

Artículo recibido el 16 de noviembre de 2020. Aceptado para publicación el 6 de julio de 2021

## **El patrón matemático de la mortaja del fardo mortuorio de Zimapán, Hidalgo**

### **The mathematical pattern of the shroud in the mortuary bundle of Zimapán, Hidalgo**

Mariana Galán Tamés<sup>1</sup>  
Luisa Mainou<sup>2</sup>  
Judith Gómez González<sup>3</sup>  
Ariana Aguilar Romero<sup>4</sup>

#### **Resumen**

Entre otros vestigios materiales hallados en un entierro procedente de un abrigo rocoso de Zimapán, la mortaja que envolvía a un individuo prehispánico presenta un patrón distintivo que no es evidente a simple vista. Uno de sus elementos más interesantes es el pensamiento matemático con el que fue realizada y que se repite a lo largo de todo el textil como motivo principal. El objetivo principal de este artículo es analizar los aspectos matemáticos y geométricos de la técnica de tejido de la mortaja. Las categorías de análisis incluyen la geometría plana (polígonos y ángulos), la geometría transformacional (traslaciones, reflexiones y rotaciones), la teoría de grafos, el motivo mínimo y el sistema generador. Finalmente, el análisis incluye la reflexión sobre la lógica constructiva textil de esta pieza, por ejemplo, bajo la noción de medida y su reproducción. Las observaciones pueden abonar también en la investigación para la identificación de distintas tradiciones de tejido y posteriores análisis comparativos entre diversas piezas.

**Palabras clave:** Matemáticas; Textil prehispánico; Simetría; Homotecia;

#### **Abstract**

Among other material remains found in a burial from a rock shelter in Zimapán, the shroud that wrapped a pre-Hispanic individual presents a distinctive pattern that is not noticeable to the naked eye. One of its most interesting elements is the mathematical thinking behind this which is repeated throughout the entire textile as the main motif. The main objective of this article is to analyze the mathematical and geometric aspects of the shroud's weaving technique.

Categories of analysis will include plane geometry (polygons and angles), transformational geometry (translations, reflections, and rotations), graph theory, the minimal motif, and the generating system. The analysis will also include reflections on the constructive logic of this textile piece, for example under the notion of measurement and its reproduction. These observations can also contribute to research on the identification of different traditions of weaving and subsequent comparative analyses between different pieces.

**Key words:** Mathematics; Pre-Hispanic fabric; Symmetry, Homothety

---

<sup>1</sup> Ilustradora Científica. Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural. Ciudad de México. Contacto: [gatm870125@gmail.com](mailto:gatm870125@gmail.com)

<sup>2</sup> Restauradora Perito. Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural. Ciudad de México. Contacto: [gatomainou@hotmail.com](mailto:gatomainou@hotmail.com)

<sup>3</sup> Restauradora Perito. Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural. Ciudad de México. Contacto: [mjudithgomez@gmail.com](mailto:mjudithgomez@gmail.com)

<sup>4</sup> P. en arqueología. Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural. Ciudad de México. Contacto: [pahpaky@hotmail.com](mailto:pahpaky@hotmail.com)

## 1. INTRODUCCIÓN

En un abrigo rocoso en el margen norte de la presa Zimapán, en el estado de Hidalgo en México, habitantes de la comunidad del Saucillo hallaron en julio de 2014 un bulto mortuorio que más tarde fue trasladado a la Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural para su conservación y restauración. El bulto contiene el esqueleto de un individuo adulto acompañado de distintos textiles. Análisis de datación por radio carbono aplicados a la mortaja del fardo lo datan en una edad de 1022 a 1206 d.C. (Gómez González *et al.*, 2019). El presente artículo tiene por objetivo analizar las propiedades matemáticas subyacentes al diseño de la mortaja, el textil de mayores dimensiones que envolvía completamente al individuo y que presenta un patrón distintivo que no es evidente a simple vista por ser un textil monocromo.

Uno de los marcos teóricos más amplios que hoy en día nos permite estudiar la relación diversa entre cultura y matemáticas es la Etnomatemática. La idea de que el pensamiento matemático es homogéneo ha sido debatida con numerosos ejemplos a lo largo de la historia que muestran la existencia de distintas lógicas, categorías intelectuales, métodos y expresiones matemáticas en el mundo diferentes a la occidental (Ascher, 1994). A pesar de que el presente análisis es realizado con los conceptos matemáticos occidentales, es importante tener presente que existen diferencias culturales con las sociedades prehispánicas que habitaron el sur de la Sierra Gorda alrededor del primer siglo de nuestra era. Espacialmente, es posible ubicar el fardo mortuorio en el límite norte de la gran área cultural que Kirchhoff (1960) definió como Mesoamérica. Las fronteras geopolíticas en ese entonces eran muy diferentes a las actuales y en muchos casos eran fronteras dinámicas que respondían a redes de intercambio comercial entre sociedades sedentarias y seminómadas.

Referente a las matemáticas de la época y a pesar de las diferencias locales, es sabido que astronómicamente conocían los ciclos agrícolas y lunares y que podían predecir eclipses (Martínez del Sobral, 2019b); respecto a las matemáticas y la geometría, ya era utilizado en el México prehispánico, por influencia maya, el sistema numérico vigesimal (Villaseñor M., 2018), sus sociedades conocieron y aplicaron la constante universal  $\pi$ , la

Galán, M., Mainou, L., Gómez, J., & Aguilar, R (2021). El patrón matemático de la mortaja del fardo mortuorio de Zimapán, Hidalgo. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 14(2), 32-53. DOI <https://doi.org/10.22267/relatem.21142.84>

inscripción y circunscripción de polígonos, utilizaron la trigonometría y trabajaron repetidamente con rectángulos básicos, rectángulos  $\sqrt{2}$  y  $\sqrt{3}$  y rectángulos áureos (Martínez del Sobral, 2019b; Mora, 1984). Los sistemas de numeración posicional prehispánicos tenían también distintos símbolos gráficos para su representación cuyo valor se modificaba de acuerdo a su ubicación espacial.

Las lenguas indígenas que han resistido hasta nuestros días, en sus maneras de enunciar y representar números, son una fuente más de estudio que revelan relaciones aritméticas distintas al castellano. Al respecto, existe el análisis de Ascher (1994) sobre el náhuatl o el de Gilsdorf (2008) sobre el otomí con base 5-10-20; ambas lenguas con maneras de contar muy diferentes al sistema decimal que utilizamos en la actualidad. Además de su uso para contar, es interesante que los números también fueran utilizados como numerales. De acuerdo a Villaseñor (2018) en la época prehispánica hay registro de números que pueden tener connotaciones distintas, algunas veces con valor cuantitativo y otras con valor cualitativo. No es raro encontrar numerales que además de su uso aritmético en ocasiones también pueden estar asociados a deidades; esto nos habla de la fluidez entre la aplicación del pensamiento matemático y la significación del pensamiento simbólico, un ejemplo frecuente es el uso de números en edificaciones o en monolitos de piedra que en su volumen o áreas totales llevan implícitos los ciclos astronómicos y los dioses que los rigen (Martínez del Sobral, 2019a).

En el caso del México prehispánico no existen trabajos puntuales sobre matemáticas (Villaseñor M., 2018) y por ello el tipo de inferencias que se pueden hacer de su patrimonio material son de especial relevancia. Las expresiones matemáticas que más han suscitado interés son los calendarios o los grandes complejos arquitectónicos del área, pero en expresiones menos llamativas, como las técnicas de manufactura de distintos objetos, también es posible observar procesos matemáticos inmersos en diferentes prácticas sociales que proyectan, estructuran y revelan el conocimiento.

