

Capítulo 5

Aplicación de la segmentación y modelización de símbolos texturados en planos de arquitectura

En este apartado vamos a presentar la aplicación en que se ha probado el proceso de segmentación, modelización y análisis de símbolos texturados. Esta aplicación es un analizador de documentos gráficos, en concreto, planos de arquitectura. Primero situamos el trabajo realizado dentro de la aplicación global para presentar un conjunto de resultados relevantes.

5.1 Aplicación de referencia

Hasta este punto se han presentado y justificado cada una de las fases del trabajo en detalle dentro de su marco teórico. Así, en el capítulo 1 se ha presentado el proceso de representación, segmentación y reconocimiento de símbolos texturados, justificándose la necesidad de las diversas técnicas y algoritmos explicados en los capítulos siguientes. Dado que un símbolo texturado está formado principalmente por una textura estructurada, y ésta por elementos similares emplazados según una regla de emplazamiento, se ha visto que para segmentar una zona con una textura de este tipo es necesario hacer una agrupación de elementos similares que sigan un emplazamiento similar. Por ello se ha realizado un clustering de formas y reglas de emplazamiento que se ha explicado en detalle en el capítulo 3. Para poder realizar este clustering es necesario comparar formas y vecindades, y así determinar si dos clusters están lo suficientemente cerca para agruparlos en uno solo, además dado un cluster se necesita tener un representante del mismo, es decir, se necesita calcular la forma media y la vecindad media de un conjunto agrupado. La manera de representar formas y compararlas se ha explicado en el capítulo 2, así como la manera de calcular la forma y regla de emplazamiento medias. Para finalizar, se ha visto que para poder reconocer una textura estructurada es necesario un proceso que nos permita

ir recorriendo elementos que sigan las reglas de emplazamiento dadas y que además permita ciertos márgenes de error que aparecen en los documentos analizados, todo ello ha llevado a la definición de una gramática, y del proceso de inferencia y parser de la misma, explicado en detalle en el capítulo 4.

En este capítulo, además de presentar los resultados del proceso de análisis de texturas completo, vamos a ver en qué entorno global se enmarca este trabajo. Este entorno global es un sistema de análisis de documentos gráficos, en concreto, de planos de arquitectura. En el Centro de Visión por Computador surgió la idea de crear un sistema que, a partir de planos de arquitectura sobre papel o incluso hechos a mano alzada, pudiera obtener, previo escaneo del plano, la descripción semántica del mismo. Actualmente, la mayoría de planos de arquitectura que se generan ya están sobre formato electrónico, normalmente sobre ficheros DXF. Estos formatos, sin embargo, no van más allá de una representación vectorial y carecen de información de más alto nivel que, por ejemplo, identifique las entidades constituyentes del documento. Por tanto la idea de obtener una descripción semántica a partir de los mismos sigue siendo de interés.

El sistema general desarrollado en el Centro de Visión por Computador (CVC) tiene las siguientes fases:

1. Escaneo del documento.
2. Vectorización.
3. Análisis de los símbolos.
 - Componentes basados en prototipos
 - Componentes texturados.

De las cuales las dos primeras de escaneo y vectorización no serían necesarias en el caso de documentos que estuvieran ya sobre formato electrónico.

Paralelamente, en el Centro LORIA, en Francia, el grupo de documentos dentro del grupo ISA, estaba también desarrollando un sistema de análisis de planos de arquitectura para analizar símbolos y hacer una reconstrucción 3D de los mismos.

Debido a la gran relación entre ambos trabajos ha surgido una colaboración entre los grupos que ha dado entre otros resultados la codirección por parte de ambos centros de esta tesis, y la coordinación del trabajo aquí presentado.

Así el sistema global donde se enmarca el trabajo parte de un escaneo del documento, una vectorización presentada por el grupo ISA en [94], y una construcción del grafo $H(V, E)$ que representa los segmentos y puntos obtenidos de la vectorización y a partir de éste la construcción del grafo de regiones de adyacencia $\mathcal{H}(\mathcal{V}, \mathcal{E})$ que representa los polígonos que aparecen en el plano y sus relaciones de vecindad, ambos grafos comentados en el capítulo 1. Sobre este grafo $\mathcal{H}(\mathcal{V}, \mathcal{E})$ realizamos el clustering por área, después por forma dentro de una misma área y para finalizar por vecindad dentro de una misma forma y área. Obteniendo para cada cluster de más de tres elementos, la forma media que lo representa y la vecindad media, y a partir de esta representación creamos la gramática para poder reconocer esta misma textura en otros grafos.

A continuación vamos a presentar un conjunto de resultados obtenidos a partir de imágenes de planos reales ilustrativos de las diferentes etapas del proceso de segmentación de los símbolos texturados.

5.2 Resultados sobre una aplicación real

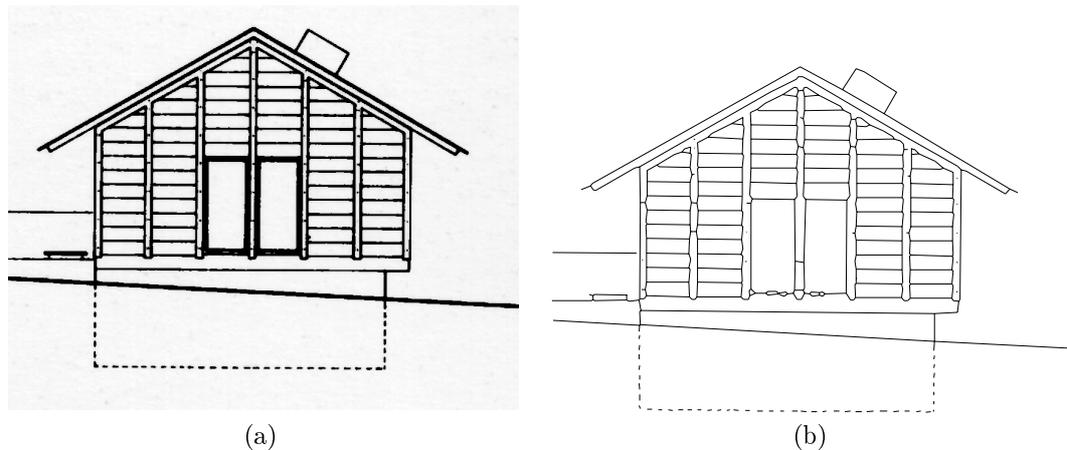


Figura 5.1: (a) Imagen original del plano del alzado de una casa de madera. (b) Resultado de la vectorización (Cabaña).

En esta sección vamos a ver el resultado de aplicar el proceso sobre cinco imágenes reales de planos de arquitectura.

- En la Fig. 5.1(a) vemos la imagen original de un plano del alzado de una casa de madera, y sobre la Fig. 5.1(b) el resultado de la vectorización realizada sobre ella. A esta imagen la llamaremos *Cabaña* cuando nos refiramos a ella para los diferentes resultados o gráficas. Sobre esta imagen simple donde vemos una textura formada por rectángulos emplazados en línea y en contacto unos con los otros, vamos a ver el proceso paso a paso del clustering por área, área y forma, y área forma y vecindad, y observaremos todos los clusters obtenidos de más de dos elementos.
- La imagen presentada en la Fig. 5.2(a) presenta un detalle de un plano de un campo de tiro al arco, esta imagen la llamaremos *Tiro*, y en la Fig. 5.2(b) está el resultado de su vectorización. En ella veremos como funciona el proceso de detección de texturas cuando éstas tienen los elementos separados.
- La Fig. 5.3(a) presenta un detalle del plano de un apartamento, junto al plano vectorizado de la Fig. 5.3(b), a esta imagen la llamaremos *Gaudí*. En ella veremos cómo afecta el ruido y la distorsión de los procesos de bajo nivel (adquisición, binarización, vectorización, etc.) en el resultado final ya que vemos que

	Cabaña	Tiro	Gaudi	Igualada	Linaire
N. Polígonos	86	209	489	40	1797
Medida($x \times y$)	689 \times 595	1720 \times 970	1178 \times 1271	771 \times 846	1675 \times 1549

Tabla 5.1: Tabla de las dimensiones de cada grafo, en número de píxeles(x,y) y número de polígonos.

hay algunas líneas de la cuadrícula que se pierden afectando a la segmentación de la misma. También veremos cómo algunas texturas que en principio están formadas por líneas paralelas, como las que definen las paredes se pueden también detectar por medio del trabajo presentado ya que forman unos polígonos siguiendo unas reglas de emplazamiento.

- En la Fig. 5.4(a) vemos un detalle del plano de un cementerio, a partir de ahora a este plano le llamaremos *Igualada*. La Fig. 5.4(b) presenta el resultado de la vectorización del mismo, y analizando esta figura veremos como funciona el proceso cuando tenemos texturas que están formadas por más de un texel.
- Para finalizar la Fig. 5.5(a) presenta la imagen original de un plano de una casa, al que llamaremos *Linaire* y la Fig. 5.5(b) el resultado de su vectorización. En este plano veremos como son los resultado analizando una imagen de complejidad elevada por el número de elementos que forman la textura, el tamaño de los mismos y sus distorsiones.

