6

3.3.4 Áreas Protegidas

Cerca de la ciudad de Tela se encuentran las siguientes áreas protegidas: La Bahía de Tela, Blanca Jannette Kawas (Punta Sal), Lancetilla y Punta Izopo (ver figura 6).

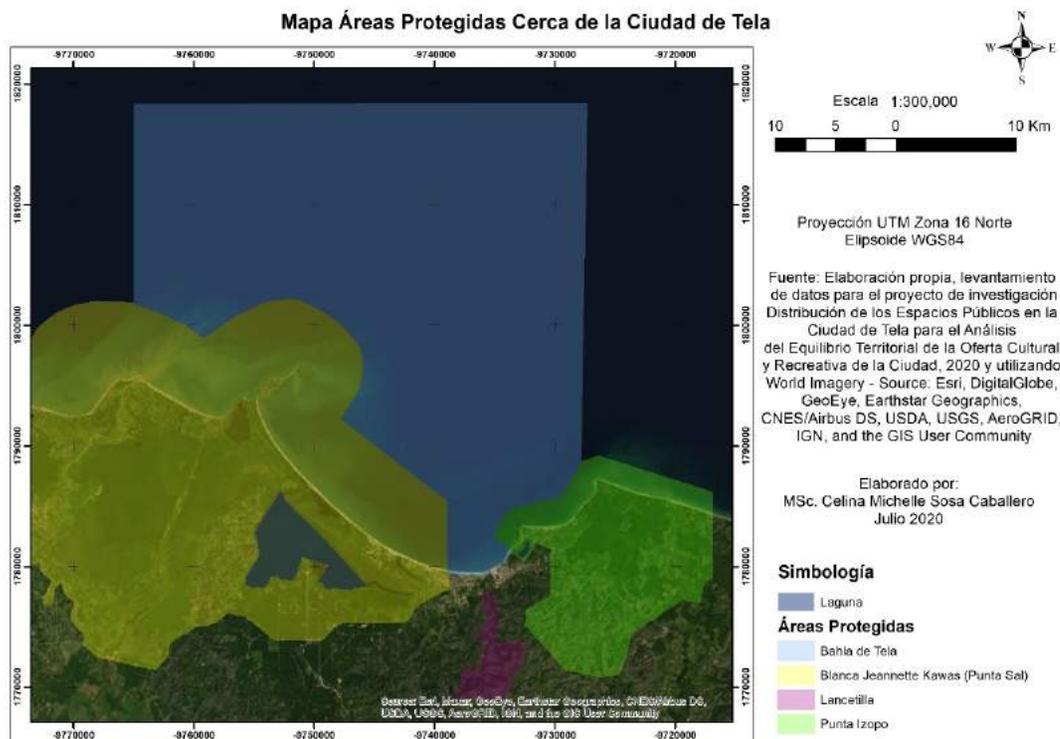


Figura 6: Mapa de áreas protegidas cerca de la ciudad de Tela, Honduras, 2020.

3.3.5 Otros sitios de interés

La Figura 7 muestra el mapa de otros sitios de interés, este mapa se llama de esta forma porque son los lugares que se encuentran fuera de la ciudad de Tela y los cuales son visitados por los turistas que llegan a la ciudad. Estos lugares son: Arrecife Capiro y los pueblos Garífunas de Barra Vieja, La Ensenada, Miami, San Juan, Tornabé y Triunfo de la Cruz.

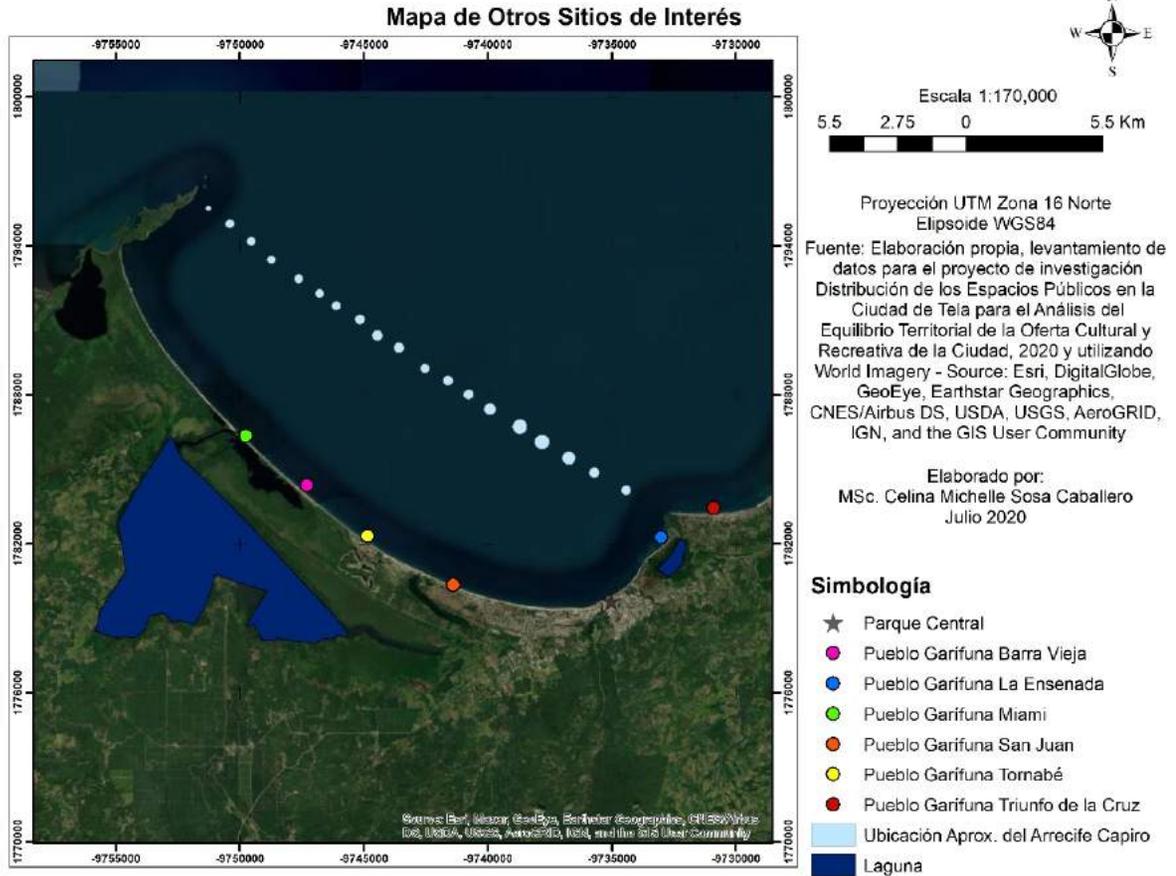


Figura 7: Mapa de otros sitios de interés, Tela, Honduras, 2020.

3.4 Clasificación de la oferta deportiva, cultural y recreativa según tipo de administración

Se realizó una clasificación de la infraestructura de espacios públicos según el tipo de administración: Organización Comunitaria, Sector público Nacional, Sector público Municipal, Sector Privado y Organizaciones sin fines de lucro (ver Figura 8).

Se pudo constatar que la mayoría de la infraestructura son administrados por el sector público municipal, algunas por el sector privado y muy pocas por el sector público nacional, las organizaciones sin fines de lucro y la organización comunitaria.

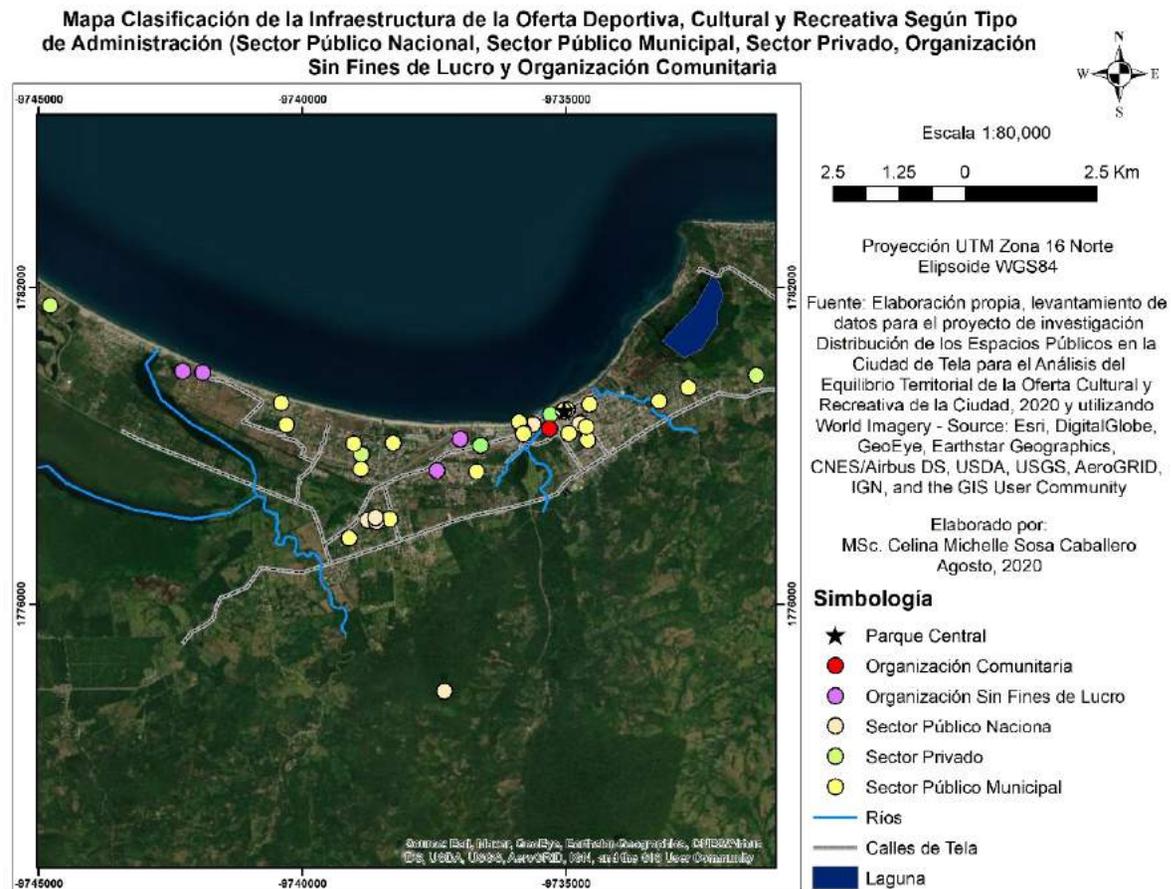


Figura 8: Mapa clasificación de la infraestructura de la oferta deportiva, cultural y recreativa según tipo de administración (sector público nacional, sector público municipal, sector privado, sin fines de lucro y organización comunitaria).

3.5 Equilibrio territorial en metros cuadrados de instalaciones de la oferta deportiva, cultural y recreativa de la ciudad

Varios estudios sobre espacios públicos siguen la recomendación de la Organización Mundial de la Salud, en el sentido de que ciudades deben de tener como mínimo, entre 10 m² a 15 m² de área verde por habitante, dispersados equitativamente en relación con la población (Bolívar Galvis y Osorio, 2012).

La ciudad de Tela actualmente cuenta con una población proyectada para el año 2020 de 55,754 habitantes (INE, 2018).

El análisis en metros cuadrados de instalaciones de oferta deportiva, cultural y recreativas de la ciudad de Tela es el cálculo de las áreas de las instalaciones en relación con los habitantes de la ciudad de tela en el año 2020.

El resultado para cada una de las instalaciones es de menos 1m²/Hab. y en total del área en infraestructuras deportivas, culturales y recreativas es 2.12 m²/Hab, teniendo un déficit de 7.88 m², al no alcanzar el requerimiento mínimo de 10 m² establecido por Organización Mundial de la Salud (ver tabla 6). Es importante resaltar el déficit de la oferta deportiva, cultural y recreativa dirigida a los residentes de la ciudad.

Tabla 5: Área en metros cuadrados (m²) de instalaciones deportivas, culturales, recreativas. Fuente: elaboración en base a datos del cálculo del área de las instalaciones con los softwares de Sistemas de Información Geográfica. El dato de población corresponde a la proyección de población 2014 – 2030 del INE.

No	Tipo de Infraestructura	Área	m ² /Hab.
1	Bibliotecas y Hemerotecas	558.58	0.01
2	Museos	1427.22	0.03
3	Cines	402.23	0.01
4	Casa de la cultura	558.579	0.01
5	Canchas de Fútbol de Barrio y/o Colonia	56827.54	1.02
6	Canchas de Futbolito Privadas	1135.39	0.02
7	Canchas de Centros Universitarios	4602.28	0.08
8	Canchas de Baloncestos	1381.07	0.02
9	Polideportivo	7330.19	0.13
10	Campo de Paint Ball	4152.26	0.07
11	Campo de Golf	22122.00	0.40
12	Estadios	14421.83	0.26
13	Parques y Plazas	3279.87	0.06
14	Centro de Deportes y Recreación para Niños	715	0.01
15	Acuario	507.24	0.01
16	Muelle	885.61	0.02
	Total	120307	2.16

* La población urbana de Tela según el INE para el año 2020 es de 55,754 habitantes, dato con el cual se calcula los m²/Hab.

4 *Discusión*

En un primer acercamiento a las características y distribución geoespacial de los espacios públicos de la ciudad de Tela, se puede percibir que la mayor parte de las instalaciones corresponde al tipo deportivo con el 49.01 %, principalmente a canchas de fútbol de barrio y/o colonias y canchas de futbolito privados. Existen pocas instalaciones culturales con el 17.64 %, por ejemplo, museo, cine y casa de la cultura; y recreativos con el 11.76 %, como por ejemplo parques y plaza, centro de recreación para niños, acuario y muelle.

Por tener características turísticas la ciudad de Tela cuenta con infraestructura deportiva, cultural y recreativa de interés para un usuario residente (cuenta con una población proyectada para el año 2020 de 55,754 habitantes según datos del INE) y usuarios visitantes que se estima cerca de medio millón entre nacionales y extranjeros según datos del Instituto de Turismo

El patrón de distribución de la infraestructura de espacios públicos se encuentra de la siguiente forma: las deportivas distribuidas por la ciudad, las culturales concentradas cerca del centro principalmente a los 500m del parque central y los recreativos también estos concentrados al centro principalmente a los 1000m del parque central.

Cerca de la ciudad de Tela se encuentra las áreas protegidas de La Bahía de Tela, Blanca Jannette Kawas (Punta Sal), Lancetilla y Punta Izopo; además de otros sitios de interés como: Arrecife Capiro y los pueblos

Garífunas de Barra Vieja, La Ensenada, Miami, San Juan, Tornabé y Triunfo de la Cruz, los cuales son visitados principalmente por los visitantes que llegan a la ciudad

La mayoría de la infraestructura son administrados por el sector público municipal, por ejemplo, el poli-deportivo, el estadio, canchas de fútbol de barrio y/o colonias, canchas de baloncesto, el muelle, parques y plazas. Algunos por el sector privado como: canchas de futbolito rápido, el campo de Paint Ball y el campo de golf y el centro de recreación para niños, muy pocos por el sector público nacional, organizaciones sin fines de lucro y organizaciones comunitarias.

Para los residentes de la ciudad de Tela el requerimiento de un mínimo de 10 m^2 de espacios públicos por habitantes no se cumple, al tener un déficit para residentes de 7.88 m^2 con lo que se estima debería de duplicarse la infraestructura existen para alcanzar el requerimiento mínimo de 10 m^2 .

Si bien el déficit de espacios públicos de tipo cultural es muy importante, es necesario llamar la atención de la gravedad que supone la carencia de espacios de recreación en las zonas residenciales por ejemplo plazas y parques de vecindario, porque en estos es donde los niños pueden ir a jugar, los jóvenes, adultos y adultos mayores tienen un lugar para socializar y caminar. En la ciudad de Tela, es evidente que la ciudad no brinda este servicio a los ciudadanos.

5 Conclusiones

En la literatura revisada se plantea que la oferta de instalaciones de espacios públicos debe ser diversa y de múltiples expresiones, en la ciudad de Tela se ha observado lo siguiente:

- La mayoría de las instalaciones son de la infraestructura deportiva como canchas de fútbol, canchas de baloncesto y canchas de futbolito rápido, las que se encuentran distribuida por toda la ciudad.
- Seguida de las instalaciones de infraestructura cultural, bibliotecas, museos, casa de la cultura, cine, las cuales en su mayoría se encuentran cercanas al parque central, con su mayor concentración a los 500m.
- Y en menor número las instalaciones de infraestructura recreativa siendo el Parque Central, la Plaza al Monumento a la Madre, El Parque de la Paz, el acuario y el muelle, con su mayor concentración a los 1000 m.

Otra premisa de la literatura leída es sobre la relación más estrecha entre los espacios públicos y los conjuntos habitacionales; en la ciudad de Tela el patrón espacial de la de la distribución de los espacios públicos presentan dos características: las instalaciones de la oferta cultural y recreativa están localizadas en el centro de la ciudad y las instalaciones deportivas, se presumen, están relacionadas al proceso de expansión urbana de la ciudad.

El gobierno local debe de implementar un importante esfuerzo para alcanzar el requerimiento mínimo de 10 m^2 de espacios públicos por persona y como una proyección a futuro alcanzar el requerimiento máximo de 15 m^2 de espacios públicos por persona.