El objeto analizado en este artículo es de naturaleza textil: la mortaja del fardo mortuorio de Zimapán. Este objeto es uno de los pocos textiles arqueológicos que se han encontrado en México de dimensiones considerables y con un buen estado de conservación. Por otro lado, en comparación con la gran cantidad de estudios que existen sobre civilizaciones como la mexicana y la maya, hay un gran vacío conceptual sobre las culturas seminómadas

que habitaron al norte de la región cultural mesoamericana. Respecto a la tradición textil prehispánica, también es importante agregar que la producción de los tejidos era un campo típicamente reservado a las mujeres (Gómez Serafín y Alfaro Castro, 2016; Sahagún, 2006) sin que existiera por ello una rígida segregación de la división del trabajo por género (Wiesheu, 2006); de la indumentaria a los instrumentos de trabajo agrícola y de la física de los materiales a la proyección de diseños, la transmisión e innovación en este campo era un saber particularmente femenino.

Desde una perspectiva de género, es interesante contrastar este hecho con la tradición matemática occidental que, por el contrario, ha sido conformada como una actividad predominantemente masculina, donde históricamente se ha excluido a las mujeres y sus actividades del campo de las matemáticas, y por ello una revisión del trabajo intelectual y los desarrollos tecnológicos de la tradición textil son relevantes (Gilsdorf, 2015; Mastache, 1971; Rodríguez-Shadow, 2004).

Finalmente, con respecto a las categorías de análisis propiamente matemáticas para analizar a la mortaja, en este artículo se utilizará la geometría plana (polígonos y ángulos), la geometría transformacional (traslaciones, reflexiones y rotaciones), la teoría de grafos y dos conceptos útiles para tratar de entender su lógica constructiva: el motivo mínimo y el sistema generador (Gutiérrez y Jaime, 1986).

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

La mortaja es un gran lienzo rectangular que mide 244 cm de largo por 159.5 cm de ancho. Fue tejida con la técnica de telar de cintura, con fibra de algodón y con hilos que siguen una torsión en “Z”. Tanto las urdimbres<sup>5</sup> como la trama<sup>6</sup> base presentan un grosor aproximado de 1mm. El gran lienzo está formado por tres lienzos menores cosidos entre sí por los orillos con puntada simple; los laterales tienen una medida de ancho similar, el lienzo izquierdo 53 cm y el lienzo derecho 52.5 cm, mientras que el central tiene 54 cm de ancho. Los tipos de tejido que presenta son un tejido base y un tejido con diseño. El

---

<sup>5</sup> Urdimbre: conjunto de hilos paralelos, colocados a lo largo en un telar, que forman la base estructural de un tejido

<sup>6</sup> Trama: hilo que cruza a lo ancho en forma alternada, por arriba y por abajo de las urdimbres

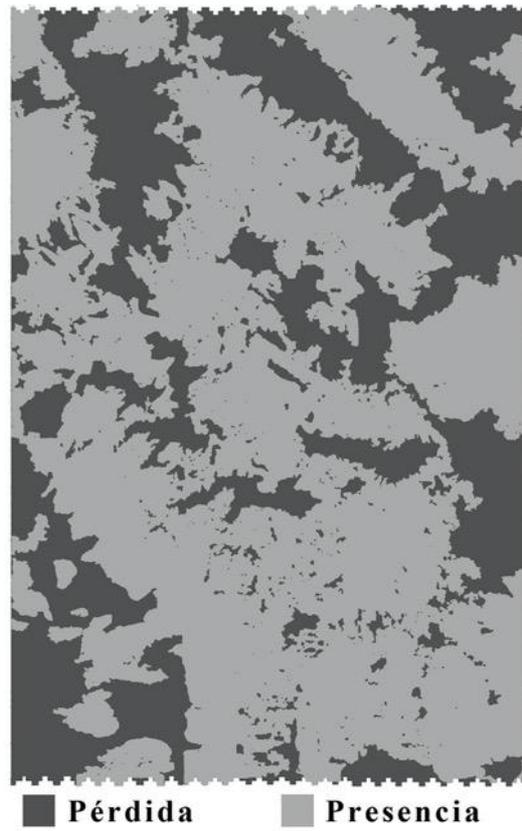
tejido base está hecho a modo de taletón<sup>7</sup>, mientras que el tejido con diseño fue elaborado con una trama suplementaria continua que paralelamente al tejido base va formando el diseño en cada calada<sup>8</sup>; por ello, la técnica decorativa de la mortaja hace que se vea el mismo diseño al anverso y al reverso, como positivo y negativo de una misma composición. La trama decorativa es más gruesa que el resto de los hilos; con un grosor de entre 1.6 y 1.8 mm que aporta un volumen adicional a las áreas donde están presentes los diseños. Al final o al principio del textil, depende cómo se le mire, se encuentra un tejido en forma de pirámide escalonada que es exclusivo de los cabezales. A excepción de las cenefas, que se encuentran cerca de los cabezales y que presentan un hilo decorativo teñido de café oscuro, el resto del tejido tiene el color original café pálido del algodón sin teñir que no permite apreciar la complejidad de los diseños a simple vista.

En algún momento el fardo fue saqueado y también presenta cortes y desgarres en casi todos los textiles que lo componen. La mortaja, específicamente, presenta una pérdida del 40% debido a dos causas: biológica y antropogénica. Debido a tal pérdida (Figura 1), se realizó un conteo minucioso, hilo por hilo, para entender su diseño. Ya que el color solo está presente en el café oscuro de la cenefa, metodológicamente la cuenta matemática cobro especial relevancia para entender detalladamente qué lógica sigue el diseño. A la par del conteo y del registro del comportamiento de cada hilo se comenzaron a observar ritmos, secuencias y repeticiones de números que formaban diseños geométricos. Gracias a la regularidad de tales diseños y a su presencia a lo largo de todo el textil es que se pudo deducir la apariencia de los faltantes. Finalmente, se realizó un esquema digital de la mortaja completa (Figura 2) y se prosiguió a su análisis.

