DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES
ARQUITECTÓNICAS Y SU CONTROL

ESCUELA UNIVERSITARIA DE ARQUITECTURA
TÉCNICA

SIMETRÍAS EN LA ORNAMENTACIÓN ARQUITECTÓNICA. EL ESGRAFIADO SEGOVIANO

MARÍA DE LOS ÁNGELES GILSANZ MAYOR

LICENCIADA EN CIENCIAS MATEMÁTICAS

DIRECTORA: MERCEDES DEL RÍO MERINO

DOCTORA EN ARQUITECTURA

2011



Tribunal nombrado por el Excmo. Sr. Rector Mgfco. de la Universidad Politécnica de Madrid, el día de de 2011.

Presidente: .....

Vocal: .....

Vocal: .....

Vocal: .....

Secretario: .....

Suplente: .....

Suplente: .....

Realizado el acto de defensa y lectura de la Tesis el día de de 2011 en la E.U. de Arquitectura Técnica.

Calificación:

El Presidente Los Vocales

El Secretario

A mi familia

Agradecimientos

Desde estas líneas quiero mostrar mi agradecimiento a cuantos me han prestado su ayuda, de una u otra forma, haciendo posible este trabajo. En primer lugar, a quienes mayor influencia han tenido en él: a *Mercedes del Río*, por su magnífica dirección y visión globalizadora, a *Rafael Pérez Gómez,* que ha tutelado los aspectos matemáticos desde la distancia, siempre amable y riguroso, a *Francisca Martínez Serrano* que me ayudó desde el comienzo en la búsqueda de grupos de simetría, a *Aurora de la Puente* cuya tesis ha sido fundamental para encontrar y clasificar numerosos modelos, a *Manuel Heras Gilsanz* cuya filial y continua colaboración ha resultado imprescindible.

Debo recordar también a las profesoras del taller de *ornamentaciones murales* de la Escuela de Arte de la Casa de los Picos de Segovia, que me asesoraron sobre la elaboración de plantillas y métodos tradicionales de esgrafiado. Asimismo, a las personas que me facilitaron la búsqueda de material relacionado con el tema en distintas oficinas de Segovia: en la *Biblioteca Pública* me proporcionaron información general sobre historia y arquitectura de la ciudad; en el *Archivo Municipal* documentos y valiosas fotografías que me permitieron deducir la antigüedad de muchos esgrafiados; en el *Ayuntamiento* los planos necesarios para la correcta ubicación de los edificios y la actualización de las direcciones postales. Por otro lado, son muchos los amigos que me han guiado por la ciudad de Segovia, me han enviado fotografías o me han facilitado el acceso a edificios privados para encontrar nuevos ejemplares. Sus aportaciones han ido abriendo nuevas perspectivas y enriqueciendo el trabajo, por lo que estoy en deuda con ellos.

Agradezco el apoyo institucional recibido de la Universidad Politécnica de Madrid dentro del programa dirigido a los profesores de Escuela Universitaria, que me permitió dedicar una parte del tiempo de trabajo a las tareas necesarias para realizar esta tesis. También a la E.U. de Arquitectura Técnica de la U.P.M. y al Departamento de Matemática Aplicada a la A.T, que han puesto a mi disposición sus instalaciones y medios, tanto personales como materiales. Numerosos *compañeros* de la E.U. de A.T. han prestado su contribución desinteresada en diversos aspectos del estudio, desde su inicio hasta su terminación. Y, como es imposible nombrarlos a todos, lo personalizo en *Ana Casaravilla*, que compartió conmigo los cursos de doctorado y la ilusión de ampliar nuestra carrera docente hacia la investigación.

Mención aparte merecen los *amigos y familiares* que me han animado y acompañado durante estos años con continuas muestras de entusiasmo y afecto. Muy en particular, *mis hermanos y mis hijos,* que han aportado ideas, sugerencias y ayuda en el uso de las aplicaciones informáticas, *mi esposo* que realizó conmigo las primeras fotografías y *mi madre* que me enseñó la palabra clave *esgrafiado*.

Debo resaltar, finalmente, que esta tesis ha visto la luz porque los *segovianos* realizan desde tiempo atrás labores de esgrafiado en sus viviendas, creando una hermosa tradición y manteniéndola durante siglos. A todos ellos, gracias.

Resumen

Este trabajo se centra en el estudio de los esgrafiados que adornan las fachadas de muchos de los Palacios y casas de la ciudad de Segovia, situada en el centro de España y conocida por su Acueducto romano. Desde hace varios siglos, muchas fachadas de Segovia se han recubierto de esgrafiado, lo que caracteriza su estética y arquitectura popular. Muchos de esos esgrafiados tienen un diseño obtenido como repetición de un motivo, formando mosaicos periódicos y frisos que pueden estudiarse desde un punto de vista geométrico, debido a las simetrías que presentan. La teoría matemática de la simetría, desarrollada a comienzos del siglo XX, clasifica los frisos del plano en 7 grupos algebraicos, denominados grupos de frisos, y a los mosaicos periódicos en 17 grupos algebraicos, llamados *grupos cristalográficos planos*. Para identificar el grupo que corresponde a un determinado modelo de friso o de mosaico se utilizan las simetrías -traslaciones, reflexiones, giros, deslizamientos- que lo dejan invariable. Con esta información es posible restaurar el diseño de un esgrafiado aunque se encuentre muy dañado, pues basta partir del motivo encerrado en una pequeña zona, denominada región mínima. En este trabajo se han analizado los esgrafiados de la ciudad de Segovia, identificando su grupo de simetría, y se han encontrado ejemplares correspondientes a los 7 frisos y a 11 mosaicos. El recuento de ejemplares y modelos por grupo de simetría ha permitido conocer su distribución, que puede aplicarse para dar prioridad a la protección de algunas fachadas que corresponden a grupos de simetría con muy pocos ejemplares. Asimismo, se ha utilizado ese criterio para denominar *esgrafiado tradicional de Segovia* a los modelos más frecuentes en la ciudad. La ciudad histórica de Segovia, junto a su Acueducto romano, fue declarada Patrimonio de la Humanidad en 1985, por lo que es preciso conservar para el futuro su singularidad y su herencia cultural, entre las cuales se encuentra el esgrafiado tradicional. Aquí se propone una nueva perspectiva para preservar dicho legado.