6 Referencias

- Bolívar Galvis, A. y Osorio, L. (2012). Espacios Públicos y Calidad Urbana en Pereira. Visión de una Nueva Ciudad. Technical report, Pereira, Colombia: Universidad Católica de Pereira. Obtenido de: <https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/1262/1/DDPAARQ37.pdf>.
- CCVAH (2010). Agenda de Ordenamiento Territorial del Concejo Centroamericano de Vivienda y Asentamientos Humanos. San Salvador, El Salvador.
- Ciudades y Gobiernos Locales Unidos-Comisión de Cultura (2004). Agenda 21 de la cultura. Barcelona, España.
- INE (2018). Tela, Atlántida Informe General. Tegucigalpa, Honduras.
- MiAmbiente+ (2017). Geo Ciudad de Tela, Informe Perspectiva del Ambiente Urbano. Tela, Honduras.
- ONU-Habitat (2018). El espacio público. <https://www.onuhabitat.org.mx/index.php/el-espacio-publico-componente-clave-de-una-ciudad-sostenible>. El espacio público: componente clave de una ciudad sostenible.
- Sosa Caballero, C. M. (2018). Análisis de la Distribución Espacial de los Espacios Públicos en las Ciudades del Distrito Central, Comayagua y Siguatepeque, Honduras, 2017. *Revista Ciencias Espaciales*, 11(1):35 – 54. Disponible en: <https://doi.org/10.5377/ce.v11i1.7174>.

ARQUEOASTRONOMÍA Y ASTRONOMÍA CULTURAL

CONSTELACIONES GRAN CUCHARÓN, SERPIENTE, ESPADA Y TORTUGA USANDO EL MÉTODO DEL ZHOU BI

Raúl Pérez-Enríquez^{1,*}

¹Universidad de Sonora (jubilado)

Recibido: 30-04-2022

Aceptado: 22-09-2022

DOI: <https://doi.org/10.5377/ce.v14i1.15605>

RESUMEN

Inspirado por la lectura de un artículo de 2011 cuyo autor es Stefan Maeder, se retoma la identificación de cuatro asterismos chinos; éstos aparecen en un talismán del siglo VI de nuestra era. El Gran Cucharón (Big Dipper), inscrito como una serie de puntos, está junto con las representaciones de otros tres elementos figurativos: serpiente, espada y tortuga. Por otro lado, al traducir e interpretar un antiguo libro chino (el *Zhou bi Suanjing*) a partir de la versión en inglés hecha por C. Cullen, se ha podido sistematizar un método de observación de las estrellas usando un gnomon. Así, con la ayuda de ambos elementos, los asterismos o constelaciones y el método gnomónico, se discute aquí una propuesta sobre los posibles diseños que habrían usado los antiguos astrónomos chinos para la designación de los asterismos con esos nombres. Para ello, se hace una sencilla descripción del método gnomónico que incluye el uso de una cuerda sujeta al extremo del gnomon para observar cada estrella y fijar su proyección en el piso. Se describe la definición de las 28 mansiones lunares del Cielo, así como cada una de las cuatro constelaciones propuesta por Maeder, suponiendo que la metodología del gnomon podría remontarse, al menos, hacia el segundo siglo II a.C. Los resultados son alentadores para sugerir un posible camino de los astrónomos chinos para observar el cielo que nos permiten encontrar una fuente para los mitos y leyendas relacionadas con las estrellas (Astronomía) y la Tierra (Cultura) que se plasman en un objeto elemental, representado aquí por el Talismán.

Palabras clave: *Zhou bi Suan Jing*, asterismos chinos, gnomon, talismán, astronomía.

ABSTRACT

Inspired by reading a 2011 article authored by Stefan Maeder, it was possible to identify four Chinese asterisms; these appear in a talisman of the sixth century AD. The Big Dipper, inscribed as a series of points, is along with depictions of three other figurative elements: snake, sword, and turtle. On the other hand, when translating and interpreting an ancient Chinese book (the *Zhou bi Suanjing*) from the English version made by C. Cullen, a method of stargazing using a gnomon was systematized. Thus, with the help of both elements, the asterisms or constellations and the gnomonic method, an approach to the possible designs of the ancient Chinese astronomers is discussed here, for the designation of the asterisms with their names. To do this, a simple description of the gnomonic method that includes the use of a rope attached to the end of the gnomon to observe each star and fix its projection on the floor is done. The definition of the 28 lunar mansions of the Sky is described, as well as the definition of each of the four constellations as proposed by Maeder, assuming that the antecedents of the methodology date back at least to the second century BCE. The results are encouraging to suggest a possible path for Chinese astronomers to observe the sky that allow us to find a source for myths and legends related to stars (Astronomy) and Earth (Culture) that are embodied in an elemental object, represented here by the Talisman.

Keywords: *Zhou bi Suan Jing*, Chinese asterisms, gnomon, talisman, Astronomy.

*raulpe55@gmail.com,  <https://orcid.org/0000-0003-2544-6423>

1 Introducción

El asterismo del Gran Cucharón ha sido identificado por numerosas culturas en todo el mundo. Esta colección de siete estrellas a través del tiempo tiene representaciones específicas y, en cierta medida, es una sección de constelaciones más grandes; permítanme recordar, específicamente, a la Ursa Majoris en occidente. Otras colecciones de estrellas son más descriptivas porque dependen de la cultura de los pueblos: conocimiento de su entorno y las tradiciones culturales. En el caso de la antigua cultura China, el número de asterismos identificados es superior a doscientos y muchos de ellos, claramente, han perdurado a través de los siglos.

Tal es el caso de cuatro constelaciones que fueron identificadas hace unos años por S. Maeder (Gran Cucharón, Serpiente, Espada y Tortuga); mismas que aparecen en un talismán en forma de moneda del siglo VI d.C. (Maeder, 2011: 58). Dicho talismán, del tipo *Yung T'ung Wan Kuo*, presenta en el reverso las representaciones de cuatro figuras que Maeder asocia con las constelaciones chinas recién mencionadas; aun cuando el talismán apareció, como ya mencioné, hacia principios del siglo VI, resulta evidente que puede representar la realización de observaciones astronómicas mucho más tempranas. Esos símbolos aparecen en los dibujos como parte de documentos y amuletos desde tiempos más antiguos. En la Figura 1, se muestra la imagen que aparece en el artículo de Maeder (2011: Figura 5), en donde la moneda está rodeada por un mapa estelar que muestra el polo del cielo (polo de la eclíptica).

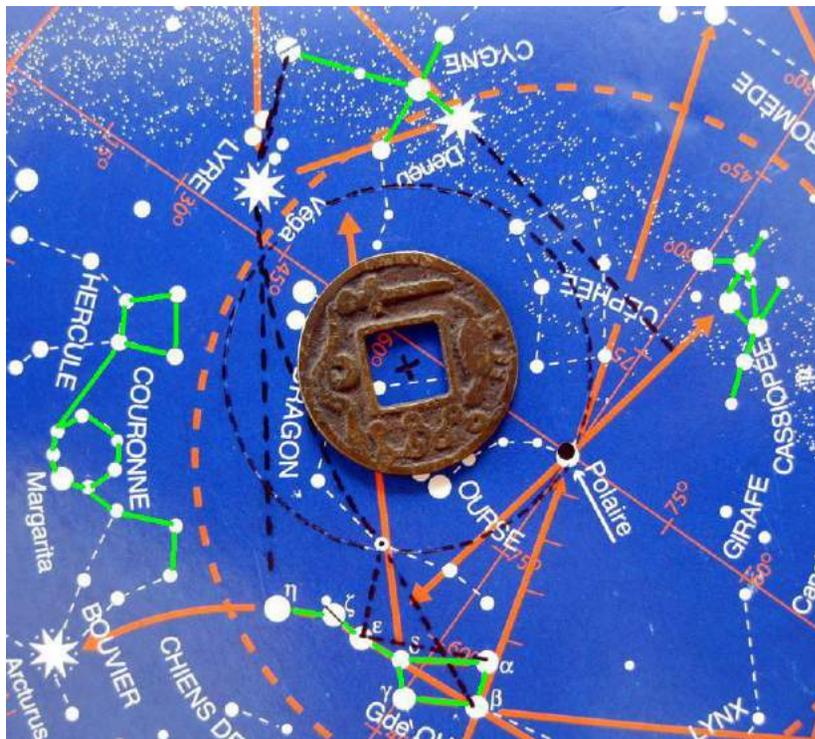


Figura 1: Constelaciones identificadas en una moneda del siglo VI por Maeder (2011: Figura 5).

Para la mejor comprensión de nuestro enfoque, es necesario hacer una breve descripción de su reverso. El talismán tiene un orificio cuadrado alrededor del cual están grabadas cuatro figuras que representan el asterismo del Gran Cucharón y las figuras de tres cosas: una serpiente, una espada y una tortuga. Un hecho importante es que el Gran Cucharón es el único asterismo que se representa a través de puntos unidos por una línea, en la parte inferior. Maeder sostiene que dichas cosas son la representación de los

asterismos visibles en el mapa: la Espada y el Gran Cucharón están como reflejadas en un espejo con respecto al mapa del cielo; mientras la Tortuga y la Serpiente aparecen en el amuleto en el mismo orden y orientación en el mapa.

La colección de estrellas (constelaciones o asterismos) tiene un significado si uno se apoya en la posible identificación de la imagen delineada por las estrellas en el cielo nocturno. Un método para llevar a cabo dicha observación se puede encontrar en un documento muy interesante, compilado alrededor del siglo II a.C., bajo el nombre de *Zhou bi Suan Jing*. El arqueólogo y naturalista Joseph Needham (1974: 73) tradujo al inglés dicho título como "Clásico aritmético del Gnomon y los caminos circulares del cielo" (*Zhou bi* a partir de ahora); Christopher Cullen publicó como parte de un libro la traducción del texto al inglés (Cullen, 1996).

El propósito principal del *Zhou bi* es el introducir a un discípulo al conocimiento del Mundo (formado por un Cielo plano con una forma circular sobre una Tierra, también, plana pero cuadrada) con sus características más definidas y con las relaciones entre ellas. Se describe el Cielo con el Sol, la Luna y las Estrellas y su relación con la Tierra donde los humanos viven entre montañas, llanuras, ríos y mares. El descrito es un Mundo cuyas dimensiones se definen a partir de las observaciones del Polo en el cielo plano y de un Sol que describe trayectorias circulares a su alrededor, con la ayuda de un gnomon. El gnomon, ubicado en Zhou, define las extensiones de la Tierra usando los tamaños de las sombras proyectadas por el Sol: En el solsticio de invierno un gnomon de 80 *cun* (un *cun* es una unidad básica de alrededor de 0,0199 m) produce una sombra de 135 *cun*; mientras en el solsticio de verano la sombra mide tan sólo 16 *cun*. Otra medida importante es la del Polo: usando un cordón sujeto a la punta del gnomon y se observa el Polo, la distancia desde la base del gnomon hasta el punto del extremo del cordón en el suelo es igual a 103 *cun*.

Partiendo de estas dimensiones, de manera similar a como lo hace Cullen, Raúl Pérez-Enríquez reporta el cálculo de la latitud y oblicuidad de la eclíptica (35.33° y 24.02° , respectivamente) y mediante la revisión del mapa de China siguiendo esa latitud, procedió a localizar una ciudad que pudiera haber jugado el rol de Zhou. Fue así que se localizó la ciudad de Jining, Shandong, China (Pérez-Enríquez, 2018).

A lo largo de los capítulos del *Zhou bi*, que se puede afirmar, constituye una cosmovisión china del mundo, en varias ocasiones, se aborda el problema de la observación de las estrellas. La metodología es equivalente a la observación del Sol con un gnomon pero, en este caso, se utiliza una cuerda en la parte superior del mismo para, al mirar y apuntar hacia la estrella, se pueda proyectar su posición en el suelo (Cullen, 1996: 194).

En la sección 2 de este artículo, se describe y se recuperan las principales características del método para la observación de estrellas. Para usarlo, se asume que el punto de observación hacia el cielo es Jining, Shandong, China (Pérez-Enríquez, 2021) y una época alrededor del 220 a.C. La razón de esta selección de época proviene de un comentario que Needham (1974: 73) hace sobre dos libros compilados en la dinastía de Han: "El *Zhou bi Suanjing*... y los *Zhou Li* (Institutos de la Dinastía Zhou) son probablemente textos Han tempranos, pero basados en los conocimientos de siglos anteriores."

Con el fin de hacer un uso útil del método, se hacen algunas interpretaciones de lo que se dice en la traducción hecha por C. Cullen. En la misma sección 2, y con la ayuda de los principales aspectos de la metodología, se realiza un acercamiento a la representación del Gran Cucharón en los dos tipos de dibujos que se podrían realizar utilizando los datos procedentes de la observación de las estrellas: lineal y circular (por no decir polar). En la sección 3, se presentan los resultados para las representaciones gráficas de las cuatro constelaciones mencionadas arriba, enfatizando sobre las características que permiten la

identificación de las formas de espada, serpiente y tortuga. La Sección 4 permite introducir la discusión sobre el conjunto de cuatro constelaciones en su conjunto y sus relaciones con las imágenes grabadas en el talismán. Las conclusiones de este estudio se presentan en la sección 5.

2 Metodología

La metodología utilizada para este trabajo proviene del *Zhou bi*. El *Zhou bi* es un libro que describe el acercamiento de una persona al conocimiento del *Tao* (El Camino). En sí mismo, este libro representa una Cosmovisión de la cultura china antigua que contiene hechos y cifras provenientes de una época muy remota. Compilado a través de los siglos y escrito por varios autores, este libro fue traducido del chino al inglés alrededor de 1996; y fue publicado como apéndice de la "Astronomía y Matemáticas de la Antigua China: *Zhou bi Suanjing*", por Christopher Cullen. El método aquí usado aparece descrito en un libro de Raúl Pérez-Enríquez (2021), bajo el título "Interpretación del *Zhou Bi Suan Jing*: Una cosmovisión holística China del mundo", publicado en abril de 2021.

2.1 Observación de estrellas

De acuerdo con Xiaochun Sun, la posición de un cuerpo celeste desde varios años antes de la Dinastía Han, era proporcionada por dos coordenadas: la distancia al polo y el número de grados en cierta mansión lunar (Sun, 2015). Estas coordenadas serían equivalentes a lo que ahora llamamos declinación (o su complemento, para ser precisos) y a la ascensión recta. Y, es en el *Zhou bi*, donde encontramos un procedimiento preciso para hacer dicha observación de las estrellas (ver la sección (#F2)); es decir, el párrafo 2 del capítulo F. He aquí el caso de la observación del Polo (cabe decir que en aquella época no existía una estrella polar tal como la conocemos ahora), definido como zona *xuanji*:

En el solsticio de invierno, en el momento en que el Sol está en *you* (por debajo del horizonte en el ocaso), levanta un gnomon de ochenta *cun*, ata un cordón a su parte superior y mira [a lo largo de la cuerda] en la gran estrella en el centro del polo norte [constelación]. Lleva el cordón hacia abajo hasta el suelo y observa [su posición].

Una vez más, antes de la luz del amanecer, en el momento en que el Sol está en *mao* (por debajo del horizonte), estira otra cuerda y toma un avistamiento con la cabeza contra la cuerda. Llévelo al suelo y observa [la posición"...]; los dos extremos están separados por 23 *cun*. (Pérez-Enríquez, 2021: 98)

A partir de ambos supuestos es posible afirmar que la observación de la estrella del polo puede ser hecha y ubicar su posición real en relación con el gnomon; o bien, generalizando, la posición de una estrella se logra tomando la distancia entre la base del gnomon y el extremo de la cuerda utilizado para mirarla (distancia equivalente a la Ascensión Recta). Otro asunto a tener en cuenta es el momento de la observación: en los momentos en que el Sol está frente a *you* (Oeste) o *mao* (Este), representan las posiciones extremas de la estrella observables en su revolución alrededor del polo, para el ejemplo anterior; otro indicador es el correspondiente al momento del tránsito de la estrella por el meridiano local. Tal sería el caso de otras observaciones como pudiera ser la definición de las Mansiones Lunares, cuando uno debe dejar pasar los días hasta que la estrella principal del asterismo esté cruzando el meridiano a medida que avanza el año.

Este proceso se puede describir mediante el ejemplo del Capítulo G (apartados #G3 y #G4) de Cullen con la interpretación de Pérez-Enríquez (2021: 109):

(#G3) Primer paso, nivele un área de tierra de 21 *bu* de diámetro y 63 *bu* de circunferencia, y para hacerla exactamente plana utiliza un nivel de agua. Entonces, establezca un círculo de 116 *chi* 2 *cun* 6 *fen* y 216/800 *fen* de diámetro; multiplicando esto por π (3.1416)¹ se tiene una circunferencia de 365 1/4 *chi*, que corresponde a la circunferencia de los Cielos; esto es, 365 1/4 *du* (*du* es el grado chino). Divídelo cuidadosamente, para que no haya la más mínima discrepancia. Cuando esto se haya hecho, a continuación se deben trazar los diámetros en dirección norte-sur y este-oeste, dividiendo la circunferencia en cuatro para que cada cuadrante sea de 91 *du* y 5/16 *du*.

#G4 Con esto el círculo queda definido y verificado. Siguiendo paso, coloque un gnomon en el centro exacto de la línea norte y sur, ate una cuerda a su parte superior y dirija la vista hacia la estrella central del asterismo Buey. A continuación, observe la estrella brillante del asterismo Mujer. Como se hizo anteriormente, con el gnomon y la cuerda apuntando a la estrella principal de Mujer, con el fin de anotar el instante de su centrado (paso por la línea meridiana). Con eso, usando un marcador de desplazamiento, mire nuevamente hacia la estrella central de Buey, y anote a cuántos *du* (grados chinos) hacia el oeste del gnomon estándar está ahora. En cada caso, el número de *chi* indicado por el marcador da el número de *du*. El marcador estará sobre la marca de nueve *chi*, así que sabemos que Buey tiene nueve grados chinos (equivalente a 9 días). Procede de acuerdo con lo anterior con las estrellas sucesivas, para que todas las 28 logias o mansiones queden determinadas.

