

RECIBIDO EL 15 DE MARZO DE 2021 - ACEPTADO EL 15 DE JUNIO DE 2021

# IMPLEMENTACIÓN DEL DIAGRAMA DE VORONOI A LA CATEDRAL DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA, PARA LA DISTINCIÓN DE RECORRIDOS, SECUENCIALIDADES ESPACIALES Y GEOMETRÍAS

## IMPLEMENTATION OF THE VORONOI DIAGRAM TO THE CATHEDRAL OF SAN JOSÉ DE CÚCUTA, FOR THE DISTINCTION OF ROUTES, SPATIAL SEQUENTIALITIES AND GEOMETRIES

291

**Yannette Díaz Umaña<sup>1</sup>**

**Mawency Vergel Ortega<sup>2</sup>**

**Julio Alfredo Delgado Rojas<sup>3</sup>**

Universidad Francisco de Paula Santander.

<sup>1</sup> *Magister en Gestión Urbana, Especialista en Docencia Universitaria, Arquitecta, investigadora, docente titular y directora del Programa y Departamento de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Filiación: Universidad Francisco de Paula Santander. Correo electrónico: yannettedu@ufps.edu.co Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4582-1593>- grupo de investigación Quetelet y Target*

<sup>2</sup> *Doctora en Educación. Postdoctora en Imaginarios y representaciones sociales. Docente y Directora del Departamento de Matemáticas y Estadística. Filiación: Universidad Francisco de Paula Santander. Correo electrónico: mawency@ufps.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8285-2968> Grupo de investigación Euler y Graunt*

<sup>3</sup> *Magister en Educación Matemática, Arquitecto, Docente. Filiación: Universidad Francisco de Paula Santander. Correo electrónico: julioalfredo@ufps.edu.co Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6944-832X> grupo de investigación Euler y Quetelet*

### RESUMEN

El objetivo de la investigación es analizar la habitabilidad de la catedral de San José de Cúcuta. El diseño metodológico plantea un enfoque de tipo descriptivo, bajo la concepción de Careri quien propone la construcción física del espacio arquitectónico a partir de los recorridos. La implementación del diagrama de Voronoi como herramienta elegida a través de su representación en el plano euclídeo, permitió el estudio con una serie de experimentos digitales y

físicos, los cuales plantearon un cuestionamiento directo del espacio arquitectónico, representadas tridimensionalmente sus relaciones de proximidad, las fronteras entre varios objetos, y la caracterización de las diferentes zonas de la catedral en la comprensión de los modos de habitar, recorrer, observar las secuencias narrativas, para la consolidación de polígonos que constituyen el espacio sagrado.

### **PALABRAS CLAVES**

Arquitectura sagrada, habitabilidad, recorridos, diagrama de Voronoi, geometría.

### **SUMMARY**

The investigation analyzes the habitability of the Cathedral of San José de Cúcuta, this research product is generated whose methodological design raises a descriptive approach, under the conception of Careri who proposes the physical construction of the architectural space from the routes. The implementation of the Voronoi diagram as a chosen tool through its representation in the Euclidean plane, allowed the study with a series of digital and physical experiments, which raised a direct questioning of the architectural space, representing three-dimensionally its proximity relationships, the borders between various objects, and the characterization of the different areas of the cathedral in the understanding of the ways of inhabiting, touring, observing the narrative sequences, for the consolidation of polygons that constitute the sacred space.

### **KEYWORDS**

Sacred architecture, habitability, routes, Voronoi diagram, geometry.

### **INTRODUCCIÓN**

Para sustentar este proyecto investigativo se abre paso a las teorías como el habitar, morar y recorrer aplicada a la catedral de San José

de Cúcuta. Uno de los principales referentes de análisis del templo se posa en la perspectiva de Careri que expone que el caminar, constituye no sólo una construcción física del espacio, sino también, una transformación cultural y simbólica de los espacios residiendo allí la diferencia entre ocupar un espacio y habitarlo, entre situarse en un punto de la geografía o vivir dentro de ella." (Careri,2002). Por otra parte, es necesario una documentación general de las características arquitectónicas de la catedral para hallar los puntos de dominios que motiven el recorrido interno. De esta forma con la ayuda del diagrama de Voronoi se descubre el espacio en regiones y se distingue las proximidades asociados a un conjunto de puntos de dominio identificando polígonos geométricos con ciertas características comunes.