Abstract

This work is focused on the sgraffiti that cover the walls of many palaces and houses in Segovia, a town located in the geographical centre of Spain, famous for its Roman aqueduct. Many Segovian façades have been decorated with sgrafitti long since, characterizing her own aesthetic and popular architecture. Most of these sgraffiti are repetition patterns –regular mosaics and friezes– that can be studied from the point of view of geometry, due to the symmetries they present. The mathematical theory of *symmetry*, developed at the beginning of the 20th century, classifies the friezes of the plane in 7 algebraic groups called frieze groups and the regular mosaics in 17 algebraic groups, the wallpaper symmetry groups. Given a frieze or mosaic model, the symmetries –translations, reflexions, rotations, glides– that leave the model unchanged are used to identify its symmetry group. With this information it is possible to restore the sgraffito in a faithful way, even when some part of it is severely degraded or missing. In this work, symmetries of numerous sgraffiti in the town of Segovia have been analysed and classified: all 7 frieze groups and 11 wallpaper groups have been found. Counting the samples of sgraffiti for each frieze and wallpaper group their frequency distribution has also been obtained. Knowledge of this distribution can help prioritize restoration of those sgraffiti belonging to less frequent symmetry groups, which are facing extinction. The old town of Segovia and its aqueduct were declared a World Heritage Site in 1985, and all of us should try to contribute to the future conservation of its singularity and cultural legacy. In this work a new perspective is proposed to assess that cultural richness that has to be preserved.

Índice general

Parte 1. Preliminares 1

Introducción 3
Antecedentes 5
Objetivos 6
Metodología 7

Capítulo 1. La Simetría 9
1.1. Las isometrías del plano 11
1.2. Grupo de simetría de una figura 14
1.3. Rosetas. Grupos de Leonardo 15
1.4. Grupos de frisos 19
1.5. Grupos de mosaicos 27

Capítulo 2. El esgrafiado 49
2.1. Variantes y técnicas 50
2.2. El esgrafiado segoviano 57

Capítulo 3. El esgrafiado de los monumentos 69
3.1. Alcázar 69
3.2. Casa de las Cadenas 70
3.3. Casa del Hidalgo. Museo Rodera Robles 76
3.4. Palacio Uceda-Peralta. Diputación Provincial 78
3.5. Palacio de los Marqueses de Quintanar 79
3.6. Palacio del Conde de Cheste 79
3.7. Torreón de Arias Dávila 81
3.8. Torreón de Lozoya 82

Parte 2. Modelos del esgrafiado segoviano 83

Capítulo 4. Modelos de frisos 85
4.1. Modelos de frisos $F11$ 86
4.2. Modelos de frisos $F12$ 88
4.3. Modelos de frisos $F1g$ 91
4.4. Modelos de frisos $F1m$ 92
4.5. Modelos de frisos $Fm1$ 93

4.6. Modelos de frisos Fmg 99
4.7. Modelos de frisos Fmm 100

Capítulo 5. Modelos de mosaicos 113
5.1. Modelos de mosaicos $p1$ 114
5.2. Modelos de mosaicos cm 116
5.3. Modelos de mosaicos pm 120
5.4. Modelos de mosaicos $p2$ 121
5.5. Modelos de mosaicos pmg 123
5.6. Modelos de mosaicos cmm 125
5.7. Modelos de mosaicos pmm 129
5.8. Modelos de mosaicos $p4$ 140
5.9. Modelos de mosaicos $p4g$ 144
5.10. Modelos de mosaicos $p4m$ 147
5.11. Modelos de mosaicos $p6m$ 177

Parte 3. Análisis y conclusiones 179

Capítulo 6. Análisis estadístico 181
6.1. Ubicación de los esgrafiados 182
6.2. Distribución de los frisos 186
6.3. Distribución de los mosaicos 189

Capítulo 7. Generación del modelo 195
7.1. Antigüedad 195
7.2. Modelos tradicionales 195
7.3. Preservación de la simetría del motivo 211
7.4. Modelos imprevistos 213
7.5. Influencia del color en el grupo de simetría 215
7.6. Los restantes grupos de mosaicos 217

Capítulo 8. Restauración 223
8.1. Modelos restaurados 224
8.2. Modelos desaparecidos 230
8.3. Simetrías en peligro de desaparición 231
8.4. Recuperación del diseño 234

Conclusiones 237

Futuras líneas de trabajo 241

Bibliografía 243

Parte 1

Preliminares

Introducción

Este trabajo está centrado en el esgrafiado segoviano, que se estudia desde un punto de vista novedoso, mediante la teoría matemática de la simetría. El esgrafiado segoviano es un revoco que caracteriza la arquitectura tradicional de la provincia de Segovia, aunque no es exclusivo de ella y también se utiliza en otras áreas geográficas. Se analizan los diseños de los esgrafiados que adornan muchas de las fachadas de la ciudad, y que pueden considerarse *frisos* o *mosaicos* periódicos. Así, se relaciona la Arquitectura con las Matemáticas y, en particular, con la Simetría, que a lo largo de la historia ya ha demostrado su influencia en el diseño y representación de los elementos arquitectónicos.

En relación al diseño de los ornamentos, es posible detallar su obtención a partir de las formas más simples que contienen: rectas, círculos, cuadrados, polígonos, líneas onduladas, etc. En ocasiones, los ornamentos están determinados por una figura inicial y ciertas reglas de repetición, formando un patrón, y en esos casos el análisis puramente geométrico del motivo que se repite no es suficiente para una comprensión profunda del ornamento considerado globalmente, pues el mismo motivo inicial puede dar origen a diferentes resultados, con distintas características y estructura.

En cuanto al método de ejecución de la ornamentación arquitectónica, este estudio se centra en el esgrafiado, que es un revoco basado en el raspado de ciertas partes de la superficie hasta hacer aparecer el dibujo deseado, y ello puede ejecutarse con diversos procedimientos y herramientas, que dan lugar a distinto resultado final.

El caso concreto que se analiza en este trabajo es el del esgrafiado segoviano. En su mayoría, se trata de muros que se encuentran recubiertos por un diseño basado en la repetición de un motivo inicial. El hecho de que muchos de los esgrafiados segovianos puedan considerarse *mosaicos periódicos*, según la definición matemática, permite estudiarlos desde el punto de vista de la moderna teoría de la simetría. Según dicha teoría, los mosaicos periódicos del plano pueden

clasificarse en 17 grupos, llamados *grupos cristalográficos planos*. La identificación del grupo de simetría de un mosaico requiere buscar las isometrías del plano que lo dejan invariante, es decir, las traslaciones, giros, reflexiones y deslizamientos que conservan sus formas. En los esgrafiados de la ciudad de Segovia se han encontrado representantes de 11 de dichos grupos.