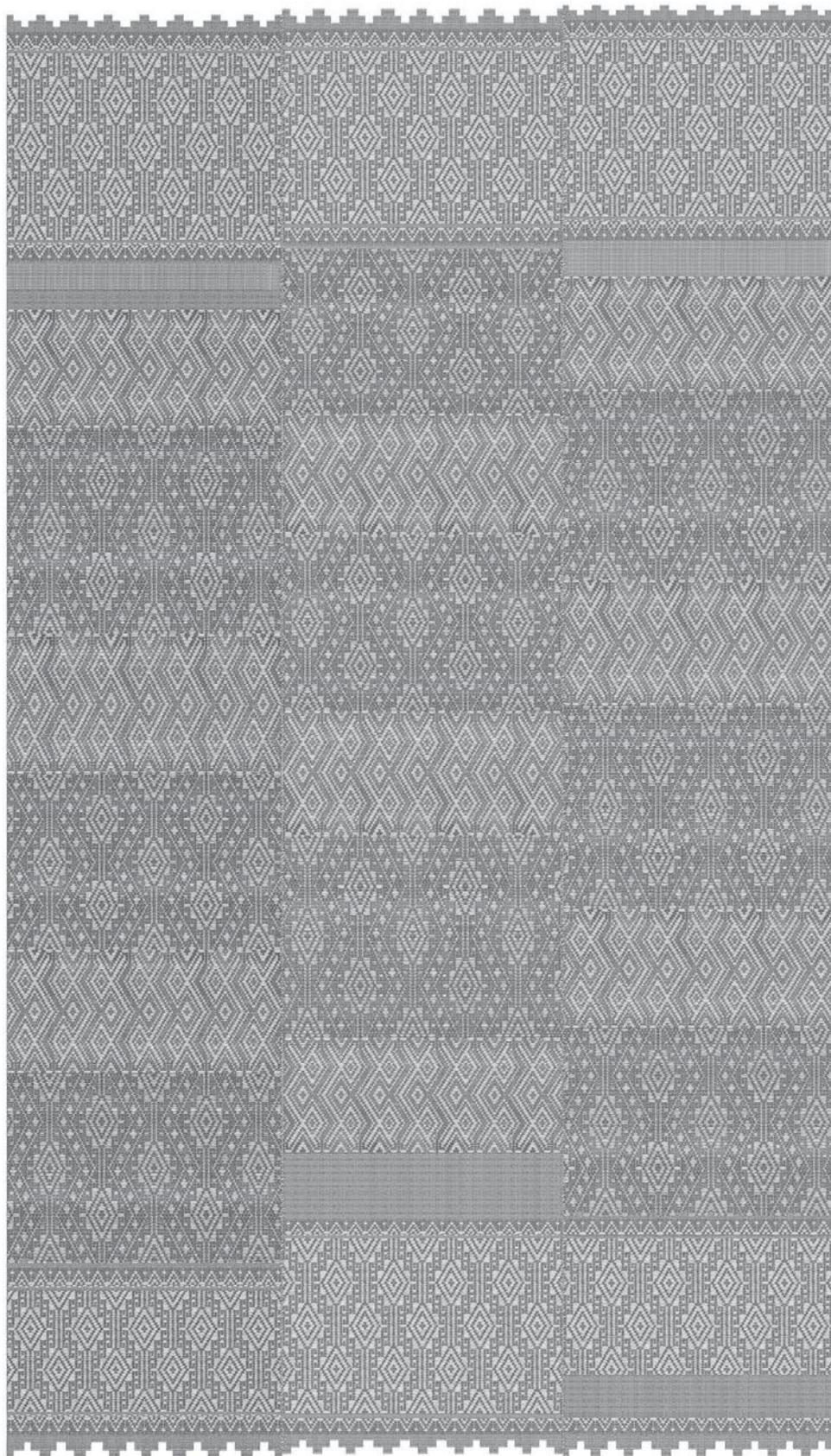
---

<sup>7</sup> Taletón: ligamento de dos hilos de trama por uno de urdimbre

<sup>8</sup> Calada: renglón en el que una trama ha iniciado y completado su paso entre las urdimbres



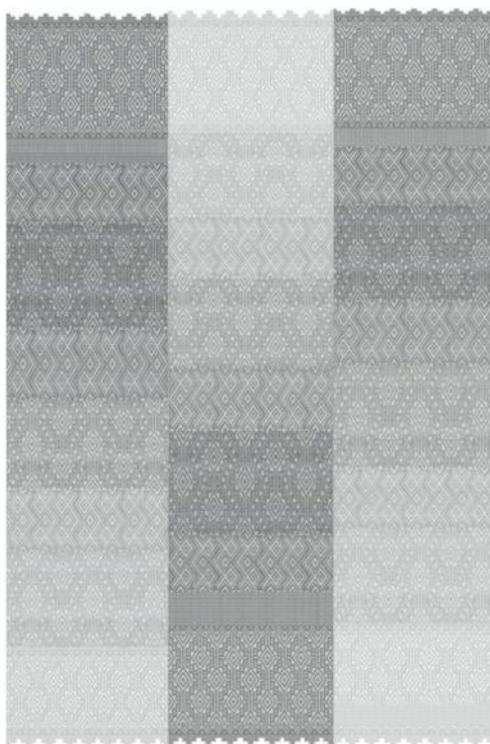
**Figura 1.** Esquema de pérdida de la mortaja. **Fuente:** M. Galán. CNCPC 2020



**Figura 2.** Esquema reconstructivo de la mortaja completa. **Fuente:** M. Galán. CNCPC 2020

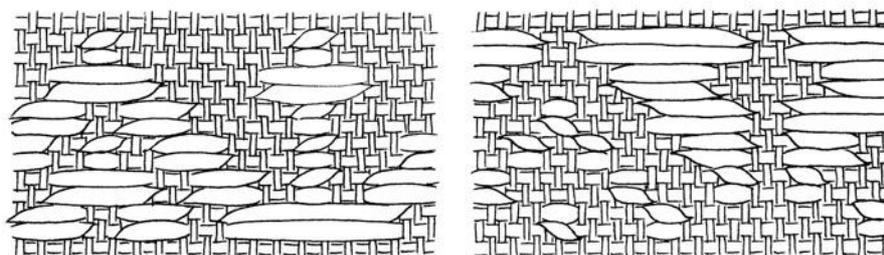
### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La dimensión total de la mortaja rectangular tiene una proporción entre el largo y el ancho de 1.529. Individualmente, cada uno de sus lienzos tiene una similitud notable en su ancho, su largo, sus diseños y en los tipos de tejido, así como en el número de apariciones y de repeticiones de tales tejidos. Al compararlos se podría decir que los lienzos son casi idénticos en sus dimensiones y diseños. Sus extremos superiores e inferiores (cabezales) tienen forma de pirámides escalonadas y en su interior hay 2 tipos de ligamentos y 4 técnicas de decorado: por un lado, está el tejido base que se expone desnudo en distintas secciones; por otro lado, están las áreas que presentan 3 tipos de diseños geométricos que cubren casi la totalidad de la mortaja y el diseño de la cenefa, todos ellos elaborados con trama suplementaria continua. Con un total de 525 urdimbres, el lienzo central es el más ancho y el que rompe el ritmo de los laterales. El lienzo derecho con 516 urdimbres y el lienzo izquierdo con 519 urdimbres mantienen un ancho similar y una secuencia ascendente en el orden de los diseños. A pesar de que el lienzo central cuenta con la misma distribución y la misma cantidad de apariciones de los diseños, sigue una secuencia descendente. Su ritmo es una especie de inversión de los otros dos (Figura 3).



**Figura 3.** Ritmo en los diseños de cada lienzo de la mortaja. **Fuente:** M. Galán. CNCPC 2020

En cuanto a su composición geométrica, es de especial interés la manera en la que está construida matemáticamente la mortaja. Para crear los diseños, el hilo de la trama decorativa va pasando por arriba y por debajo de los hilos de las urdimbres creando un anverso y un reverso, un positivo y un negativo de los diseños. La naturaleza de la técnica de la trama suplementaria continua hace que lo que vemos en el anverso como positivo sea idéntico a lo que vemos en el reverso como negativo y viceversa (Figura 4).