### **METODOLOGÍA**

La investigación sigue un enfoque mixto, fenomenológico desde lo cualitativo y de tipo descriptivo desde lo cuantitativo, ya que el interés es cualificar, y detallar con un lenguaje sencillo el objeto de estudio (Sabino 2008), dando una visión general y aproximada de su sentido de habitabilidad para la misión litúrgica. La técnica consiste en la implementación de Voronoi, conceptos topológicos iniciando en la fase uno con las concepciones del templo como lugar sagrado y en fase dos del templo como lugar simbólico, con el objeto de en fase 3 analizar recorridos, flujo, nodos y vecindades.

En la primera fase la conceptualización de lugar sagrado, se basa en postulados de autores donde el lugar creado es lugar de comunicación con Dios, se afianza en Roitman (2016) cuando afirma que los lugares sagrados son del mundo, y sin embargo, no son parte del mundo, por esos son lugares especiales. En la segunda fase se analizan concepciones de templo como lugar de hábitat. La tercera fase implica identificación de vectores, ubicación de nodos, análisis de movimiento en desplazamiento y

llegada del visitante. Se requiere para este análisis un estudio histórico que relaciona el flujo de visitantes de la Catedral; con un dominio de conceptos topológicos; el conocimiento de técnicas geométricas y de matrices; el conocimiento de algoritmos; y el control de técnicas de representación gráfica.

El diagrama de Voronoi que debe su nombre al matemático ruso Georgy Voronoi, es una estructura que sirve para diferenciar el espacio en regiones. Es muy útil para resolver problemas de proximidad asociados a un conjunto de puntos dado (Bravo 2019). Grima (2017) explica que se identifica un punto en el plano, de tal forma, que a cada punto se le asigna una región del plano. La forma más fácil e intuitiva de visualizar a los diagramas de Voronoi es a través de su representación en el plano euclídeo. Una vez identificados los puntos de dominio, Grima (2017) recomienda establecer el camino más corto entre dos puntos. Así en primer lugar se forman un conjunto de puntos de dominio, a dichos puntos se le calcula el diagrama Voronoi, y se calcula un nuevo diagrama con referencia al tejido homogéneo, de allí se puede establecer ciertos parámetros geométricos, y los recorridos principales conectados a los puntos de dominio.

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Análisis cualitativo permite identificar a Díaz (2019) quien relaciona la arquitectura sagrada con la capacidad de los fieles para vincular la mente y el cuerpo con la dimensión del espacio consagrado. Así mismo Roitman (2016) delimita, y le da una gracia especial (la presencia de Dios), que requiere respeto (al solicitarle quitarse las sandalias a Moisés), el lugar sagrado aparece, únicamente cuando Moisés se acerca a la llama, no solo de forma espiritual sino también física. De lo anterior, se deduce que lo sagrado en términos de habitabilidad implica estar sujeto a un orden físico y a la intimidad con Dios, de allí este espacio sagrado se experimenta como un espacio que supera

lo territorial, calificado y distinto del entorno, expresando simbólicamente la presencia de la divinidad (Roitman 2016). Avanzando en la conceptualización del templo como espacio sagrado, Blanco, (2006) denomina a la iglesia como una habitación para Dios, un edificio consagrado. Por su parte, Fernández (2009) hace la analogía de Jesucristo como templo de Jerusalén, como casa del Padre, ubicándolo en el interior del ser humano, inclusive en su propio cuerpo (p. 9). No obstante, las iglesias son necesarias en términos de habitabilidad, su función de morar o permanecer, responde a las necesidades propias del hombre, por lo que la noción de habitar está profundamente aferrada al ser, al comportamiento, es una manifestación de la manera de vivir (Cuervo 2008, p.46),

Esta condición humana del “habitar” la define Heidegger en Yori, (2007) como: “ser-en-el-mundo: “yo soy quiere decir habito”” (p. 56), “está ligado a la duración, a un detenerse y por supuesto, a un demorarse en algún lugar...” (Cuervo 2008, p 46) es “[...]hacer la propia habitación, la morada, en algún lado [...]” (Cuervo 2008, p 46) , por lo tanto se parte de la corporeidad humana en esta condición espacio temporal. De ahí Yori, (2007) comenta “ [...] la construcción será posible solo porque se habita, pues es precisamente la habitación la forma de ser del hombre en tanto ser-en-el-mundo(p.312). Aunado a esto, la idea de lugar sagrado determinada por el encuentro, expresión que alude a la dimensión espacial como significado de nuestra propia existencia como seres espaciales (Yori 2007). En este sentido Blanco (2006) asocia la liturgia como un fervor colectivo, lugar adecuado para este encuentro. En consonancia, se coincide en relacionar la misión litúrgica, la administración de los sacramentos y la condición espacial del lugar consagrado, ineludible, por lo que la función propia de la iglesia en su papel de habitar o morar y contemplar construida en lo simbólico, pedagógico, expresivo y

fenomenológico quedando materializada en la obra arquitectónica (Fernández, 2017, p. 1).