Aparentemente, esta descripción recién citada es fácil y directa, pero, debe quedar claro al lector, la necesidad de que el astrónomo espere la llegada de la estrella principal del asterismo a su cruce del meridiano en una hora preseleccionada de la noche. El número de *du* (grados chinos) (días entre una estrella y la siguiente) definirá la extensión de cada uno de los veintiocho asterismos (Mansiones lunares). A continuación se presenta el resultado de la simulación de ese procedimiento a partir de los tamaños de los asterismos proporcionados por Cullen y que viene a ser el Círculo Graduado (Cullen, 1996). La figura 2 muestra el círculo graduado con las 28 mansiones: las primeras son Buey y Mujer.

2.2 Gráficos de los asterismos

Para completar la definición recién presentada, se procede a detallar los gráficos de los asterismos a partir de la distancia desde el pie del gnomon al extremo de la cuerda (proyección). Para ello se explicará, brevemente, la forma de elaborar dos tipos de gráfico que sean representativos del asterismo: Lineal y Circular. Ahora se describen cada uno de ellos:

- i) Lineal. Para este tipo de gráfico se toman en cuenta dos valores: #*du* – el número de grados chinos en el que la estrella considerada cruza el meridiano; #*p* – distancia entre el pie del gnomon y el punto de proyección (extremo del cordón). En un gráfico x-y, la coordenada 'x' es el #*du* y la coordenada 'y' sería la #*p* de proyección. Esta representación puede hacerse fijando una fecha y observando el tránsito de una estrella a su paso por la línea meridiana y midiendo la distancia #*p* correspondiente sobre el suelo;
- ii) Circular. Para este gráfico es necesario considerar un círculo con perímetro igual a la circunferencia deseada (por ejemplo, 365 unidades 1/4 durante un año); y la proyección debe estar dada por la distancia #*p* en relación con un valor deseado, #*q*. Entonces, al igual que en un gráfico polar, ambos valores podrán ser representados, #*q* frente a #*du*; es decir, radio frente a ángulo.

¹En el original se multiplica por 3 en vez de π .

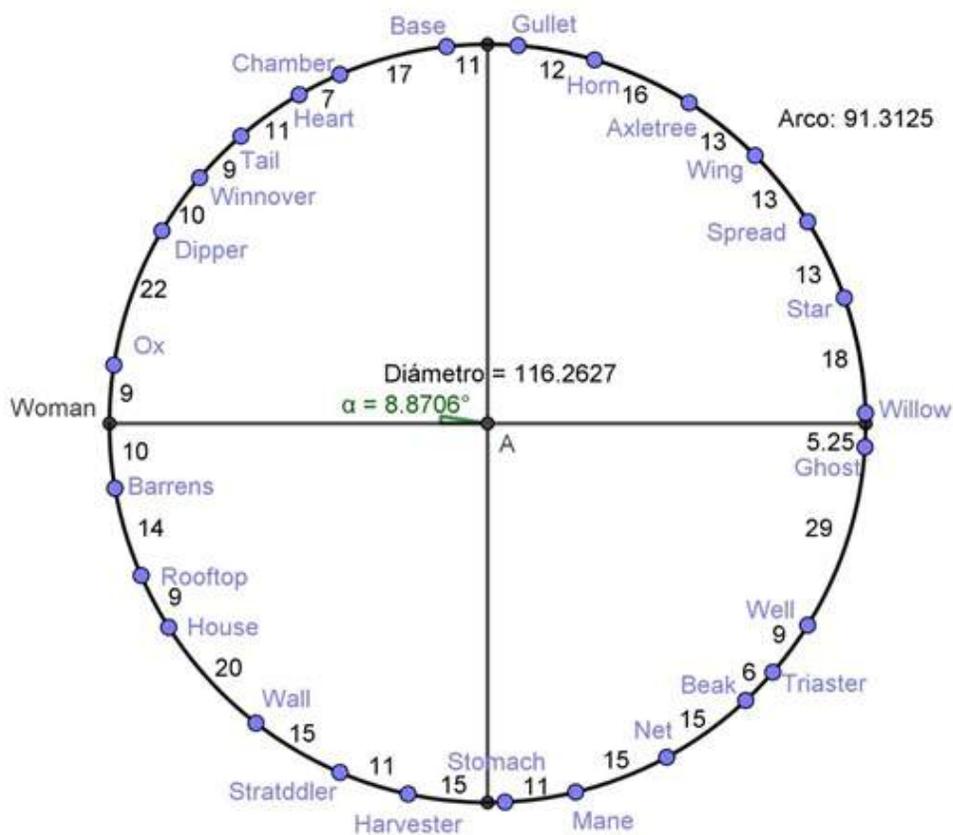


Figura 2: Representación de las estrellas principales de los 28 asterismos reportados por Cullen (1996) (28 mansiones lunares). Dibujo del Autor.

Como un ejemplo del método, se presentan ambos tipos de gráfico para el asterismo Gran Cucharón. Para hacerlo, es necesario explicar cómo con la ayuda del programa Stellarium (Zotti *et al.*, 2021), se pueden obtener los datos de la Tabla 1: El 26 de enero de 220 a.C., mientras uno miraba hacia el norte, a medianoche, se observó a Dubhe cruzando el meridiano (tránsito) a una altitud de 53.78° sobre el horizonte, cuya proyección, #p, resulta ser 29.299 *cun* (considerando un gnomon de 40 *cun*). Este punto se marca como el punto inicial entonces, #du es cero. Si usamos el radio básico (56.275 cun que es la proyección del Polo para una latitud de 35.33° ²) el #q es de 26.976 *cun*. Ahora, como se puede ver en la segunda hilera de la tabla, Merak hace su tránsito a la medianoche del 29 de enero, #du es de tres y estaba a 58.947° por encima del horizonte astronómico, dando una proyección de 24.0847 *cun* y un desplazamiento de 32.190 *cun*. Es preciso aclarar que en esta elaboración se ha usado un gnomon de tan solo 40 *cun* para hacer las figuras en una escala más manejable.

Tabla 1: Asterismo Gran Cucharón visto en 220 a.C. desde Jining¹.

Estrella	Nombre	Elevación	Fecha (a.C.)	#p ²	#du	#q ³
α - UMa	Dubhe	$53^\circ 46' 40.6''$	26/01/220	29.2992	0.00	26.976
β - UMa	Merak	$58^\circ 56' 49.6''$	29/01/220	24.0847	3.00	32.190
γ - UMa	Phecda	$60^\circ 06' 23.2''$	18/02/220	22.9950	23.00	33.280
δ - UMa	Megrez	$56^\circ 16' 19.9''$	25/02/220	26.7047	30.00	29.570
ϵ - UMa	Alioth	$57^\circ 11' 13.7''$	11/03/220	25.7910	40.00	30.484
ζ - UMa	Mizar	$58^\circ 19' 36.8''$	22/03/220	24.6786	55.00	31.596
η - UMa	Alkaid	$64^\circ 11' 50.5''$	29/03/220	19.3390	62.00	36.936

¹ Sitio sugerido de Zhou ($35^\circ 24' 18.0''$ N, $116^\circ 34' 53.0''$ E) (Pérez-Enríquez, 2018).

² Se supone el uso de un gnomon de 40 *cun*.

³ Distancia relativa al polo

La Figura 3 representa el gráfico lineal de los datos que se muestran en la Tabla 1 para el asterismo Gran Cucharón. En la figura, la inclinación del asterismo en relación con la horizontal fija la oblicuidad del asterismo respecto del suelo.



Figura 3: Gráfico lineal para el asterismo Gran Cucharón para el año 220 a. C. (Dibujo del autor).

² Latitud de Zhou, Jining en este caso.

En la versión circular del asterismo Gran Cucharón es posible distinguir algunas diferencias con respecto a la lineal; por ejemplo, la estrella Allioth parece salir de línea perimetral (ver Figura 4).

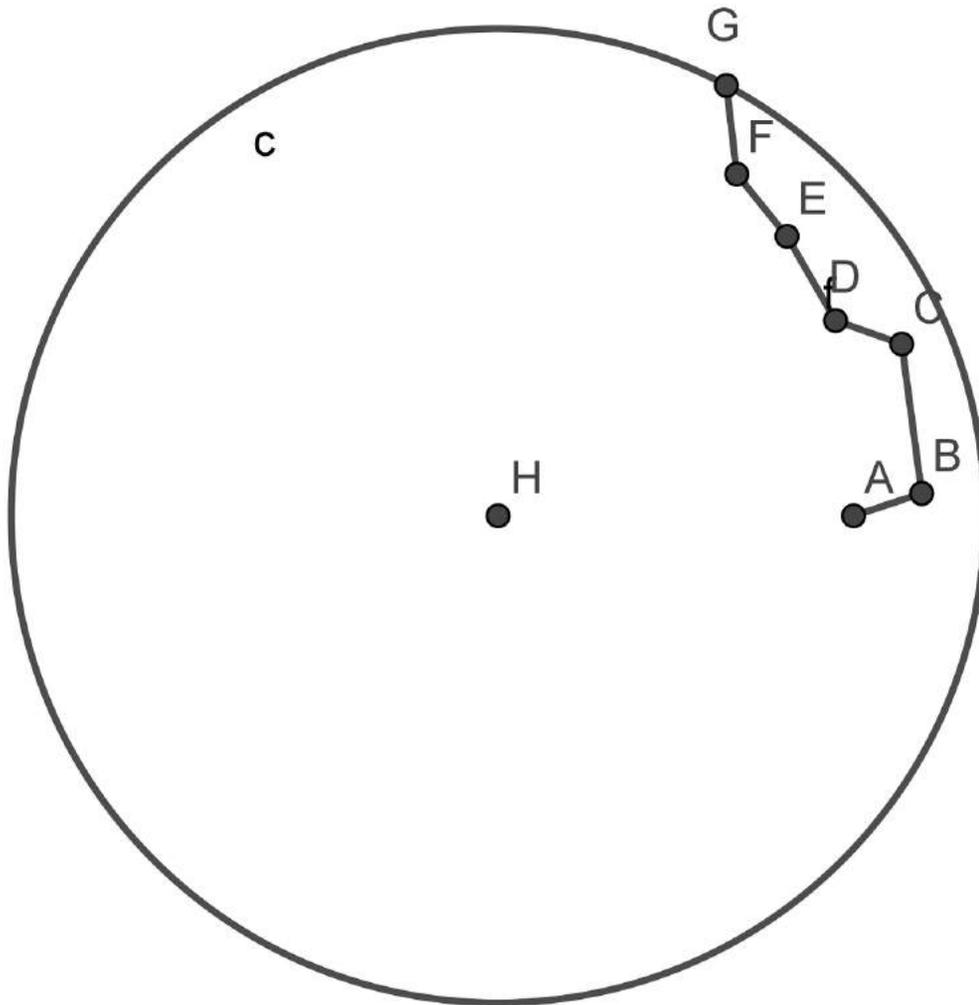


Figura 4: Gran Cucharón en su versión de gráfico circular para 220 a.C. con: A - Dubhe; B - Merak; C - Phecda; D - Megrez; E - Alioth; F - Mizar; y G - Alkaid. (Dibujo del autor)

Se debe recordar que los datos que aparecen en la Tabla 1 son determinados al observar desde un punto hipotético de observación situado en $35^{\circ}24'18.0''$ N, $116^{\circ}34'53.0''$ E, latitud y longitud, respectivamente. Estas coordenadas son para un lugar en Jining, Shandong, China, propuesto por Pérez-Enríquez, como el sitio llamado Zhou en el *Zhou bi* (Pérez-Enríquez, 2021: 180).

3 Resultados

Existen pocas evidencias de los asterismos o constelaciones chinas que aparecen en este documento. Sin embargo, aquí se presentan un par de evidencias de que dichos asterismos fueron muy probablemente, introducidos desde una época remota que se remontaría a la época imperial. La primera de ellas se refiere al posible origen del arreglo que aparece en el talismán aquí analizado y la segunda la existencia del mapa estelar Dunhuang en el que aparece el Gran Cucharón.

El profesor David Pankenier, en su libro sobre astrología y cosmología en la China antigua (Pankenier, 2013, 177), relata que existen vestigios en forma de diagramas esotéricos que pueden ser considerados como mapas estelares en los cuales se representaban los cinco planetas visibles, en un denso cúmulo, en conjunto con las constelaciones del Dragón y de la Tortuga. En particular, el profesor menciona tres avistamientos de este tipo, siendo el más reciente de los mencionados, el observado en el año 1059 a.C. en el pico del ave Fénix. Si a ello se le asigna cierta credibilidad y se menciona que de acuerdo con Léopold De Saussure, existe una contigüidad entre la Serpiente y el Dragón; de hecho:

“... aunque la serpiente es inferior al dragón, los chinos consideran que la serpiente es de la misma naturaleza que él. Los huevos de serpiente pueden dar a luz, después de 1000 años, al dragón sin cuernos de la especie Mao. [...] El dragón y la serpiente anuncian el año nuevo, pero la serpiente perteneciente al Palacio del Norte anuncia el final del invierno, mientras que el dragón que pertenece al Palacio Oriental anuncia el comienzo de la primavera.” (De Saussure, 1910: 601)

En consecuencia, se podría extender la conjetura sobre dichos asterismos a su aparición en el amuleto que se analiza en este artículo, se refieren a las mismas constelaciones y que fueron identificadas por Maeder.

Sobre el mapa estelar de Dunhuang cuya nota se puede encontrar en la Historia de Astrofísica y Arqueología (Bonnet-Bidaud, 2008), se le pide al lector ver el apartado del Gran Cucharón. Por ello, se afirma que la aplicación del método del *Zhou bi* a los asterismos que parecen rodear al polo de la eclíptica; a saber, Gran Cucharón, Espada, Serpiente y Tortuga, permite confirmar que su dibujo sugiere cada una de estas cosas cuando las estrellas de los mismos son unidas por un trazo continuo que pase por todas las estrellas.

3.1 Gran Cucharón

El asterismo del Gran Cucharón fue presentado al introducir la metodología. No es necesario volver a presentarlo aquí. Sin embargo, se necesita un comentario para fijar el punto de partida de todo el conjunto de constelaciones que aparecen en el talismán bajo estudio. Este asterismo marca el inicio del arreglo general y, como tal, debe ser el punto de referencia para las otras constelaciones. La inclinación de Gran Cucharón aparece en ambas figuras (Figura 3 y Figura 4) como se ve desde la Tierra y define un punto desde el cual se puede cambiar el origen mientras se expande o contrae su extensión angular. Este punto será evidente al final de esta sección 3. Aprovecharemos esta sección para recordar que en un documento fechado entre 618 - 907 d.C. (correspondiente a la Dinastía Tang), fue hallado el denominado mapa estelar de Dunhuang que puede ser considerado como una de las primeras representaciones gráficas de estrellas de la antigua astronomía china. En ese mapa aparece el Gran Cucharón y otros asterismos alrededor de un pequeño centro (ver Figura 5). Se puede decir que este mapa proporciona una verificación gráfica de la forma en que los chinos hacían sus observaciones. “El mapa estelar de Dunhuang es hasta la fecha el atlas estelar completo conservado más antiguo del mundo”, sostiene Yuzhen Guan (2015).



Figura 5: Mapa de estrellas Dunhuang con el Gran Cucharón y otros asterismos (Foto tomada de Guan (2015)).

3.2 Serpiente

Con la identificación de las estrellas de la constelación de la serpiente, tal como lo hizo Maeder (2011), es posible aplicar la metodología para la observación de las mismas y construir con la ayuda de Stellarium, la Tabla 2 que se muestra a continuación. Para obtener los dibujos de figuras lineal y circular, correspondientes, es necesario seguir con un trazo la lista de estrellas en el orden indicado en la tabla. Cabe resaltar que la observación de este asterismo, en el momento del tránsito, mostró casi todas las estrellas en el cenit. La extensión total es de 50 grados chinos, sólo algún grado mayor que la de Gran Cucharón.

En la Figura 6a, se puede apreciar, siguiendo línea continua, que ella semeja un dibujo de la serpiente mostrando su bucle en una orientación similar a la registrada en la Figura 6b, y no como aquella de la Figura 1. Este tipo de orientación de la serpiente da vida a la serpiente de un dibujo chino (ver figura) similar a los elaborados en la antigüedad.

Tabla 2: Constelación Serpiente vista en 220 a.C. desde Jining¹.