En la tabla 5.1 mostramos las dimensiones de estas imágenes, tanto en píxeles como en número de polígonos. Este segundo parámetro es importante ya que de él depende directamente la complejidad de los diferentes procesos presentados.

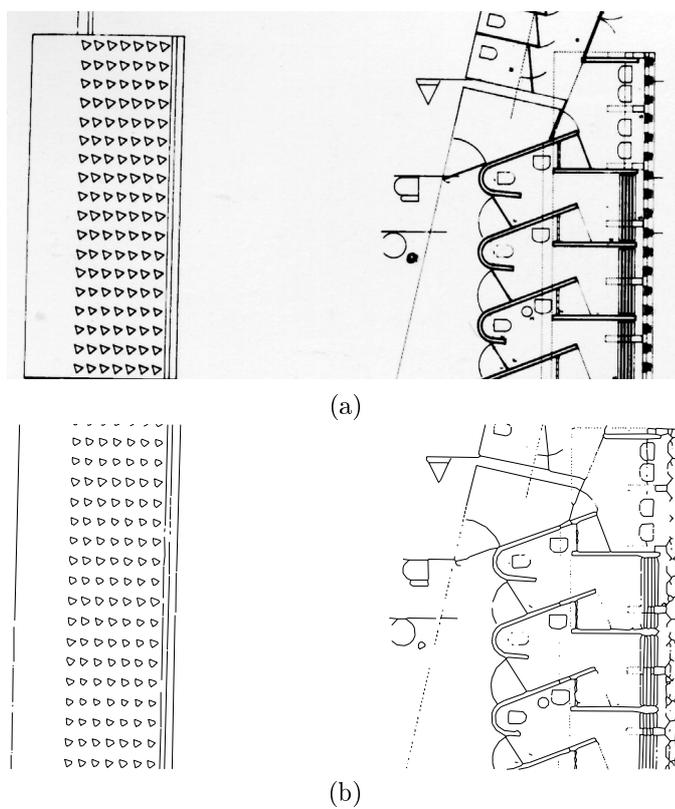


Figura 5.2: (a) Imagen original de un detalle del plano de un campo de tiro al arco.
(b) Resultado de la vectorización (Tiro)

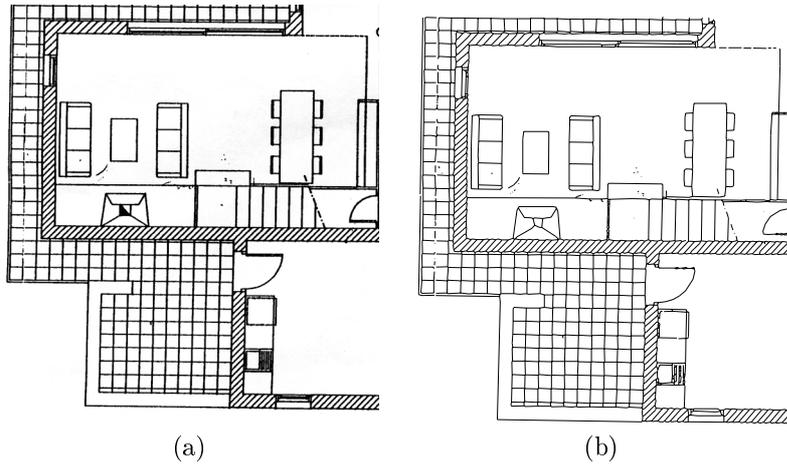


Figura 5.3: (a) Imagen original de un detalle del plano de un piso. (b) Resultado de la vectorización (Gaudi)

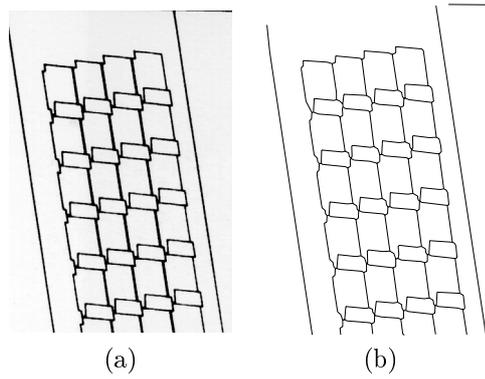
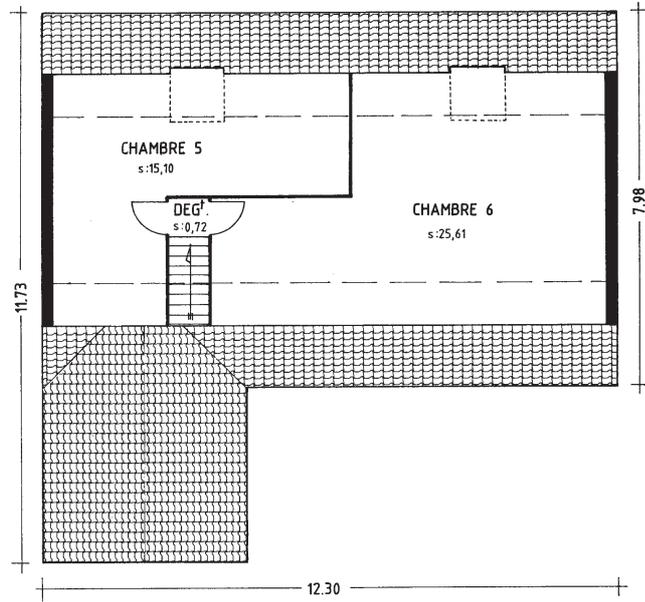
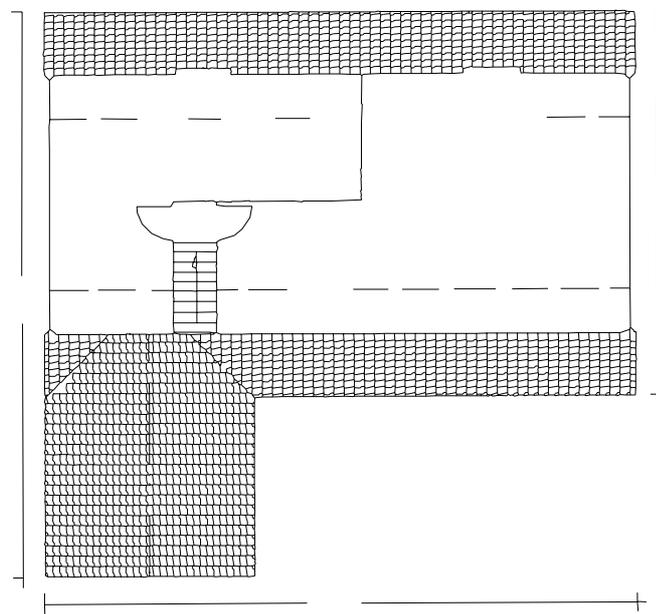


Figura 5.4: (a) Imagen original de un detalle del plano de un cementerio. (b) Resultado de la vectorización (Igalada).



(a)



(b)

Figura 5.5: (a) Imagen original de un plano vectorizado de una casa. (b) Resultado de la vectorización. (Linaire)

5.2.1 Resultados sobre el plano de la Cabaña

En esta imagen vamos a ver el proceso de segmentación de texturas estructuradas de forma completa y detallada. Cada uno de los clusters obtenidos se presenta resaltado con una línea de trazo grueso sobre la imagen vectorizada.

Primero se realiza un clustering por área en el que tenemos en la Fig. 5.6 cada una de las segmentaciones realizadas marcadas en líneas de trazo grueso. Podemos destacar que en las Fig. 5.6(a), Fig. 5.6(b) y Fig. 5.6(c) los clusters presentados son de escaso interés ya que dan polígonos muy pequeños y aislados, resultado de la terminación de una textura provocada por alguna línea de corte, como la del tejado, o son consecuencia del ruido existente en la imagen. La Fig. 5.6(e) muestra el cluster por área donde están los polígonos que forman la textura principal de rectángulos en línea, pero éstos en esta primera fase aparecen junto con otros polígonos, como son los rectángulos verticales que separan las diferentes filas de rectángulos formando textura. La Fig. 5.6(d) muestra, entre otros, los polígonos que resultan de cortar la textura de rectángulos horizontales por el tejado. La Fig. 5.6(g) muestra dos puertas que cuando se compruebe que tienen también una forma similar y una regla de emplazamiento parecida se pueden considerar textura si permitimos mostrar clusters de dos elementos, además muestra otros polígonos de área similar.

Sobre cada uno de estos clusters por área se realiza un clustering por forma y se calcula la forma media del mismo. Los clusters más interesantes calculados en este proceso pueden verse en la Fig. 5.7. La Fig. 5.7(e) muestra un cluster obtenido a partir de los polígonos que aparecen en el cluster por área de la Fig. 5.6(e), pero ahora al hacer el cluster por forma sólo aparecen los rectángulos horizontales y no los verticales que tenían su misma área, la Fig. 5.7(f) muestra el polígono medio representante del cluster. El resultado muestra que aún siendo la misma textura de arriba a abajo en la fachada de la casa, ésta aparece cortada por el tejado y por ello tenemos algunas formas que quedan fuera del cluster principal de baldas de madera, estas formas, sin embargo, se pueden agrupar en dos, por un lado las que quedan cortadas al lado izquierdo del tejado que se muestran en la Fig. 5.7(a), junto con su forma media calculada presentada en la Fig. 5.7(b), y las que quedan cortadas al lado derecho del tejado que se muestran en la Fig. 5.7(c), junto con su forma media presentada en la Fig. 5.7(d). Estos dos clusters se obtienen a partir de los polígonos del cluster por área de la Fig. 5.6(d). También podemos observar que las dos puertas de la cabaña son también polígonos similares, presentadas en la Fig. 5.7(g), y aún siendo un cluster de dos elementos nos ha parecido interesante mostrar su forma media calculada en la Fig. 5.7(h).

