

ANÁLISIS DE LA IMAGEN URBANA DE LA CIUDAD DE GRANADA. HITOS Y NODOS A TRAVÉS DE SU HISTORIA

Ángel Humberto Delgado Olmos, Fco. José Fernández Torres, M. Luisa Márquez García y Victoria Ramírez Márquez

La ciudad de Granada, que dialoga entre la Sierra y la Vega, ha sido lugar de asentamientos de grandes culturas. Así lo ponen de manifiesto las huellas que cada una de ellas han dejado: puentes romanos, la Catedral, la Alhambra,.... Estos vestigios nos han permitido hacer un análisis dinámico de la ciudad a través de los tiempos.

El interés por buscar una aplicabilidad de los elementos históricos y representativos de la ciudad a través de la arquitectura, nos ha llevado a considerar los *hitos* y *nodos* de la misma para buscar criterios científicos con los que podamos analizar la importancia de los mismos y establecer relaciones entre ellos. Es obvio que la ciudad, como obra del tiempo, es una realidad evolutiva que no ha sido pensada como fruto de un planeamiento sino de planteamientos sucesivos; su historia está formada por diferentes etapas que le han dado una imagen definida, al tiempo que se avala la manera de construir el espacio en el que la sociedad realiza sus principales funciones. Este análisis nos permite comprobar:

- Visualmente la estructura de la ciudad a través de las distintas culturas.
- La relación afectiva del hombre contemporáneo con la historia de la ciudad.
- Comprobar cómo el pasado y el presente se funden para enriquecer el futuro urbanístico de la ciudad
- Observar que la ciudad, es una obra en el tiempo, fruto de sucesivos planteamientos que le han permitido crear su imagen como reflejo de las vivencias de los individuos con el espacio.
- Destacar la implicación que tienen los individuos, como responsables de la conservación del patrimonio.

Lo anterior permite establecer una relación entre el urbanismo de una ciudad y el modelo que lo sostiene.

Palabras clave: hitos, nodos, matriz de incidencia, punto acústico visual

} , {A., S.M.B.} , {A., S.N.} , {A., E.P.} , {A., C.G.} ,

Introducción

El urbanismo de una ciudad y su planificación es una actividad bastante compleja. Está sometida a diversas influencias y decisiones desde distintos puntos de vista: sociales, económicos, políticos, administrativos, etc...

El presente trabajo surge de la preocupación que nos plantean las complejas relaciones que se establecen entre los asentamientos de la población y las condiciones del medio circundante, agravadas por la industrialización de las ciudades y por la interacción de diversos fenómenos, lo que nos lleva al planteamiento de soluciones para tiempos venideros.

Este hecho, nos ha permitido analizar la ciudad de Granada, ya que creemos que el conocimiento de la ciudad a partir de la conjugación de la historia con la experiencia personal, afianza la significación cultural que tienen los elementos o piezas que la integran. Los detalles que posibilitan el reconocimiento de la ciudad (*hitos* y *nodos*) por parte de la población la enriquece: Granada es una ciudad cuyo origen continúa debatiéndose entre asenta-



1 / Hito: Construcción que sirve de punto de referencia, (por su tamaño, por contrastar con el contexto donde se encuentra ubicado, por su valor histórico....)

Nodo: punto de intersección de dos o más sistemas de organización (reticular, radial, lineal, central....)

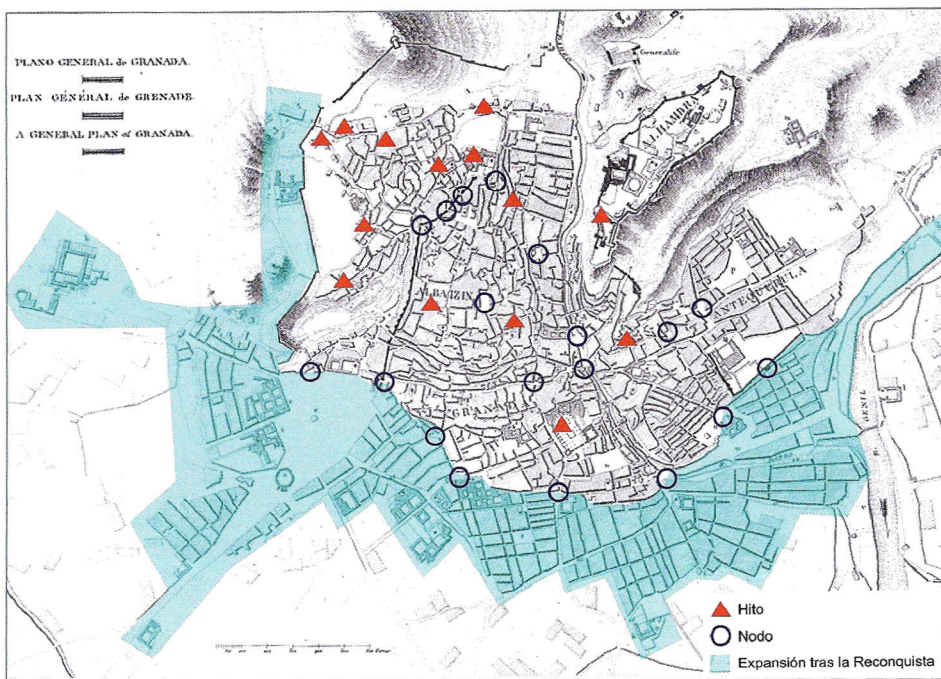
2 / No es de extrañar que al aproximarse a la ciudad el viajero observara que uno de sus rasgos característicos era el elevado número de cúpulas y campanarios que sobresalían airosos entre su abigarrado caserío. La imagen resultaba más llamativa si consideramos que muchas de las torres estaban rematadas con elegantes chapiteles de pizarra".