Punto	Estrella	Nombre	Elevación	Fecha (a.C.)	#p ²	#du	#q ³
H	λ - Boo	Xuange	68°05'02.5"	07/04/220	16.0929	71.00	40.182
I	θ - Boo	Asellus Primus	62°16'03.4"	12/04/220	21.0293	76.00	35.246
J	κ 2 - Boo	Asellus Tertius	62°15'51.9"	08/04/220	21.0322	72.00	35.243
	λ - Boo	Xuange	68°05'02.5"	07/04/220	16.0929	71.00	40.182
L	γ - Boo	Seginus	76°10'24.2"	10/04/220	9.8446	74.00	46.430
M	β - Boo	Nekkar	74°53'12.1"	20/04/220	10.8028	84.00	45.472
N	δ - Boo	Thiba	82°15'06.3"	22/04/220	5.4425	86.00	50.832
O	μ 1 - Boo	Alkalurops	78°43'39.1"	26/04/220	7.9728	90.00	48.302
P	ι - CrB	HIP 78493	87°30'38.4"	04/05/220	1.7390	98.00	54.536
Q	ϵ - CrB	HIP 78159	89°45'25.4"	02/05/220	-0.1696	96.00	56.444
R	δ - CrB	HIP 77512	89°17'15.9"	28/04/220	-0.4973	92.00	56.772
S	γ - CrB	HIP 76952	89°42'19.2"	27/04/220	-0.2057	91.00	56.481
T	α - CrB	Alphecca	89°27'09.9"	26/04/220	0.3821	90.00	55.893
U	β - CrB	Nusukan	86°59'40.6"	25/04/220	2.1001	89.00	54.175
V	θ - CrB	HIP 76127	83°53'00.6"	26/04/220	4.2864	90.00	51.988
W	ξ - CrB	HIP 80181	87°28'37.0"	10/05/220	1.7626	104.00	54.512
Z	ζ - Her	HIP 81693	87°55'06.1"	15/05/220	1.4539	109.00	54.821
A_1	ϵ - Her	HIP 83207	89°11'59.0"	20/05/220	0.5587	114.00	55.716
B_1	u - Her	HIP 84573	87°57'44.1"	25/05/220	1.4232	119.00	54.852
C_1	ρ - Her	HIP 85112	84°20'38.8"	28/05/220	3.9614	122.00	52.313
D_1	π - Her	HIP 84380	84°13'03.1"	26/05/220	4.0507	120.00	52.224

¹ Sitio sugerido de Zhou (35°24'18.0" N, 116°34'53.0" E) (Pérez-Enríquez, 2018).² Usando un gnomon de 40 *cun*.³ Distancia relativa al polo

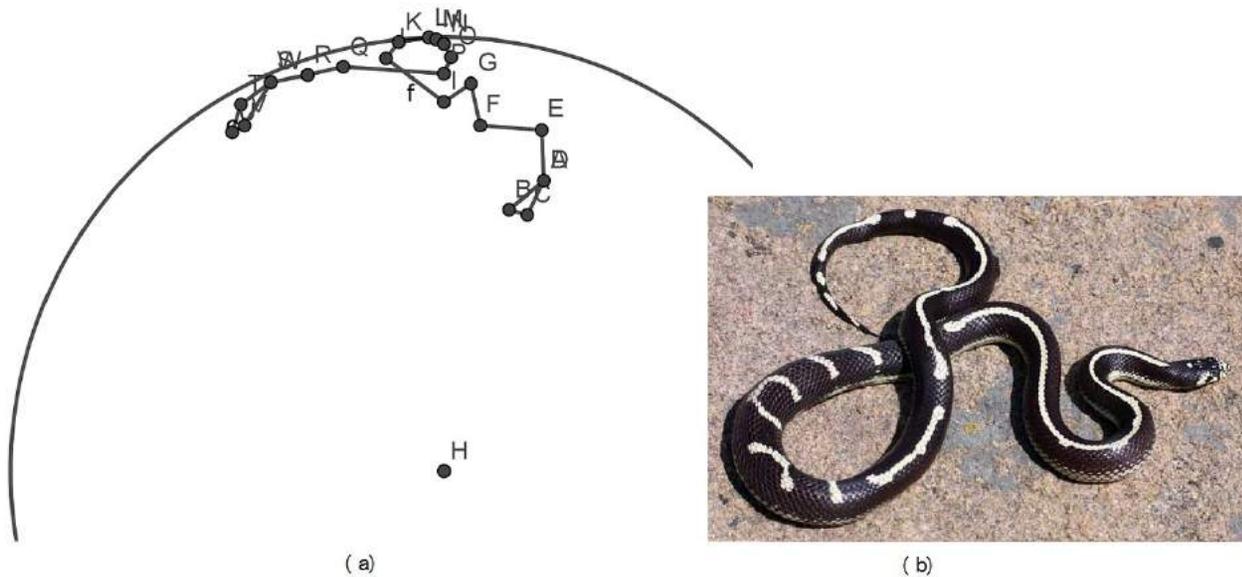


Figura 6: Dibujos de serpientes: (a) Dibujo circular de la Constelación Serpiente (Autor); b) Serpiente alabada por el Emperador de Jade (Tomado de: <https://mascotas.net/las-lampropeltis-getula-o-serpiente-rey>).

3.3 Espada

El caso del asterismo que representa una espada, y que se presenta en la Figura 7, difiere de la espada representada en el talismán, pero se parece mucho al objeto mismo. Las estrellas de esta constelación se enlistan con los resultados de la aplicación de Stellarium a su observación en la Tabla 3. Como se hizo en los casos de los asterismos ya presentados, la figura se obtiene al seguir con un solo trazo (sin levantar el pincel).

Tabla 3: Constelación Espada vista en 220 a.C. desde Jining¹.

Punto	Estrella	Nombre	Elevación	Fecha (a.C.)	#p ²	#du	#q ³
F_1	α - Cyg	Deneb	86°28'47.0"	17/07/220	2.4607	172.00	53.814
G_1	α - Vul	Anser	77°03'40.4"	25/06/220	-9.1897,	150.00	65.465
H_1	β 1 - Cyg	Albireo	80°05'58.7"	26/06/220	-6.9814	151.00	63.256
I_1	η - Cyg	HIP 98110	85°44'28.3"	04/07/220	.2.9787	159.00	59.254
J_1	γ - Cyg	Sadr	89°30'33.6"	11/07/220	-0.3426	166.00	56.617
K_1	ϵ - Cyg	Aljanah	82°08'39.0"	15/07/220	-5.5190	170.00	61.794
L_1	δ - Cyg	Sawaris	84°02'27.5"	05/07/220	4.1753	160.00	52.100
	γ - Cyg	Sadr	89°30'33.6"	11/07/220	-0.3426	166.00	56.617
	α - Cyg	Deneb	86°28'47.0"	17/07/220	2.4607	172.00	53.814

¹ Sitio sugerido de Zhou (35°24'18.0" N, 116°34'53.0" E) (Pérez-Enríquez, 2018).

² Usando un gnomon de 40 *cun*.

³ Distancia relativa al polo



Figura 7: Dibujo que muestra cómo conectando las estrellas de la constelación Espada proporcionan el asterismo requerido. (Dibujo del autor).

Una vez más, es importante hacer hincapié en la similitud del dibujo con el nombre del asterismo y, sobre todo, se confirma una orientación correcta del asterismo respecto de la moneda y el Gran Cucharón.

3.4 Tortuga

La lista de estrellas que conforman la constelación de la tortuga, identificada por Maeder, dan un ejemplo extraordinario del poder del método de observación y la facilidad para hacer la correlación entre el conjunto de estrellas y el nombre del asterismo. En este caso, se da la lista de estrellas y los puntos de observación pero cómo pudieron haber sido observadas desde Jining hace 2240 años (con ayuda de Stellarium), utilizando el método descrito en el *Zhou bi*. El resultado se puede apreciar en la Tabla 4.

La amplitud de esta constelación, 74 grados chinos, y su traza, siguiendo una línea que pasa por las estrellas en el orden dado en la tabla, permite obtener la Figura 8; misma que sugiere, fácilmente, la identificación del animal correspondiente con una precisión asombrosa. En este caso, la apariencia de la Tortuga es mejor en la representación lineal que en la circular.

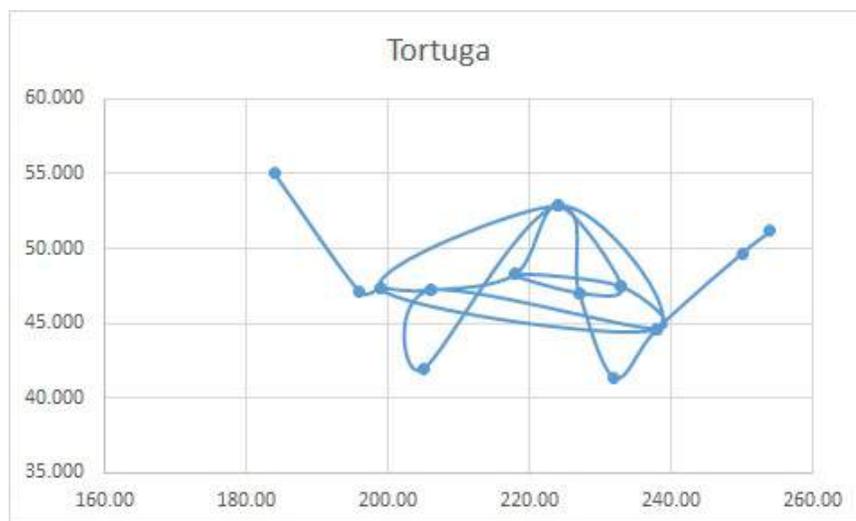


Figura 8: Trazo curvilíneo de la constelación Tortuga siguiendo el orden dado en Tabla 4. (Dibujo del autor).

Tabla 4: Constelación Tortuga vista en 220 a.C. desde Jining¹.

Punto	Estrella	Nombre	Elevación	Fecha (a.C.)	#p ²	#du	#q ³
O_1	ρ - Cyg	HIP 106481	88°12'53.7"	29/07/220	1.2466	184.00	55.028
P_1	ζ - Cep	HIP 109492	77°07'24.5"	10/08/220	9.1440,	196.00	47.131
Q_1	δ - Cep	HIP 110991	77°23'52.3"	13/08/220	8.9426	199.00	47.332
R_1	1 - Cas	HIP 114104	77°13'37.2"	20/07/220	9.068	206.00	47.207
S_1	β - Cas	Caph	78°41'55.6"	01/09/220	7.99376	218.00	48.281
T_1	α - Cas	Shedar	85°07'31.9"	07/09/220	3.4113	224.00	52.864
U_1	δ - Cas	Ksora	77°33'43.8"	16/09/220	8.8223	233.00	47.453
V_1	γ - Cas	Navi	76°59'41.7"	10/09/220	9.2385	227.00	47.036
	β - Cas	Caph	78°41'55.6"	01/09/220	7.9937	218.00	48.281
	δ - Cas	Ksora	77°33'43.8"	16/09/220	8.8223	233.00	47.453
A_2	ϵ - Cas	Segin	73°46'05.8"	21/09/220	11.6451	238.00	44.630
	1 - Cas	HIP 114104	77°13'37.2"	20/07/220	9.068	206.00	47.207
C_2	i - Cep	HIP 112724	70°15'22.3"	19/08/220	14.3566	205.00	41.918
	α - Cas	Shedar	85°07'31.9"	07/09/220	3.4113	224.00	52.864
	ϵ - Cas	Segin	73°46'05.8"	21/09/220	11.6451	238.00	44.630
	δ - Cep	HIP 110991	77°23'52.3"	13/08/220	8.9426	199.00	47.332
	α - Cas	Shedar	85°07'31.9"	07/09/220	3.4113	224.00	52.864
	γ - Cas	Navi	76°59'41.7"	10/09/220	9.2385	227.00	47.036
I_2	ψ - Cas	HIP 6692	69°33'16.6"	15/09/220	14.9119	232.00	41.363
	ϵ - Cas	Segin	73°46'05.8"	21/09/220	11.6451	238.00	44.630
K_2	η - Per	Miram	80°38'24.9"	03/10/220	6.5931	250.00	49.682
L_2	γ - Per	HIP 14328	82°42'16.2"	07/10/220	5.1209	254.00	51.154
M_2	α - Per	Mirfak	85°48'26.9"	11/10/220	2.9322	258.00	53.343

¹ Sitio sugerido de Zhou (35°24'18.0" N, 116°34'53.0" E) (Perez-Enriquez 2018).

² Usando un gnomon de 40 *cun*.

³ Distancia relativa al polo

4 Discusión

Las cuatro constelaciones descritas en la sección anterior, pueden ser dibujadas en su modo circular tal como aparecen en la Figura 9. La semejanza y correspondencia de esta figura con el talismán resulta sorprendente (ver Figura 1).

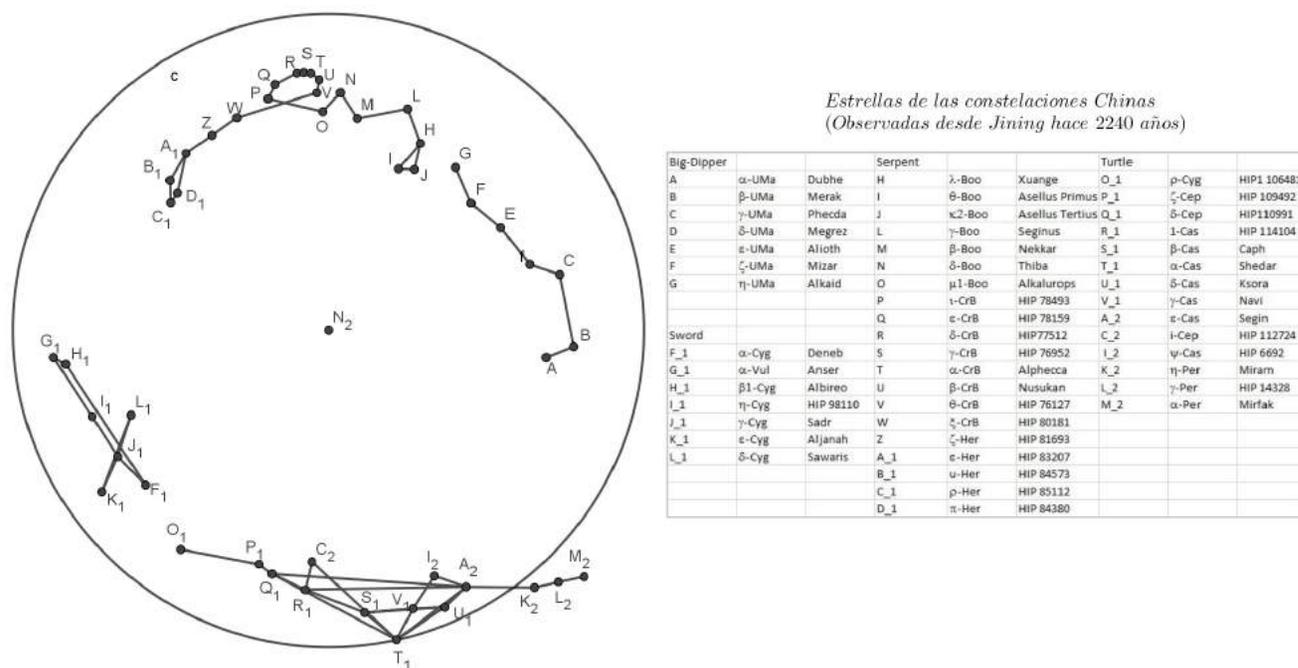


Figura 9: Constelaciones Chinas: Gran Cucharón, Serpiente, Espada y Tortuga. (Dibujo del autor).

Como se mencionó más arriba, el talismán con las cuatro constelaciones muestra una orientación similar, pero reflejada, a aquella del mapa estelar como se puede ver en la misma figura. No pasa lo mismo con las generadas usando el método del *Zhou bi*. Además, se debe añadir que otras monedas muestran figuras similares pero en una posición diferente; con una perspectiva diferente, se podría decir. Tal es el caso de la moneda o talismán *Wu Xing da Bu* con un número de catálogo CA-1038 ([Antique Chinese Amulets, sf](#)). En este caso y otros casos ahí visibles, las figuras de la Serpiente y el Gran Cucharón parecen invertidas respecto a las ya descritas. El patrón general es el mismo más no igual.

A primera vista, la Espada y el Gran Cucharón aparecen exactamente como en la moneda. El caso de Serpiente y Tortuga es diferente: ellas están bien orientadas pero en posiciones intercambiadas. Es de destacarse la gran similitud del dibujo lineal de la tortuga con la representación de este mismo animal en la literatura y en el talismán lo que permitiría apoyar la hipótesis de Maeder; el uso de un solo trazo curvilíneo entre las estrellas mejora sustancialmente el gráfico resultante (ver Figura 8).

Con la ayuda de una herramienta del programa GeoGebra que permite modificar la amplitud de cada grado, se ha logrado una aproximación a la representación del talismán. Y en este caso, es claro que la Tortuga no se muestra con todas sus características según la versión lineal. Por otro lado, en su forma circular esta misma constelación desborda los límites de la figura. En cambio, en el dibujo lineal que se muestra en la Figura 10 aparece con mayor aproximación el tipo de bocetos que uno puede hallar en la literatura sobre astronomía antigua de China ([Pankenier, 2013: 134](#)).