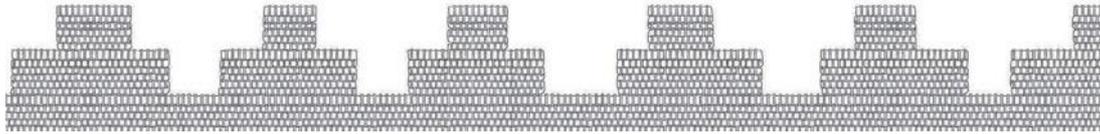


**Figura 4.** Cenefa (fragmento). Anverso y reverso. **Fuente:** M. Galán. CNCPC 2020

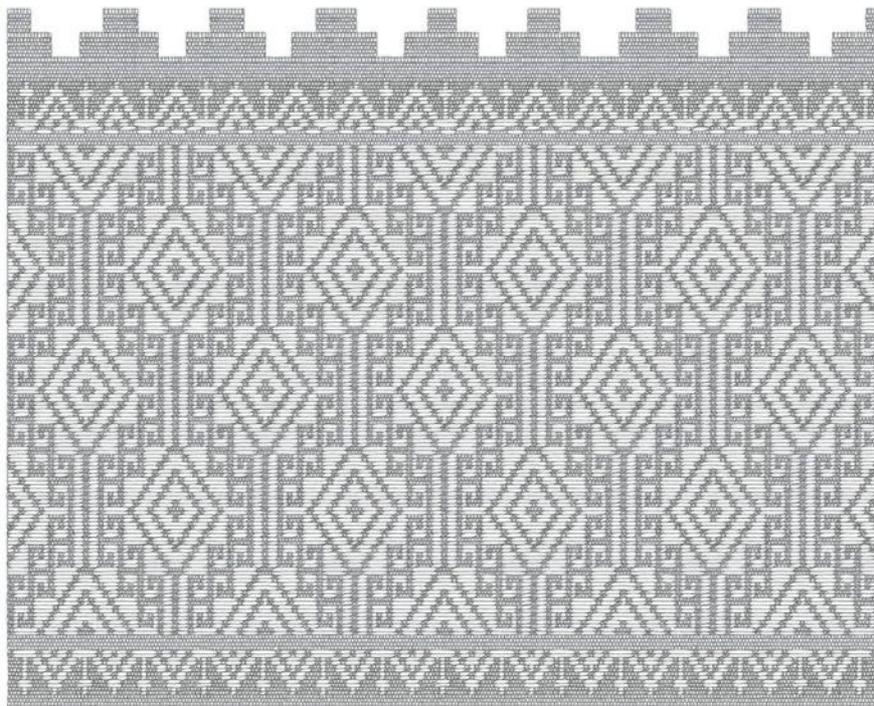
Otra de las características matemáticas del tejido es que el hilo de la trama decorativa va avanzando siempre en múltiplos de 3. Las relaciones de proporción entre todas sus rectas tienen como base el número 3 y por ello las dimensiones de todos los movimientos de la trama son el resultado de la suma de este número. Sin importar si va pasando por arriba o por debajo de las urdimbres, la trama decorativa avanzará 3, 6, 9, 12 o 15 urdimbres a través del tejido. En varios segmentos de la secuencia matemática del plano se observa una progresión aritmética con diferencia 3. Se observan también homotecias de polígonos (como los rombos) que se expanden a través de series geométricas cuya razón es 3 (Figura 8). El 3 es la base del tejido en lo micro, con la cuenta de hilos de la trama, y en lo macro, con 3 diseños que se repiten 3 veces a lo largo de 3 lienzos. Los renglones horizontales o caladas, por su parte, se repiten siempre en pares.

En orden de aparición, lo primero que se encuentra en un lienzo son los cabezales en forma de pirámide escalonada. Los escalones son irregulares en su ancho porque no siguen una cuenta precisa de hilos (Figura 5). La técnica con la que hicieron el borde de los cabezales aún permanece como incógnita y parece que más bien obedece a la lógica visual de su forma: tres escalones en forma de pirámide. A continuación, se observa el primer diseño enmarcado siempre por dos cenefas que se miran en una simetría

horizontal. No importa en qué lienzo este acomodo aparece siempre después de un cabezal (Figura 6); la cenefa que se observa en el acomodo es una composición en forma de “V” con cruces que repiten bajo la lógica de una simetría vertical (Figura 7). Dependiendo del lienzo, a lo ancho se repiten 14 o 15 formas en “V” y cruces.



**Figura 5.** Borde en forma de pirámide escalonada (fragmento). **Fuente:** M. Galán. CNCPC 2019



**Figura 6.** Cabezal superior, cenefas y primer diseño. **Fuente:** M. Galán. CNCPC 2019

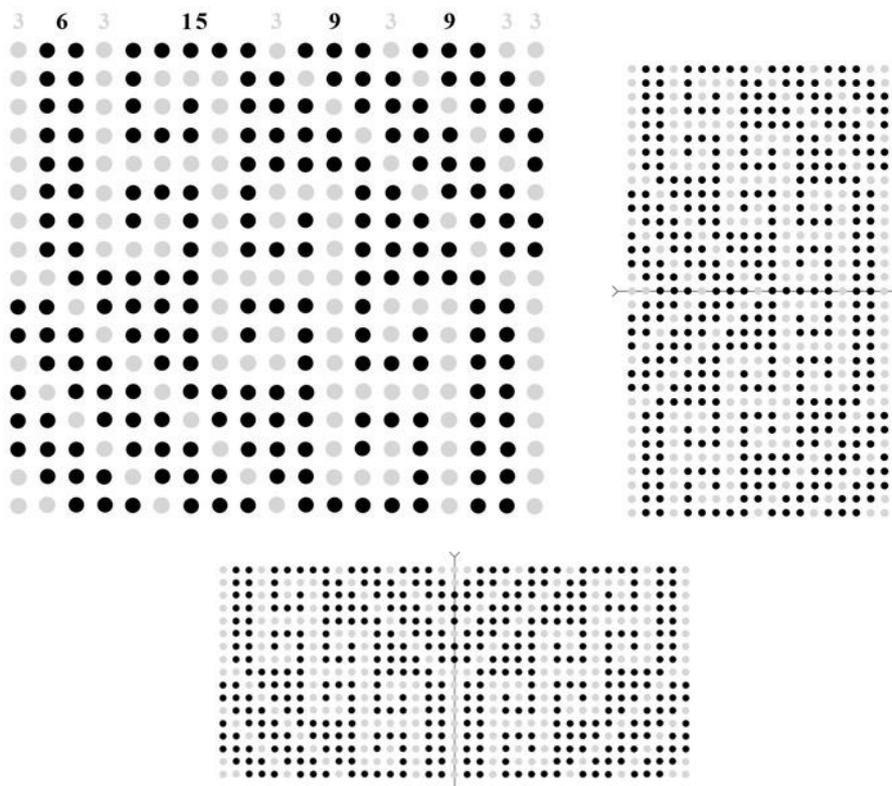


**Figura 7.** Cenefa superior e inferior. Patrón matemático<sup>9</sup>. **Fuente:** M. Galán. CNCPC 2019

<sup>9</sup> Patrón matemático: Estos dos ejemplos son una abstracción del patrón matemático del diseño de la cenefa en reflexión con eje de simetría horizontal. En el textil original se observa un acomodo distinto de la cenefa en cada lienzo.

Por su parte, en el primer diseño (Figura 6) se pueden observar rombos acompañados de 3 grecas<sup>10</sup> en cada uno de sus lados, ordenados con reflexiones axiales (verticales y horizontales). Dependiendo del acomodo de las grecas, éstas pueden marcar un ritmo ascendente o descendente. El diseño se repite 2 veces al interior de cada lienzo con variaciones marcadas por la cantidad de urdimbres que hacen variar el ancho, el número de caladas y la densidad de tejido. A pesar de estas variaciones la secuencia matemática del patrón del diseño es idéntica. Es decir, el patrón geométrico del diseño es el mismo en cualquiera de las apariciones del diseño en los lienzos. Lo que cambia en las 516 urdimbres del lienzo derecho, las 519 urdimbres del lienzo izquierdo o las 525 urdimbres del lienzo central es el lugar preciso en el que se inicia y se termina la secuencia matemática, pero no la secuencia en sí misma. Todos los diseños comparten esto.

De acuerdo al número de urdimbres por los que la trama agregada avance (3, 6, 9, 12 o 15), en todos los diseños existe una secuencia numérica base que se repite a sí misma. En el primer diseño, visualmente se observa como el motivo mínimo (Figura 8). Esta unidad se repetirá 4 veces como reflexión horizontal y 10 veces como reflexión vertical:



<sup>10</sup> Greca: adorno geométrico compuesto de líneas que se interseccionan formando ángulos rectos.

**Figura 8.** Primer diseño. Motivo mínimo, reflexión horizontal y reflexión vertical (simetrías).

**Fuente:** M. Galán. CNCPC 2020

El orden de la secuencia sigue una inversión para lograr ambas reflexiones: el último elemento se convertirá en el primero y el primero en el último. A nivel horizontal, en la formación de una calada o renglón, el último número será el primero y el primero el último con 54 urdimbres para formar el motivo mínimo:

*Primer par de caladas:* 36315393993931536 > 36315393993931536 > 363...

*Segundo par de caladas:* 363396393939369336 > 363396393939369336 > 363...

*Tercer par de caladas:* 363333939315393933336 > 363333939315393933336 >

Si se toma como ejemplo el primer par de caladas se puede observar una secuencia de 54 urdimbres que se distribuyen en positivas (cuando la trama pasa por arriba) y en negativas (cuando la trama pasa por debajo). La distribución de positivas y negativas cambia en cada par de caladas dependiendo del diseño que se quiera construir. Cuando la secuencia llega al eje de simetría se da una inversión en los números hasta alcanzar el siguiente eje de simetría en el que nuevamente se invierten.