mientos de los íberos o de un poblado anterior y ha gozado de una gran sucesión de culturas que han sabido aprovechar las características de su emplazamiento. Estas culturas llevaron a cabo construcciones que, podían ser divisadas desde diferentes zonas de la ciudad y permitían ser puntos de referencia para guiarse por sus calles. Estas construcciones serán las que pasaremos a denominar *hitos* de la ciudad, los puntos de intersección de calles (plazas, fuentes,...) le llamaremos *nodos*.

Nuestro trabajo consiste en analizar los principales *hitos* y *nodos* existentes en la ciudad de Granada, en años de gran trascendencia para esta ciudad que supusieron el principio o el final de períodos destacados de su historia, para finalmente llegar a nuestros días y comprobar si la lógica de su existencia como elementos referenciales se sigue manteniendo o no.

Para este análisis, hemos elegido los años en los que nuestra ciudad tuvo una gran influencia histórica.

■ Comenzamos con *el año 1492*. En este año, se produce la toma de Granada por los Reyes Católicos, lo que supuso la expulsión de los musulmanes y la reintroducción del cristianismo en la ciudad. Hasta este momento, Granada se encontraba repleta de mezquitas, además de contar con la Alhambra, (*hito por excelencia* de la ciudad que consideraremos como una unidad en sí misma para nuestro análisis). La existencia de dichos hitos se conoce, no sólo a través de dibujos y escritos, sino que han llegado a nuestros días los aljibes que en ellas se encontraban. Gracias a éstos, se ha logrado situar con gran precisión el



Plano 1

emplazamiento de dichas mezquitas, hoy perdidas en su mayoría.

Con la llegada del cristianismo, las mezquitas estaban condenadas a desaparecer en favor de las iglesias. La mayoría de las mezquitas serían derribadas y sobre el solar resultante se construirían edificios religiosos para dar culto al cristianismo.

Por otro lado, en esta época encontramos importantes *nodos* en la ciudad de Granada, coincidiendo en su gran mayoría con las puertas de las murallas de la ciudad, ya que en éstas se encontraban las *sendas* de entrada a la ciudad destinadas al recorrido de la guardia.

En *plano número 1* se resalta:

La extensión de la ciudad de Granada hasta 1492 con sus principales *hitos* y *nodos* marcados.

La rápida expansión producida tras su reconquista por parte de los Reyes Católicos.

■ Continuamos con *el año 1789*. Aunque en principio este año pueda parecer de escasa relevancia, ya que es significativo para Francia y no para España, queremos resaltar que la Re-

volución Francesa supuso el origen de un conjunto de guerras que iban a afectar a España en cierta medida ya que dieron lugar a una grave crisis en la Hacienda española que provocó el inicio de una serie de desamortizaciones de bienes, en su mayoría eclesiásticos (que serían hitos para la ciudad).

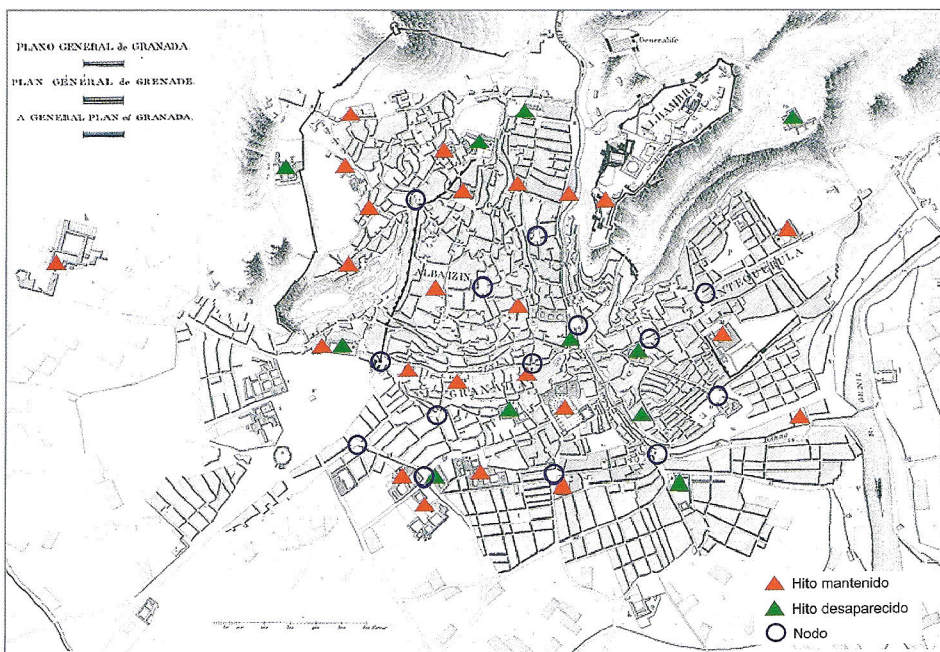
El estado de la ciudad en estos años, sufre cambios muy relevantes debido a las desamortizaciones antes comentadas. Tras la reconquista de la ciudad por parte de los Reyes Católicos se procedió a la construcción de un gran número de edificios religiosos, siendo una buena parte catalogables como hitos, con el fin de reinstaurar el cristianismo en la ciudad tras ocho siglos de dominio musulmán.