Para finalizar vemos como sobre estos clusters por forma y área se realiza el clustering por vecindad. Así tenemos un cluster mayor que es el de las baldas de madera horizontales de la Fig. 5.8(e), pero ahora además de su forma media nos calcula su vecindad, en forma de segmentos que parten de su centro de gravedad, presentada en la Fig. 5.8(f). También podemos observar que las baldas que quedaban cortadas a ambos lados del tejado forman a su vez una textura ya que presentan un mismo polígono emplazado siguiendo una regla de emplazamiento, y esta vez la textura es de elementos que no están en contacto sino a una cierta distancia. La Fig. 5.8(a) muestra el cluster para las baldas cortadas que aparecen en el lado izquierdo del tejado, junto

a su polígono medio y su regla de emplazamiento que se muestran en la Fig. 5.8(b). Mientras que la Fig. 5.8(c) muestra el cluster del lado derecho del tejado, junto a su polígono medio y su regla de emplazamiento que se muestran en la Fig. 5.8(d). También podemos ver que las dos puertas forman un cluster por forma y vecindad presentado en la Fig. 5.8(g), y en la Fig. 5.8(h) vemos la forma media junto con su vecindad media calculada.

Podemos concluir que el proceso ha encontrado los símbolos texturados que aparecían en la imagen, que en este caso era una pared de madera. El proceso debería terminar permitiendo detectar que las baldas cortadas que aparecen a ambos lados del tejado forman parte también de la textura de la pared de madera. Esto se puede hacer por medio de un postproceso que tratara las fronteras de las texturas, por ejemplo utilizando la gramática que permitiera unir en estas fronteras elementos partidos como hemos introducido en el capítulo 4 presentado en este trabajo.

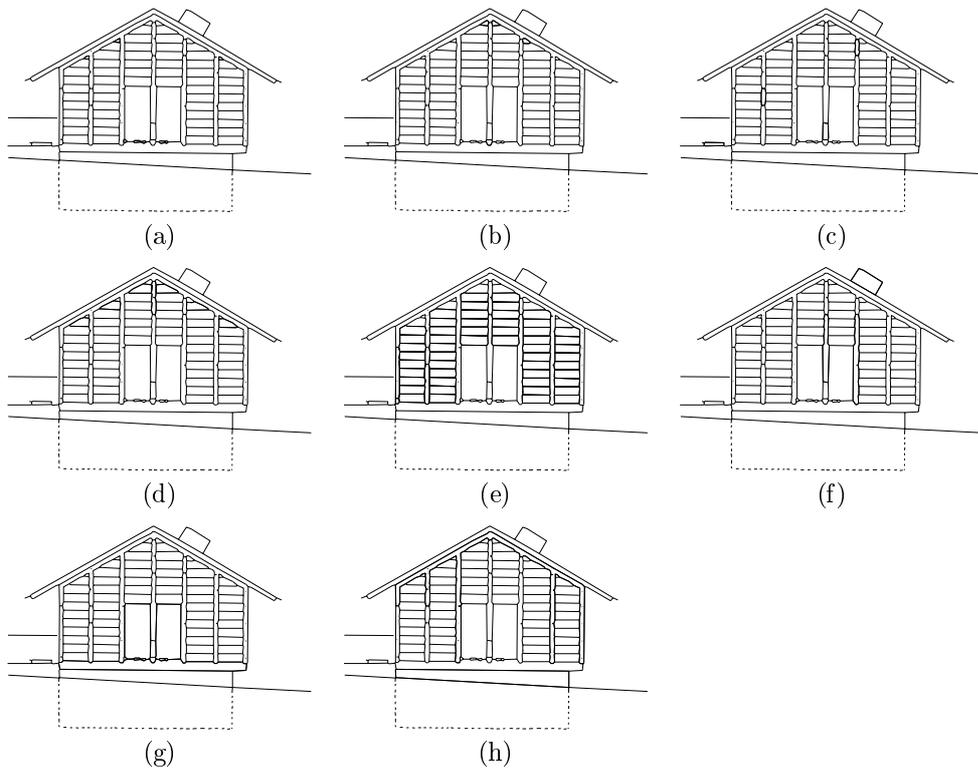


Figura 5.6: Resultados del clustering por área.

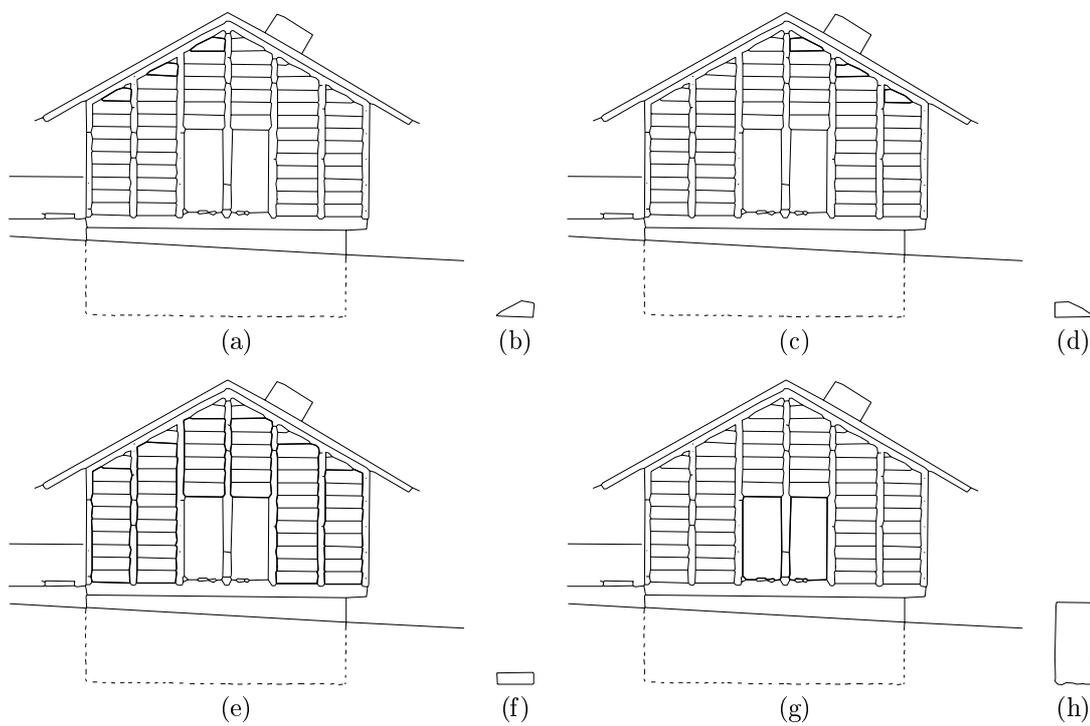


Figura 5.7: (a) Cluster por área y forma, (b) Forma media asociada de (a). (c) Cluster por área y forma, (d) Forma media asociada de (d). (e) Cluster por área y forma, (f) Forma media asociada de (e). (g) Cluster por área y forma, (h) Forma media asociada de (g).