A nivel vertical, una calada en relación a otra calada hará la misma inversión para dibujar las grecas y los rombos que vemos en el diseño completo (Figura 9) con 16 pares de caladas para formar el motivo mínimo:

*Calada par 3 (antepenúltimo de la secuencia):* 63931239363

*Calada par 2 (penúltimo de la secuencia):* 939393333363

*Calada par 1 (último de la secuencia):* 39393693363

*Calada par 0 (eje de simetría horizontal):* 6939315363

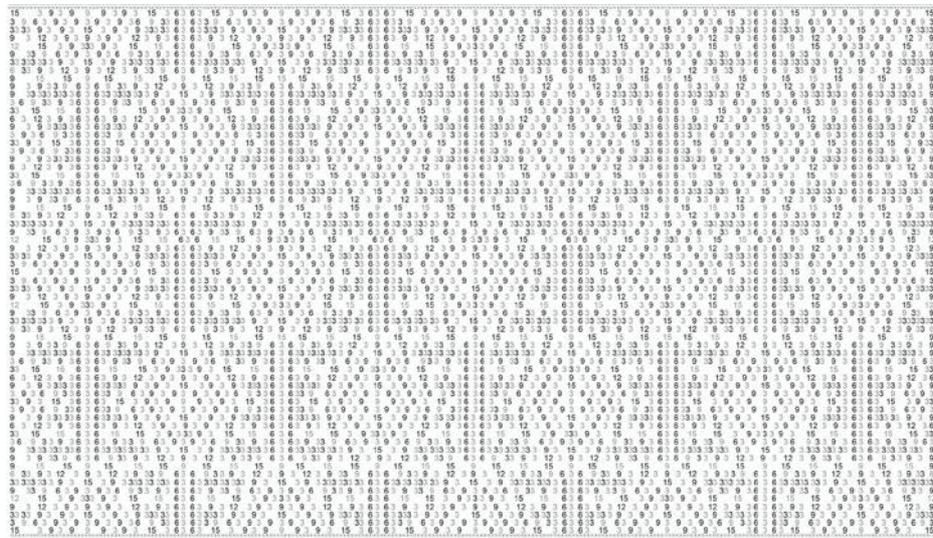
*Calada par 1 (primero de la secuencia):* 39393693363

*Calada par 2 (segundo de la secuencia):* 939393333363

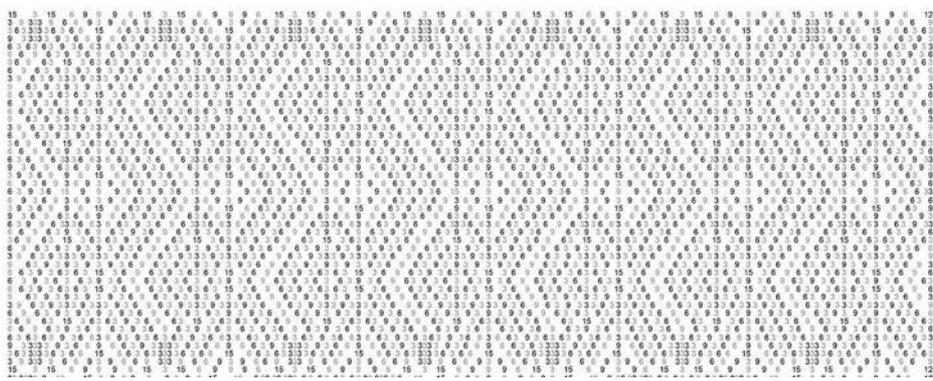
*Calada par 3 (tercero de la secuencia):* 63931239363

Los otros dos diseños de la mortaja –segundo diseño (Figura 9.1) y tercer diseño (Figura 9.2)- también tienen un motivo mínimo que se repite a lo largo y a lo ancho del plano, aunque su diseño es diferente. Se podría decir que los tres diseños geométricos mantienen un sistema generador similar al del primer diseño: un motivo mínimo que se duplica como

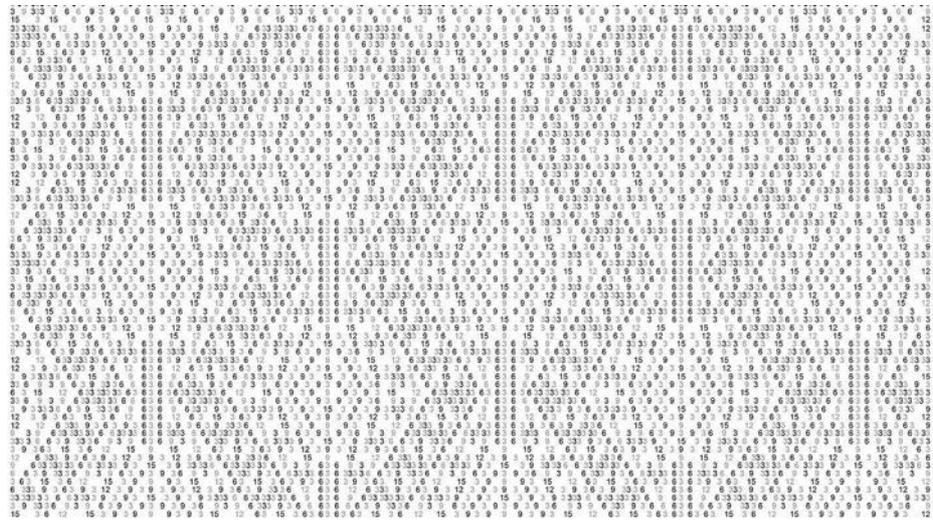
en espejo a través de un eje de simetría; se trata de reflexiones axiales verticales y horizontales del motivo mínimo.