Además de los esgrafiados que cubren completamente el muro, hay otros esgrafiados muy frecuentes, de mayor facilidad de ejecución y menor coste, cuya simetría corresponde al concepto matemático de *friso periódico*. En ellos, el motivo inicial se repite siguiendo una línea recta, y generalmente se utilizan para recercado de ventanas, balcones o para delimitar algún otro elemento arquitectónico del muro. Desde el punto de vista matemático de las simetrías, en el plano solo existen 7 grupos de frisos posibles, y se han encontrado modelos de todos ellos entre los esgrafiados segovianos.

Se ha estructurado el trabajo en tres partes: *Preliminares* abarca los capítulos que contienen los conceptos básicos y la terminología utilizada en los dos aspectos que confluyen, por un lado el aspecto matemático de la teoría de la Simetría y por otro lado el arquitectónico del Esgrafiado segoviano, con una atención específica al esgrafiado existente en los Monumentos de la ciudad de Segovia.

La segunda parte, *Modelos del esgrafiado segoviano*, es una recopilación de los distintos modelos existentes en la ciudad de Segovia, y puede considerarse como el conjunto de los datos obtenidos en la investigación realizada. Se presentan los modelos de frisos y de mosaicos encontrados en la ciudad de Segovia, clasificados por su grupo de simetría, mediante una fotografía de cada modelo, con indicación de la dirección postal donde se ubican las distintas copias encontradas del mismo. Se acompaña de un recorte de la fotografía que corresponde a la unidad traslacional, con la región mínima marcada sobre ella. Esto puede ser de ayuda al profesional que desee generar un determinado modelo, pues basta trazar el motivo contenido en la región mínima y aplicar las simetrías convenientes para obtener el modelo completo. Asimismo, resulta de utilidad en las tareas de restauración de cualquiera de las fachadas.

La tercera parte, *Análisis y Conclusiones* consta de varios capítulos que desarrollan las ideas fundamentales de este trabajo. En primer lugar se realiza un análisis estadístico, con un estudio descriptivo de los distintos aspectos del esgrafiado en la ciudad de Segovia, como su distribución según su ubicación en fachadas, patios o interiores, por distritos, por

edificios, por grupo de simetría, así como el número de copias de cada modelo, los modelos únicos y el índice de repetición de cada grupo de simetría. En segundo lugar se analiza todo lo relacionado con la generación de los modelos: se determinan los modelos tradicionales de la ciudad de Segovia, y cómo influye el método de ejecución del esgrafiado en el resultado final. Se aportan ejemplos de modelos imprevistos, mediante fotografías de modelos distintos que se han obtenido a partir de una misma plantilla. También se demuestra la posibilidad de ejecutar, con la técnica del esgrafiado, modelos de los restantes grupos de simetría no identificados en la ciudad. El último capítulo aborda el tema de la restauración de los esgrafiados, en relación con su diseño, comparando los modelos más antiguos con sus copias actuales. Asimismo se aportan datos sobre algunos modelos desaparecidos de la ciudad, se identifican los grupos de simetría que presentan peligro de desaparición por encontrarse en un reducido número de fachadas y un ejemplo real de aplicación del concepto de región minima a la recuperación del diseño de un esgrafiado en ruinas.

Antecedentes

Simetría en ornamentos arquitectónicos. En los últimos años del siglo XX R. Pérez Gómez demostró que la Alhambra de Granada contiene mosaicos de todos los posibles grupos de simetría [**90**]. Es el único complejo arquitectónico en el mundo del que se haya publicado que contiene modelos de los 17 grupos de simetría. Fue construido antes de que tomara cuerpo la teoría matemática de los grupos cristalográficos planos, lo que prueba la gran destreza e intuición geométrica de los artesanos que lo construyeron.

Asimismo, unos años después A. Ramírez y C. Usón encontraron los 17 grupos planos de simetría en las yeserías del mudéjar aragonés [**94**], si bien en este caso es preciso recorrer diversas edificaciones para reunir los modelos necesarios que representen a todos los grupos.

En cuanto a los esgrafiados segovianos, dado el amplio abanico de modelos que pueden contemplarse en las fachadas de esta zona geográfica, era razonable esperar que aparecieran en ellas un gran número de grupos de simetría.

Esgrafiado segoviano. Destacan dos Tesis doctorales centradas en ese tema. La realizada por Aurora de la Puente en 1988, es un compendio del esgrafiado de la provincia segoviana centrado en el diseño gráfico de los modelos[**92**]. En la publicación consecuente [**91**],

editada por la Excma. Diputación Provincial de Segovia, se muestran fotografías de los edificios con esgrafiado y se extrae el motivo, que se analiza geométricamente y se reproduce mediante un dibujo lineal. Quizás sea el primer catálogo de los modelos de esgrafiado segoviano, lo que le otorga gran valor y resulta imprescindible como archivo gráfico del mismo.

La segunda tesis doctoral fue realizada en 1992 por Rafael Ruiz Alonso [**96**], y en ella se tratan aspectos históricos del esgrafiado de la provincia de Segovia, como el origen y evolución en el tiempo, junto a otros como tipología y ejecución práctica. La publicación relacionada, editada por la Caja de Ahorros de Segovia [**97**], es una obra de obligada referencia y un excelente punto de partida para conocer el esgrafiado segoviano.

Objetivos

El principal objetivo de este trabajo es *aportar información y conocimiento sobre los esgrafiados segovianos, desde un punto de vista novedoso* que requiere la utilización de herramientas matemáticas. El conocimiento profundo de un determinado esgrafiado, además del mortero, coloración y motivo inicial utilizados en su ejecución, incluye la identificación de sus simetrías, todo lo cual permitirá reproducirlo con suficiente fidelidad para conseguir un adecuado mantenimiento del mismo. De esta forma se favorece la preservación de la riqueza cultural que los esgrafiados suponen para Segovia, ciudad declarada Patrimonio de la Humanidad en 1985.

Como segundo objetivo, derivado del conocimiento del grupo de simetría de un mosaico, está *la identificación de una región mínima del esgrafiado*, con aplicación a la generación del motivo inicial para la obtención de la plantilla necesaria para la ejecución del esgrafiado. El profesional puede simplificar y mejorar el diseño utilizando el concepto de *región mínima*, que depende del grupo de simetría correspondiente. En los grupos de gran simetría, la región mínima que se necesita dibujar es mucho menor que la plantilla necesaria para el proceso de ejecución del esgrafiado. Al aplicar las simetrías necesarias al motivo contenido en la región *mínima* se obtendrá el motivo correspondiente a una región *unidad*, que basta trasladar para obtener el modelo.