A estos nuevos hitos introducidos en la ciudad, que aparecen marcados en la imagen adjunta del *plano número 2*, hace referencia D. Juan Manuel Barrios Rozúa 2 en su libro "*Reforma Urbana y Destrucción del Patrimonio Histórico en Granada*".

Se mantienen algunos de los nodos existentes en la época de la Reconquista, a los que se deben unir otros nuevos.



Plano 2



Plano 3

Éstos serán resultado de encuentros entre destacadas sendas presentes en las zonas hacia las que la ciudad se había expandido. Los principales nodos de esta época aparecen marcados en la imagen adjunta del *plano número 2*.

■ En el año 1874 se produce un golpe de Estado que acaba con la Primera República, esto supuso el final del

proceso desamortizador que venía llevándose a cabo y el origen de una nueva expansión de las órdenes religiosas.

En estos años se aprecia una ciudad con *hitos menos concentrados* 3 con respecto a sus emplazamientos que en los siglos anteriores y es que el resultado de todo el proceso de desamortización, unido a la continua expansión

3 / Los hitos se desperdigán

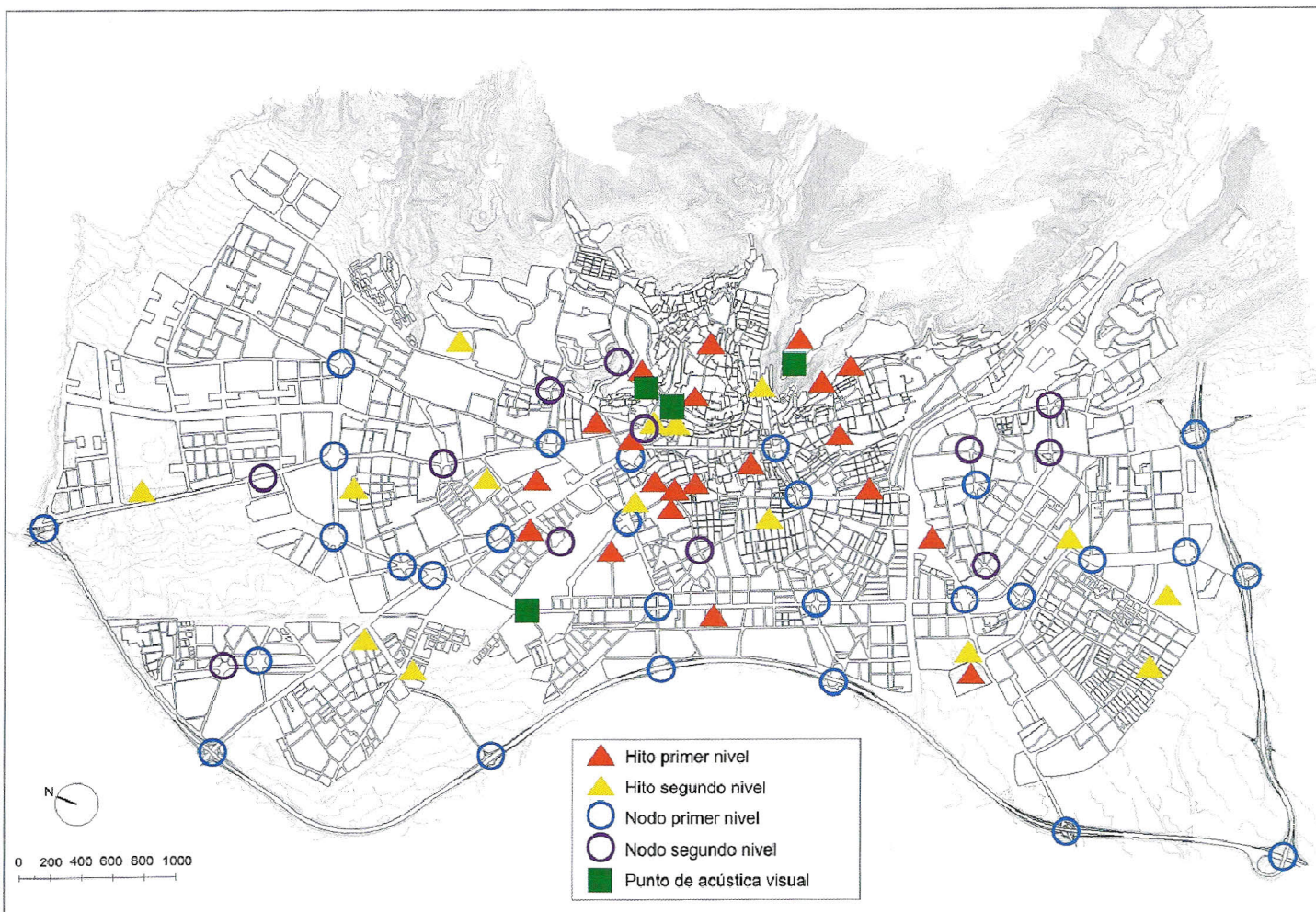
de la ciudad, había sido la existencia de hitos a lo largo de toda esta que facilitaba en gran medida la captación de su forma por los ojos del observador. La distribución de los nodos, que no han variado con respecto a la época anterior, y de los hitos en estos años se refleja en la imagen adjunta del *plano número 3*.