## HABITAR EL TEMPLO

Bajo esta conceptualización es preciso señalar que “[...]Para Heidegger nunca estamos en un “aquí” simplemente como “sembrados” en él, sino que estamos “ahí”, es decir, “traspasando el espacio” [...] (Yori, 2007, p.312). Con esta idea, resulta de gran ayuda la concepción de arquitectura que propone Francesco Careri en su libro Walkscapes. En él, el autor expone que el caminar, constituye no sólo una construcción física del espacio, sino también, una transformación cultural y simbólica de los espacios y en este punto, podría residir la diferencia entre ocupar un espacio y habitarlo, entre situarse en un punto de la geografía o vivir dentro de ella.” (Careri,2002). Por consiguiente, el morar se entenderá como un demorarse en los lugares, atravesando los espacios, yendo, dirigiéndose ir hacia las cosas, tal como Yori (2007) lo menciona. En efecto, se comprende que morar el templo, es recorrerlo, experimentar la secuencialidad espacial y sensorial como estrategia de apropiación simbólica y cultural desplegadas por el individuo en su relación con la arquitectura de la catedral de San José de Cúcuta, y esto cobra sentido al admitir que el camino constituye el método predilecto para ir conociendo ciertos detalles que se irán hilando como un discurso descriptivo. En esta misma línea la metodología de Careri, (2002) establece que “El hecho de andar se convirtió en una acción simbólica para habitar el mundo, al modificar los significados del espacio atravesado, el recorrido se convirtió en un nuevo orden de cuyas bases se desarrolló la arquitectura de los objetos colocados en él. (p. 15)

**Fase 3.** La Catedral de San José de Cúcuta se desarrolla en una planta basilical, conformada por tres naves que se alzan de forma escalonada, siendo la nave central la de mayor altura que las laterales (Vergel, Delgado & Díaz 2020). Se

inspira en movimientos medievales, con una consolidación a través del tiempo, incorporando ajustes compatibles con las tendencias del siglo XX, hasta lograr su aspecto final (Díaz, Delgado & Vergel 2021). Estas características arquitectónicas se relacionan con eventos de la ciudad que incidieron notablemente en la reconstrucción del templo, lo cual significó un símbolo de intrepidez y emprendimiento de una población que, en esos momentos de crisis política, ambiental y social, proyectaron el templo de naturaleza ecléctica (Vergel, Delgado & Díaz (2020).

Las longitudes de la catedral se sitúan sobre un esquema de cruz latina, cuyas dimensiones de 74.25m. por 23.3m. de ancho, para la nave central y sus laterales y el transepto de una longitud de 60.10 m. por 11.45m. de ancho (Díaz, Delgado & Vergel (2020), adaptándose en la cuadrícula urbana, y dando continuidad a los recorridos llevados a cabo sobre la av. 5 y parque Santander. Esta serie de datos arquitectónicos, permite comprender la función de morar, donde los recorridos o itinerarios a través y en función del diálogo arquitectónico entre las diferentes piezas o estancias, logran modular los espacios principales debido a la importancia que le otorga a la habitabilidad en favor de la misión litúrgica. Así el entendimiento de la arquitectura como una secuencia narrativa de episodios espaciales con carácter propio, a pesar de poseer una estructura tripartida con las naves, favorecen la unidad espacial y simbólica. Para Díaz, Delgado & Vergel. (2021) se ajusta el principio de composición a la geometría en medio de la relación entre sus elementos y la espacialidad contenida.