**Figura 9.** Primer diseño. Patrón geométrico. Fuente: M. Galán. CNCPC 2019

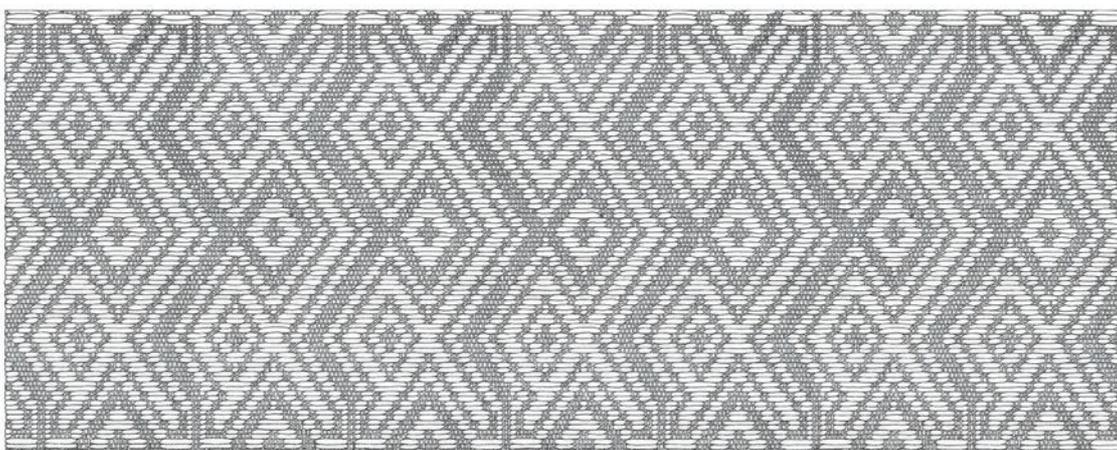


**Figura 9.1.** Segundo diseño. Patrón geométrico. Fuente: M. Galán. CNCPC 2019



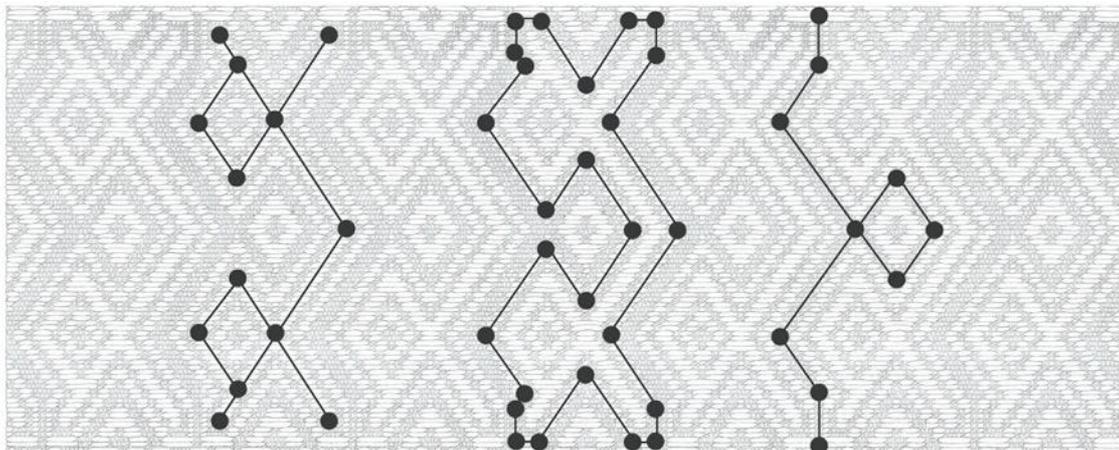
**Figura 9.2.** Tercer diseño. Patrón geométrico. **Fuente:** M. Galán. CNCPC 2019

El segundo diseño (Figura 10) se reproduce 3 veces al interior de cada lienzo de la mortaja. Está formado por rombos con diagonales que se repiten 7 veces a lo ancho. Tiene una reflexión o simetría horizontal que parte al diseño justo por la mitad. Sin embargo, la simetría vertical no está presente y muestra más bien semejanzas y homotecias de tres rombos que se entretejen uno con el otro. Los rombos más pequeños van creciendo de manera concéntrica hasta que alguno de sus lados toca el lado de otro rombo. A pesar de que comparten lados, los rombos no están completamente unidos y siguen una especie de camino.

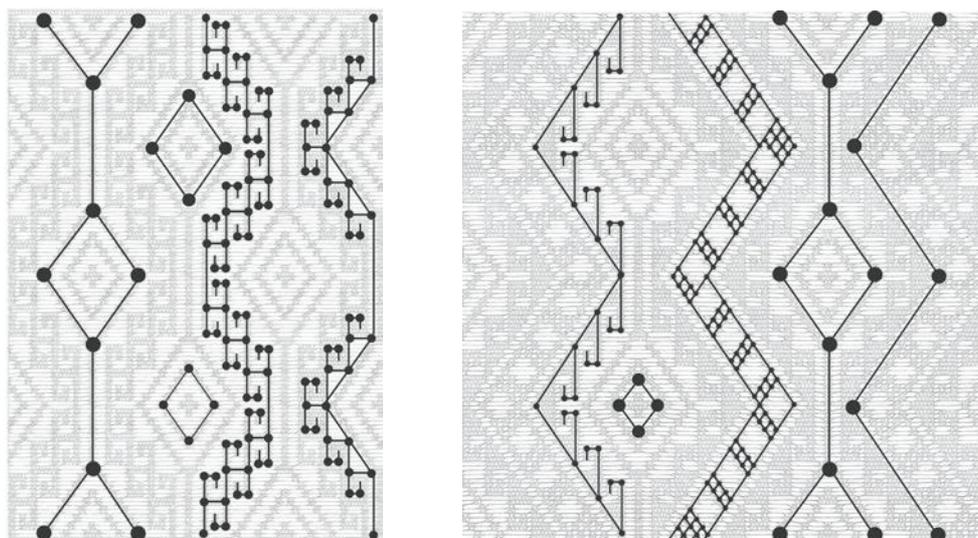
**Figura 10.** Segundo diseño. **Fuente:** M. Galán. CNCPC 2019

Siguiendo la teoría matemática de grafos que representa la información en forma de nodos o vértices y la unión o relaciones que éstos pueden tener entre sí a través de aristas, se pueden analizar los caminos o rutas que hay en el segundo diseño (Figura 11) por el movimiento de la trama decorativa y su alternancia entre positivo y negativo. Visualmente, este movimiento forma los caminos que nos permiten transitar con libertad o con interrupciones en una o en otra dirección. El segundo diseño, al igual que el primero y el tercero (Figura 11.1) tienen grafos planos; un camino nunca se intersecta con otro y hay más de una ruta por diseño. El primer y el tercer diseño son muy parecidos porque la mayoría de sus vértices están compuestos por 3 aristas que bifurcan los caminos. Al respecto, el camino de la greca escalonada en el primer diseño es interesante; su movimiento es un serpenteo sin rutas directas para ir de principio a fin. El segundo diseño, por su parte, presenta la particularidad de tener una gran cantidad de grafos simples que

solo permiten ir en dos direcciones (hacia delante o hacia atrás) así como algunos vértices clave en los que se unen hasta 4 aristas; solo uno de sus caminos es un circuito que podría empezar y acabar en el mismo vértice.

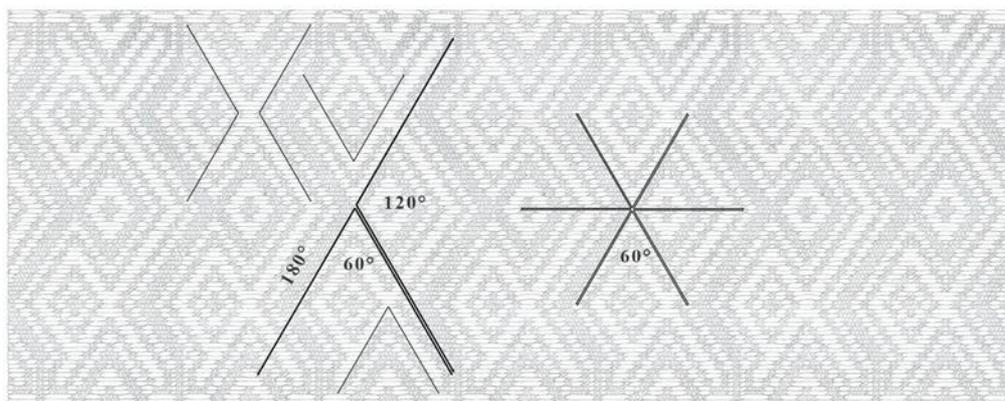


**Figura 11.** Grafos del segundo diseño. **Fuente:** M. Galán. CNCPC 2020



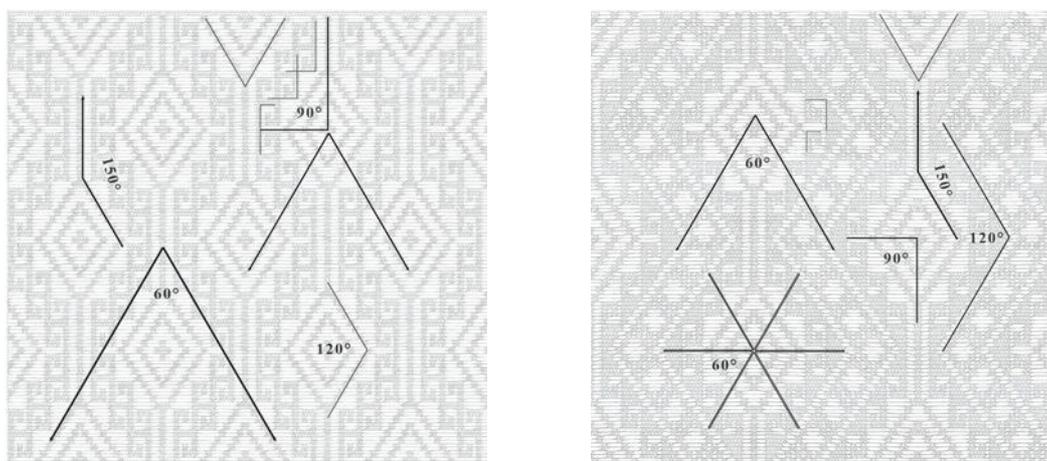
**Figura 11.1** Primer y tercer diseños (fragmento). Grafos. **Fuente:** M. Galán. CNCPC 2020

El segundo diseño también hace explícita una propiedad que pertenece a todos los diseños. Hay ángulos suplementarios en todas las diagonales de los rombos: uno obtuso de  $120^\circ$  y otro agudo de  $60^\circ$  (Figura 12). Si miramos con atención la medida de estos ángulos veremos que otra manera de ver el diseño es a través de hexágonos regulares, cuyos lados y ángulos son iguales. Sus ángulos internos siempre miden  $120^\circ$  y sus ángulos externos  $60^\circ$ . Los triángulos al interior de estos hexágonos serán semejantes ya que la razón entre ellos (la proporción de sus lados) es base 3.