■ Finalizamos con *el año 2006*. En este año desarrollamos un análisis mucho más exhaustivo de los hitos y los nodos de la ciudad de Granada. En él se analizan las conexiones visuales entre los distintos hitos y mediante un modelo matemático, se ha programado el cálculo de la mínima distancia entre ellos.

Hasta este momento hemos considerado como hitos principales de la ciudad, en primer lugar, mezquitas, y luego, iglesias. Ello era debido al hecho de que eran construcciones claramente más altas que el resto de edificios y por lo tanto fácilmente visibles desde una cierta distancia. En el caso actual es de vital importancia señalar que la mayoría de estos edificios religiosos han pasado a ser hitos de segundo nivel, ya que motivaciones técnicas, sociales y especulativas vividas en el ámbito municipal ha hecho posible que los edificios destinados a viviendas superen, con creces, la altura de los campanarios de las iglesias. Por tanto en la ciudad de Granada tendremos actualmente como hitos principales los edificios religiosos de emplazamiento idóneo para tal efecto y edificios de otros usos que, debido a sus dimensiones, entre otras posibles características, destaquen claramente sobre el resto.



4 / Un grafo G viene dado por un par ordenado $G=(V, A)$, donde V es un conjunto no vacío y A es una colección de subconjuntos binarios de V de la forma $\{i, j\}$ con $i \neq j$. Los elementos de V reciben el nombre de llamados vértices (puntos, funciones o elementos) del grafo. Todo $\{i, j\} \in A$, recibe el nombre de arista (línea, arco) de G . Gráficamente representaremos los vértices por puntos y las aristas por líneas que los unen. Un vértice puede tener ninguna o más aristas, pero toda arista debe unir dos (2) vértices.



Plano 4

En el *plano número 4*, se resaltan los principales hitos, pero además, en este caso, se marcan también los *hitos de segundo nivel*, de mayor trascendencia, así como los *nodos y puntos de acústica visual*.

A partir del análisis histórico desarrollado sobre hitos y nodos de la ciudad, nos planteamos las siguientes preguntas:

- ¿La ubicación de los diferentes hitos y nodos de la ciudad, es una buena referencia para los habitantes de la misma?
- ¿Cuál es el hito por referencia de la ciudad?
- ¿La distancia mínima entre ellos ?
- ¿Son suficientes?
etc...

Para dar respuesta a estas preguntas se ha hecho un análisis matricial de los datos históricos recogidos utilizando la teoría matemática de grafos 4, la cual constituye una herramienta básica para modelizar fenómenos discretos y nos permite llegar a simbolizar un problema concreto mediante un esquema gráfico o grafo, formado por puntos y líneas que los unen, y estu-