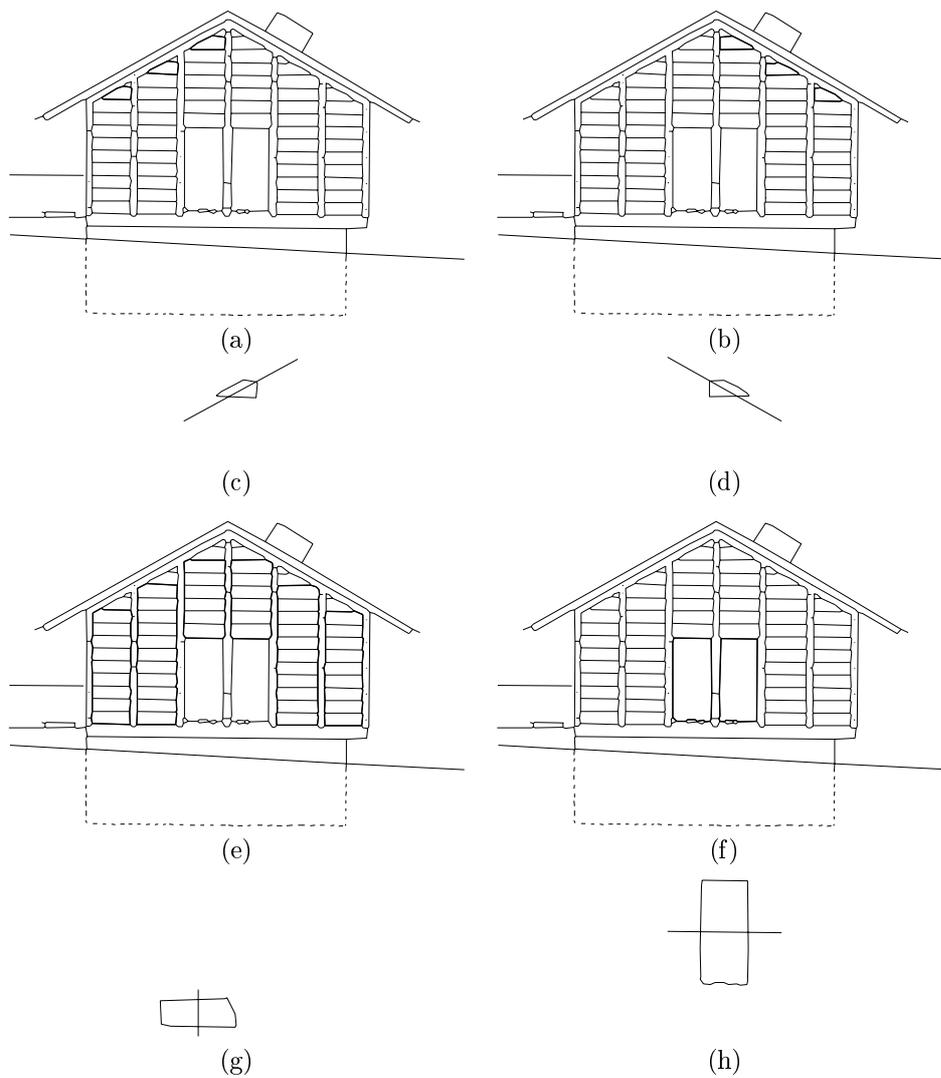


Figura 5.8: (a) Cluster por área, forma y vecindad. (b) Cluster por área, forma y vecindad. (c) Forma junto con su vecindad media asociada a (a). (d) Forma junto con su vecindad media asociada a (c). (e) Cluster por área, forma y vecindad. (f) Cluster por área, forma y vecindad. (g) Forma junto con su vecindad media asociada a (e). (h) Forma junto con su vecindad media asociada a (g).

5.2.2 Resultados sobre el plano de Tiro

En este caso vamos a ver el resultado de aplicar el proceso a zonas donde tenemos texturas formadas por texels que no se tocan. Como la idea es agrupar polígonos que sean vecinos a partir del grafo de regiones de adyacencia, en principio tenemos como vecinos dos polígonos que comparten alguna de sus aristas. Pero como se ha explicado en el capítulo 3, una vez realizado el clustering por área, que es independiente de la posición de los polígonos, recalculamos las vecindades de entre los polígonos que pertenecen a un mismo cluster, y nos quedamos con las vecindades que ya existían en el grafo, es decir las de los polígonos que compartían alguna arista, o estaban a una cierta área de influencia, y añadimos los vecinos que obtenemos utilizando los polígonos de *Voronoi*, como se explica en el capítulo 3.

La primera fase del proceso de clustering nos da dos grupos bien diferenciados de polígonos. En la Fig. 5.9 aparecen los polígonos de área pequeña, entre los que figuran los triángulos que representan árboles, junto otros pequeños polígonos. En la Fig. 5.10 vemos que aparecen otros polígonos mayores entre los que podemos destacar tres con forma de bastón y tres con forma de bate que veremos más adelante que forman una textura. Los demás clusters por área que se obtienen no los presentamos por carecer de interés.

Una vez calculados estos clusters por área recalculamos vecindades y realizamos el siguiente paso del clustering por forma. De este proceso obtenemos los siguientes clusters significativos. Primero, a partir del cluster de área presentado en la Fig. 5.9, obtenemos el cluster por forma de la Fig. 5.11(a) donde ahora ya sólo aparecen los triángulos que forman la zona de árboles del campo de tiro, y algún otro triángulo aislado, la forma media calculada a partir de todos ellos se presenta en la Fig. 5.11(b). A partir del cluster por área de la Fig. 5.10, también obtenemos dos clusters significativos de formas, que también están separadas entre ellas. Estos clusters aparecen en las Fig. 5.12(a) y la Fig. 5.13(a) y sus formas medias calculadas se presentan en la Fig. 5.12(b) y la Fig. 5.13(b) respectivamente.

Para terminar el proceso, se realiza un clustering sobre cada conjunto de polígonos similares en cuanto a su área y forma, pero esta vez teniendo en cuenta sus vecindades. Así obtenemos a partir de los polígonos del cluster de la Fig. 5.11, los siguientes clusters según su vecindad, de donde vemos que los triángulos más alejados, que en realidad no formaban textura pero que aparecían en el cluster por forma porque tenían una forma y un área similares, ya no los encontramos aquí. En la Fig. 5.14(a) vemos el primer cluster obtenido junto a su forma media y vecindad media que aparece en la Fig. 5.14(b). Este es el clustering principal de triángulos pequeños formando una zona de árboles. Vemos que los siguientes clusters que también corresponden a la zona de árboles tienen todos una vecindad que incluye la vecindad presentada en este cluster. Estos clusters junto con su forma y vecindad media son los que aparecen en la Fig. 5.15(a) y su vecindad y forma media en la Fig. 5.15(b), la Fig. 5.16(a) y su vecindad y forma media en la Fig. 5.16(b), Fig. 5.17(a) y su vecindad y forma media en la Fig. 5.17(b), la Fig. 5.18(a) y su vecindad y forma media en la Fig. 5.18(b), y la Fig. 5.19(a) y su vecindad y forma media en la Fig. 5.19(b). Vemos que en ellos la vecindad es idéntica pero al presentarse separados, por la textura mayor que no tiene la misma vecindad, no se han podido agrupar en uno solo. Debemos comentar que

en caso de que encontremos símbolos texturados separados pero que corresponden a una misma textura, podemos reconocer que son el mismo comparando sus formas medias y reglas de emplazamiento medias. Pero en este caso, forman parte de una misma textura toda unida que ha sido separada por la distorsión en sus vecindades provocada por los procesos de bajo nivel, como el proceso de adquisición del plano y su posterior vectorización, que provocan que los triángulos, que en un principio eran idénticos, sean lo suficientemente diferentes para provocar nuevas vecindades a parte de la esperada: arriba, abajo a la izquierda y a la derecha. Para solucionar esta fragmentación de la textura provocada por distorsiones en la imagen se realiza el postproceso explicado en el capítulo 3, que agrupa clusters vecinos que tengan unas reglas de emplazamiento que estén unas incluidas en otras, y deja la regla de emplazamiento que compartan más elementos. Realizando este proceso obtenemos el cluster presentado en la Fig. 5.20(a), junto con la regla de emplazamiento que más elementos comparten que se muestra en la Fig. 5.20(b). A partir del cluster por forma de la Fig. 5.12(a), vemos que tenemos una textura formada por tres bastones en línea, como se presenta en la Fig. 5.21(a), junto a su forma y vecindad medias calculadas y presentadas en la Fig. 5.21(b). Y para finalizar a partir del cluster por forma de la Fig. 5.12(a), vemos que tenemos una textura formada por tres bates también en línea, como se presenta en la Fig. 5.22(a), junto a su forma y vecindad medias calculadas y presentadas en la Fig. 5.22(b).

A partir de este ejemplo podemos ver los problemas que surgen por las distorsiones provocadas en el proceso de adquisición del plano. Pero también vemos como el proceso puede resolverlos permitiendo una cierta deformación en las formas a agrupar así como en sus vecindades, como se ha explicado en el capítulo 3. Por todo ello vemos que podemos segmentar texturas formadas por elementos aislados usando este proceso, aún cuando estas texturas están distorsionadas.

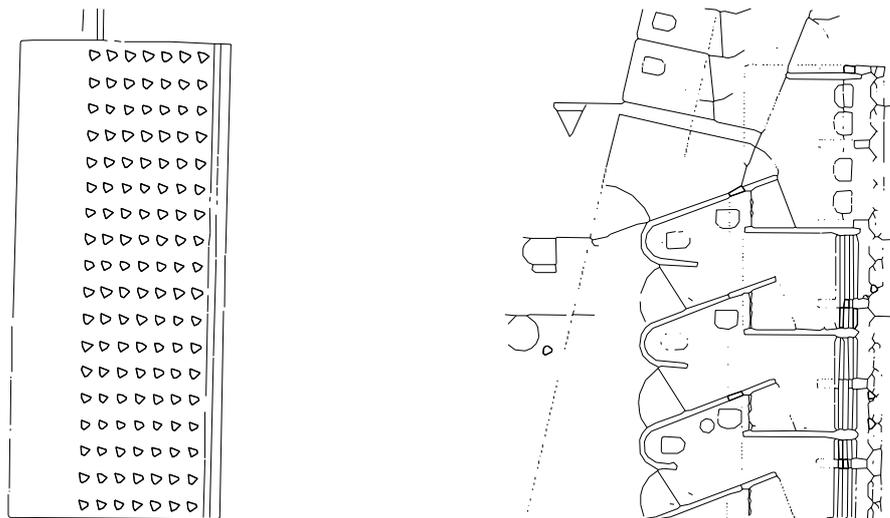


Figura 5.9: Cluster por área

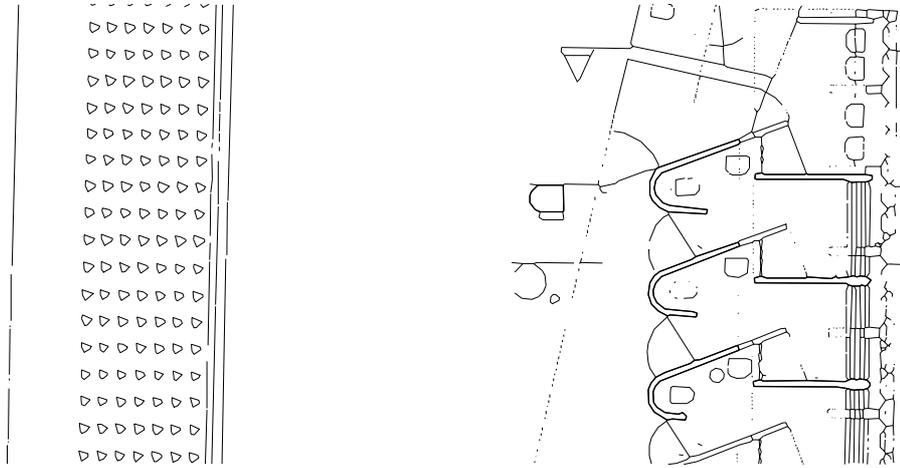


Figura 5.10: Cluster por área.