**Figura 12.** Ángulos del segundo diseño. **Fuente:** M. Galán. CNCPC 2020

En el caso del primer y el tercer diseño (Figura 12.1) encontramos dos ángulos adicionales: uno de 150° que se forma en los caminos rectos que conectan a los rombos entre sí y uno de 90° en las grecas escalonadas que acompañan a los rombos. Sin embargo, los rombos de todos los diseños presentan las mismas propiedades angulares; tal combinación de ángulos congruentes es necesaria para que las simetrías existan.



**Figura 12.1** Primer y tercer diseños (fragmento). Ángulos. **Fuente:** M. Galán. CNCPC 2020

El tercer diseño, al igual que el segundo, se repite 3 veces al interior de cada lienzo y se va intercalando con éste en orden de aparición a lo largo de la mortaja. El tercer diseño es muy parecido al primero (Figura 13) porque le acompañan los mismos rombos con las mismas grecas en la misma medida y proporción angular. Si se le observa desde su motivo mínimo o su secuencia base presenta también una doble simetría axial de ejes perpendiculares (horizontal y vertical). La variación que se observa en el tercer diseño son sus franjas diagonales paralelas con pequeños rombos que elongan la separación entre los rombos con grecas. Los pequeños rombos, al igual que las grecas, se deslizan con

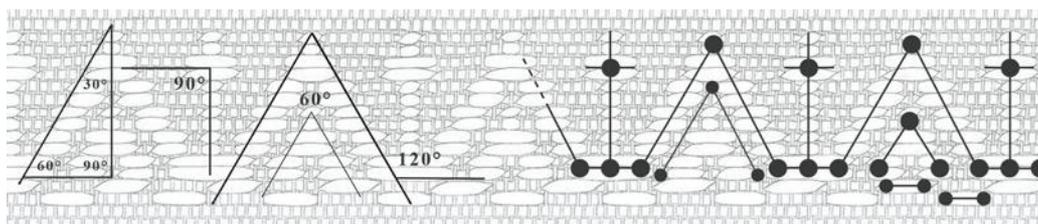
Galán, M., Mainou, L., Gómez, J., & Aguilar, R (2021). El patrón matemático de la mortaja del fardo mortuorio de Zimapán, Hidalgo. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 14(2), 32-53. DOI <https://doi.org/10.22267/relatem.21142.84>

traslaciones sobre las diagonales de la composición. Las franjas siguen un movimiento en zigzag de ángulos obtusos a lo largo del diseño. A partir del tercer diseño es posible observar en toda la mortaja que los ejes de traslación de los motivos son diagonales y los ejes de reflexión o simetría son verticales y horizontales.



**Figura 13.** Tercer diseño. **Fuente:** M. Galán. CNCPC 2019

A modo de cierre, se puede comentar que el polígono más repetido en los diseños es un cuadrilátero: rombos dinámicos que se multiplican a lo largo y ancho de la mortaja con transformaciones isométricas e isomórficas. La constante en estos rombos es que están formados por triángulos con ángulos de  $90^\circ$ ,  $60^\circ$  y  $30^\circ$ , flexionándose siempre en el ángulo recto para formar el rombo. Las progresiones o sustracciones aritméticas con base 3 hacen que sea posible construir la mayoría de las transformaciones y que la proporción en su composición se mantenga regular. Estos mismos triángulos 30-60-90 se observan en el diseño de la cenefa. Las formas en “V” y las cruces se desdoblán con reflexiones verticales y se multiplican en grafos simples a través de un camino zigzagueante a lo ancho del textil (Figura 14). Solo existe un vértice de tres aristas, lugar en el que se levantan las cruces.



**Figura 14.** Cenefa (fragmento). Ángulos y grafos. **Fuente:** M. Galán. CNCPC 2019

#### 4. CONCLUSIONES

Los objetos inmersos en diferentes prácticas sociales, en este caso un tejido como la mortaja, no es matemático por sí mismo; el pensamiento matemático se manifiesta justamente en el proceso de diseño y construcción de estos objetos. Elaborar un tejido en telar requiere de una planeación previa con la cuenta exacta de los hilos necesarios para su ejecución; tanto la estructura física del tejido como la exactitud de los diseños en el plano están basados en tal cuenta. Parte de la tradición de tejido en telar de cintura de la época prehispánica sobrevive hasta nuestros días. Múltiples testimonios de tejedoras actualmente activas han permitido estudiar con mayor detenimiento el conocimiento matemático que queda plasmado en los textiles como proyectar, medir y realizar operaciones aritméticas. La mayoría de las tejedoras aprenden a tejer desde niñas, adquiriendo destreza motriz y mental a través de los años para llegar a manejar grandísimas cuentas de hilos y hacer diseños basados en la memoria.

Es relevante decir que las cuentas contienen nociones como las de número y medida; en el caso de la mortaja, no hay una medida estándar como los centímetros sino que los hilos mismos son la medida que se toma como referencia para elaborar las cuentas. Estos valores objetivos que se pueden repetir y comunicar a otras tejedoras, son parte del saber colectivo que produjo los textiles. (Barquera y Solares, 2016; Condori-Viza, Navarrete-Álvarez, Cipe y Pérez, 2017; Gilsdorf, 2009, 2015). De acuerdo a estudios arqueológicos sobre espacios domésticos en el México prehispánico (Wiesheu, 2006), no sería inverosímil pensar que la producción textil estuviera a cargo de múltiples personas contribuyendo a la elaboración de una sola pieza de gran complejidad como la mortaja. Otras observaciones pueden abonar en la investigación para la identificación de distintas tradiciones de tejido y dar indicios de su lógica constructiva:

A) En la época en la que se tejió la mortaja en México prehispánico no se utilizaba el sistema métrico decimal. Sin embargo, las **medidas** existen y están presentes de otra manera a la que conoce el sistema métrico decimal en el textil: hay una unidad mínima (3 urdimbres) y una unidad máxima (525, 519 o 516 urdimbres). Este universo matemático se circunscribe a números enteros y sus proporciones, razones, múltiplos y divisores se mantienen siempre con base en 3. Varios elementos de los diseños se agrupan

Galán, M., Mainou, L., Gómez, J., & Aguilar, R (2021). El patrón matemático de la mortaja del fardo mortuorio de Zimapán, Hidalgo. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 14(2), 32-53. DOI <https://doi.org/10.22267/relatem.21142.84>

en progresiones aritméticas y series geométricas. Resulta relevante la importancia del número 3 en la cosmovisión de los pueblos otopames que lo asocian con el fuego y el sol, partiendo del fogón que se construye solemnemente con tres piedras para albergar al fuego al interior de la casa (Galiniér, 2016), esta asociación entre fuego y número 3 se relaciona con los dos puntos extremos que toca el sol en el horizonte durante los solsticios y el punto medio que marca los equinoccios, como podemos constatar en la arquitectura prehispánica diseñada para la observación del movimiento solar (Villaseñor, 2018). También es destacable que tres son los estratos del universo en la cosmovisión prehispánica: cielo, tierra e inframundo. Mora (1984), por otro lado, habla de la posibilidad de varias unidades de medida estandarizadas, dependiendo el uso, en el México prehispánico.