Otro objetivo es el *conocimiento de la distribución de los esgrafiados en la ciudad*, considerando aspectos como grupo de simetría, distrito postal, número de ejemplares, modelos únicos, etc. Por esta razón el trabajo se realiza en la ciudad de Segovia, en un intento de elaborar un *catálogo* lo más completo posible de sus esgrafiados. Ello permitirá

que el profesional encargado de realizar un revoco esgrafiado pueda seleccionar el diseño atendiendo a distintas características, como la antigüedad del diseño, su arraigo en el entorno, o la percepción de mayor estabilidad o movimiento que pueda provocar en el usuario y que está relacionada con el grupo de simetría del modelo.

Metodología

Ámbito de estudio. Segovia capital, que abarca la zona denominada histórica, que comprende la parte amurallada y otras zonas extramuros, que han evolucionado alrededor de los antiguos arrabales. Se ha delimitado la zona de estudio en el plano de Segovia, figura 2.2.1.

Material.

- Cámara fotográfica digital. Nikon E4300.
- Equipo formado por un PC, impresora laser a color y escáner.
- Programa informático de tratamiento de imágenes GIMP.
- Programa informático Open Office. Base, Calc, Draw.
- Programa informático Picassa.
- Procesador de textos: Lyx.

Proceso. Se han tomado fotografías de los edificios con esgrafiado de la zona de estudio de la capital segoviana. Cada fotografía se ha recortado para obtener una muestra de cada modelo. Dicha muestra se ha tratado para eliminar el efecto de la perspectiva, mejorar el contraste y otras características de la misma. A continuación, se ha analizado cada modelo obtenido, clasificándolo como *mosaico*, *friso*, *roseta* u *otro*, y, en los dos primeros casos, se ha utilizado el correspondiente algoritmo para encontrar el grupo de simetría del modelo. Aunque existen herramientas informáticas que pueden identificar el grupo de simetría de una figura [**4, 128**], en este trabajo dicha tarea se ha realizado manualmente.

Hay que resaltar que en algunos casos era indispensable conocer las proporciones del motivo, pues el grupo de simetría correspondiente podía variar en función de dichas proporciones. Así, por ejemplo, un cuadrado no representa el mismo grupo de simetría que un rectángulo. Puesto que de las fotografías realizadas no podía deducirse con exactitud, se ha recurrido a otras fuentes, como los dibujos realizados por Aurora de la Puente [**91**], a partir de los apuntes obtenidos directamente sobre el realce del muro.

Por otra parte, un friso o mosaico *real*, esgrafiado por artesanos con las herramientas al uso, contiene siempre imperfecciones que pueden afectar a la simetría del dibujo. Se ha seguido el criterio de aceptar pequeños fallos o errores y solo se han descartado aquellos ejemplares donde la ejecución al mover la plantilla se ha realizado sin un criterio apropiado o totalmente al azar, de forma que es imposible encontrar una región unidad que genere el diseño completo.

Se ha creado una base de datos de Open Office con tablas constituidas por diversos campos donde se recogen las características de cada muestra: nombre del archivo que contiene la imagen, grupo de simetría, ubicación según código postal, denominación de la vía, forma, color y estado de conservación. Para extraer la información deseada según el caso, se han generado diferentes consultas.

El estudio estadístico se ha realizado con ayuda de la citada base de datos, y la organización de los modelos se ha basado fundamentalmente en la dirección postal de la fachada donde se encuentran ubicados. A este respecto, es preciso señalar la dificultad de conocer la dirección de algunas de las viviendas, por haberse realizado en los últimos años una reordenación en la ciudad que ha modificado las denominaciones de algunas de las vías o sus numeración.

Se han generado distintos *álbumes* con el programa Picassa, con las fotografías de edificios de la ciudad de Segovia que contienen esgrafiado, organizados por calles y rutas por distintas zonas históricas de la ciudad. Su publicación en la web favorecerá un mejor conocimiento de esta ornamentación a cualquiera que se conecte a Internet en cualquier parte del mundo. Otra posible aplicación está en la creación de rutas a través de la ciudad para el sector del turismo, de gran importancia para el desarrollo de la región.

Capítulo 1

La Simetría

La Simetría es un lenguaje que explica y conecta diversos ámbitos del mundo que nos rodea, algunos tan dispares como la Física de partículas y los arabescos de la Alhambra. La palabra Simetría se utiliza en el lenguaje ordinario como sinónimo de armonía y equilibrio. La naturaleza ofrece múltiples ejemplos de figuras con una gran simetría, desde los copos de nieve y los cristales en el mundo inanimado hasta algunas plantas y animales como la estrella de mar. Los cuerpos de los anfibios, las aves, o los mamíferos presentan una simería bilateral, que resulta muy familiar a los humanos, al poseer también esta característica.

El aspecto relevante de la teoría de la simetría para este trabajo es el de la clasificación de patrones del plano generados por una figura que se repite regularmente siguiendo ciertas pautas. En la naturaleza, los cristales presentan esa peculiaridad y la necesidad de organizar y comprender mejor la estructura de los cuerpos cristalinos fue el motivo que llevó a los cristalógrafos a su clasificación en grupos cristalográficos.

Por otra parte, la base matemática de la teoría de la Simetría fue creada en 1848 por el matemático francés Evariste Galois. La identificación de los 230 grupos de simetría en el espacio de tres dimensiones se atribuye a Fedorov y Shönflies en 1891, anterior al reconocimiento de los 17 grupos del plano, por parte de Pòlya y Niggli en 1924. La primera lista completa de los 7 grupos de frisos fue dada por Pòlya, en 1924.

La teoría de la Simetría se encuentra en pleno desarrollo, con aplicaciones en muy diversos campos, que van desde la ingeniería hasta la cosmología, siendo la *simetría* el nexo común de todos ellos [**62, 63, 64**]. Ese auge puede corroborarse mediante el hecho de que el Premio Abel 2008, de la Academia Noruega de Ciencias y Letras -y que es considerado como el Nobel de las Matemáticas-, se otorgara a dos matemáticos que han contribuido al desarrollo de la teoría. Los premiados son John Griggs Thomson, de la Universidad de Florida, que consiguió profundos resultados en la teoría de grupos y Jacques

Tits, del College de Francia, que introdujo los conceptos que permiten visualizar los grupos como objetos geométricos.

El interés del público en general por la teoría de la Simetría va en aumento, en paralelo con las publicaciones de divulgación [**50, 81, 107**] y conferencias como las del profesor de la Universidad de Oxford Marcus du Sautoy, que congrega a miles de personas. Asimismo, multitud de páginas web y blogs aportan explicaciones intuitivas, y ello favorece que un gran número de personas con formación generalista accedan por Internet a un primer contacto con los conceptos básicos de esta teoría.