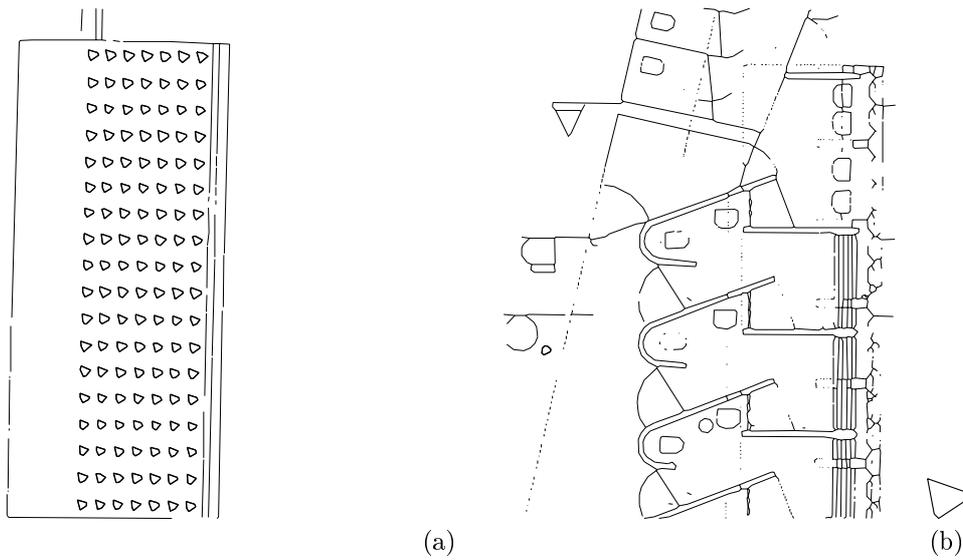


Figura 5.11: (a) Cluster por área y forma, (b) Forma media asociada de (a).

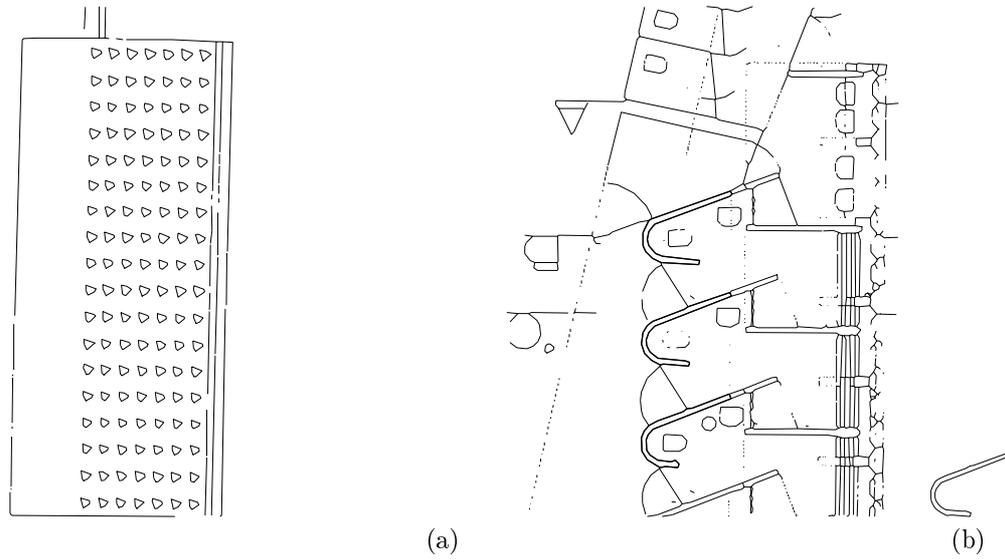


Figura 5.12: (a) Cluster por área y forma, (b) Forma media asociada de (a).

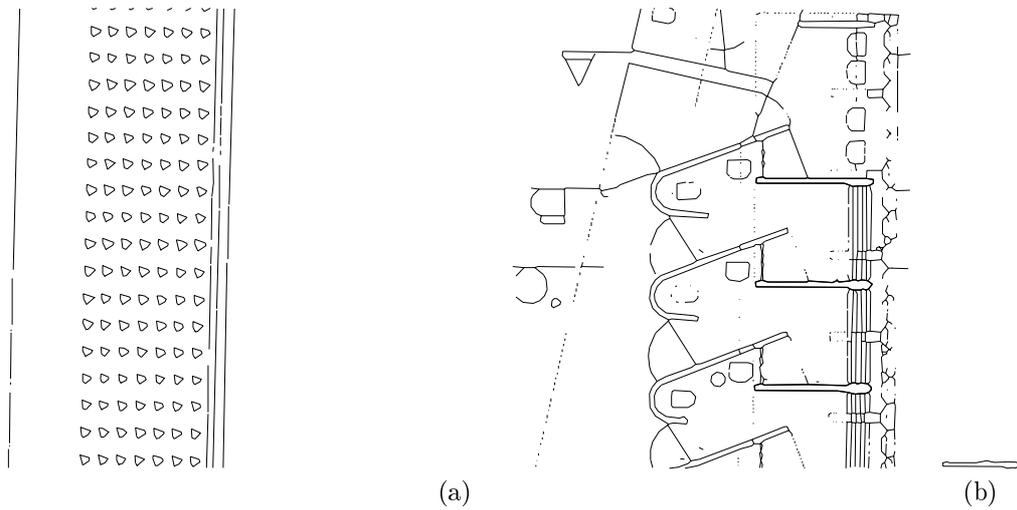


Figura 5.13: (a) Cluster por área y forma, (b) Forma media asociada de (a).

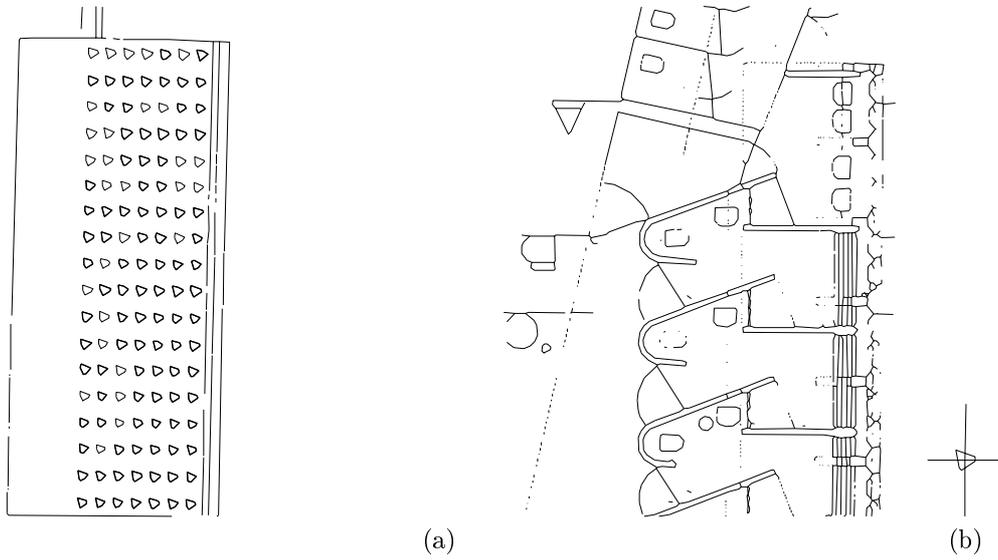


Figura 5.14: (a) Cluster por área, forma y vecindad, (b) Forma junto con su vecindad media asociada a (a).