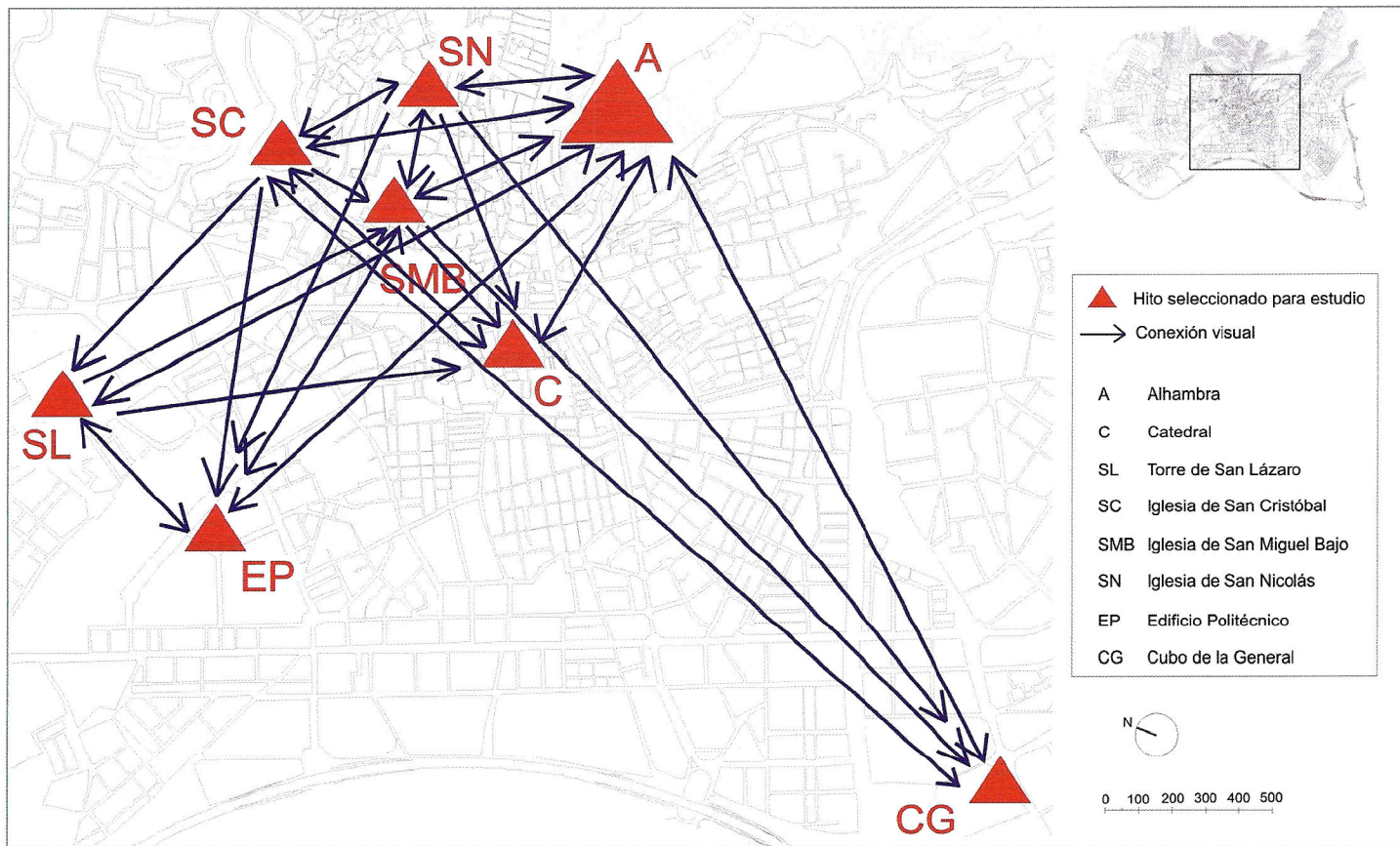
5 / Sea $G=(V,A)$, el grafo tal que:

$$V = \{A,C,S.L.,S.C.,S.M.B.,S.N.,E.P.,C.G.\}$$

$$G = \left\{ \begin{array}{l} \{A,C\}, \{A,S.L. \}, \{A,S.C. \}, \{A,S.M.B. \}, \{A,S.N. \}, \{A,E.P. \}, \{A,C.G. \}, \\ \{C,A \}, \{C,S.C. \}, \\ \{S.L.,A \}, \{S.L.,C \}, \{S.L.,S.M.B. \}, \{S.L.,E.P. \}, \\ \{S.C.,A \}, \{S.C.,C \}, \\ \{S.M.B.,A \}, \{S.M.B.,C \}, \\ \{S.N.,A \}, \{S.N.,C \}, \\ \{E.P.,A \}, \{E.P.,C \}, \\ \{C.G.,A \}, \{C.G.,C \} \end{array} \right.$$

	A.	C.	S.L.	S.C.	S.M.B.	S.N.	E.P.	C.G.
A.	0	1	1	1	1	1	1	1
C.	1	0	0	1	0	0	0	0
S.L.	1	1	0	0	1	0	1	0
S.C.	1	1	1	0	1	1	1	1
S.M.B.	1	1	1	1	0	1	1	1
S.N.	1	1	0	1	1	0	1	1
E.P.	1	0	1	0	1	0	0	0
C.G.	1	0	0	1	0	0	0	0

Matriz de incidencia



Plano 5

diar, entonces soluciones al problema inicial planteado mediante reflexiones sobre el esquema gráfico asociado.

Matriz de incidencia y grafo correspondiente a los hitos: Alhambra (A), Catedral (C), Torre de San Lá-

zaro (S.L.), San Cristóbal (S.C.), San Miguel Bajo (S.M.B.), San Nicolás (S.N.), Edificio Politécnico (E.P.) y Cubo de la General (C.G.), el grafo que nos permite llegar a la matriz de incidencia es: 5



6 / La relación entre hitos corresponde a un sistema binario, es decir, si un hito está relacionado con otro le asignamos un 1, si no existe relación le asignamos un 0.

7 / Los que hemos considerado de mayor interés para los habitantes de la ciudad.

8 / Aquel con una arista entre cada par de vértices.

9 / Las aristas $\{i, j\}$ cuyos extremos son el mismo vértice se llaman lazos o bucles.

10 / Algoritmo

- Sea $G=(V, A)$, un disgrafo, en el cual cada camino tiene asociada una distancia mínima. El problema a resolver es hallar para cualquier par de vértices $\{i, j\}$ el camino más corto de i a j .

- $G=(V, A)$, $V= \{1, 2, \dots, n\}$ y $c[i, j]$ es la mínima distancia que va de i a j .