De esta forma la fachada de la catedral, con la estructura tripartida, conformada por dos torres laterales y el frontón como articulador de estos elementos, crea una jerarquía, guardando las proporciones y simetrías perfectas, en donde se exhiben elementos variados como las basas que

soportan las columnas adosadas, con tipología corintia y jónicas (Vergel, Delgado Rojas, & Díaz 2018). Esta fachada da la bienvenida al feligrés, conforma el punto inicial del recorrido, ciertos elementos visibles en ella atraen la atención. Por ejemplo, en la fachada se registra el rosetón de 3.2m. de diámetro, como punto focal de la composición, con la imagen de San José y la bandera de Colombia en el contorno externo del vitral (Vergel, Delgado, & Díaz 2020). Este esquema guarda influencias neoclásicas, así como, la cúpula, las torres, el ajuar litúrgico y otros elementos religiosos (Delgado, Díaz & Vergel 2021), que conforman en el interior unos puntos de tensión o de dominio hacia los cuales los flujos peatonales se direccionan, creando recorridos, secuencialidad espacial y experiencia sensorial para afectar emocional y espiritualmente a los fieles. (ver imagen 1). Uno de estos puntos de tensión se identifica bajo la cúpula de la catedral de San José de Cúcuta, que configura un skyline curvilíneo místico con un valor simbólico, vinculando su significado cosmológico al representar la “bóveda celeste”, sobre el altar (Díaz, Vergel & Delgado 2020).

El arte plasmado en el intradós de la cúpula que conecta con el espectador de una forma fenomenológica logrado con el efecto de haces lumínicos que penetran por el óculo y los vitrales del tambor, al ascender y descender el sol, esto cobra un interesante juego lumínico al interior del crucero, que es visto por los fieles (Vergel, Díaz & Delgado 2020). De cierto modo este espacio se delimita con el misticismo de la cúpula, para Heidegger (1993) en Díaz, Delgado & Vergel (2021) en el habitar, morar y contemplar la zona del altar. Esta área bajo la cúpula, prevalece sobre las demás, pues corresponde a la zona presbiteral, donde se halla el altar, por ende no rivaliza con otros espacios, los recorridos que se general son periféricos, se puede asumir como un esquema dinámico que facilita la organización de un sistema de relaciones entre la estructura, la forma y su uso, por lo que se distingue un

método de referencia capaz de jerarquizar y significar los elementos arquitectónicos (Díaz, Delgado & Vergel 2021) (figura 2)

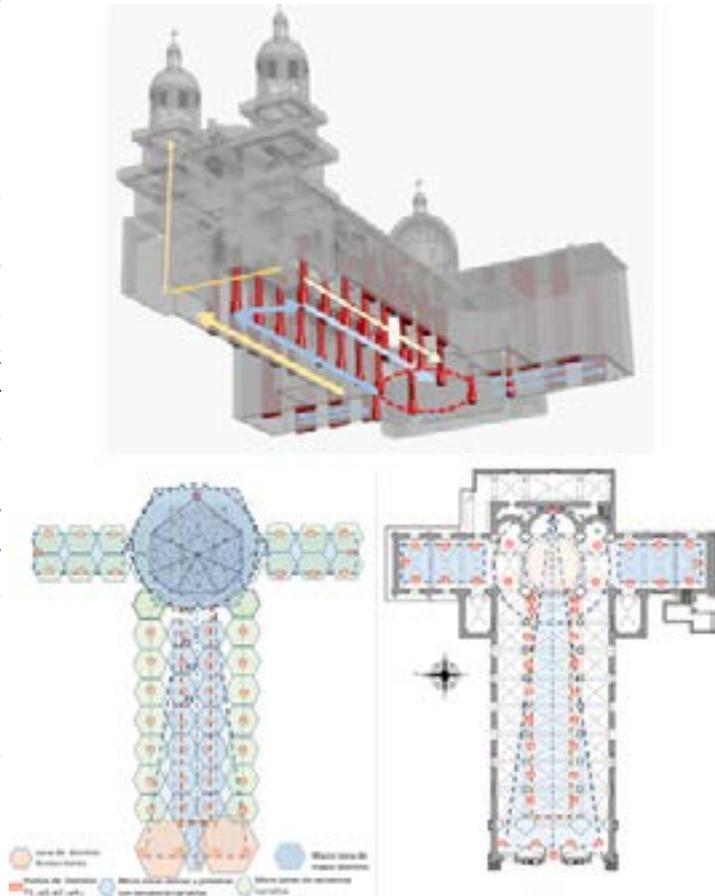


Figura 1. Axonometría de la catedral de San José de Cúcuta con recorridos principales ubicación de dominio. Fuente: Elaboración propia. Modelado Autodesk Revit: Catherine Contreras.