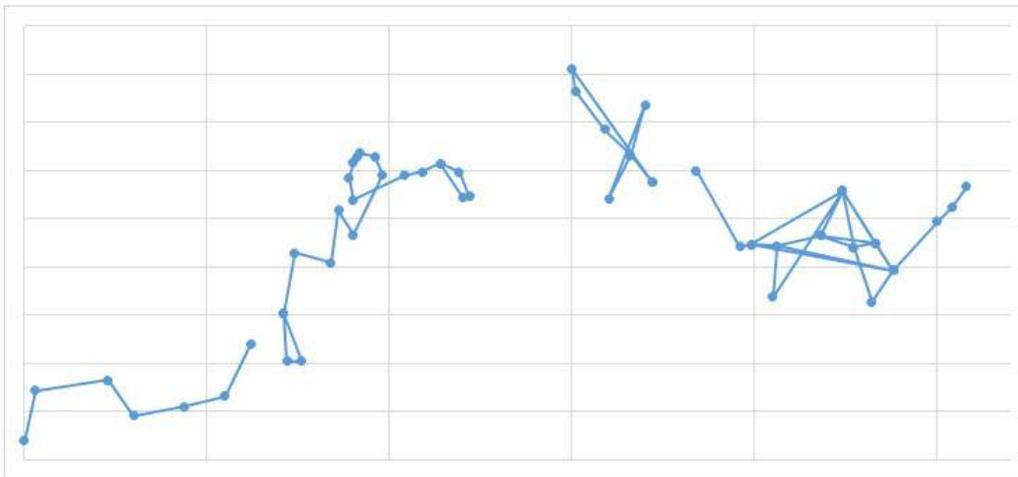


Figura 10: Las cuatro constelaciones chinas en grafica lineal: Gran Cucharón, Serpiente, Espada y Tortuga. (Dibujo del autor)

5 Conclusiones

La identificación de los asterismos Chinos del Gran Cucharón, la Serpiente, la Espada y la Tortuga hecha por S. Maeder hace una década, recibe un apoyo muy interesante cuando las estrellas involucradas en su formación se observan utilizando un método gnomónico como el que se describe en el *Zhou bi Suanjing* y cuya interpretación se describe en este artículo. Los dibujos producidos mediante el uso de la metodología del *Zhou bi* sugieren que los antiguos astrónomos chinos pudieron haber realizado sus observaciones con este método y utilizando alguna de las representaciones aquí sugeridas: lineal y/o circular. Por ello, se considera factible que desde épocas muy tempranas, de los años en que rigieron los cuatro sabios y cinco emperadores, las constelaciones y asterismos hayan recibido sus nombres de acuerdo con ellos. Existen algunas evidencias en viejos manuscritos de pequeños círculos unidos por líneas o por estrellas en ambos tipos de gráfico (Needham, 1974: 71-72; Guan, 2015). Cabe destacar el mapa estelar de Dunhuang, al que se le asigna una fecha similar a la del talismán aquí descrito, en el cual aparece claramente identificada la figura del Gran Cucharón. Respecto al extraordinario parecido del dibujo lineal con trazo curvilíneo, de la constelación Tortuga con el animal se puede sugerir como evidencia; otro más, la similitud de las ondulaciones de la serpiente con dibujos que aparecen en ilustraciones de las leyendas del Emperador Yuan, por ejemplo. Otro aspecto, aún sin solución aparente, es la orientación de los asterismos en el reverso del talismán respecto de la observada por el método utilizado; misma en que las constelaciones aparecen como reflejadas según Maeder. En la versión que aquí se propone, la vista del cielo parece recuperar algún orden: La Serpiente y la Tortuga están intercambiadas más no reflejadas. Finalmente, se sugiere que la utilización de un sitio hipotético como Jining, Shandong, China, ha permitido apoyar la idea, introducida en otro trabajo (Pérez-Enríquez, 2020) de que el sitio llamado Zhou que aparece como meollo y punto clave para la definición del Mundo, es esta población. Una vez más, se ha podido constatar una fuente viable para los mitos y leyendas relacionadas con las estrellas (Astronomía) y la Tierra (Cultura) a través de un objeto elemental, representado aquí por un talismán del siglo VI de nuestra era.

Agradecimientos

Quiero dar las gracias al Prof. Stefan Maeder por sus comentarios y autorización para usar la figura que aparece en el artículo de referencia, y al MSc. Eduardo Rodas-Quito por sus sugerencias y críticas al texto.

Debo un agradecimiento especial al Dr. Eugenio Ley Koo por las largas contribuciones al desarrollo de mi trabajo sobre *Zhou bi Suan Jing*. Finalmente, reconozco el apoyo y la orientación recibidos por parte de Jocele Wild.

6 Referencias

- Antique Chinese Amulets (s/f). China Amulets, Recuperado en el año 2020 del sitio web Anything Anywhere, <https://anythinganywhere.com/commerce/coins/coinpics/chin-amulets1.htm>.
- Bonnet-Bidaud, J.-M. (2008). L'ancêtre des cartes célestes est chinoise. *Ciel & Espace*, (459):8–12.
- Cullen, C. (1996). *Astronomy and Mathematics in Ancient China: Zhou bi Suajing*. Cambridge: Cambridge University Press.
- De Saussure, L. (1910). Les Origines De L'astronomie Chinoise. En Cordier, H. y Chavannes, E., (Eds.), *T'oung Pao*, volumen XI, pp. 583–647.
- Guan, Y. (2015). Excavated Documents Dealing with Chinese Astronomy 198. En Ruggles, C., (Ed.), *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*, pp. 2079 – 2084. New York: Springer Science+Business Media.
- Maeder, S. (2011). The Big Dipper, Sword, Snake and Turtle, Four constellations as indicators of The Ecliptic Pole in ancient China? En Nakamura, T., Orchiston, W., Sôma, M., y Strom, R., (Eds.), *Mapping the Oriental Sky: Proceedings of the Seventh International Conference on Oriental Astronomy*, pp. 57–63. Tokio: National Astronomical Observatory of Japan.
- Needham, J. (1974). Astronomy in Ancient and Medieval China. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, 276(1257):67–82.
- Pankenier, D. (2013). *Astrology and Cosmology in Early China: Conforming Earth to Heaven*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pérez-Enríquez, R. (2018). Light, Gnomon and Archaeoastronomy: On the search of a Gnomonic Paradigm for Ancient Cultures. En *Proceedings of the 3rd International Philosophical Forum ANADRASIS*.
- Pérez-Enríquez, R. (2020). The World Description Made in Zhou bi Suanjing Has Been Revealed. *Electryone*, 6(2):19–27.
- Pérez-Enríquez, R. (2021). *Interpretación del Zhou bi Suan Jing: Una cosmovisión holística China del mundo*. Sonora: Universidad de Sonora.
- Sun, X. (2015). Chinese Constellations and Star Maps 195. En Ruggles, C., (Ed.), *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*, pp. 2051 – 2058. New York: Springer Science+Business Media.
- Zotti, G., Hoffman, S., Wolf, A., y Chéreau, F. (2021). The Simulated Sky: Stellarium for Cultural Astronomy Research. *Journal of Skyscape Archaeology*, 6(2):221–258.

¿HAY ESPACIO PARA TODOS? ETNICIDAD Y ACCESO A LA TECNOLOGÍA ESPACIAL

Javier Mejuto González^{1,*}

¹Departamento de Arqueoastronomía y Astronomía Cultural

Facultad de Ciencias Espaciales

Universidad Nacional Autónoma de Honduras

Recibido: 1/noviembre/2022

Aceptado: 6/diciembre/2022

DOI: <https://doi.org/10.5377/ce.v14i1.15606>

RESUMEN

Este trabajo comienza ejemplificando la dependencia cultural de la visión del espacio celeste y del universo para realizar una reflexión sobre el papel que están jugando los pueblos originarios en los grandes proyectos espaciales y astronómicos y de las relaciones de poder asociadas. Finalmente se analiza la importancia y necesidad de su inclusión en las políticas públicas nacionales en temática espacial y se aboga por la búsqueda de un concepto multicultural de espacio.

Palabras clave: Espacio, Pueblos indígenas, Conflictos étnicos.

ABSTRACT

This work begins by exemplifying the cultural dependency of the vision of the celestial space and universe to reflect on the role that the native peoples are playing in the great space and astronomical projects and associated power relations. Finally, the importance and need for its inclusion in national public policies on space issues is analyzed and the search for a multicultural concept of space is advocated.

Keywords: Space, Indigenous peoples, Ethnic conflicts.

1 Introducción

Solemos entender el espacio como la última frontera, una empresa que trasciende a los individuos, una odisea humana por la búsqueda del conocimiento. Sin embargo, la exploración del espacio y el uso y aprovechamiento de las tecnologías espaciales, como se entiende hoy en día, viene marcada por una visión etnocéntrica basada en los conceptos fundacionales de la cultura occidental, asentada en la creencia de que las concepciones europeas del mundo y del universo son superiores en relación a otras formas de entender el universo tanto del pasado como contemporáneas que poseen culturas diferentes a la occidental. Ello incluye la negación de la existencia de esas visiones diferentes a la occidental como prueba de retraso o invalidez cultural, justificando la imposición del sistema de conocimiento europeo. La Ciencia y

*javier.mejuto@unah.edu.hn,  <https://orcid.org/0000-0001-8936-7236>

la Tecnología como parte de ese sistema de conocimiento hegemónico occidental juegan un papel fundamental a la hora de imponer las epistemologías europeas. Esto es evidente en la historia de la Ciencia y, en particular, la Astronomía (McClellan, 2010; Whitt, 2014). En este sentido, podemos recordar las expediciones de eclipses solares a diferentes partes del mundo (Soojung-Kim Pang, 1993; 2002) como las del año 1919, en la que se llevó a cabo el primer experimento para confirmar por observación la Teoría General de la Relatividad de Einstein, en sendas expediciones de la Royal Astronomical Society, en la costa oeste de África y en Brasil. No conviene olvidar que el acceso a todos estos lugares fue facilitado por procesos de colonización, muchos de ellos en curso, y un interés de los gobiernos en comprender mejor la geografía para fortalecer los beneficios económicos de estos procesos.

Por lo tanto, es importante que comencemos con un ejemplo de otras concepciones del universo apoyadas en siglos de observación y que son parte intrínseca de su cultura y sociedad.

2 Otros espacios

La relación de la humanidad y espacio celeste aparece en todas las culturas, tanto en las del pasado como en las contemporáneas, aunque en algunas de ellas esta dependencia aparece más claramente, como las profundas raíces astronómicas de la visión del mundo tolupán que nos muestran una relación dialógica que se refleja en la estructura y funcionamiento de la sociedad tolupán. El pueblo Tolupán es una de las 9 culturas originarias hondureñas, emplazados antiguamente en la costa atlántica hondureña y en el interior hasta el río Sulaco y la Montaña de la Flor, al norte de Tegucigalpa, Honduras. Aunque también existen miembros de este grupo étnico en el departamento de Yoro, Honduras (Chapman, 1971), solamente pervive la cultura tradicional tolupán dentro del grupo que actualmente vive en la Montaña de la Flor mantienen su cultura tradicional de forma (Chapman, 1981). Ejemplo de ello es que utilizan su lengua propia, el Tol, incluida en la lista de lenguas en peligro de desaparición de UNESCO. La división cultural tolupán del cielo, que detallaremos más adelante, en dos mitades una hacia el Este y otra al Oeste regidos por dos dioses hermanos tiene su contrapartida terrenal en la conformación y repartición de roles familiares donde dos hermanos tienen responsabilidades compartidas (Oltrogge, 1969) y, por lo tanto, en la conformación de los núcleos familiares y la propia estructura social.

La estructura del universo tolupán se basa en la familia Tomam. Siguiendo a Chapman (1982), esta familia divina se compone de Tomam Pones Popawai (Tomam mayor, Tomam Tata o Último mando), padre de todo y fuente de todo poder sobrenatural y su mujer, Tomam Pones Nomawai, madre de todo. Tomam Pones Popawai es el mayor de dos hermanos, mientras vive en el Cénit, su hermano menor Noventa, vive en el Nadir. A pesar de ser los dioses principales se mantienen al margen de los asuntos humanos y delegan su poder en sus hijos. Su hijo mayor, Tomam Pones (Tomam Mayor, Jefe Primero, Jefe del mundo o Ley superior) habita el Tsik'in Moo, el cielo del Este. Su primogénito Nompwinapu'u es una de las figuras más importantes de la mitología tolupán en la que tiene el rol del creador de los ríos, llevar las semillas de maíz a la Tierra, creador de las naciones (término utilizado para referirse a diferentes seres), entre ellas la Tolupán y la nación de muertos (término utilizado para los humanos, como seres mortales).

El hermano menor, Tomam Pones Popoma (Tomam Chikwai, Tomam Wowai, Segundo Jefe y Tyaj Tomam), como ocurre en la cosmovisión tolupán es el complementario de su hermano mayor. Su lugar de habitación es el Tyaj Moo, el cielo del Oeste, simbolizando el mundo de los muertos frente al mundo de los vivos que represente el cielo del Este, en clara identidad con el ciclo solar diario. Este mundo de los muertos es accesible únicamente por los miembros de la cultura Tolupán. Este hermano es responsable de

los vientos fuertes y las lluvias torrenciales (huracanes e inundaciones), terremotos y otros eventos naturales destructivos, ya que para los Tolupán todos los peligros vienen por el Oeste ([Chapman, 1982](#)). Esta dicotomía Este-Oeste se corresponde con los dos grupos principales tolupán que viven en la Montaña de la Flor que a su vez se distribuyen en las partes Este y Oeste de la montaña respectivamente. Asimismo las lluvias más fuertes que causan problemas en las comunidades suelen llegar a la Montaña de la Flor desde el Oeste. Por lo tanto, esta división espacial explica perfectamente la realidad tolupán.

Las estrellas y planetas juegan un papel importante en la observación del cielo tolupán. Siempre siguiendo a Chapman, según la tradición tolupán existe un zona del cielo llamada Lenko po donde crecen árboles en un ciclo de luz y oscuridad contrario al que tenemos en la Tierra. En las ramas de estos árboles habitan los Piaj (monos) cuyos ojos vemos brillar de noche, como estrellas, porque en el Lenko Po es de día. Esto también explica el movimiento diferenciado entre ellas, el Sol y la Luna. Los tolupán explicación las estrellas fugaces y meteoritos como los excrementos de los Piaj que al caer a la Tierra desde las alturas entran en llamas, germinando las semillas que contienen como árboles en el suelo. Una última pareja de hermanos celeste la conforman; Tsik'in Haitecal, el hermano mayor, lucero del alba y Tyaj Haitecal, el hermano menor, la estrella vespertina representando los dos momentos del ciclo visible del planeta Venus.

El conocimiento ancestral acumulado por generaciones de tolupanes a base de observación metódica también da explicación a los eclipses. Según los Tolupán existen 5 soles y 5 lunas, 4 de ellos están en Tsikin Moo mientras que el Sol y la Luna restantes se encuentran en el mundo humano. Los astros que están en el cielo oriental evitan la oscuridad que molesta enormemente a Tomam Pones, sin embargo los que se encuentran en el mundo humano se encuentran ligados a los seres humanos y a su cuidado. Estos dos astros son vistos como gigantes de los que solo vemos sus caras, debido a que el cielo, en su última y séptima capa, es transparente. Esto aparece claramente explicado en el mito de creación humana Tolupán ([Chapman, 1982:131-148](#)) donde las mujeres son creadas inicialmente y llamadas como la Nación Mumuy (abuela en referencia a la Luna) y posteriormente los hombres son creados como la Nación Gokoy (abuelo en referencia al Sol). Para que la relación entre los Tolupán, el Sol y la Luna perdure todos deben cuidarse entre sí, en especial durante un eclipse. Por lo tanto, existen rituales diferenciados (ver [Figura 1](#)) ya sea eclipse de Sol o de Luna, donde el sexo correspondiente a cada nación golpea una tabla ritual exclusiva para los momentos de eclipses con el objetivo de avisar a Tomam Pones del desequilibrio que se está produciendo, por parte de unos seres llamados Nen, y envíe a su hijo Nompwinapu'u para restablecer el orden en el cosmos, y por lo tanto, conseguir la supervivencia humana.

Este tipo de relaciones cercanas al espacio celeste no son únicas en la región. El calendario agrícola lunar del pueblo Lenca ([Mejuto, 2020](#)), los motivos astronómicos de los huipiles guatemaltecos (comunicación personal de tejedoras kaqchikel), las orientaciones astronómicas de los restos arqueológicos de toda el área mesoamericana y un largo etcétera nos hablan de un tradición de más de 3000 años que continúa viva en el patrimonio material e inmaterial de los pueblos originarios centro y mesoamericanos. Esta herencia es una parte primordial del tejido social y cultural y constituye la base del sistema de conocimientos para los pueblos originarios que se encuentran repartidos por todo el planeta.

3 Etnicidad y espacio

La etnicidad es uno de los factores que tienen mayor impacto a nivel mundial en los índices de pobreza y exclusión social. Según [Naciones Unidas \(sf\)](#) existen más de 476 millones de personas indígenas que viven en 90 países de todo el mundo, repartidos en 5000 grupos étnicos distintos, lo que representa el 6,2 % de la población mundial pero representar un 15 % de la población extremadamente pobre y el 33 % de la



Figura 1: Momento del ritual del tolupan del Eclipse Lunar (Tomado del documental "Los Hijos de Toman", SEDI-NAFROH, 2013) cuando Tomam Mayor es alertado por el ruido de la madera golpeada.

población pobre rural. De hecho, no solamente hay más personas indígenas en situación de pobreza si no que comparativamente su nivel de pobreza es mucho mayor (Hall y Patrinos, 2012). Las tierras en las que habitan constituyen el 80 % de la biodiversidad del planeta, incluyen el acceso a la cuarta parte del agua potable y las tierras. Este es motivo suficiente para que uno de los problemas que con mayor frecuencia enfrentan pueblos originarios en todo el mundo es la defensa de sus territorios ancestrales frente a proyectos extractivistas y capitalistas. Este tipo de criterios imperan igualmente en el espacio como muestra el informe de la Instituto Adam Smith de Febrero de 2022 bajo el título Space Invaders: Property Rights on the Moon donde se recomienda la privatización de nuestro satélite natural como posible solución para eliminar la pobreza en la Tierra. En particular se propone a las naciones lotificar la Luna para, a su vez, crear concesiones a ciertas empresas lo que, según el informe, fomentaría el turismo espacial, la exploración y el descubrimiento (Lowe, 2022).

El acceso a la educación, a la salud y los beneficios de la tecnología y la ciencia son casi nulos para las comunidades indígenas, siendo por ejemplo la exclusión de las poblaciones indígenas de las políticas públicas en la gestión de riesgos el motivo histórico de que sean los más vulnerables a sufrir con mayor frecuencia e intensidad los efectos de eventos de clima extremo o el cambio climático. La temática espacial no es una excepción a esta realidad, a pesar de que no es infrecuente encontrar proyectos que tengan como objetivo impactar positivamente sobre la situación de las poblaciones indígenas lo cierto es que, en su mayoría, se realizan de espaldas a ellas y a sus miembros, con un espíritu extractivista en el que estas poblaciones sufren la expropiación de sus territorios y procesos de aculturización recibiendo a cambio promesas incumplidas de desarrollo, educación o acceso a puestos de trabajo, mientras que los verdaderos beneficios son obtenidos por actores ajenos a las comunidades.