- Calculamos las matrices

$$A_k [i, j] = \begin{cases} 0 & i = j \\ c[i, j] & i \neq j \end{cases}$$

$$A_k [i, j] = \min \{ A_{k-1} [i, j], A_{k-1} [i, k] + A_{k-1} [k, j] \}$$

- $A_k [i, j]$ representa la mínima distancia que va de i a j y que no pasa por algún vértice de mayor grado que K .

- Tenemos que calcular $A_k [i, j]$

Las relaciones 6 de cada uno de los hitos considerados, con los demás en el grafo (plano número 5), se representan en la siguiente matriz de incidencia.

A partir de la matriz de incidencia, las conexiones visuales de los principales hitos de la ciudad, objeto del estudio, las podemos observar en el plano número 5.

Análisis de la matriz de incidencia y de su grafo correspondiente

Los hitos considerados para la realización de la matriz de incidencia, son algunos de los que hemos considerado como hitos de primer nivel 7. Para elegir el hito principal de la ciudad, se observan las filas de la matriz, y la fila con mayor número de unos (1) indicará la solución al problema; aunque existen varias filas con el mismo número de unos, las que corresponden a los hitos, considerados de primer nivel San Cristóbal (S.C.) y San Miguel Bajo (S.M.B).

De la observación de la matriz podemos comprobar que San Nicolás (S.N.), es un hito bien elegido por su situación y relación con seis de los ocho hitos considerados.

Ahora bien, resaltar que entre todos los hitos, hemos elegido como hito principal de la ciudad, por su importancia histórica, belleza, su proyección internacional y por ser signo de referencia para los habitantes de Granada y de sus visitantes, la Alhambra.

El grafo correspondiente, es un grafo completo 8 con ocho (8) vértices se representa por . En él no aparecen lazos o bucles 9.

11 / Llamamos grado o valencia de un vértice al número de aristas de las que es extremo.

12 / Programación matemática de este algoritmo con el programa Mathematica.

$c=Table[0, \{8\}, \{8\}];$
 Generamos las distancias para nuestra matriz que es de orden 8.
 For[i=1, i<=8, i++, For[j=1, j<=8, j++, c[[i, j]]=c[[j, i]]=Round[100 Random[]]]]

MatrixForm[c]

Una vez conocida la matriz de distancias c, el programa es:

Table[A[i]=c, {i,8}];

For[k=2, k<=8, k++, x=c; y=A[k-1]; For[i=1, i<=8, i++,

For[j=1, j<=8, j++, x[[i, j]]=Min[y[[i, j]], y[[i, k]]+y[[k, j]]]; a[k]=x]]

MatrixForm[A[8]]

13 / Sea $G=(V, A)$

$$V = \{T, P.R., I.C., P.P., P.V., C.S., P.C., C.J.M., A.P.\}$$

$$G = \begin{matrix} M \\ \left\{ \begin{matrix} \{T, I.C.\}, \{T, C.S.\}, \{T, P.C.\}, \{T, C.J.\} \\ \{A.P., P.C.\}, \{A.P., C.J.\} \end{matrix} \right\} \end{matrix}$$

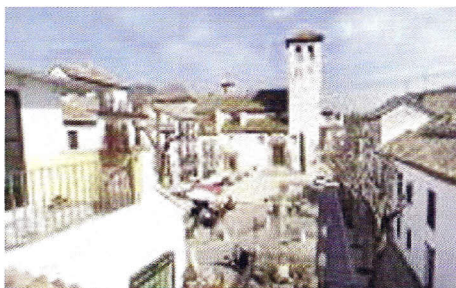
Ahora bien, el problema que se plantea es el siguiente ¿es posible encontrar el camino más corto entre todos los pares de vértices del grafo? Resolver este problema es equivalente a construir una tabla con todas las distancias mínimas entre pares de hitos, indicando la ruta a seguir para ir de un hito a otro, para la resolución de este problema se genera el siguiente algoritmo, 10, en el que resaltaremos el grado de los vértices 11 y la programación del mismo. 12

De forma análoga la matriz de incidencia y grafo correspondiente a los nodos: Triunfo (T), Puerta Real (P.R.), Isabel la Católica (I.C.), Pablo Picasso (P.P.), Paseo del Violón (P.V.), Cruz del Sur (C.S.), Paseo de Cartuja (P.C.), Carretera Jaén y Madrid (C.J.M) y Avenida de Pulianas (A.P.), el grafo para la obtención de la matriz de incidencia correspondiente a los nodos será: 13

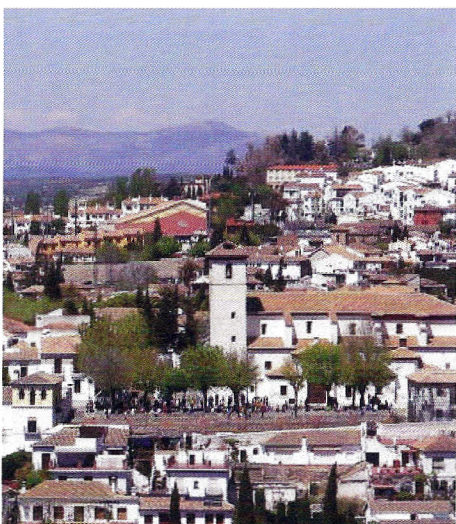
Podemos comprobar que las conexiones de los principales nodos de la ciudad, objeto del estudio, las podemos observar en el siguiente grafo señalado en el plano número 6 y su matriz de incidencia correspondiente. Es de señalar que en este caso no se han analizado las conexiones visuales entre los nodos, sino las conexiones establecidas entre ellos gracias a importantes sendas de la ciudad.