De igual manera, las torres establecen un punto o nodo hito en el paisaje urbano y sonoro de la ciudad. Las Campanas de la Catedral de San José de Cúcuta, ubicadas en la torre norte de su fachada, configuraron la más alta, simbólica construcción e instrumento acústico de mayor resonancia de la ciudad en el siglo XX (Vergel, Delgado & (2018). Alcanzan una altura de 35m. sobre el nivel del suelo y contienen también un recorrido interno, a través de los recintos vacíos de la torre, un recorrido privilegiado, solitario, dejado a la labor del campanero, actividad que

a través del tiempo se ha ido perdiendo, aun cuando el valor patrimonial de la marca sonora forma parte del paisaje urbano que merece ser preservado (Delgado, Díaz & Vergel 2019). Igualmente se distinguen 60 unidades de vitrales de la empresa Maumejean ubicados conforme al eje litúrgico (Vergel, Díaz & Delgado 2021), lo cual favorece la visibilidad de los detalles en los cristales, gracias a la disposición lumínica natural. Este conjunto de piezas magníficas, dispuestas en la nave central (16 unidades), las naves laterales (16 unidades), el tambor (8 unidades), el transepto (16 unidades) 1 en ábside, 2 en los extremos del transepto, y 1 en la entrada, se organizan identificando un recorrido, pues las piezas de vitrales cuentan una historia de manera individual y también grupal, condicionando el recorrido para la comprensión del mensaje bíblico. De ahí en la nave central, el camino para la secuencia narrativa inicia en el extremo norte del altar, continua hacia la entrada gira y vuelve al extremo sur del altar. Las naves laterales, por su parte se desarrollan de este a

oeste primero la nave lateral izquierda y luego la nave lateral derecha.

Una parte importante de la exploración de datos espaciales es la detección de estructuras de datos, seis áreas en la Catedral, mediante la aplicación de índices que nos permitan hacernos una idea de la autocorrelación espacial en los datos. Se calculó el Índice Moran's I, con la finalidad de detectar la forma en que se relacionan los valores de la variable entre diferentes puntos del arreglo espacial. El resultado del índice Moran's I =0.141,  $z = 2.25$ ,  $p < 0.04$ , indica que sí existen estructuras en los datos, en cuanto a su ubicación y contenido, dado que la hipótesis de autocorrelación se confirma. Se calculó el índice de Getis-Ord General G=0.0001,  $z = 3.4$ ,  $p = 0$  que indica si existen agrupaciones de datos, y en qué amplitudes de datos suceden las mismas. Los resultados, apreciables en la Figura 3. La significancia para la probabilidad de agrupamiento en cada vecindad es alta, con una probabilidad menor al 1% de que el patrón observado sea de origen aleatorio.

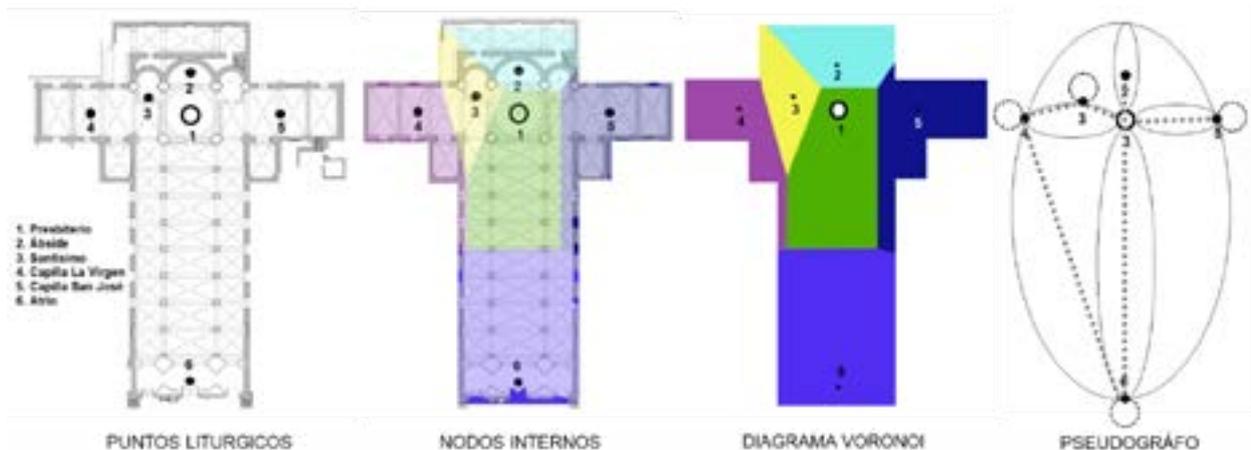


Figura 2. Análisis pseudográfico de Voronoi. Fuente Autores

Los elementos litúrgicos y los ornamentales se identifican y ubican para este estudio como puntos de dominio en menor jerarquía, por cuando también fortalecen los caminos de tránsito permanente por parte de los feligreses en el templo. Así las figuras de mármol de san