Todo lo anterior deja entrever un profundo desprecio del conocimiento ancestral de las culturas indígenas, de sus sistemas de conocimiento y, en relación al desarrollo de programas espaciales, de su conocimiento ancestral del espacio celeste. Por lo tanto, no es extraño que más allá de la explotación de los recursos mineros, agrícolas, recursos hídricos y madereros el interés esté girando, cada vez más, hacia espacios públicos o comunes, como el espacio celeste dentro y fuera del planeta. A su vez los programas y grandes

proyectos espaciales tienden a virar hacia posturas más cercanas a lo que el filósofo austríaco Günther Anders denominaría “catastrofismo profiláctico” (Anders, 1980), dónde la Ciencia no busca el conocimiento si no que se convierte en un instrumento de búsqueda de nuevos recursos que pueden ser apropiados, objetivos en la base de las aspiraciones espaciales relativas a la minería de asteroides, el incipiente turismo espacial y la exploración espacial actual.

4 Conflictos Étnicos y el cielo

Las relaciones de poder asociadas a los grandes proyectos científicos astronómicos y espaciales quedaron claramente reflejadas en el mediático caso del Thirty Meter Telescope (TMT) en el 2018 que enfrentó a los promotores de la construcción de este gran proyecto astronómico con el pueblo indígena Kānaka Maoli.

Los argumentos en contra de los miembros del pueblo indígena no se diferenciaron de cualquier otro proyecto del tipo extractivista, podríamos perfectamente cambiar la palabra telescopio por represa hidroeléctrica, complejo hotelero o mina. Pudo oírse que los grupos indígenas se oponían al desarrollo (en el sentido occidental), que se oponían a la búsqueda del conocimiento (occidental), desarrollo y puestos de trabajo futuros. Como se puede observar los grandes consorcios astronómicos y científicos actúan siguiendo la lógica de grandes industrias extractivas en la fase actual de capitalismo colonial (López, 2018). Por otro lado, también hubo una defensa técnica del proyecto : la calidad del cielo, la ausencia de poblaciones cercanas y la infraestructura existente. Sin embargo, lo que para una visión occidental del espacio físico parecía una zona desierta y un espacio vacío que nadie estaba utilizando para la cosmovisión Kānaka Maoli interfería con sus prácticas religiosas, siendo un lugar ritual central en su manera de entender el universo. Por lo tanto, dejaría de tener sentido simbólico para los miembros de esta comunidad, acabando en pocas generaciones muy posiblemente con la propia cultura.

Otro de las consecuencias del sistema económico hegemónico, menos visible que la polución atmosférica, es la creciente contaminación lumínica que está afectando a la humanidad, la flora y la fauna salvaje a diferentes niveles desde la alteración de ritmos circadianos, problemas de salud, modificación de rutas de migración de aves, etcétera. Este impacto es aún mayor para las comunidades indígenas, cortando su conexión con el espacio celeste y las estrellas (Hamacher *et al.*, 2020). Es fácil entender la desconexión que sufren las diferentes culturas originarias, que como hemos mostrado, explican su entorno a través de su acervo de conocimientos ancestrales sobre el espacio celeste. Volviendo a nuestro ejemplo, una cultura como la Tolupán experimentaría un vacío argumentativo absoluto para explicar el mundo que les rodea a través del cielo, no habría relación humana con las estrellas, con el planeta Venus, ni con el Sol ni la Luna. Algunos de los efectos directos serían: la perdería orientación espacial geográfica, la alteración de la planificación de siembras y cosechas, inutilidad del calendario agrícola, errores en la predicción de épocas de celo animal y la predicción de épocas de lluvias, son solamente algunos de los aspectos en los que impacta la contaminación lumínica en estas culturas. En definitiva todo aquello que ha permitido su supervivencia como cultura durante cientos o miles de años y el marco simbólico que da sentido a sus vidas y que es vital para todo ser humano. Sin duda este nivel de alteraciones en tan poco lapso de tiempo deriva en un colapso cultural o como algunos autores han comenzado a llamar genocidio cultural (Hamacher *et al.*, 2020).

Aunque la contaminación lumínica suele estar producida a nivel de suelo por la iluminación artificial, en los últimos años, la contaminación lumínica también es producida en el espacio, en particular en las órbitas bajas terrestres donde trabajan las megaconstelaciones satelitales. Varias empresas, están implementando sus planes de lanzar decenas de miles de satélites que reflejan el brillo del sol en su movimiento



Figura 2: Trazas de los satélites Starlink sobre Brasil. NASA's Astronomy Picture of the Day, December 10, 2019. Autor: Egon Filter. Creative Commons Attribution 4.0 International License.

orbital, modificando drásticamente el cielo observable a simple vista (ver Figura 2). El impacto cultural de estos proyectos son, si cabe, mayores que los explicados con la contaminación lumínica que se produce desde la Tierra al no verse claramente las causas que los producen y realizar cambios en el cielo nocturno que pueden llegar a parecer naturales.

5 *¿Espacio para la reflexión?*

Los pueblos originarios a nivel mundial están totalmente ausentes de los programas espaciales nacionales, así como de las políticas públicas que les permitan beneficiarse de la tecnología espacial. Esto sigue la lógica de las grandes compañías en otras temáticas, dónde priman las ganancias frente al beneficio general, viendo el espacio como un lugar lleno de recursos sin explotar. Esta visión dista mucho de la visión tradicional, para la que es un lugar ignoto que nos permitirá obtener un conocimiento en beneficio de la humanidad. Debemos preguntarnos si explotar estos recursos produciría los efectos sugeridos en el informe del Instituto Adam Smith (Lowe, 2022), o como sucede en los proyectos llevados a cabo bajo la misma lógica, esquilmaría los recursos terrestres proyectando y agravando, desde el espacio, los esquemas de inequidad sociales que sufrimos en la actualidad.

La orientación economicista, sobre todo en los últimos años, de las agencias espaciales en detrimento de la exploración científica es una apuesta por el modelo de desarrollo que está teniendo unas consecuencias catastróficas en nuestro planeta. Este interés mercantilista se produce a dos niveles: el primero en el momento de la recolección de fondos, orientando los objetivos reales de los proyectos, y el segundo en

el aprovechamiento de los proyectos espaciales cuyo retorno a los financiadores debe ser mayor a lo proporcionado en una primera fase. Ejemplos claros de esta deriva son la minería de asteroides y el turismo espacial, además de la apertura total del ámbito espacial al sector privado.

Por otro lado, y no menos importante, la Ciencia y la exploración espacial tienen el objetivo autodeclarado de beneficiar a la humanidad. Debemos preguntarnos si esto se está cumpliendo para los pueblos originarios a nivel mundial y, más importante aún, preguntar a sus comunidades si entienden que el retorno existe y cumple sus expectativas en la resolución de sus problemáticas. El reconocimiento y apreciación de la diversidad cultural y de saberes permitiría entender que ha sido posible por milenios a muchas culturas su desarrollo de forma sostenible en el tiempo. Incluir el mayor número posible de perspectivas culturales nos permitiría ampliar nuestra visión (actualmente etnocéntrica) de las oportunidades y soluciones a los problemas comunes de la humanidad.

Las razones para reflexionar sobre el camino nos está llevando al espacio son muchas. La humanidad debe realizar un esfuerzo consciente para avanzar hacia conceptos multiculturales de espacio que nos permitan imaginar futuros conjuntos, futuros sostenibles donde perder nuestro planeta como sostenedor de la vida humana no sea una opción; Exploraciones espaciales, en plural, que respondan a las diferentes inquietudes y problemáticas, siempre orientada al beneficio de la humanidad en su conjunto, una humanidad que pueda mirar al futuro apoyado en nuestro pasado multicultural que nos hace humanos.

6 Referencias

- Anders, G. (1980). *The Obsolescence of Man, Volume II: On the Destruction of Life in the Epoch of the Third Industrial Revolution*. Recuperado de: <https://files.libcom.org/files/ObsolescenceofManVol%20IIGunther%20Anders.pdf>.
- Chapman, A. (1971). Mitología y ética entre los jicaques. *América Indígena*, 31(1):764–773.
- Chapman, A. (1981). Organización dual entre los jicaques (Tol) de la Montaña de la Flor. *Yaxkin*, 4(1):57–67.
- Chapman, A. (1982). *Los hijos de la muerte: el universo mítico de los Tolupanes*. Tegucigalpa: Instituto Hondureño de Antropología e Historia.
- Hall, G. y Patrinos, H. (2012). *Indigenous peoples, poverty, and development*. New York: Cambridge University Press.
- Hamacher, D. W., de Napoli, K., y Mott, B. (2020). Whitening the sky: light pollution as a form of cultural genocide.
- Lowe, R. (2022). Space invaders: Property rights on the moon. Technical report, Adam Smith Institute.
- López, A. (2018). Peoples knocking on heaven's doors: Conflicts between international astronomical projects and local communities. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 18(4):461–468.
- McClellan, J. E. (2010). *Colonialism and Science: Saint Domingue and the Old Regime*. Chicago: University of Chicago Press.
- Mejuto, J. (2020). *Manual Didáctico de jardines de salud Lenca*, capítulo La Luna, el tiempo y la Agricultura Lenca.

Naciones Unidas (s/f). United Nations / Fight Racism, Recuperado el 15 de marzo del 2022 del sitio web Indigenous Peoples / United Nations, <https://www.un.org/en/fight-racism/vulnerable-groups/indigenous-peoples#:~:text=There%20are%20over%20476%20million,more%20than%205%2C000%20distinct%20groups>.

Oltrogge, D. F. (1969). El dualismo de los indígenas jicaques o tolpan (torrupanes). *Revista de la Sociedad de Geografía e Historia*, 52:55–60.

Soojung-Kim Pang, A. (1993). The Social Event of the Season: Solar Eclipse Expeditions and Victorian Culture. *Isis*, 84(2):252–277.

Soojung-Kim Pang, A. (2002). *The empire and the Sun: Victorian Solar Eclipse Expeditions*. Stanford University Press.

Whitt, L. (2014). *Science, Colonialism, and Indigenous Peoples: The Cultural Politics of Law and Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press.

CIENCIAS AERONÁUTICAS

ANÁLISIS INTEGRAL DE COMPONENTES DE GESTIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA TERMINAL PRIVADA EN HONDURAS

Ana Lucía Ulloa Cadalso^{1,*}

¹Departamento de Ciencias Aeronáuticas
Facultad de Ciencias Espaciales
Universidad Nacional Autónoma de Honduras

Recibido: 17/febrero/2022

Aceptado: 14/abril/2022

DOI: <https://doi.org/10.5377/ce.v14i1.15607>

RESUMEN

Se abordan las Terminales de Atención a Vuelos Privados como un concepto similar a FBO (fixed based operators) y se analizan las legislaciones que podrían regularles a nivel internacional: de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), Federal Aviation Administration (FAA), y Regulaciones de Aeronáutica Civil (RAC) en Honduras. Se identifica, a través de entrevistas a expertos en el campo Aeronáutico Civil, revisión bibliográfica, verificación en campo, benchmarking internacional y experiencia del investigador, los principales elementos legales, de marketing, operativos y económicos para implementar un FBO en Honduras. Se concluye que no hay documentos, tanto de la OACI, FAA o RAC nacionales, que se refieran de manera específica a los FBO; pero que varios Anexos y regulaciones relacionadas con los aeropuertos con operación comercial podrían ser aplicados a menor escala en este tipo de negocios. Se sugiere que se desarrolle un FBO en el Aeropuerto Juan Manuel Gálvez, Roatán, actualmente Certificado por la Agencia Hondureña de Aeronáutica Civil (AHAC) en base a estándares internacionales; considerando que la Isla de Roatán cuenta con atractivos turísticos para segmentos de mercado de alto poder adquisitivo que harían uso de un FBO. Se considera que la aplicación de esta base informativa como guía para la implementación de un FBO en Honduras, servirá como prototipo documentado para nuevos proyectos en el país. De igual forma se puede utilizar la información detallada para llevar a cabo una propuesta de Regulación Aeronáutica Civil (RAC) específico para FBO.

Palabras clave: Gestión integral, aviación general, terminal privada, FBO

ABSTRACT

The Terminals of Attention to Private Flights are approached as a concept similar to FBO (fixed based operators) and the laws that could regulate them at international level are analyzed: of the International Civil Aviation Organization (ICAO), Federal Aviation Administration (FAA), and Civil Aviation Regulations (RAC) in Honduras. The main legal, marketing, operational, and economic elements to implement an FBO in Honduras are identified through interviews with experts in the Civil Aeronautical field, bibliographic review, field verification, international benchmarking and research experience. It is concluded that there are no documents, both from ICAO, FAA or national RAC, that refer specifically to FBOs, but that several Annexes and regulations related to airports with commercial operation could be applied on a smaller scale in this type of business. It is suggested that an FBO be developed at the Juan Manuel Gálvez Airport, Roatán, currently certified by the Honduran Civil Aviation Agency based

*ana.ulloa@unah.edu.hn,  <https://orcid.org/0000-0002-1965-5045>

on international standards, considering that Roatán Island has tourist attractions for high purchasing power market segments that would like to use an FBO. It is considered that the application of this information can be used as a guide for the implementation of an FBO in Honduras, and will serve as a documented prototype for new projects in the country. This information can be used to carry out a specific RAC proposal for FBO.

Keywords: Comprehensive management, general aviation, private terminal, FBO.

1 *Introducción*

Se considera al “Fixed Base Operator (FBO)”, base fija de operaciones u operador de base fija, como una actividad comercial de concesión de derechos, por el promotor del aeropuerto, para operar en un aeropuerto y prestar servicios aeronáuticos; tales como, abastecimiento de combustible, hangar, estacionamiento, alquiler de aeronaves, mantenimiento de aeronaves, instrucción de vuelo, alquiler de aviones, entre otros. Considerando también al Operador de base fija - FBO, como empresas que se dedican a prestar servicios complementarios como atención de pasajeros o tráfico, despacho de aeronave, mantenimiento de línea, control de operaciones y seguimiento de vuelo (DGAC - Perú, 2017). Básicamente, es un proveedor principal de servicios de apoyo en tierra a los operadores de aviación general que normalmente se ofrecen en Terminales de Atención a Vuelos Privados. Por todo lo dicho, en esta investigación se maneja, al FBO como un concepto similar a la terminal para atención de la aviación General, Corporativa y Privada, considerando la Aviación corporativa como la explotación o utilización no comercial de aeronaves por parte de una empresa para el transporte de pasajeros o mercancías como medio para la realización de los negocios de la empresa, para cuyo fin se contratan pilotos profesionales (OACI, 2006), considerándolo como parte de un Aeropuerto de Aviación Comercial con plataforma de atención a vuelos privados, distante de la plataforma de aviación comercial.

Existe en el país una figura que brinda servicios de ground handling a través de una pequeña terminal privada y que es conocido como FBO, pero éste no aparece en documentos legales como un FBO puesto que no existe este concepto en la Ley de Aeronáutica Civil de Honduras (Congreso Nacional de Honduras, 2017).

El objetivo de esta investigación es proporcionar una base informativa para la implementación de una Terminal de Atención a la Aviación General, Corporativa y Privada en Honduras (FBO), proponiendo un modelo de negocio que incluya la identificación de Legislación internacional que deberá ser aplicada en Regulaciones de Aeronáutica Civil en Honduras; así como, proporcionar bases informativas para la generación de un RAC específico en el país para FBO.

Se analizan requisitos y procesos a seguir para implementar un FBO en Honduras, considerando elementos legales incluyendo leyes y regulaciones de Aeronáutica Civil internacional y nacional, leyes complementarias a las relacionadas con Aeronáutica Civil, como ser, la Ley de Trabajo, Ley del consumidor, Leyes ambientales entre otras; elementos comerciales y de marketing (mercado Meta, servicios a ofrecer, subcontratación de servicios, nombre comercial, fijación de precios, publicidad, canales de comercialización), elementos operativos (ubicación del FBO, requerimientos de personal, equipo y procesos requeridos, infraestructura y otros), elementos económicos (estimaciones de inversión inicial, costos operativos y proyecciones de ingresos para estimar rentabilidad a determinado plazo, financiamientos).

2 Metodología

Para llevar a cabo la investigación base de este artículo se desarrollaron las siguientes fases o etapas: Revisión bibliográfica de elementos regulatorios y conceptualización, investigación sobre comportamiento de los FBO a nivel internacional, elaboración del marco de referencia, entrevista a expertos en el campo (Autoridad Aeronáutica, docentes universitarios, personal de la Concesionaria entre otros), documentación de elementos claves de las entrevistas realizadas, definición de la estructura del FBO a proponer, detalle de las etapas de desarrollo propuesto para un FBO, detalle de los requerimientos básicos para el desarrollo por etapa de un FBO, definición de posible ubicación del FBO, visita al lugar propuesto para la ubicación del FBO, detalle de elementos claves de la ubicación sugerida, proyección de requerimientos de personal, equipo e infraestructura, proyección de costos iniciales y operativos, generación de Plan de Mercadeo propuesto (Marca, publicidad, servicios a ofrecer, precios, promociones y demás), proyección de ingresos por servicios ofrecidos en el FBO, generación del informe de investigación.