B) Cada lienzo tiene una ligera variación en su largo relacionada, entre otras cosas, con la densidad de tejido (lo apretado o suelto del tejido o bien los distintos grosores del propio hilo). Por esta razón, cada rectángulo que vemos en la mortaja es poseedor de un **módulo** distinto. Por ejemplo, la mortaja tiene forma de un gran rectángulo, así como cada lienzo y cada diseño que varían en sus módulos. A pesar de no encontrar un único módulo que haya sido usado en el textil, la investigación del uso de los rectángulos  $\sqrt{2}$ ,  $\sqrt{3}$  y áureos en el México prehispánico se mantiene abierta (Martínez del Sobral, 2019a).

C) Aunque su estructura es **plana**, la composición de los diseños y sus caminos de grafos dejan al descubierto una espacialidad interesante. Se puede leer de arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba, de izquierda a derecha o de derecha a izquierda. Nos podemos ubicar adentro o afuera, arriba o abajo, sin un lugar preciso para empezar o terminar. Su espacialidad geométrica deja futuras líneas de investigación abiertas.

D) No hay ninguna representación figurativa. La abstracción geométrica es la ingeniería y la estética que le da estructura, belleza y significado al textil; sus motivos son también una constante en textiles de distintas épocas en diferentes partes del mundo, en gran medida debido a las posibilidades técnicas que ofrecen los telares. Una de las tecnologías más empleadas para fabricar telas y prendas de indumentaria a lo largo de todo el continente americano durante la época prehispánica fue el telar de cintura cuyo producto

por excelencia es el **lienzo rectangular**. De esta forma, las prendas se construyen a través de la unión de rectángulos y es bajo esta figura que se conceptualiza al cuerpo humano para revestirlo.

Sin embargo, cabe mencionar que en el México prehispánico las líneas ortogonales regían no solamente los trabajos textiles sino la arquitectura, la pintura o la escultura (Martínez del Sobral, 2019a; Mora, 1984). Por otro lado, diseños geométricos como el de la mortaja, que trabajan por medio de traslaciones y de reflexiones con ejes de simetría verticales y horizontales, son bastante antiguos en la historia de las representaciones de la humanidad; es posible encontrarlos desde el Paleolítico alrededor del 10,000 a.C. (Jablan, 2002).

La mortaja del fardo de Zimapán es importante porque no hay muchas evidencias textiles arqueológicas en un estado de conservación como el que presenta esta pieza que nos permitan estudiarlas. Mas allá del análisis antropológico y simbólico que se puede hacer de ellas, se sabe poco de las técnicas y los procesos de tejido prehispánicos; con menor frecuencia encontramos análisis que nos permitan entender la lógica de su construcción.

Este textil es un umbral a la antigüedad con el que tratamos de entender la manera en la que fue construido: imaginar, planear, medir, distribuir, contar, comunicar, tejer. Nuestro esfuerzo de entender permite también que los restos inertes se transformen en conocimiento vivo del que más gente pueda sacar provecho.

*Agradecimientos a Galia Gonzáles Hernández y Laura E. Beramendi Orosco. Laboratorio Universitario de Radiocarbono, UNAM, Instituto de Geofísica, Instituto de Investigaciones Antropológicas e Instituto de Geología. LUR-LANGEM agradece el financiamiento del CONACyT (Proyecto 294889).*

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Ascher, M. (1994). *Ethnomatematics: A multicultural view of mathematical ideas*. CRC Press.
- Barquera, E. y Solares, A. (2016). Conocimientos matemáticos involucrados en la producción de bordados de la cultura Hñahñu: un análisis semiótico-didáctico. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática Perspectivas Socioculturales de La Educación Matemática* 9(1), 26–48.  
Recuperado de <https://doi.org/10.22267/relatem.1691.17>
- Condori-Viza, C., Navarrete-Álvarez, M., Cipe, I. A., y Pérez, A. C. (2017). Cultura Arica: Un caso para el estudio y educación de la geometría presente en textiles

- Galán, M., Mainou, L., Gómez, J., & Aguilar, R (2021). El patrón matemático de la mortaja del fardo mortuorio de Zimapán, Hidalgo. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 14(2), 32-53. DOI <https://doi.org/10.22267/relatem.21142.84>
- prehispánicos. *Revista Latinoamericana De Etnomatemática Perspectivas Socioculturales De La Educación Matemática*, 10(2), 8-25. Recuperado de <https://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/411>
- Galinier, J. (2016). *La mitad del mundo. Cuerpo y cosmos en los rituales otomíes*. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos, Universidad Intercultural del Estado de Hidalgo.
- Gilsdorf, T. E. (2008). Etnomatemáticas de los otomíes. *Estudios de Cultura Otopame*, 6 (1), 167- 181.  
Recuperado de <http://www.revistas.unam.mx/index.php/eco/article/view/23986/42628>
- Gilsdorf, T. E. (2009). Mathematics of the Hnahnu: The Otomies. *The Journal of Mathematics and Culture*, 4(1), 84–105.
- Gilsdorf, T. E. (2015). Gender, culture and ethnomatematics. En S. Mukhopadhyay y B. Greer (Eds.), *Proceedings of the Eighth International Mathematics Education and Society Conference* , 531–542.
- Gómez González, J., Mainou, L., Romero, A. A., González Hernández, G., Orosco Beramendi, L. E., Straulino Mainou, L. y López Ortiz, J. F. (2019). Arqueometría aplicada a la conservación de textiles arqueológicos de fibras celulósicas. Petate y mortaja de un fardo mortuorio de Zimapán, Hidalgo. *Boletín de La Sociedad Geológica Mexicana*, 71(2), 429 - 444.  
<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2019v71n2a12>
- Gómez Serafín, S. y Alfaro Castro, M. E. (2016). Las mujeres nobles y la producción textil representadas en los códices mixtecos. *Dimensión Antropológica*, 23(66), 7-37.  
Recuperado de <https://revistas.inah.gob.mx/index.php/dimension/article/view/10950>
- Gutiérrez, A. y Jaime, A. (1986). *Traslaciones, giros y simetrías en el plano*. Universidad de Valencia.  
Recuperado de <https://www.uv.es/gutierre/archivos1/textospdf/GutJai86.pdf>
- Jablan, S. V. (2002). *Symmetry, Ornament and Modularity*. World Scientific.
- Kirchhoff, P. (1960). Mesoamérica. Sus límites geográficos, composición étnica y caracteres culturales, *Suplemento de la Revista Tlatoani*.
- Martínez del Sobral, M. (2019a). *Cosmogonía mesoamericana. La creación de acuerdo con la sagrada geometría*. Obtenido de Dra. Margarita Martínez del Sobral: <http://dramargaritamartinezdelsobral.com/articulos/>
- Martínez del Sobral, M. (2019b). *La ciencia prehispánica como patrimonio inmaterial*. Obtenido de Dra. Margarita Martínez del Sobral: <http://dramargaritamartinezdelsobral.com/articulos/>
- Mastache, A. G. (1971). *Técnicas prehispánicas del tejido*. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Recuperado de [https://mediateca.inah.gob.mx/islandora\\_74/islandora/object/tesis:756](https://mediateca.inah.gob.mx/islandora_74/islandora/object/tesis:756)
- Mora, J. I. (1984). Prácticas y conceptos prehispánicos sobre espacio y tiempo: a propósito del origen del calendario ritual mesoamericano. *Boletín de Antropología Americana*, 9(9), 5–46.
- Rodríguez-Shadow, M. J. (2004). La teoría de género y los vestigios arqueológicos. *Diario de Campo*, 67, 32–33.
- Sahagún, F. B. de. (2006). *Historia general de las cosas de Nueva España* (11a edición; Á. M. Garibay, Ed.). México: Editorial Porrúa.

- Villaseñor M., R. (2018). Concepciones matemáticas de los antiguos pueblos mesoamericanos. *KinKaban*, 5, 47 – 66.
- Wiesheu, W. (2006). Arqueología de género y patrones de especialización artesanal. *Cuiculco*, 13 (36), 139–149.  
Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35103606>