Pedro y san Pablo, los ángeles de mármol de la entrada, la pila bautismal, el pulpito y otros se puntualizan en los planos arquitectónicos con el fin de realizar diagrama de Voronoi a la catedral de San José de Cúcuta. Estos elementos artísticos de tipo religioso revelan

las corrientes estilísticas del pasado, traídas de países extranjeros que, por su valía técnica, sus materiales, formas y diseños sorprenden, comunican y sensibilizan al feligrés. (Delgado, Díaz & Vergel2021).

**DIAGRAMA DE VORONOI EN LA CATEDRAL DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA.**

El psuedografo (figura 2) muestra 5 nodos en el cual pueden apreciarse las relaciones entre todos los pares de puntos del área de estudio, en la medida en que aumenta la distancia entre ellos, la varianza también presenta un aumento.

En este análisis se tiene en cuenta, el estudio de las fronteras entre varios objetos y sus relaciones de proximidad, permiten ver las diferentes zonas de la catedral identificando su proximidad, con la densidad de puntos de dominio, las proximidades con secuencia narrativa y consolidación de polígonos de zonas con características similares. De allí se puede identificar un conjunto  $S = \{p_1, \dots, p_n\}$  de puntos en el plano Euclídeo, que conforman la región de Voronoi, así del punto  $p_1$  con respecto al conjunto  $S$  a la formada por los puntos del plano que distan de  $p_1$  menos que de cualquier otro punto de  $S$ . Es decir:

$$VS(p_1) = \{x \in R^2 : d(x, p_1) < d(x, p_j) \forall p_j \in S \setminus \{p_1\}\}. \tag{1}$$

Cada región de Voronoi es el interior de una región poligonal definida como intersección de semiplanos:  $H_{ij} := \{x \in R^2 : d(x, p_i) \leq d(x, p_j)\}$  (2)

se tiene que  $VS(p_i)$  es el interior de  $\bigcap_{j \in \{1, \dots, n\} \setminus \{i\}} H_{ij}$ . se puede por tanto por tanto hablar de los vértices y aristas de cada región de Voronoi. Dado un conjunto  $S = \{p_1, \dots, p_n\}$  de puntos en el plano Euclides, llamamos diagrama de Voronoi a la partición del plano formada por las regiones de Voronoi, sus vértices y sus aristas. se denota como  $Vor(S)$ . (figura 3)

$$G = (V, A), \quad V(V_1, V_2, V_3, V_4, V_5) \tag{3}$$

$$W: A \rightarrow R \quad W = \frac{[a_{ij}]}{a_{ij}} = \begin{cases} w_{ij} & \text{si } (V_i, V_j) \in A \\ \infty & \text{si } (V_i, V_j) \notin A \end{cases} \tag{4}$$

Cuya representación matricial del grafo de mayor potencial de flujo (Figura 2 d)

	0	1	1	1	0
	1	0	0	0	0
	1	1	0	1	1
	1	0	1	0	0
	0	0	1	0	0

- Recorrido 1: {3,4,1}      Recorrido 2: {3,2,1}
- Recorrido 3: {3,1}      Recorrido 4: {3,5}

Consolidase así las zonas poligonales, superficies espaciales que están conformadas por varias unidades básicas con ciertas características en común. Con ello se identifica en figura 3, el cuadrado cuyos vértices coinciden con los puntos dominantes de las torres en el oeste y San Pedro y San Pablo en el costado este, los laterales son recorridos que definen su límite compuesto con una serie de vitrales cuya narración secuencial tiene un orden, iniciado en el costado este izquierdo en sentido contrario de las manecillas del reloj para terminar nuevamente en el este lado derecho en cercanía al presbítero. Otras zonas también se señalan con pequeños dominios, sin secuencialidad en las naves laterales y transepto. El triángulo formado por los puntos de dominio en el ábside y extremos de las torres configuran la figura geométrica elemental que encarna la divinidad, posee todas las perfecciones, su punta señala al este, representando simbólicamente el naciente, la luz y la sabiduría. Por otra parte, la estructura del octágono, como proyección de la cúpula justo encima del altar y sagrario, como los dos mayores puntos dominantes, de forma absoluta e inmutable, representa el punto de partida infinito, de eternidad y su centro es un principio