3 Resultados

Al analizar la Legislación de Aviación Civil Internacional, en relación al contenido de los Anexos del Convenio de Chicago de la Organización de Aviación Civil Internacional, en las versiones disponibles en la página de la Agencia Hondureña de Aeronáutica Civil, al momento de hacer la presente investigación (AHAC, 2017), no se pudo identificar un Anexo que aplique de forma directa al diseño y operación de una terminal de vuelos privada (FBO en este caso), pero, considerándolo una versión pequeña de una Terminal de atención a vuelos comerciales, se considera que deben seguir las recomendaciones de, al menos, los siguientes Anexos (ver Figura 1):



Figura 1: Anexos OACI que se considera aplicables para las operaciones en una terminal de vuelos privados.

Considerando que la máxima Autoridad en Honduras en temas relacionados con la Aeronáutica Civil es la Agencia Hondureña de Aeronáutica Civil, todo el desarrollo y operaciones en este rubro se llevan a cabo cumpliendo lo establecido en las Regulaciones de Aeronáutica Civil; las cuales son generadas por la AHAC, ratificadas por el Congreso Nacional y publicadas en el documento oficial La Gaceta y dan cumplimiento a las recomendaciones de los Anexos del Convenio de Chicago.

Considerando que no se identificó un Anexo del Convenio de Chicago donde se regule específicamente a un FBO, y en base a lo mencionado anteriormente sobre considerar la aplicación de los Anexos relacionados con un Aeropuerto de mayor escala para poder operar la terminal de atención a vuelos privados, se considera que para la operación de una terminal de vuelos privados las Regulaciones de Aviación Civil en Honduras (AHAC, 2017) que deben ser respetadas y cumplidas serían, como mínimo, las siguientes (ver Figura 2).



Figura 2: Regulaciones Aeronáuticas Civiles (RAC) en Honduras que se consideran aplicables para las operaciones de una terminal de vuelos privados.

Al llevar a cabo el Benchmarking internacional se identificó la siguiente Competencia Regional, algunos alcanzan el nivel de FBO y otras son empresas que brindan servicios de apoyo en tierra (ver Figura 3).

En Honduras, como se ha mencionado anteriormente no existe Legislación nacional que regule o incluso considere a los FBO como un negocio aeronáutico en sí. Sin embargo, existen en el mercado hondureño empresas proveedoras de Ground Handling que serán consideradas competencia directa; dos de las más importantes Tecnologías Unidas y Agencia Warren. También existen en el mercado Swissport y Aeoservicios como proveedores de servicio en tierra. De igual forma existe la terminal de atención a vuelos privados en el Aeropuerto Ramón Villeda Morales, de La Lima, Cortés, Premier Executive Aviation que según lo investigado es el que reúne más servicios complementarios y el más cercano a ser considerado un FBO.



Figura 3: FBO y ground handlers de la Región Centroamericana. Fuente: Elaboración propia usando de base los sitios web de cada Proveedor de Servicio mencionado.

Tomando en cuenta que el alquiler de hangares por horas, días o periodos más largos también se considera servicios ofrecidos por un FBO, están dentro de las empresas que proporcionan este servicio Aeroclub de Honduras y Carga y Servicios Aeroportuarios S.A de C.V.

Es importante tomar en cuenta que el hecho de que existan FBO en países cercanos e incluso en Honduras, debe ser tomado como una oportunidad de negocio, para establecer alianzas entre estos proveedores de servicios. De no existir alianzas, será necesario llevar a cabo investigaciones detalladas sobre los servicios que ofrecen, cómo lo ofrecen, a cuánto lo ofrecen y buscar opciones para mejorar las condiciones en que se deben brindar esos servicios o, en su defecto, qué servicios adicionales se deberán ofrecer para posicionar un FBO en Honduras.

Debido a que la estructura operativa de una terminal de vuelos privados requiere una serie de recursos, personal, manejo de elementos contables y atención al cliente, existen Leyes y regulaciones adicionales establecidas por el Estado de Honduras que se considera necesario tomar en cuenta a la hora de desarrollar un proyecto como este, a continuación, se resumen las analizadas (ver Figura 4).

Dentro de los requisitos y procesos a cumplir a la hora de implementar un FBO en Honduras debe considerarse, adicional a las regulaciones y leyes a cumplir, el mercado meta al que se va a dirigir, los servicios que se pretende ofrecer, requerimientos de personal y de equipo entre otros.

Como mercado meta se identifica que, de manera general, serán personas naturales con alto poder adquisitivo (requerido para la compra o el arrendamiento de aeronaves privadas) así como empresas nacio-



Figura 4: Leyes y reglamentos complementarios a la actividad aeronáutica a considerar en un FBO.

nales o multinacionales que posean o arrienden las aeronaves para uso de sus empleados, socios o clientes.

Para ofrecer un servicio de alta calidad se resalta la importancia de llevar a cabo de forma eficiente la gestión de la cadena de valor, por lo que se considera necesario enfocarse en satisfacer las necesidades de distintos clientes; es por ello por lo que se han identificado tres mercados meta que deberán ser satisfechos a través de distintos servicios y estrategias:

- a) **Mercado Meta Primario:** Usuarios y/o propietarios de aeronaves no comerciales, ya sea a nivel personal o corporativo (empleados de diferentes niveles jerárquicos que requieren traslados en horarios y con duración específica a lugares determinados que pueden o no estar disponibles a nivel comercial). La atención a las necesidades de estos clientes deberá enfocarse en proporcionarles comodidad, facilidades de acceso, rapidez en los procesos de chequeo, inspección, migración y demás, así como proporcionarles servicios de valor agregado que permitan obtener una experiencia personal placentera.
- b) **Mercado meta Secundario:** Tripulación, no debe olvidarse que la tripulación es quien podrá promover o no los servicios del FBO, la atención a ellos debe ser de primerísima calidad. Pero sobre todo deben proporcionárseles todos los servicios que obtendría en la plataforma comercial, de forma expedita, completa y segura, dándole las facilidades que requiera, considerándolos incluso como clientes frecuentes, la habilitación de líneas de crédito para la tripulación. Recuérdese que normalmente no es el pasajero quien realiza los pagos por servicios ofrecidos en el FBO sino la tripulación a cargo de la aeronave privada. Ofrecer servicios complementarios como salas de descanso para los pilotos, duchas e incluso dormitorios temporales son elementos que valoran y que podrían generar una preferencia por los servicios de un FBO.
- c) **Mercado meta adicional:** Cliente interno: Es importante considerar que para poder ofrecer servicios

de alta calidad es necesario que todos los empleados, incluyendo los proveedores externos, estén alineados con las políticas de servicio del FBO, por lo que la satisfacción de los empleados y proveedores también es un factor importante para considerar. No son los que generan ingresos de forma directa ya que no hacen uso de los servicios ofrecidos en el FBO; pero, son los responsables de la satisfacción de los clientes externos y logran con su excelente servicio que dichos clientes externos regresen y vuelvan rentable al FBO.

En relación con la fijación de precios de los servicios a ofrecer en el FBO, en base a observación in situ, se identifica que el segmento de mercado, considerado principal, se muestra menos sensible al precio que otros mercados por el alto poder adquisitivo que lo caracteriza (cuenta con recursos suficiente para financiar los altos costos desde la compra de una aeronave, servicios de mantenimiento, pagos a piloto y demás gastos relacionados) por lo que el precio de cada servicio se definirá en base al mercado existente, siempre y cuando se cubran los costos de operación; se considera relevante posicionar a la empresa por la calidad y nivel de servicio ofrecido. Este tipo de servicios, por estar orientados a un mercado de alto poder adquisitivo y debido a lo exclusivo del servicio tiene costos elevados; es por eso que se identifica como posible estrategia de éxito el establecimiento de convenios corporativos entre el FBO y empresas proveedoras de servicios complementarios para poder proporcionar atención a los vuelos no comerciales a costos menores; de igual forma el establecimiento de convenios entre empresas-clientes que permitan que los vuelos periódicos de sus colaboradores se lleven a cabo a precios menores, asegurando la frecuencia de uso del FBO.

No todos los FBO ofrecen los mismos servicios, pero, dentro de los que se consideran básicos, se identificaron los siguientes: terminal exclusiva de atención preferencial, procesos expeditos de migración y aduana en la terminal especial, plataforma de aviación general distinta de la aviación comercial, abastecimiento de combustible, servicios de carga de corriente a la aeronave, servicio de limpieza de la aeronave, servicio de descarga y manejo de aguas azules, catering, pago de impuestos de salida entre otros.

Como servicios requeridos por la tripulación hondureña se identificaron los siguientes: apoyo en los trámites de navegación (plan de vuelo, protección de vuelo, pago de tarifas aeroportuarias, pago de servicios aeroportuarios), servicios de limpieza de aeronave, movimiento de aeronaves en rampa, coordinación de hoteles y renta de vehículos, facilidad de uso de wifi, computadoras, sala de pilotos disponible para descanso, televisión con cable digital y similares.

Las características mínimas identificadas que debería tener el servicio brindado en un FBO en Honduras son las siguientes: exclusividad, rapidez en el servicio, flexibilidad de horarios y servicios, eficiencia, confidencialidad, seguridad, facilitar la conectividad entre múltiples destinos, altos niveles de calidad, facilidades de pago en moneda extranjera, local y tarjeta de crédito, personal calificado, atención personalizada, diversidad de servicios y comodidad.

El FBO debe incluirse, preferentemente, dentro de un Aeropuerto con plataforma comercial distinta a la plataforma de Aviación General, con terminales distintas, pero compartiendo pista, calles de rodaje y demás elementos. En relación con la ubicación idónea del FBO se considera que el Aeropuerto Juan Manuel Gálvez de la Isla de Roatán, Honduras, reúne condiciones favorables para el desarrollo y explotación de un FBO. Por ejemplo, los visitantes de la isla pueden llevar a cabo actividades de esparcimiento como: Buceo, parasailing, pesca deportiva, paddle boarding, snorkeling, campo de Golf en Pristine Bay, visita a granja de iguanas, descansos frente a playas de aguas cristalinas, cruceros, parques de playa y aventura como la cueva del pirata, jardín botánico, avistamiento de aves exóticas, monos, puente colgante sobre

una poza, pueden nadar con delfines, canopy, visitar el barco de vidrio para poder ver los peces bajo el mar entre otras actividades especiales. De igual forma, la Isla cuenta con infraestructura hotelera para llevar a cabo actividades comerciales a nivel corporativo.

Las condiciones del Aeropuerto Juan Manuel Gálvez al año 2017, eran las siguientes (ver tabla 1):

Tabla 1: Ficha Técnica del Aeropuerto Juan Manuel Gálvez, Roatán al año 2017.
 Fuente: Aeropuertos de Honduras ([Interairports, sf](#))

Nombre Oficial:	Aeropuerto Internacional Juan Manuel Gálvez.
Empresa Administradora:	InterAirports, S.A./ Aeropuertos de Honduras
Distancia del Centro de Roatán:	3 Kilómetros
Altura al nivel del mar:	20 Pies.
Latitud / Longitud:	16 18 ' 9 N 086 31' 9 W''
Transporte Terrestre:	Se cuenta con rentadoras de vehículos y servicio de buses hoteleros.
Pista:	2,090 metros.
Capacidad del estacionamiento vehicular:	Alrededor de 65 espacios para estacionamiento vehicular.
Concesiones:	Se cuenta con servicios de un restaurante tipo deli, rentadoras de vehículos y souvenir.
Líneas Aéreas Comerciales Internacionales:	Delta Airlines, United Airlines, AVIANCA, American Airlines, TROPIC AIR, Easy Sky.
Líneas Aéreas Chárter Internacionales:	Sunwing y Air Italy.
Líneas Aéreas Comerciales Locales:	Aerolíneas Sosa, CM Airlines, Easy Sky y Lanhsa.

Actualmente el Aeropuerto Juan Manuel Gálvez es un aeropuerto certificado por la Autoridad Aeronáutica de Honduras en base a estándares internacionales, lo que lo vuelve mucho más atractivo para el mercado meta de un FBO.

En relación con la Infraestructura básica de la Terminal del FBO, se considera que esta debería tener como mínimo las siguientes instalaciones: Salas de espera para pasajeros y tripulación, cocineta (refrigeradora, mesa y sillas de comedor, microondas, oasis, cafetera), sala de descanso para la tripulación, baños para mujeres, varones y para personas con capacidades limitadas, oficina del administrador, estante de migración, zona de inspección (máquina de rayos X, pórtico detector de metales), área de recepción y estacionamiento para 25 vehículos aproximadamente (en base a estimaciones de ingresos).

Se identificó que la Plataforma de Aviación General debe tener como mínimo las siguientes facilidades: Zona para aparcamiento de pipeta de combustible de aviación, estacionamiento para al menos 10 aeronaves atendidas de forma simultánea (en base a condiciones de la competencia local), acceso fácil para personal de bomberos en caso de emergencia, acceso a agua potable, al menos un hangar techado para aeronaves pequeñas y calle de acceso a la terminal de aviación comercial.

Dentro de los procesos requeridos para el desarrollo de operaciones de un FBO en Honduras se incluyen los siguientes: proceso de venta de servicios; proceso de cotización, información, y seguimiento de servicios solicitados; procesos de facturación: de contado, al crédito, en lempiras o dólares, en efectivo o con tarjeta de crédito, incluyendo el cierre de POS para solicitud de pago al ente emisor de tarjeta de crédito; proceso de atención de llegadas: desembarque de pasajeros y tripulación; proceso de tratamiento del equipaje: carga y descarga; proceso de atención al pasajero: recepción, información, inspección, ofrecer bebidas y snacks, uso del wifi, despedida; proceso de seguridad: inspección de equipaje, portal de seguridad para revisión de los pasajeros y tripulación; proceso de handling de rampa: coordinación de servicios de abastecimiento de combustible, inflado de llantas, carga de corriente, limpieza exterior e interior de la aeronave, servicios de aseo y servicio de agua, climatización y calefacción de la cabina, acondicionamiento de la cabina con los equipos de cabina y el almacenamiento de dichos equipos; proceso de handling de coordinación y operaciones: elaboración de plan de vuelo, manifiesto de pasajeros, coordinación de horarios extraordinarios, remolque, control de las operaciones de carga, los mensajes y las telecomunicaciones; la asistencia para el arranque de la aeronave y el suministro de los medios adecuados, el desplazamiento de la aeronave, tanto a la salida como a la llegada, y el suministro y aplicación de los medios necesarios; procesos de atención a pasajeros especiales: manejo de sillas de ruedas, accesos especiales, manejo de su equipaje, solicitud de apoyo de los paramédicos de la estación de bomberos aeronáuticos.

En relación con el análisis de equipo requerido, se considera que para implementar un FBO es necesario llevar a cabo la compra directa de: Tractores de remolque del avión (Push-back), ULD (Unit Load Device) equipos diseñados para contener y transportar carga (mercancías y/o equipajes), Lavatory para retiro de aguas azules, Grupo eléctrico de tierra (GPU), Grupo neumático (ASU) y Extintores de polvo químico ABC, 10 y 20 libras según ubicación.

Adicional al equipo anterior, con el que se debe contar de forma permanente, en las instalaciones del FBO, es importante contar con acceso al siguiente equipo, que puede ser arrendado: equipo de abastecimiento y limpieza de aviones - equipos de limpieza, cisterna de agua potable, cisterna de aguas residuales. Se sugiere contratar proveedores externos para proporcionar servicios complementarios y no adquirir más equipo especializado del que se utilizaría de forma frecuente.

Existe otro tipo de equipo especializado necesario para la seguridad del local y sus operaciones, como ser: Portal detector de metales, máquina de Rayos X, sistemas de cámara de seguridad infrarrojas (monitoreo y grabado digital) con detectores de movimiento. Se recomienda contar con un generador eléctrico de emergencia por las bajas energéticas comunes en la Isla.

Para brindar servicios de transporte de pasajeros y tripulación hacia y desde el hotel-FBO y desde plataforma de aviación general a plataforma comercial (cuando no deseen usar el FBO, siguiendo el modelo de negocio de empresas locales), se debe incluir la compra de un Bus ejecutivo de uso exclusivo para este fin. En relación con el personal mínimo requerido se identifica que puede funcionar una unidad básica con el personal esquematizado en la figura 5.

4 *Discusión*

Se ha llevado a cabo un análisis exhaustivo de los componentes de gestión que deben considerarse a la hora de implementar un FBO en Honduras, logrando identificar las principales regulaciones aeronáuticas a seguir y otras leyes y reglamentos complementarios de acuerdo con el rubro y las actividades a desarrollar en dicha terminal de vuelos privados.



Figura 5: Estructura organizacional básica para un FBO.

Se ha hecho un análisis de los requerimientos de infraestructura, equipo, personal, servicios a ofrecer, competencia regional, entre otros elementos que conllevan a una proyección de inversión inicial, gastos operativos y posibles utilidades y tiempos de recuperación de la inversión.

Según lo estudiado, tomando de base los requerimientos mínimos establecidos e implementados en Honduras por empresas nacionales que brindan algunos de los servicios solicitados a un FBO, se estima más de \$ 579,565.00 de inversión inicial, considerando precios de mercado al año 2016 incluyendo la compra de equipo especial, construcción y remodelación de la terminal para el FBO con elementos básicos para su operación. Se hace una estimación de costos operativos anuales de aproximadamente \$ 146,791.99 incluyendo planillas, servicios públicos, alquiler del espacio físico, gastos de administración, de mercadeo, seguridad, seguros, entre otros.

Para identificar si es rentable llevar a cabo un negocio de este tipo en Honduras se hizo una proyección de ingresos tomando de base estadísticas de años anteriores de los vuelos privados que visitan la zona de Roatán, dándose una estimación de unos \$ 162,348.00 de ingresos anuales.