San Cristóbal



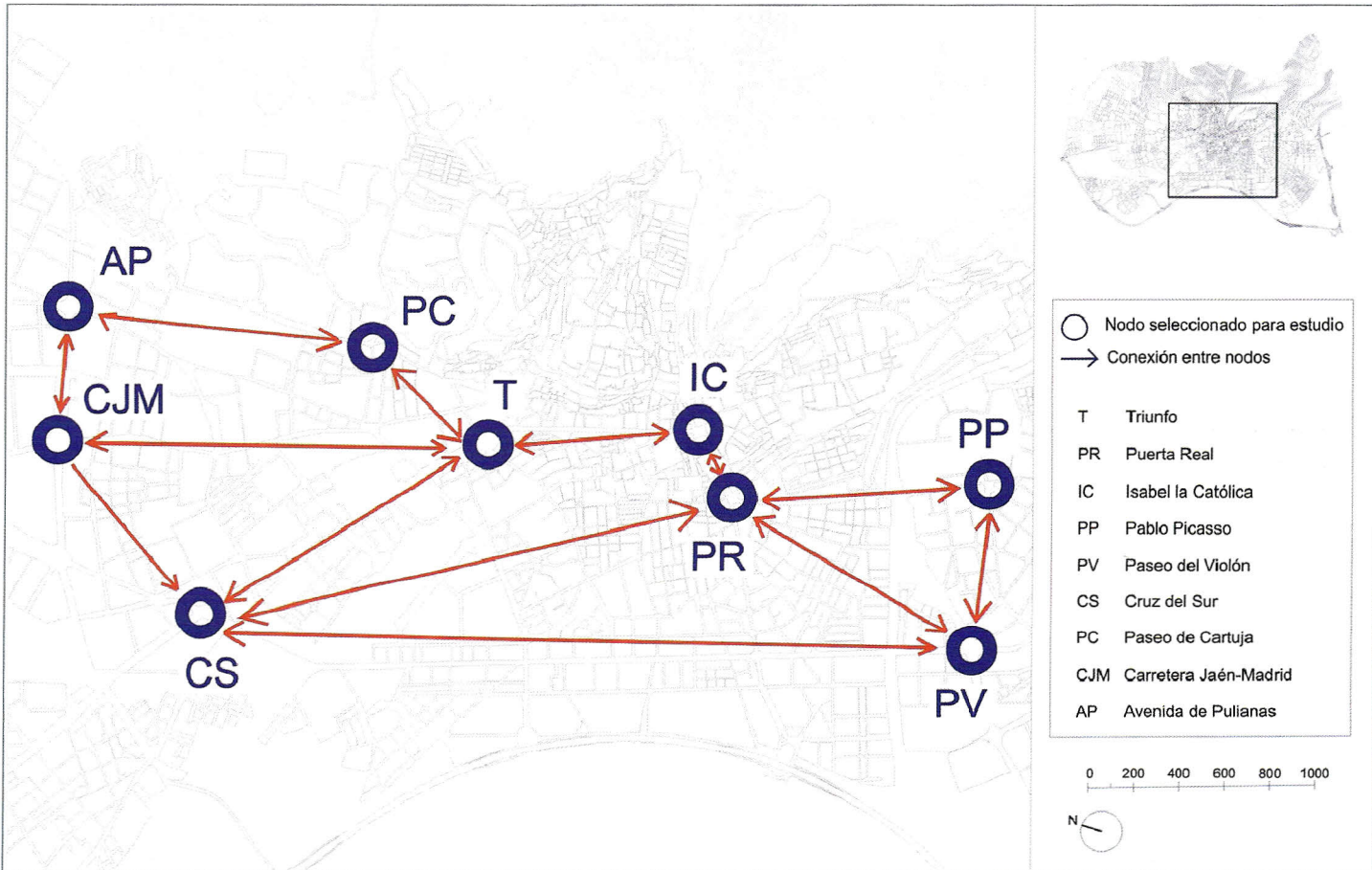
San Miguel Bajo



San Nicolás



La Alhambra



Plano 6

	T.	PR.	I.C.	PP.	P.V.	C.S.	P.C.	C.J.M.	A.P.
T.	0	0	1	0	0	1	1	1	0
PR.	0	0	1	1	1	1	0	0	0
I.C.	1	1	0	0	0	0	0	0	0
PP.	0	1	0	0	1	0	0	0	0
P.V.	0	1	0	1	0	1	0	0	0
C.S.	1	1	0	0	1	0	0	1	0
P.C.	1	0	0	0	0	0	0	0	1
C.J.M.	1	0	0	0	0	1	0	0	1
A.P.	0	0	0	0	0	0	1	1	0

¿Son suficientes los hitos considerados de la ciudad de Granada?