generador. Evoca la expansión de la iglesia en el universo, recuerda la inmensidad del cosmos y el misterio de su creación. De esta manera se observa que la catedral de san José de Cúcuta se inspira en las formas geométricas elementales, el cuadrado, el triángulo, y el círculo en este caso representado con el octágono, a partir de estos tres elementos fundamentales con significado simbólico que conforman una cruz, no solo en su estructura arquitectónica sino en sus puntos de dominio que motivan los recorridos. La cruz latina representa en su morada (demorarse, atravesar, dirigirse, ir, caminar) el calvario de cristo, su cuerpo esta simbolizado por la nave, el crucero está situado donde irían los brazos y el altar alberga la cabeza del supliciado. En la simbología de las formas del templo el círculo es cielo y el cuadrado tierra. El altar o zona presbiteral es el centro espiritual de la iglesia.



Figura 3. Diagrama de Voronoi con puntos dominantes en estructura física de la catedral.

Fuente: modelado Catherine Contreras.

## CONCLUSIÓN

Se presentan varios conceptos en torno a lugar, vecindad, la arquitectura sagrada entendido como el espacio logrado únicamente con la presencia de Dios, destinada para facilitar en los devotos la conexión de la mente y cuerpo con el espacio consagrado. A su vez se conceptualiza lo sagrado, como aquello que se ha dedicado únicamente con fines litúrgicos. Se plantea la necesidad del templo construido en términos de habitabilidad, por cuanto hombre existe corpóreamente y se despliega geográficamente, lo que prescribe espacios para esta necesidad individual y colectiva.

El Diagrama de Voronoi, permite ubicar cinco vértices o puntos dominantes (elementos arquitectónicos, litúrgicos artísticos, organización de datos de usuarios y contexto arquitectónico determinados), obtener una lectura mediante la experimentación digital de la lógica de habitabilidad de seis áreas en la catedral, mayor potencial de flujo en 4 recorridos, y la observación de secuencias narrativas en el templo vistos en el diagrama.

El tejido general conserva los formalismos de su envoltura, pero consolidando con mayor densidad de puntos dominantes y cercanías en la zona presbiteral debajo de la cúpula asumida en el modelo digital en base al octágono y luego en menor medida la nave central. De la misma forma se observa la distinción del tejido del diagrama de Voronoi en la nave lateral izquierda hasta gradualmente dispersarse en la nave lateral derecha y extremos del transepto correspondiente a los lugares de poca movilidad y permanencia.

El desarrollo de este tipo de diagrama facilita el análisis de la arquitectura sagrada, a partir de la adquisición de conceptos y la triangulación de datos. Este ejercicio que parte de lo estilístico y funcional de la arquitectura de la catedral de san José de Cúcuta da apertura a una