Cuando uno se plantea distinguir las figuras simétricas o armoniosas de las que no lo son, o intenta elaborar un escalafón de figuras de acuerdo con esa característica, surge el problema de cómo medir la simetría de una figura. Un círculo, considerado como la figura plana con mayor simetría, puede girarse desde su centro con cualquier ángulo y reflejarse en cualquiera de sus diámetros sin que se aprecien cambios en su forma y, por esa razón, tiene infinitas simetrías o movimientos que lo dejan invariable. Un triángulo equilátero también puede girarse desde su centro, pero hay que hacerlo con ángulos de $120^{\underline{o}}$ o $240^{\underline{o}}$ para que no varíe y también puede reflejarse en sus tres alturas sin que se perciban cambios en el mismo. Por el contrario, una figura *irregular* no posee reflexiones ni giros, salvo el trivial que mueve la figura cualquier número de vueltas completas quedando invariable. Estos ejemplos permiten intuir que el reconocimiento de una mayor o menor simetría en una determinada figura plana requiere la utilización del concepto matemático de *movimiento* del plano. Es decir, la manera de reconocer cuánta simetría posee una figura está relacionada con el número de movimientos que la dejan invariable. Este concepto matemático constituye la primera sección del capítulo, necesaria para introducir el concepto de *grupo de simetría de una figura*, que se trata en la sección 2.

La Simetría es imprescindible en el diseño y representación de los elementos arquitectónicos. Las plantas de los edificios, así como los alzados de sus fachadas, se diseñan con una cierta armonía o equilibrio, relacionado con la simetría. Ornamentos como los rosetones de las iglesias góticas poseen una clase de simetría cuyo estudio es el origen de los denominados grupos de rosetas o *grupos de Leonardo*, que se analizan en la sección 3 de este capítulo.

Muchos ornamentos que recubren los muros están determinados por una figura inicial y ciertas reglas de repetición, formando un patrón,

como ocurre en la Alhambra de Granada. En esos casos el análisis puramente geométrico del motivo que se repite no es suficiente para una comprensión profunda del ornamento considerado en su conjunto, pues el mismo motivo inicial puede dar origen a muy distintos resultados, que difieren en características fundamentales.

La estructura interna de los ornamentos de repetición depende de las *simetrías* que posean y, aunque sus modelos son infinitamente variados, desde el punto de vista de las simetrías los *mosaicos periódicos* planos pueden reducirse a 17 clases o grupos distintos.

En los últimos años del siglo XX se demostró que la Alhambra de Granada contiene mosaicos de todos los posibles grupos de simetría [**90**]. Este es el único complejo arquitectónico en el mundo del que se haya publicado que contiene modelos de los 17 grupos de simetría. Fue construido antes de que tomara cuerpo la teoría matemática de los grupos cristalográficos planos, lo que prueba la gran destreza e intuición geométrica de los artesanos que lo construyeron. Asimismo, en 2000 se encontraron los 17 grupos planos de simetría en las yeserías del mudéjar aragonés [**119**], si bien en este caso es preciso recorrer diversas edificaciones para reunir los modelos representativos de todos los grupos.

El hecho de que muchos de los esgrafiados segovianos puedan considerarse *mosaicos periódicos* hace posible estudiarlos desde el punto de vista de la teoría matemática de la simetría. La identificación del grupo de simetría de un mosaico requiere buscar las isometrías o movimientos del plano que lo dejan invariante, es decir, las traslaciones, giros, reflexiones y deslizamientos que preservan su aspecto.

Los *grupos de simetría de los frisos* se analizan en la sección 4 y los *grupos de mosaicos* en la sección 5, última de este capítulo dedicado a la simetría, cuyo objetivo es presentar los aspectos básicos y la nomenclatura indispensables para la comprensión de las simetrías del esgrafiado segoviano. El tratamiento formal de los aspectos teóricos necesarios para una mayor profundización en el conocimiento de la teoría matemática de la simetría puede consultarse en los textos especializados, como [**8, 11, 13, 17, 39, 59, 78**].

1.1. Las isometrías del plano

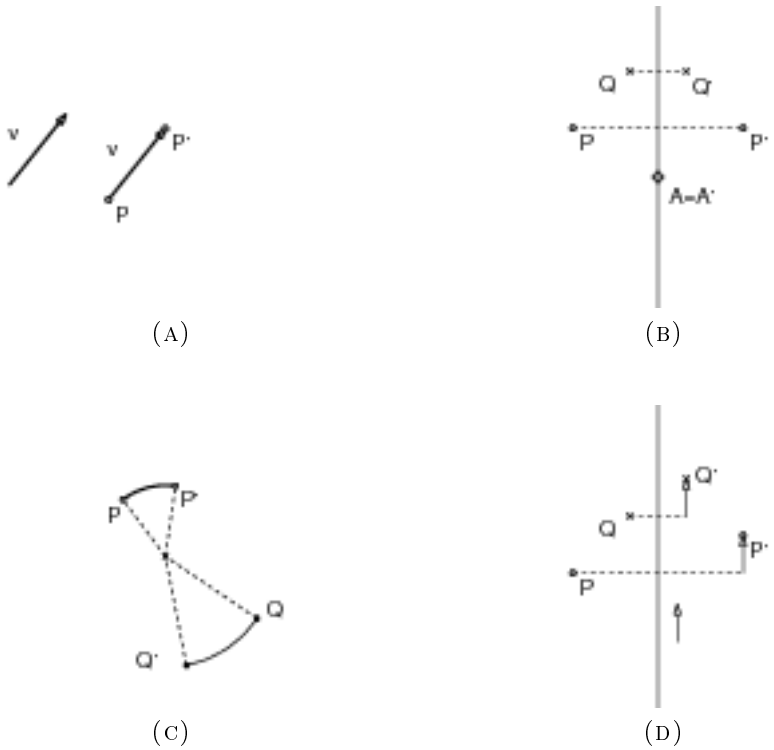
El concepto de *isometría* o movimiento del plano corresponde intuitivamente con un cambio de posición de una figura sobre el plano, incluyendo la posibilidad de voltearla.

Una *isometría* es una transformación que conserva las distancias, es decir, cada punto P se transforma en su imagen P' y debe verificarse que la distancia $d(P,Q)$ entre dos puntos cualesquiera sea igual a la distancia $d(P',Q')$ entre sus imágenes.

Las isometrías del plano (figura 1.1.1) se clasifican en los siguientes tipos:

***Traslación*:** determinada por un *vector*.
***Reflexión*:** definida por su *eje*.
***Giro*:** definido por su *centro* y *ángulo*.
***Deslizamiento*:** dado por su *eje y* un *vector* paralelo.