Del análisis realizado a los hitos de la ciudad hemos podido comprobar, la falta de hitos en dos zonas, que además coincide que son las más nuevas y por las que Granada continúa expandiéndose, lo que supondrá que esa zona de nueva construcción quede sin ninguna referencia que la haga reconocible a los ojos del observador.

Como fruto del mismo, se resalta que es necesario plantear diversos hitos en las zonas de nueva construcción de la ciudad con el fin de que no queden



“descosidos” visualmente y que los mismos se sitúen geométricamente como vértices de un polígono regular y que la distancia entre ellos sea mínima, con el fin de facilitar las visitas entre ellos y su mayor proyección en la ciudad.

Conclusiones

- a. Nos hemos introducido en el planteamiento de un problema urbano, se ha hecho la exposición visual del mismo y se ha resuelto.
- b. Geométricamente los hitos construidos a lo largo de la historia de Granada están situados en los vértices de un polígono regular, con ello se pretendía, situarlos a una mínima distancia entre ellos, para facilitar el desplazamiento de los habitantes de la ciudad. No ocurre así con los hitos considerados de la época moderna (C.G.) para su situación se han tenido en cuenta otros factores (el coste del terreno, que no hay problema de desplazamiento....), esto hace que estos nuevos hitos se encuentren lejos de los históricamente conocidos y más aislados.
- c. Los ocho hitos de la ciudad elegidos permiten desarrollar un análisis global de la misma. Esta clase de hitos tendrán un rasgo común, el hecho de ser divisados desde diferentes puntos de la ciudad.

- d. El algoritmo, nos permite calcular la mínima distancia que les une, poniendo de manifiesto que en principio la construcción de los mismos se realizaba en torno a un polígono regular, hecho que no se respeta con las nuevas construcciones
- e. Los nodos de la ciudad se concentran en las partes más modernas de la misma. Esto se debe a que, con el tiempo, las sendas proyectadas en las distintas expansiones en que la ciudad se ha visto envuelta gozaban de cierta jerarquía, apreciándose ésta tanto en sección como en linealidad.
- f. Los principales nodos de la ciudad han ido cambiando a lo largo de los siglos según iban apareciendo nuevas sendas que recogieran una mayor cantidad de tráfico, tanto peatonal como rodado. Estos lugares, sigan siendo nodos o no en la actualidad, se han considerado idóneos para la creación de espacios públicos al aire libre.
- g. Desde los nodos de la ciudad pueden establecerse relaciones visuales y de correspondencia con otros nodos.
- h. Hemos podido comprobar que de los cuatro puntos de acústica visual encontrados en la ciudad, el más importante de ellos coincide con el hito considerado por excelencia, la Alhambra.

Bibliografía

- ALÛS RIEGL, “El culto moderno a los monumentos”. Ed. Visor, 1987.
- ARGAN, GIULIO CARLO ET AL, “El pasado en el presente”. Ed. Gustavo Gili S.A., Barcelona, 1977.
- “Arquitectura Viva” (Revistas); ISSN: 0214-1256
- BARRIOS ROZÚA, J.M. “Reforma Urbana y Destrucción del Patrimonio Histórico en Granada”. Ed. Universidad de Granada. 1998.
- BAZARAA, Mokhtar et alter, “Programación Lineal y Flujo de Redes”. Ed. Limusa S.A. México D.F. 1998.
- BENÉVOLO, LEONARDO, “Historia de la Arquitectura Moderna.” Ed. Gustavo Gili S. A. ; Barcelona, 1974.
- Callejero de Granada.
- CASTILLO BRAZALES, J. & ORIHUELA UZAL, A. *En busca de la Granada Andalusí*. Ed. Comares, 2002.
- CASTILLO, Miguel Ángel; *Renacimiento y Manierismo en España*. Tomo 28 de Historia del Arte. Madrid (España): Editorial Grupo 16, 1989.M.32.415-1989.
- CORBUSIER, LE, “Precisiones respecto a un estado actual de la Arquitectura y del Urbanismo”. Ed. Poseidón S.L., Barcelona, 1978.
- CHARTRAND, G. & OELLERMANN, .O.R., “Applied and Algorithmic Graph Theory”. McGraw-Hill, 1993.
- CHARTRAND, G. &ZHANG, P. “Introduction to Graph Theory”. McGraw-Hill, 2005.
- EGA, “Revista de expresión Gráfica Arquitectónica” nº 5. ISSN 1133-6137. D.L.NA:1524/99. Pamplona 1999.
- GROSS, J.& YELLEN, J., “Graph Theory and its Applications”. CRC Press, 1999
- HERNÁNDEZ, G. “Grafos: Teoría y Algoritmos”. Servicio de Publicaciones, Facultad de Informática, UPM, 2003
- KEVIN LYNCH, “la Imagen de la Ciudad”. Ed. Gustavo Gili 2001.
- MADERUELO, JAVIER, “El espacio raptado”. Mondadori España S. A., Madrid, 1990.
- ROMERO LÓPEZ, C., “Técnicas de Programación y Control de Proyectos”. Ed. Pirámide, Madrid 2002.
- TRACHTENBERG, Marvin; Hyman, Isabelle; “Arquitectura. de la Prehistoria a la Posmodernidad”. Madrid (España): Editorial Akal, 1990.ISBN:84-7600-628.