instancia de exploración formal muy interesante, donde opera la habitabilidad, los recorridos, las secuencialidades espaciales y geometrías para dar resultados en el ejercicio de diseño paramétrico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blanco, Pablo (2006). Liturgia y Eucaristía en la obra de Joseph Ratzinger. *Scripta Theologica* 38 (2006/1):103-130.
- Bravo, Gustavo (2019). Problemas de localización. Trabajo Fin de Grado para acceder al Grado en Matemáticas. Facultad de Ciencias. Universidad de Cantabria.
- Careri, Francesco (2002). Walkscapes. El andar como práctica estética, Gustavo Gili, Barcelona.
- Cuervo, Juan José (2008). Habitar: Una condición exclusivamente humana. *ICONOFACTO*/(2008):43-51. Consulta en diciembre 5 2019:
- Delgado Rojas, J. A., Díaz Umaña, Y. ., & Vergel Ortega, M. . (2021). Valoración patrimonial a partir del análisis morfológico y matemático de San Pedro y San Pablo, de la catedral de San José de Cúcuta. *Revista Boletín Redipe*, 10(7), 214–224. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i7.1359>
- Delgado Rojas, J. A., Díaz Umaña, Y. ., & Vergel Ortega, M. . (2019). El paisaje Arquitectónico y sonoro del campanario de la Catedral de San José de Cúcuta. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, Vol. 11, No. 1, Enero – Marzo.
- Díaz, Y. (2019). La arquitectura sagrada en San José de Cúcuta (I Parte): Caso de estudio, Iglesia de Nuestra Señora de la Candelaria. Trabajo investigativo presentado para el escalafón docente. UFPS, Cúcuta, Colombia.
- Díaz Umaña, Y. ., Delgado Rojas, J. A. ., & Vergel Ortega, M. . (2021). Representaciones socioespaciales, en la memoria histórica de la catedral y su entorno urbano en San José de Cúcuta. *Revista Boletín Redipe*, 10(4), 376–387.
- Díaz Umaña, Y., Delgado Rojas, J. A., & Vergel Ortega, M. . (2020). La geometría constructiva del cimborrio de la catedral de San José de Cúcuta. *Revista Boletín Redipe*, 9(12), 294–299. <https://doi.org/10.36260/rbr.v9i12.1156>
- Díaz-Umaña, Y. ., Vergel-Ortega, M. . ., & Delgado-Rojas, J. A. . (2020). Modelo geométrico y arquitectónico de la cúpula mayor en San José de Cúcuta. *Revista Boletín Redipe*,
- Díaz-Umaña, Y., Delgado-Rojas, J. A. ., & Vergel-Ortega, M. . (2021). La geometría basada en la malla como mecanismo compositivo de Villa Savoye. *Eco Matemático*, 12(1). <https://doi.org/10.22463/17948231.3070>
- Díaz-Umaña, Y. ., Delgado-Rojas, J. A. ., & Vergel-Ortega, M. . (2021). Una tendencia de la arquitectura moderna en América Latina, basada en la Geometría revolucionaria de la iglesia de San Francisco de Asís. *Eco Matemático*, 12(2).
- Díaz-Umaña, Y., Díaz- Fuentes, X. & Galvis-Centurión, R. (2021). 35 proyectos de arquitectura contemporánea. *Materia forma & contexto*. ECOE ediciones. Bogotá.

- Grima, Clara. (2017). El diagrama de Voronoi, la forma matemática de dividir el mundo. Abcdario de las matemáticas. España: Abc ciencia.
- Heidegger Martin (1993). Construir, habitar y pensar. Chile: editorial Universitaria.
- Fernández Castro, Osvaldo (2017). ¿Qué es la liturgia? Boletín de información Canalí informa. N154, abril, (2017):1-4
- Fernández-Cobián, Esteban. Arquitectura religiosa contemporánea (2009). Estado de la cuestión. I Congreso Internacional de Arquitectura Religiosa Contemporánea «Arquitecturas de lo sagrado: Memoria y proyecto» (2009):8-37
- Roitman, Adolfo (2016). Del tabernáculo a Templo. Sobre el espacio sagrado en el judaísmo antiguo. Estella, Navarra: Estrella: Editorial Verbo Divino.
- Sabino, Carlos (2008). El proceso de Investigación. Caracas: 17 Editorial Panapo,
- Vergel-Ortega, M; Delgado Rojas, J & Díaz Umaña, Y (2018). Cathedral bell's San José de Cúcuta: Heritage and acoustics. Journal of Physics: Conference Series, Volume 1329, XIV Applied Mathematics Meeting and XI Statistics Meeting 7–8 December 2018, San José de Cucuta, Colombia
- Vergel Ortega, M., Díaz Umaña, Y. ., & Delgado Rojas, J. A. . (2020). Luz, símbolo y revelaciones a través del papiro de Jeremías y la presencia de la virgen María en la catedral de San José de Cúcuta. Revista Boletín Redipe, 9(11), 272–281.
- Vergel Ortega, M., Delgado Rojas, J. A., & Díaz Umaña, Y. (2020). Estudio iconográfico y geométrico del vitral de San José en la catedral de Cúcuta. Revista Boletín Redipe, 9(6), 119–133. <https://doi.org/10.36260/rbr.v9i6.1006>
- Vergel Ortega, M., Delgado Rojas, J. A., & Díaz Umaña, Y. (2020). Dimensión histórica de la red ferroviaria, su impacto económico y urbano en San José de Cúcuta. Revista Boletín Redipe, 9(6), 183–191. <https://doi.org/10.36260/rbr.v9i6.1011>
- Vergel Ortega, M., Díaz Umaña, Y. & Delgado Rojas, J. A (2021). Dependencia geométrica en la composición del vitral del Espíritu Santo. un estudio iconográfico y arquitectónico en la catedral de san José de Cúcuta. Revista Boletín Redipe vol. 10 no. 8
- Yori, Carlos. (2007). Topofilia o la dimensión poética del habitar. Editorial Pontificia universidad Javeriana. Bogotá.