Nota. Los giros con un mismo centro y ángulos θ^{o} y $(360+\theta)^{\text{o}}$ se consideran idénticos, pues solo se tiene en cuenta el resultado final, que es el mismo cuando se añade al giro una vuelta completa. Basta considerar, por tanto, ángulos θ^{o} de giro positivos y menores de una vuelta, es decir, tales que $0^{\text{o}} \leq \theta^{\text{o}} < 360^{\text{o}}$.



(A) (B)

(C) (D)

FIGURA 1.1.1. Isometrías del plano: (A) traslación (B) reflexión (C) giro (D) deslizamiento.

Las isometrías, además de conservar las distancias, tienen la notable propiedad de conservar los ángulos, lo cual implica que conservan la forma de las figuras, es decir, *la figura imagen o transformada mediante una isometría tiene la misma forma que la figura inicial.*

Grupo de las isometrías del plano. Las isometrías pueden aplicarse consecutivamente y dicha operación se denomina *composición* de isometrías.

Es fácil ver que *la composición de dos traslaciones* de vectores $\vec{v}$ y $\vec{w}$ *es una traslación* cuyo vector es la suma de los dos vectores $\vec{v} + \vec{w}$.

La composición de dos giros con un mismo centro O es otro giro del mismo centro O y cuyo ángulo es la suma de los ángulos. Al componer un giro de 180^{o} por sí mismo, se obtiene un giro de una vuelta completa y por ello se dice que es un giro *de orden* 2. Análogamente, el giro de ángulo 120^{o} es un giro *de orden* 3, el de 90^{o} un giro *de orden* 4 y el de 60^{o} un giro *de orden* 6.

La composición de dos giros con centros distintos es una traslación si la suma de los ángulos es múltiplo de 360^{o} *y, en otro caso, un giro cuyo ángulo es la suma de los ángulos.*

La composición de dos reflexiones de ejes paralelos es una traslación cuyo vector es perpendicular a los ejes y tiene doble longitud que la distancia entre ellos. En el caso particular de que ambas reflexiones coincidan, resulta una traslación de longitud cero, es decir, la *composición de una reflexión por sí misma es la isometría identidad. La composición de reflexiones cuyos ejes se cortan en un punto es un giro* de centro dicho punto y ángulo doble que el formado por los ejes.

Un deslizamiento (en inglés *glide*) *es la composición de una reflexión y una traslación paralelas.*

La composición de isometrías es siempre una isometría y, además, verifica varias propiedades que pueden resumirse diciendo que las isometrías del plano forman un *grupo*. En dicho grupo conviene resaltar la existencia de una isometría *identidad*, que deja cada punto del plano en el mismo lugar que tenía inicialmente y que, además, verifica la propiedad de que su composición con cualquier isometría tiene como resultado esta última isometría. Como isometría identidad pueden considerarse tanto la traslación de vector nulo -*traslación trivial*- como un giro de 0^{o} -*giro trivial*-. Otra importante propiedad es que cada isometría posee una *inversa*, que es aquella isometría que deshace su acción o, dicho en lenguaje matemático, una isometría tal que al componer ambas se obtiene la isometría identidad.

La composición de isometrías es importante en el estudio de las simetrías de los frisos y mosaicos, núcleo central de este trabajo. Algunas composiciones son sencillas de obtener, mientras que otras requieren procedimientos más complejos. Una herramienta útil a tal efecto es la expresión de cada isometría como composición de reflexiones, que se estudia a continuación.

Paridad de las isometrías. *Cualquier isometría o bien es una reflexión o bien puede expresarse como composición de* 2 o 3 *reflexiones.* En efecto:

- Una *traslación* es composición de dos reflexiones de ejes perpendiculares al vector de la traslación, con los ejes situados a una distancia igual a la mitad de la longitud de la traslación.
- Un *giro* puede expresarse como composición de dos reflexiones cuyos ejes pasen por el centro de giro, formando un ángulo igual a la mitad del ángulo de giro.
- Un *deslizamiento* es composición de una reflexión y una traslación; al expresar la traslación como composición de dos reflexiones, se obtiene el deslizamiento como composición de tres reflexiones.

Por otro lado, la composición de una reflexión consigo misma es la isometría identidad, por lo que puede añadirse dicha composición a cualquier isometría, sin que esta se modifique. Por tanto, puede decirse que la traslación y el giro son composición de un número par de reflexiones, mientras que la reflexión y el deslizamiento son composición de un número impar de reflexiones. De esta forma:

- *La traslación y el giro son composición de un número par de reflexiones, por lo que se denominan isometrías pares.*
- *La reflexión y el deslizamiento son composición de un número impar de reflexiones, por lo que se denominan isometrías impares.*

Esta clasificación de las isometrías proporciona el siguiente resultado, relacionado con su composición: *Al componer dos isometrías pares se obtiene una isometría par.*

1.2. Grupo de simetría de una figura

Al transformar una determinada figura del plano mediante una isometría es posible que la nueva figura sea aparentemente idéntica a la inicial, como ocurre con un triángulo equilátero al aplicarle un

giro en su centro con ángulo de 120^{o}, pues cada punto del triángulo se transforma en otro punto del mismo y por ello el triángulo, globalmente, es invariable por dicho giro.

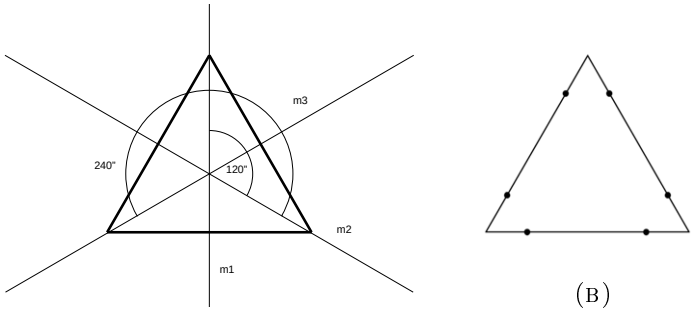


FIGURA 1.2.1. (A) Simetrías del triángulo (B) Una órbita

La propiedad de que una figura resulte globalmente invariable por una isometría se expresa diciendo que la isometría es una *simetría* de la figura. Así, el giro de 120^{o} es una simetría del triángulo.