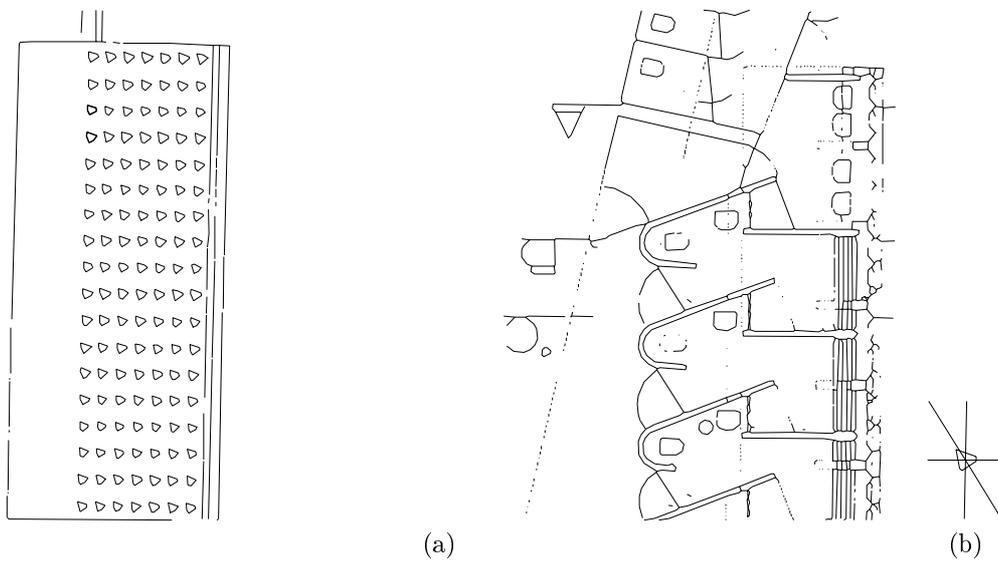


Figura 5.15: (a) Cluster por área, forma y vecindad, (b) Forma junto con su vecindad media asociada a (a).

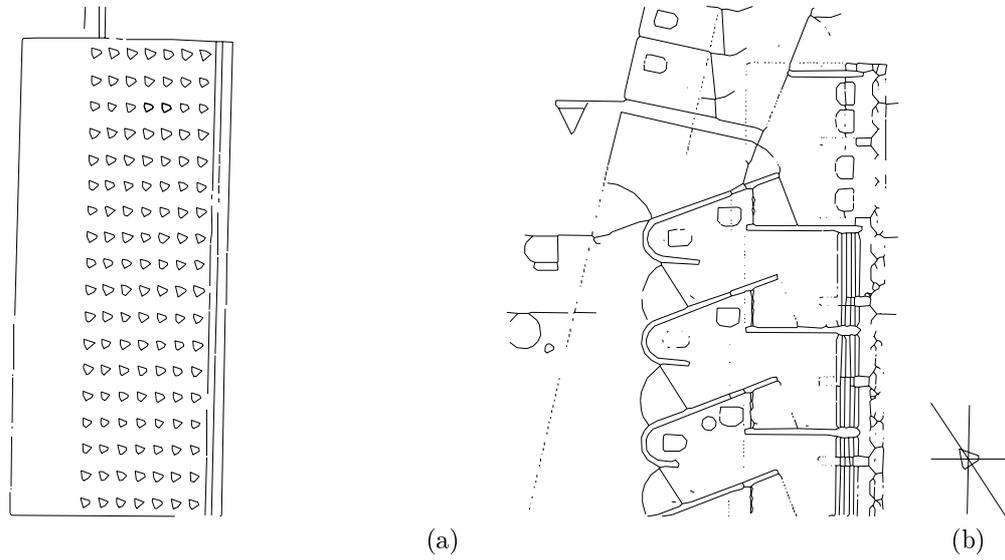


Figura 5.16: (a) Cluster por área, forma y vecindad, (b) Forma junto con su vecindad media asociada a (a).

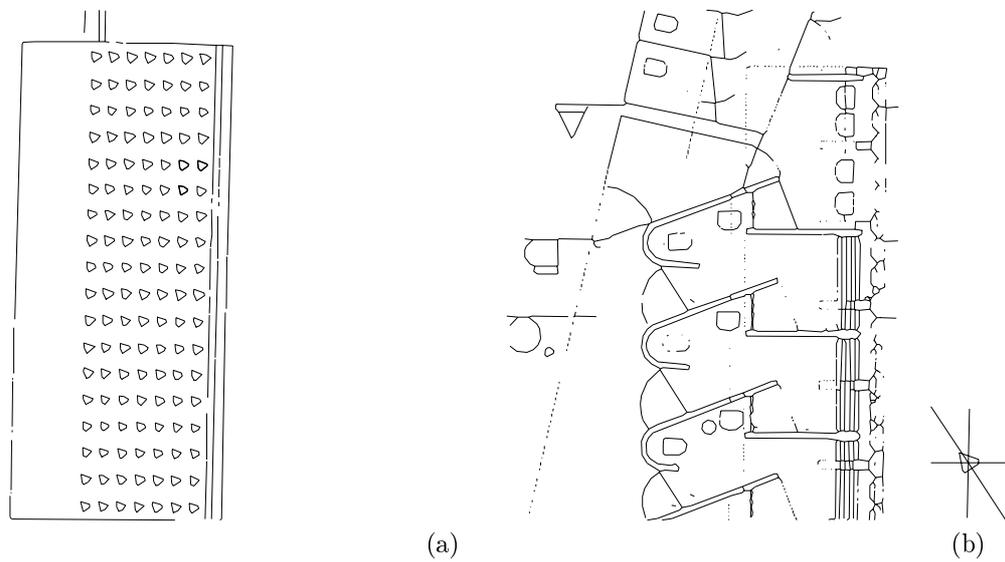


Figura 5.17: (a) Cluster por área, forma y vecindad, (b) Forma junto con su vecindad media asociada a (a).

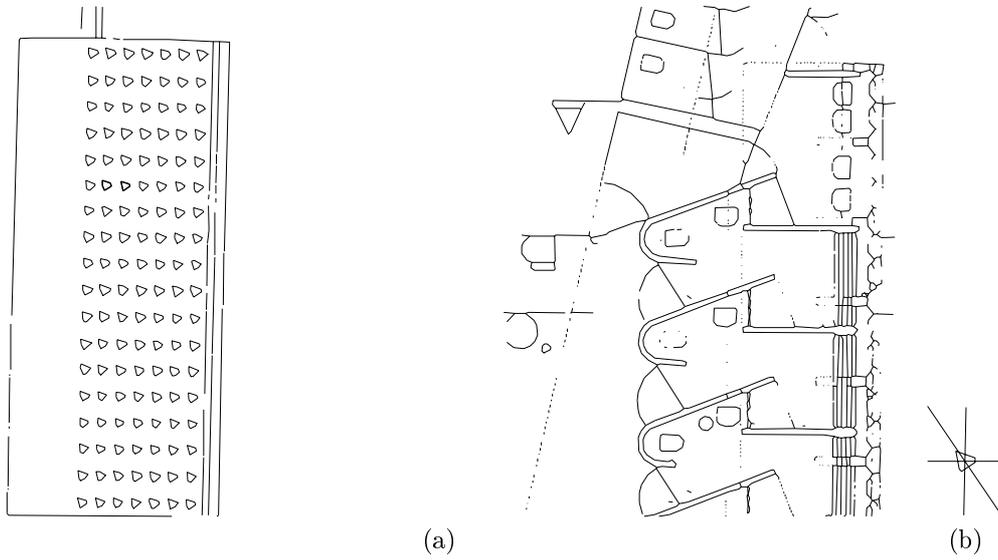


Figura 5.18: (a) Cluster por área, forma y vecindad, (b) Forma junto con su vecindad media asociada a (a).

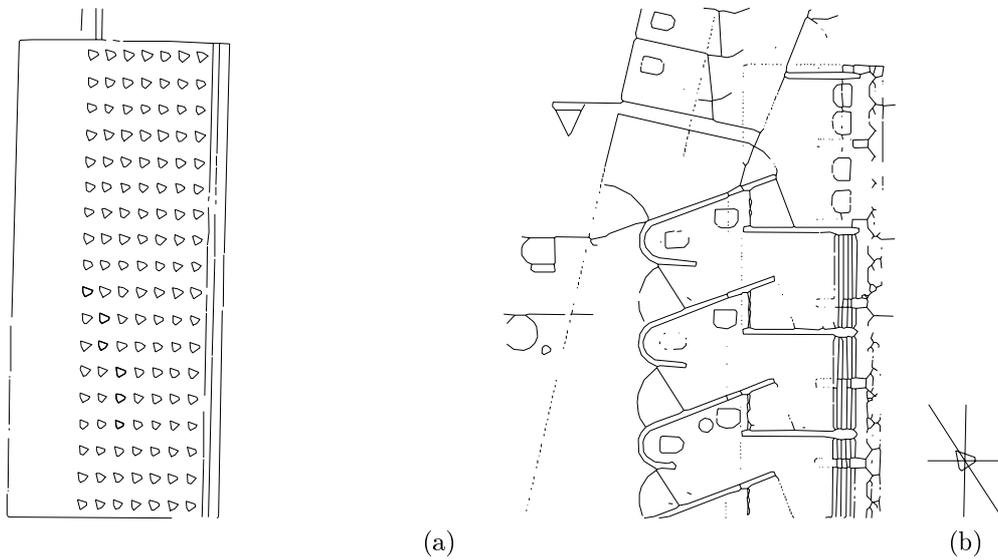


Figura 5.19: (a) Cluster por área, forma y vecindad, (b) Forma junto con su vecindad media asociada a (a).