En base a la estimación de ingresos y egresos, considerando ingresos por uso de FBO e ingresos por uso del estacionamiento después de dos horas de cortesía, sin considerar ingresos por intermediación en el abastecimiento de combustible Jet A ni servicios adicionales, y, considerando como egresos costos por planillas, costos administrativos, de mantenimiento, entre otros; sin detallar los costos por cada servicio a ofrecer, se obtiene que en el primer año la utilidad antes de impuestos, intereses, depreciaciones y amortizaciones sería aproximadamente de \$ 15,556.01. En base a esta estimación la inversión inicial de \$ 579,565.00 considerando los ingresos anuales puede recuperarse en aproximadamente tres años y medio

sin incluir los gastos operativos; considerando únicamente las utilidades podría haber una recuperación en alrededor de 30 años.

Estos datos no resultaron alentadores para la implementación de un FBO, por lo que se propone un escenario en que, a través de alianzas estratégicas, se logra atraer a Roatán el 1 % de los vuelos privados que visitan el FBO de Cancún ([ASUR, sf](#)) (3,170 nuevos vuelos anuales que visitarían Roatán) lo que representaría \$ 1,268,000 adicionales al año para el FBO en Honduras.

En base al análisis anterior se evidencia la rentabilidad del negocio si se toman en cuenta las oportunidades de negocio cruzado con empresas de atención a vuelos privados en Cancún, que pudiesen promover como segundo destino turístico la Isla de Roatán; acaparar un 1 % de esa población estimada de visitantes de Cancún permitiría recuperar la inversión inicial en menos de 6 meses según proyecciones.

5 Conclusiones

- a) No se pudo definir un solo Anexo del Convenio de Chicago que se refiera directamente al manejo de FBO, pero se identificaron una serie de Anexos que rigen el desarrollo y operaciones de un Aeródromo convencional que pueden ser utilizadas para el FBO considerando a este último como una versión más pequeña de un Aeropuerto, y que debe cumplir las mismas medidas de Security y Safety (seguridad física y seguridad operacional).
- b) Al no identificarse Anexos directos del Convenio de Chicago se concluye que tampoco existen Regulaciones de Aeronáutica Civil (RAC) aplicables en Honduras que se refieran directamente a un FBO; pero, aplicarán, al igual que los Anexos, las RAC que van directamente vinculados al diseño, desarrollo y operaciones de un Aeropuerto, solo que a menor escala.
- c) Se considera que la aplicación de esta base informativa como guía para la implementación de un FBO en Honduras, servirá como prototipo documentado para nuevos proyectos en el país. De igual forma se puede utilizar la información detallada para llevar a cabo una propuesta de RAC específico para FBO.
- d) Se genera una propuesta de explotación comercial de un FBO para la atención de la aviación General, Privada y Corporativa en el Aeropuerto Juan Manuel Gálvez en Roatán, debido a que este Aeropuerto ha obtenido su Certificación de Aeródromos y la Isla de Roatán cuenta con atractivos turísticos para segmentos de mercado de alto poder adquisitivo y esta Isla es considerada uno de los principales sitios turísticos de Honduras reconocidos a nivel internacional.
- e) Se sugiere que el FBO sea manejado, preferiblemente, por una empresa que ya labore en el rubro, con solidez y presencia en el mercado, con conocimiento amplio del desarrollo de actividades aeronáuticas, y que no implique la creación de una nueva empresa sino una ampliación de los servicios que ofrezca la empresa existente.
- f) Es necesario considerar tres tipos de segmentos de mercado para poder ofrecer un servicio de alta calidad, con la rapidez y eficiencia esperada en una terminal de atención VIP, estos segmentos incluyen los pasajeros, la tripulación y el cliente interno.
- g) Para el desarrollo de muchas de las actividades y servicios que se pretende ofrecer en el FBO es necesaria la efectiva generación de alianzas estratégicas, que permitan utilizar el “know-how” de empresas

que se dedican exclusivamente a determinados servicios (ground handlers, empresas de catering, etc) y que permitan reducir el monto de inversión inicial y los costos operativos del FBO.

- h) Es sumamente importante contar con Cartas de entendimiento entre la empresa que maneja el FBO y los entes gubernamentales complementarios (policía de fronteras, aduana, migración, OIRSA, entre otras) para poder asegurar que todos los servicios proporcionados en la terminal y plataforma comercial por parte del Estado de Honduras sean brindados también en la plataforma de Aviación General, Corporativa y privada del FBO.
- i) Se detallan los elementos de operaciones que se consideran básicos para una primera etapa de desarrollo del proyecto, considerando la compra de algunos elementos, el arrendamiento de otros y la subcontratación de servicios especiales cuya demanda se estima sea de forma esporádica y que no justifican compras o contratos permanentes de arrendamiento.

6 Referencias

AHAC (2017). Anexos OACI. Obtenido del sitio web de la Agencia Hondureña de Aeronáutica Civil, <https://ahac.gob.hn/anexos-oaci/2017>. Accedido el 13 de octubre del 2017.

AHAC (2017). Regulaciones Aeronáuticas. Obtenido del sitio web de la Agencia Hondureña de Aeronáutica Civil, <http://ahac.gob.hn/regulaciones-aeronauticas/>. Accedido el 16 de octubre del 2017.

ASUR (s.f.). Obtenido del sitio web de Aeropuertos del Sur, <https://www.asur.com.mx/>. Accedido el 19 de septiembre del 2017.

Congreso Nacional de Honduras (2017). Ley de Aeronáutica Civil. *Diario Oficial La Gaceta*. Decreto No. 65-2017, publicado el 17 de Agosto del 2017.

DGAC - Perú (2017). RAP-111, Permiso de operación, certificación de operador y regulaciones de los servicios especializados aeroportuarios. Obtenido del sitio web del gobierno del Perú, <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2165341/Texto%20de%20Regulaci%C3%B3n.pdf?v=1631205358>.

Interairports (s.f.). Obtenido del sitio web de Aeropuertos de Honduras, <http://www.interairports.hn/>. Accedido el 19 de septiembre del 2017.

OACI (2006). Seguridad : protección de la aviación civil internacional contra los actos de interferencia ilícita. OACI. Anexo 17 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional.

NOTAS INFORMATIVAS

NOTAS INFORMATIVAS

1 *POLÍTICA EDITORIAL*

La Revista Ciencias Espaciales es una publicación semestral de la Facultad de Ciencias Espaciales de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Cada año calendario se publica un Volumen que consta de dos Números. El primer número es llamado de primavera (que se publica a más tardar el 15 de junio de cada año) y el segundo de otoño (que se publica a más tardar el 15 de diciembre de cada año); ambos números incluyen artículos de los campos de Astronomía y Astrofísica, Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica, Arqueoastronomía y Astronomía Cultural y Ciencias Aeronáuticas. El color de fondo de la carátula de la Revista cambia anualmente según el departamento responsable de la coordinación de la publicación.

La Revista Ciencias Espaciales tiene un Consejo Editorial integrado por: un director, un editor en jefe, editores por campo del conocimiento y académicos externos invitados. Ellos son los encargados de recibir los documentos y gestionar el proceso de selección de los artículos, edición y publicación de la Revista. La Revista Ciencias Espaciales cuenta además con un Consejo Científico Internacional responsable de velar por la calidad del contenido de la Revista. En el interior de la Portada se publican los nombres del Director, Editor en jefe, Miembros del Consejo Editorial y del Consejo Científico.

La Revista Ciencias Espaciales edita trabajos originales de investigación cumpliendo estándares éticos y buenas prácticas propios de publicaciones del ámbito científico y académico. Por ello, se rige en el Código de Conducta y Mejores Prácticas Directrices para Editores de Revistas, basado en el Committee on Publication Ethics (COPE) (<https://publicationethics.org/become-member>) y en el Manual de ética de la investigación en la UNAH (<https://diciht.unah.edu.hn/dmsdocument/973-serie-4>). Los artículos publicados pueden estar referidos a investigaciones científicas en los campos científicos de la Facultad de Ciencias Espaciales. El contenido de cada artículo es responsabilidad de sus autores. Los artículos son evaluados por pares doble ciego.

El consejo editorial no permitirá la publicación de obras copiadas o traducidas presentadas como propias, tampoco en los casos en los que el autor haya copiado de alguno de los trabajos de su autoría, ya publicados; se utilizará un software especializado para la detección de plagio como garantía de la originalidad de los trabajos recibidos.

El consejo editorial se reserva el derecho de rechazar o devolver para su revisión, cualquier artículo que no se considere completo o apropiado. Antes de que un artículo sea publicado, sus autores deben mostrar evidencias de contar con los permisos para usar figuras y datos en caso de ser necesario. Si un artículo tiene varios autores, debe presentarse evidencia que todos los coautores desean publicarlo.

La Revista Ciencias Espaciales se encuentra indexada en la base de datos de Central American Journal Online (CAMJOL).

2 INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

2.1 Para los editores

Los manuscritos son evaluados por el consejo editorial en consulta con pares doble ciego. Los autores pueden sugerir revisores externos, pero la revista no asegura la aceptación del revisor recomendado. El Consejo Editor garantiza el anonimato de los revisores y de los autores y tienen la decisión final sobre la publicación de los manuscritos. Los autores son informados de la aceptación o no aceptación de su manuscrito.

El proceso de revisión y publicación de cada artículo es el siguiente: 1) recepción del artículo de el o la autora por el editor encargado de cada departamento de la Facultad; 2) Remisión de manuscrito y formato de revisión a pares ciegos con el compromiso de mantener el carácter confidencial de toda la información de los trabajos, aun cuando no sean publicados; 3) Informar al autor/a las observaciones realizadas para corregir e incorporar los cambios sugeridos por los revisores; 4) Resolución y notificación de aceptación o no aceptación del artículo por parte del consejo editorial; 5) Publicación del artículo en el volumen y número correspondiente.

2.2 Para los autores

Los autores son responsables de los contenidos de sus artículos, y de garantizar que sus documentos se presenten en la forma adecuada, incluyendo los permisos necesarios para agregar figuras, tablas, u otro material protegido.

La Revista Ciencias Espaciales está bajo una licencia de Creative Commons: Reconocimiento - No Comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND).



Declaración de privacidad: Los nombres y direcciones de correo-electrónico introducidos en esta revista se usarán exclusivamente para los fines declarados por esta revista y no estarán disponibles para ningún otro propósito u otra persona.

Cada artículo que se remita para ser publicado en la Revista Ciencias Espaciales debe organizarse en secciones. Todas las secciones deben escribirse a espacio sencillo de acuerdo a la plantilla disponible en <http://faces.unah.edu.hn/revistace/> y <https://www.camjol.info/index.php/CE/index>. El orden de las secciones es el siguiente:

- Título
- Resumen en idioma español
- Resumen en idioma inglés
- Introducción
- Metodología
- Resultados

- Discusión
- Conclusiones
- Agradecimientos si se considera necesario
- Referencias bibliográficas

2.2.1 Título

- Escrito en mayúsculas, centrado y colocado en la parte superior de la página. El título debe ser conciso, pero informativo. Su objetivo es dar a conocer al lector lo esencial del artículo. No debe exceder las 15 palabras.
- Nombre del autor o los autores. Escribir el nombre completo del autor o autores, indicando su grado académico, su filiación, su dirección de correo electrónico y de preferencia el identificador ORCID.

2.2.2 Resumen en idioma español

Debe incluirse un resumen en idioma español, con las siguientes características:

- Debe tener un máximo de 250 palabras.
- La estructura debe contener el objetivo del estudio; metodología, técnicas o procedimientos básicos utilizados; los resultados más destacados y las principales conclusiones. Hará hincapié en aquellos aspectos del estudio o de las observaciones que resulten más novedosas o de mayor importancia.
- El resumen no debe incluir citas bibliográficas, ni siglas ni abreviaturas, a menos que sean las convencionales conocidas.
- Con el encabezado de palabras clave, inmediatamente después del resumen, se deben incluir de 3 a 5 palabras clave las cuales facilitaran el indizado del artículo.

2.2.3 Resumen en idioma inglés

Un resumen y palabras clave también deben ser presentados escritos en idioma inglés.

2.2.4 Cuerpo del artículo

Al inicio de cada sección, los títulos de primer nivel deben escribirse en letras mayúsculas y minúsculas cursivas negritas. Los títulos de segundo nivel deben escribirse en mayúsculas y minúsculas, en negritas. Los títulos de tercer nivel deben escribirse en mayúsculas y minúsculas, y en letra cursiva. La enumeración de los distintos niveles se hará de acuerdo a la plantilla utilizada por la Revista Ciencias Espaciales y que está disponible en <http://faces.unah.edu.hn/revistace/> y <https://www.camjol.info/index.php/CE/index>.

Se recomienda que el cuerpo del artículo se estructure en las siguientes secciones: Introducción, Metodología, Resultados, Discusión y Conclusiones.

Introducción. La finalidad de esta sección es ubicar al lector en el contexto en que se realizó la investigación, por lo que debe mencionar claramente el propósito de la investigación, por tanto, es importante que se presenten de forma clara los objetivos, la fundamentación teórica, el problema abordado y, cuando corresponda, la hipótesis. Se debe enunciar de forma resumida la justificación del estudio.

Metodología. En términos generales, es la manera estructurada por medio de la cual se ha logrado obtener conocimiento o información producto de la investigación. En términos prácticos, es la manera seleccionada para solucionar el problema estudiado garantizando rigor científico. Puede incluir aspectos como el escenario en el cual se desarrolló la investigación, el o los objetos de estudio, el tamaño de la muestra, condiciones de trabajo, métodos de recolección y análisis de datos.

Resultados. Presente los resultados auxiliándose de tablas y figuras, siguiendo una secuencia lógica. No repita en el texto los datos de las tablas y figuras, destaque los aspectos más relevantes de las mismas. Recuerde que las tablas y figuras deben tener una numeración correlativa y siempre deben estar referidas en el texto. Los resultados deben ser enunciados claros, concretos y comprensibles para el lector; y por supuesto, se deben desprender del proceso investigativo enmarcado en el artículo.

Discusión. Debe centrarse en los resultados de la investigación y hacer hincapié en aquellos aspectos nuevos e importantes del estudio. No debe repetir, de forma detallada, los datos u otras informaciones ya incluidas en los apartados anteriores. Se deben reportar las limitaciones del estudio, así como sus implicaciones en futuras investigaciones. Si es posible, se comparan las observaciones realizadas con las de otros estudios pertinentes.

Conclusiones. Son proposiciones o ideas producto o resultado de la investigación realizada, de modo que se deben relacionar con los objetivos del estudio. Asegúrese de fundamentar sus conclusiones en datos sólidos y suficientes.

Agradecimientos. Los agradecimientos se incluyen al final del texto. Este debe ser un apartado muy breve, en donde se agradece a las personas que han colaborado con la investigación, o a las instituciones que apoyaron el desarrollo del trabajo. También se debe incluir en los agradecimientos a los entes que brindaron el apoyo financiero y otros recursos.

2.2.5 Referencias citadas

La lista de las referencias citadas y las citas deben concordar y ser precisas. Todas las referencias que aparecen citadas en el texto deben de aparecer también en la lista de referencias; y todas las referencias listadas deben de aparecer mencionadas en el texto.

Las referencias deben ser utilizadas en el texto incluyendo el apellido del autor y el año de la publicación. Para construir la lista de referencias se recomienda utilizar las Normas Internacionales APA, distinguiendo si la cita se refiere a un solo autor o a varios autores de un artículo, al autor de un libro, sección o capítulo de un libro, una publicación periódica u otra obtenida en Internet. En tal sentido, es necesario incluir todas las fuentes que sustentan la investigación realizada y que se usaron directamente en el trabajo.

2.2.6 Figuras y tablas

Las figuras y tablas se deben entregar por separado en formato PDF, JPG, PNG, TIFF o GIF (con una resolución mínima de 300 dpi). Los créditos de las imágenes deben estar incluidas en la leyenda de las mismas. Es preferible utilizar imágenes elaboradas por el o los autores del artículo. Aquellas imágenes cuyo autor no sea el mismo del artículo deberán contar con la debida autorización. En caso de importarse tablas de datos desde otro software en formato de figura, se tratarán igual que las figuras de imágenes, o alternativamente se pueden crear dentro del texto usando la función de diseño de tabla de Word o \LaTeX , según el formato establecido en la plantilla correspondiente.

2.2.7 Abreviaturas y símbolos

En las siglas, abreviaturas y símbolos, use únicamente las de uso común (ejemplo: ONU, UNESCO, OACI, entre otros). Evite las abreviaturas en el título y en el resumen. Cuando en el texto se emplee por primera vez una abreviatura o sigla, esta debe ir precedida del término completo, salvo si se trata de una unidad de medida común.

2.2.8 Recomendaciones generales para presentar el manuscrito

Para presentar el manuscrito, se recomienda al autor o autores tener en cuenta:

- Todo el manuscrito debe presentarse en un solo documento, escrito con letra Palatino, tamaño 11.
- Las páginas se numeran consecutivamente comenzando por la página del título hasta terminar con la última referencia citada.
- Incluya las autorizaciones para la reproducción de material anteriormente publicado, para la utilización de figuras o ilustraciones que puedan identificar a personas o para imágenes que tengan derechos de autor. Adjunte la cesión de los derechos de autor y formularios pertinentes.
- Los autores externos a la Facultad de Ciencias Espaciales deben entregar el manuscrito vía email al correo electrónico: revista.cespaciales@unah.edu.hn.

Fecha de última actualización: 14 de abril de 2023.

Fecha de aprobación: 14 de abril de 2023.



UNAH
UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE HONDURAS



Facultad de Ciencias Espaciales
Universidad Nacional Autónoma de Honduras
Ciudad Universitaria, Edificio K-2
Bulevar Suyapa, Tegucigalpa MDC, Honduras
Teléfono: (504) 2216-3034
Correo electrónico: revista.cespaciales@unah.edu.hn
<http://faces.unah.edu.hn/revistace/> y
<https://www.camjol.info/index.php/CE/index>