El triángulo posee un total de 6 simetrías, tres de las cuales son los giros de 120^{o}, 240^{o} y 0^{o}, mientras que las otras tres son las reflexiones cuyos ejes son las alturas del triángulo. Estas 6 simetrías forman un grupo: la composición de dos simetrías del triángulo da como resultado alguna simetría del triángulo, y la inversa de cualquier simetría del triángulo es también una de ellas (figura 1.2.1 A). Además, dicho grupo de simetrías del triángulo es subgrupo del grupo de las isometrías del plano.

Análogamente ocurre con cualquier figura del plano: las isometrías que la dejan globalmente invariable forman un grupo, denominado *grupo de simetría* de la figura.

Dada una figura y un punto P de la misma, al conjunto de puntos que son imagen de P mediante cualquier simetría de la figura se denomina *órbita de* P. La figura 1.2.1 B muestra una órbita formada por seis puntos del triángulo. Una órbita permanece invariable mediante las simetrías de la figura. La figura es unión de las órbitas de sus puntos.

1.3. Rosetas. Grupos de Leonardo

Leonardo da Vinci estudió las simetrías de las figuras planas, con el propósito de resolver el problema que se planteaba al tratar de añadir capillas adyacentes a una capilla principal o parte central preexistente

de tal forma que se preservara la simetría de la misma. Los grupos de simetría puntual o *grupos de Leonardo* tuvieron gran importancia en la arquitectura del Renacimiento. Actualmente se aplican en ámbitos tan diversos como el urbanismo, los proyectos arquitectónicos, la creación de rosetones o el diseño de elementos de ingeniería.

Los grupos de Leonardo o *grupos puntuales* son los grupos que contienen un número finito de isometrías. Pueden clasificarse en dos categorías: *grupos diedrales*, que poseen reflexiones, y *grupos cíclicos*, que solo poseen giros.

Grupos diedrales. El grupo de simetría de un polígono regular de n lados, para $n \geq 3$, se denomina *grupo diedral* D_n. Está formado por $2n$ isometrías, de las cuales n son reflexiones y otras n son giros. Los ejes de reflexión se cortan en un mismo punto, que coincide con el centro de los giros. El grupo diedral D_n está generado por dos reflexiones.

Por ejemplo, en el caso particular en que $n = 3$, el grupo diedral D_3 es el grupo de simetría del triángulo equilátero, constituido por 6 isometrías, de las cuales 3 son reflexiones y 3 son giros. Figura 1.2.1.

Para $n < 3$ resultan los siguientes grupos:

- El grupo diedral D_1 está constituido por la simetría identidad y una reflexión. Corresponde a las figuras con simetría *bilateral*.
- El grupo diedral D_2 consta de 4 simetrías: la simetría identidad, dos reflexiones de ejes perpendiculares y un giro 180^{o} con centro situado en la intersección de los ejes de reflexión.

Nota. El caso límite cuando aumenta n se denota D_∞ y corresponde al grupo de simetría del círculo. Contiene infinitos giros, pues cualquier giro de centro situado en el centro del círculo, independientemente de su ángulo, deja al círculo invariante. También contiene infinitas reflexiones, pues cualquier recta que pase por el centro del círculo es un eje de simetría del mismo.

Grupos cíclicos. Los giros que contiene el grupo diedral D_n forman un subgrupo del mismo denominado *grupo cíclico* con n elementos, que se denota C_n.

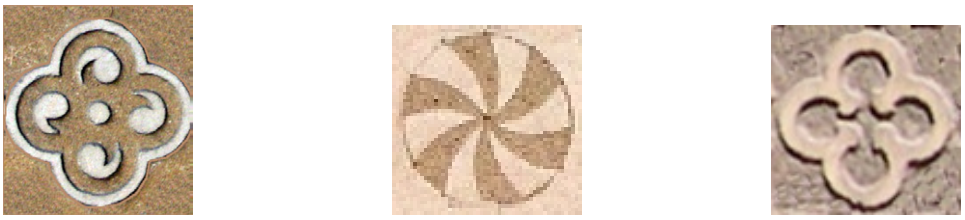
En el caso $n = 3$, el subgrupo C_3 está formado por 3 giros, uno de ellos el giro G de 120^{o}, de orden 3, que es generador del subgrupo, puesto que cualquiera de los giros puede expresarse como composición de ese giro consigo mismo. En efecto, el giro de ángulo 240^{o} es igual

a la composición GG, y el giro de ángulo 0^{o} es igual a la composición GGG. Por esa razón, el subgrupo se denomina grupo cíclico.

Grupos puntuales. Los grupos diedrales y cíclicos se denominan también *grupos puntuales*. La definición formal para $n \geq 2$, es la siguiente:

(a) El conjunto $\{I, G, G^2, \ldots, G^{n-1}\}$, donde I es la isometría identidad y G un giro de ángulo $\frac{360^{\text{o}}}{n}$, se denomina *grupo cíclico de orden* n y se denota C_n.

(b) Sean $m_1, m_2, \ldots, m_n$ rectas que pasan por un punto P, distribuidas de tal forma que el ángulo que forman dos rectas consecutivas, m_i con m_{i+1}, sea igual a $\frac{180^{\text{o}}}{n}$, para $i = 1, 2, \ldots, n-1$. Sea R_i la reflexión de eje m_i, para $i = 1, 2, \ldots, n$. El conjunto $\{I, G, G^2, \ldots, G^{n-1}, R_1, R_2, \ldots, R_n\}$ se denomina *grupo diedral de orden* $2n$ y se denota D_n.



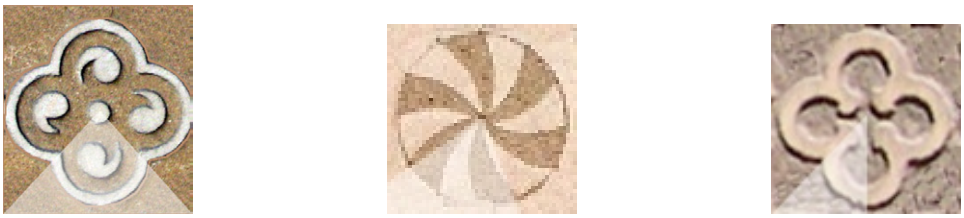
(A) (B) (C)

FIGURA 1.3.1. Rosetas en el esgrafiado segoviano (A) C_4 (B) C_6 (C) D_2

Las rosetas ornamentales. Una figura cuyo grupo de simetría es un grupo puntual C_n o D_n se denomina *roseta*. La figura 1.3.1 contiene tres imágenes de rosetas del esgrafiado segoviano. Sus correspondientes grupos de simetría son: (A) C_4 , (B) C_6 y (C) D_2.

Una *región mínima* de un grupo cíclico C_n es un sector del plano limitado por dos semirrectas que pasan por el centro de los giros formando un ángulo de $\frac{360^{\text{o}}}{n}$.