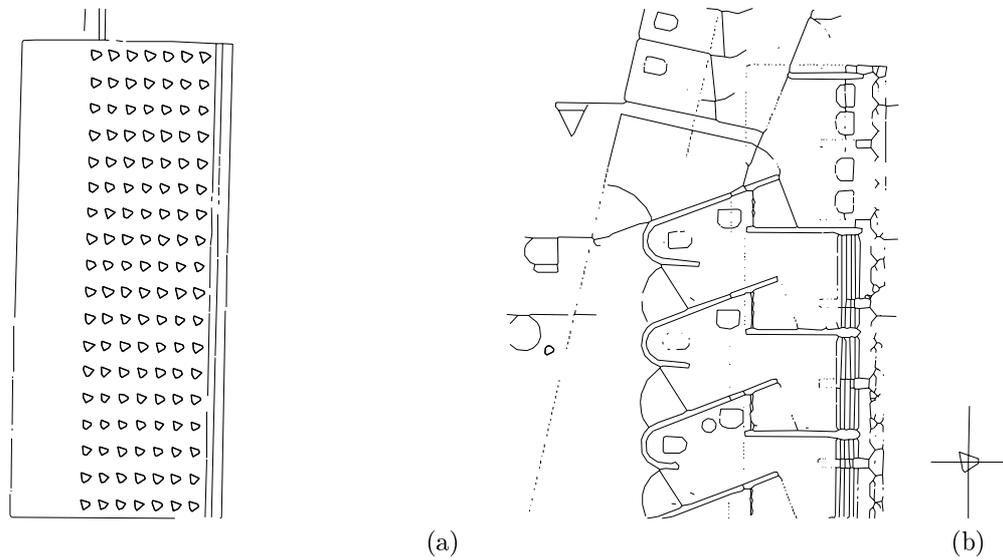


Figura 5.20: (a) Cluster por área, forma y vecindad obtenido uniendo vecindades incluidas unas en otras, (b) Forma junto con su orientación media asociada a (a).

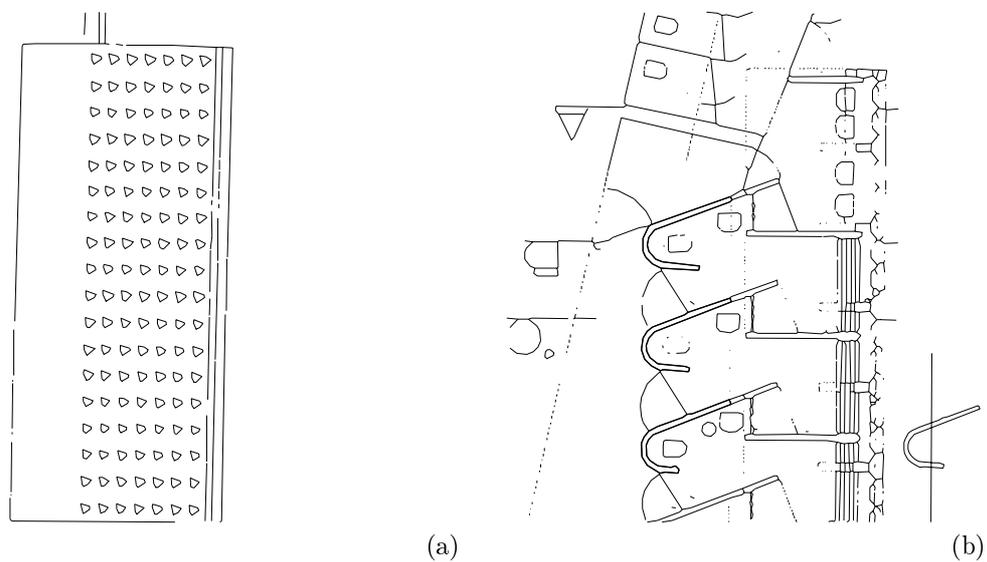


Figura 5.21: (a) Cluster por área, forma y vecindad, (b) Forma junto con su vecindad media asociada a (a).

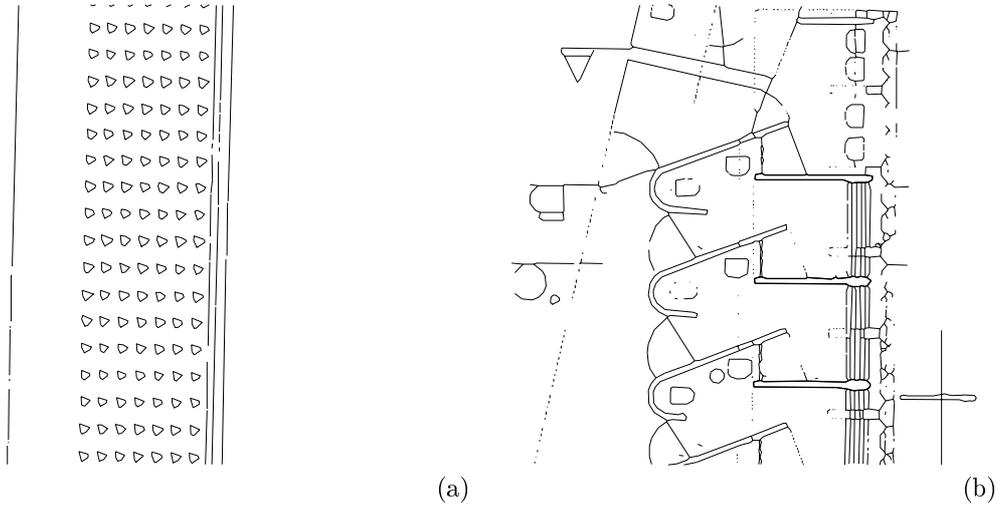


Figura 5.22: (a) Cluster por área, forma y vecindad, (b) Forma junto con su vecindad media asociada a (a).

5.2.3 Resultados sobre el plano Gaudí

En este ejemplo veremos como algunas distorsiones provocadas por el proceso de obtención del documento, o por una mala calidad en la imagen de entrada, pueden provocar que los polígonos que obtenemos no estén cerrados y por tanto que no los podamos segmentar como parte de la textura. También veremos que hay texturas que a pesar de estar constituidas por tramados de líneas paralelas, están delimitadas por la frontera del área donde se encuentran y esto hace que se conviertan en texturas formadas por polígonos, en concreto lo veremos sobre las paredes. En la tabla 5.2 indicamos el número de elementos que forman los diferentes clusters presentados en las fases de clustering por área, área y forma y finalmente por área, forma y vecindad. Debemos indicar que en este ejemplo este número de elementos es elevado y que todos ellos se utilizan en el proceso del cálculo del representante del clustering para forma y para forma y vecindad.

El primer proceso de clustering por área, obtiene diferentes clusters de los que cabe destacar los presentados en la Fig. 5.23, donde aparecen además de otros polígonos aislados, unos rectángulos que forman parte de la cuadrícula del suelo pero en las zonas donde ésta está cortada por alguna pared. La Fig. 5.24 presenta los polígonos que delimitan las paredes además de otros que también representan zonas donde aparece cortada la textura de la cuadrícula del suelo pero esta vez de mayor tamaño. La Fig. 5.25 presenta los cuadrados que forman la cuadrícula del suelo así como las sillas que aparecen alrededor de la mesa y otras formas aisladas. Para finalizar la Fig. 5.26 presenta los polígonos de mayor tamaño, como son las escaleras, los asientos del sofá, algunos polígonos formados por la falta de líneas de cierre de algunas zonas de la cuadrícula, y otros polígonos aislados.

Para cada cluster por área realizaremos un cluster por forma. Al aplicar el proceso de clustering de forma sobre el cluster de la Fig. 5.23, obtenemos dos clusters bien diferenciados. El primero mostrado en la Fig. 5.27(a) está formado principalmente por las baldosas partidas de la parte superior del plano, aunque podemos ver un polígono con la misma forma y área que está por debajo de la fila de baldosas. La forma media calculada para representar al mismo se presenta en la Fig. 5.27(b). El segundo presentado en la Fig. 5.28(a) también representa a las baldosas cortadas pero esta vez de la parte inferior del plano, y su forma media calculada se muestra en la Fig. 5.28(b). Para el segundo cluster por área, el de la Fig. 5.24, obtenemos ocho clusters significativos. Cinco de ellos representan diferentes partes de las paredes donde aparece una textura que tiene los polígonos ligeramente diferentes cuando aparece en una pared horizontal a cuando lo hace en una vertical. Así estos cinco clusters los podemos ver en las siguientes figuras: Para las zonas de pared horizontal vemos en la Fig. 5.29(a) un cluster con su forma media en la Fig. 5.29(b), y en la Fig. 5.34(a) el otro junto a su forma media en la Fig. 5.34(b). El hecho de que aparezcan dos áreas inconexas en el mismo cluster en la Fig. 5.34(a) es debido a las vecindades calculadas a partir de Voronoi. Para las zonas de pared vertical vemos los clusters en la Fig. 5.30(a) junto a su forma media en la Fig. 5.30(b), el cluster en la Fig. 5.32(a) junto a su forma media en la Fig. 5.32(b) y el cluster en la Fig. 5.35(a), junto a su forma media en la Fig. 5.35(b). Además tenemos dos clusters representando baldosas partidas. El primero en la Fig. 5.31(a) representa los polígonos de las baldosas partidas pues-

tas de forma vertical, junto a su forma media en la Fig. 5.31(b), y el segundo en la Fig. 5.36(a) con las baldosas partidas horizontales de la parte inferior de la imagen, junto a su forma media en la Fig. 5.36(b). El octavo cluster obtenido de este cluster por área presenta los brazos de los dos sofás que aparecen en la imagen, presentado en la Fig. 5.33(a), junto a su forma media en la Fig. 5.33(b). A continuación a partir del cluster por área de la Fig. 5.25 obtenemos dos clusters por forma. El primero en la Fig. 5.37(a) representa las sillas que hay alrededor de la mesa, junto a su forma media en la Fig. 5.37(b). El segundo son los cuadros del suelo que aparece en la Fig. 5.38(a), junto a su forma media en la Fig. 5.38(b), que debemos destacar, es el resultado de calcular la forma media entre 149 polígonos, y aparece con las puntas del cuadrado ligeramente cortadas debido a las distorsiones que tienen los polígonos a los que está representando, que no son exactamente cuadrados. Para finalizar, a partir del cluster por área de la Fig. 5.26, se obtienen dos clusters por forma, el presentado en la Fig. 5.39(a), que además de aparecer las escaleras aparece otro rectángulo separado, y el de la Fig. 5.40(a), donde aparecen los asientos del sofá.

Una vez tenemos los clusters por área y forma calculamos el cluster por vecindad. En los ejemplos presentados aparece en algunos casos la zona texturada ya segmentada a partir del cluster por forma y área, pero no siempre es así, además en los casos en que aparece ya segmentado todavía tenemos que calcular su vecindad media. Así a partir del cluster por forma de la Fig. 5.27(a) obtenemos el cluster por vecindad de la Fig. 5.41(a), donde vemos que además de estar calculada su forma media, que aparece en la Fig. 5.41(b) hemos eliminado un rectángulo que aparecía en el cluster por forma y que no seguía la misma vecindad que el resto. En los siguientes casos veremos los clusters por vecindad correspondientes a los clusters por forma de las Fig. 5.28(a), Fig. 5.29(a), Fig. 5.30(a), Fig. 5.31(a), Fig. 5.32(a), Fig. 5.34(a), Fig. 5.35(a) y Fig. 5.36(a), que son los que aparecen en las Fig. 5.42(a), Fig. 5.43(a), Fig. 5.44(a), Fig. 5.45(a), Fig. 5.46(a), Fig. 5.48(a) y la Fig. 5.49(a) respectivamente. En esta figuras sólo cabe destacar que en algunos casos también observamos como polígonos similares en cuanto a forma han sido desechados porque no tenían la misma vecindad que el resto, y que en todos los casos se ha calculado la vecindad media de todos los polígonos representados y se presenta en el apartado (b) de las mismas figuras. A continuación a partir del cluster por forma de la Fig. 5.38(a), vemos diferentes clusters por vecindad. Primero el que representa la textura de la fila de baldosas de la parte superior de la imagen, aparece en la Fig. 5.50(a), junto a su forma media en la Fig. 5.50(b). A continuación presentamos diferentes clusters que forman parte de la zona embaldosada inferior pero que por distorsiones producidas por el proceso de obtención de la imagen en formato electrónico aparecen con distintas vecindades. Estos clusters aparecen en las figuras: Fig. 5.51(a), Fig. 5.53(a), Fig. 5.54(a), Fig. 5.55(a) y Fig. 5.56(a), junto a sus respectivas formas medias y vecindades. Vemos que el post-proceso que mira si dos zonas texturadas tienen vecindades de la misma familia nos da el cluster final presentado en la Fig. 5.60(a), con la forma media que lo representa en la Fig. 5.60(b) que es la vecindad que tenía el grupo mayor del cluster. Además a partir del cluster por forma de la Fig. 5.39(a), obtenemos el símbolo texturado que representa una escalera de la Fig. 5.57(a), junto con el texel que lo representa y su regla de emplazamiento en la Fig. 5.57(b). También obtenemos el cluster que representa los asientos del sofá en la Fig. 5.58(a), junto al texel que lo representa y su

regla de emplazamiento en la Fig. 5.58(b). Para finalizar la Fig. 5.59(a) muestra la textura formada por las sillas, que están separadas, junto a su representante en la Fig. 5.59(b).

Debemos concluir que esta figura presentaba diferentes problemas de distorsión, además de texturas con un número elevado de elementos y algunas con elementos separados. Se han podido detectar todas las texturas que aparecen en la imagen excepto las zonas en que la imagen de entrada no permitía extraer todas las líneas del plano y dejaba agujeros en las zonas de embaldosado. Vemos pues, que si este primer paso de obtención del documento y vectorización del mismo da errores altos no es posible segmentar las zonas texturadas con el paso de clustering. No obstante algunos de estos errores, podrían corregirse con la utilización del parser con corrección de errores de la gramática que detectara la textura en cuestión que obtenemos a partir de las zonas de textura que si han sido segmentadas. De todas formas si los agujeros en la textura son realmente grandes no es posible recuperar la textura. Por tanto debemos concluir que aunque el proceso tolera errores, los errores grandes deberían corregirse en los procesos de bajo nivel, ya que los de alto nivel, como el que presentamos, tienen una complejidad algorítmica mayor.

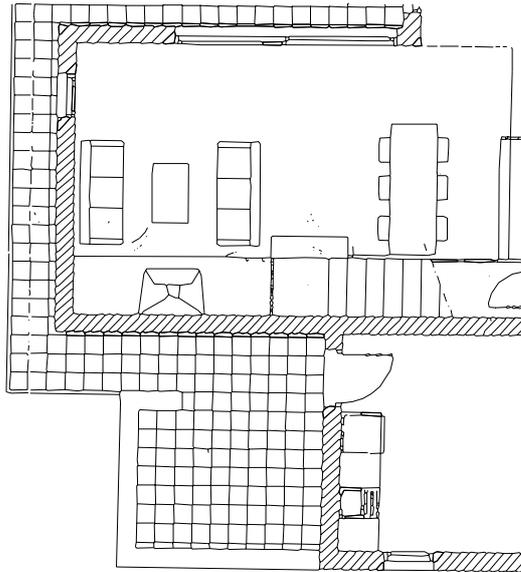


Figura 5.23: Cluster por Area

Cluster por área		
Cluster presentado en la Fig.		Número de formas que representa
Fig. 5.23		47
Fig. 5.24		157
Fig. 5.25		162
Fig. 5.26		17
Cluster por forma		
Cluster presentado en la Fig.	Forma media del cluster presentado en la Fig.	Número de formas que representa
Fig. 5.27(a)	Fig. 5.27(b)	19
Fig. 5.28(a)	Fig. 5.28(b)	14
Fig. 5.29(a)	Fig. 5.29(b)	8
Fig. 5.30(a)	Fig. 5.30(b)	3
Fig. 5.31(a)	Fig. 5.31(b)	16
Fig. 5.32(a)	Fig. 5.32(b)	23
Fig. 5.33(a)	Fig. 5.33(b)	4
Fig. 5.34(a)	Fig. 5.34(b)	66
Fig. 5.35(a)	Fig. 5.35(b)	10
Fig. 5.36(a)	Fig. 5.36(b)	6
Fig. 5.37(a)	Fig. 5.37(b)	149
Fig. 5.38(a)	Fig. 5.38(b)	6
Fig. 5.39(a)	Fig. 5.39(b)	6
Cluster por vecindad		
Cluster presentado en la Fig.	Vecindad media del cluster presentado en la Fig.	Número de formas que representa
Fig. 5.41(a)	Fig. 5.41(b)	18
Fig. 5.42(a)	Fig. 5.42(b)	14
Fig. 5.43(a)	Fig. 5.43(b)	8
Fig. 5.44(a)	Fig. 5.44(b)	2
Fig. 5.45(a)	Fig. 5.45(b)	16
Fig. 5.46(a)	Fig. 5.46(b)	23
Fig. 5.47(a)	Fig. 5.47(b)	64
Fig. 5.48(a)	Fig. 5.48(b)	17
Fig. 5.49(a)	Fig. 5.49(b)	10
Fig. 5.50(a)	Fig. 5.50(b)	19
Fig. 5.51(a)	Fig. 5.51(b)	2
Fig. 5.52(a)	Fig. 5.52(b)	86
Fig. 5.53(a)	Fig. 5.53(b)	6
Fig. 5.54(a)	Fig. 5.54(b)	2
Fig. 5.55(a)	Fig. 5.55(b)	5
Fig. 5.56(a)	Fig. 5.56(b)	2
Fig. 5.57(a)	Fig. 5.57(b)	5
Fig. 5.58(a)	Fig. 5.58(b)	6
Fig. 5.59(a)	Fig. 5.59(b)	6
Fig. 5.60(a)	Fig. 5.60(b)	122

Tabla 5.2: Tabla con el número de formas que representa cada uno de los clusters por área, forma y vecindad obtenidos en el plano llamado Gaudí.