Una *región mínima* de un grupo diedral D_n es un sector del plano limitado por dos semirrectas que pasan por el centro de los giros formando un ángulo de $\frac{90^{\text{o}}}{n}$.



(A) (B) (C)

FIGURA 1.3.2. Regiones mínimas de varias rosetas

Una roseta cuyo grupo de simetría es el grupo cíclico C_n puede obtenerse a partir de la región mínima de su grupo de simetría. La subfigura contenida en una región mínima se denomina *motivo mínimo.* Así, al aplicar sucesivamente el giro sobre un sector del plano limitado por dos semirrectas que pasan por el centro de los giros formando un ángulo de $\frac{360^{\circ}}{n}$, con el motivo marcado sobre dicho sector, se obtendrá la roseta completa (figura 1.3.2 A y B).

Análogamente, si el grupo de simetría de una figura es el grupo diedral D_n, basta tomar un sector del plano limitado por dos semirrectas que pasan por el centro de los giros formando un ángulo de $\frac{180^{\circ}}{n}$. El *motivo mínimo* contenido en dicha región formará la figura completa cuando se apliquen sucesivamente las reflexiones determinadas por dichas semirrectas (figura 1.3.2 C).

En cuanto al papel de las rosetas en el arte de la ornamentación, debe destacarse el protagonismo del círculo, de grupo de simetría D_∞, tanto por su cronología como por la frecuencia de su aparición, a veces aislado y a veces en combinación con otras formas. Desde el Paleolítico, el hombre ha representado el símbolo del Sol mediante formas circulares.



FIGURA 1.3.3. Guirnaldas esgrafiadas de grupo $D1$

Por otro lado, la sensación visual que produce una figura de grupo D_1 es de gran estabilidad, debido a su simetría bilateral. Este tipo de rosetas se han utilizado desde el Paleolítico, con formas que representan

el cuerpo humano, dos animales enfrentados, seres de dos cabezas, etc. [**66**]. En el esgrafiado segoviano aparecen rosetas de grupo D_1 en forma de guirnaldas que coronan los huecos (figura 1.3.3).

También se conservan ejemplares del Paleolítico de rosetas de grupo C_2 -una doble espiral-, y cerámicas del Neolítico correspondientes a los grupos de rosetas C_4, C_5 y C_6. En general, las figuras con grupo de simetría C_n aparentan movimiento de giro en uno de los dos sentidos posibles. Ello da lugar a la posibilidad de pares de figuras *enantiomórficas*: Si una figura parece girar en el sentido de las agujas del reloj, entonces hay otra figura *enantiomórfica* que gira en el sentido contrario (figura 1.3.4). En general, dos figuras se denominan *enantiomórficas* si existe alguna reflexión o deslizamiento que transforme una en otra.

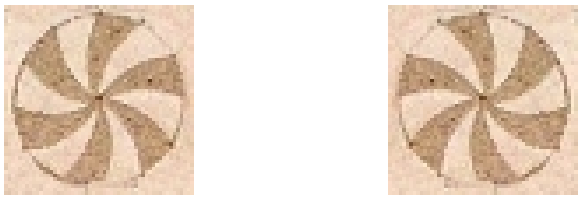


FIGURA 1.3.4. Figuras *enantiomórficas*

El principio de *entropía visual*, como un caso particular del principio de economía aplicado al arte decorativo [**66**], afirma la tendencia hacia formas de *máxima simplicidad visual*, *máxima simetría y máxima facilidad de construcción*.

1.4. Grupos de frisos

Una greca o friso se compone de una figura repetida con regularidad a lo largo de una recta. Se han creado grecas para adornar vasijas, textiles y elementos arquitectónicos. Un friso matemático es ilimitado, se extiende indefinidamente a lo largo de su eje longitudinal, y los ejemplos reales de que disponemos son solo aproximaciones a ese ideal. En este trabajo interesa analizar las simetrías de los frisos esgrafiados para clasificar el friso y obtener una figura que pueda generarlo en su totalidad. La figura de menor superficie que cumple esa condición puede ser de gran utilidad en el diseño de plantillas para elaborar los frisos.



FIGURA 1.4.1. Friso y traslación de longitud mínima

Se llama *friso* (en inglés *frieze*) a toda figura del plano cuyo grupo de simetría cumple la condición de que las traslaciones que contiene son las generadas por una única traslación, que será la *traslación de longitud mínima* (figura 1.4.1). Es decir, las traslaciones de un *friso* vienen determinadas por los vectores $k\vec{v}$ con k entero, donde el vector $\vec{v}$ corresponde a la traslación de mínima longitud. Habrá, por tanto, dos traslaciones de longitud mínima, definidas por los vectores $\vec{v}$ y $-\vec{v}$, y cualquier otra traslación tendrá una longitud mayor. Además de la familia de traslaciones, el grupo de simetría de un friso puede contener otras simetrías: reflexiones, giros o deslizamientos. Se estudian a continuación las distintas posibilidades.

- Pueden existir reflexiones de eje coincidente con el eje longitudinal del friso. Ello ocurre cuando al doblar el friso por la linea longitudinal central las dos mitades del friso coinciden.
- Pueden existir reflexiones de eje transversal -perpendicular al eje longitudinal- y en ese caso los ejes transversales de reflexión estarán situados a distancias $\| \frac{\vec{v}}{2} \|$ o múltiplo de dicho valor, pues solo de esa forma sus composiciones serán traslaciones de vector $k\vec{v}$, que son las únicas permitidas.
- Puesto que la composición de dos reflexiones cuyos ejes se cortan es un giro, en todo friso que contenga simultáneamente reflexiones transversales y reflexión longitudinal también habrá giros con centros situados en las intersecciones de los ejes de reflexión.
- Si hay giros distintos de la identidad, serán de orden 2 o *medias vueltas*, es decir, de ángulo igual a 180^{o}, pues solo esos giros pueden transformar el friso en sí mismo.
- Pueden existir deslizamientos de eje coincidente con el eje longitudinal del friso y de vector $\frac{\vec{v}}{2}$.
- Los frisos que contengan simultáneamente reflexiones transversales y deslizamiento longitudinal también contendrán los giros que resultan de su composición.

Grupo	Ejemplo	Refl.T.	Refl.L.	Desl.L.	Giros
$F11$					
$F12$					✓
$F1g$				✓	
$F1m$			✓		
$Fm1$		✓			
Fmg		✓		✓	✓
Fmm		✓	✓	✓	✓

CUADRO 1.4.1. Grupos de Frisos

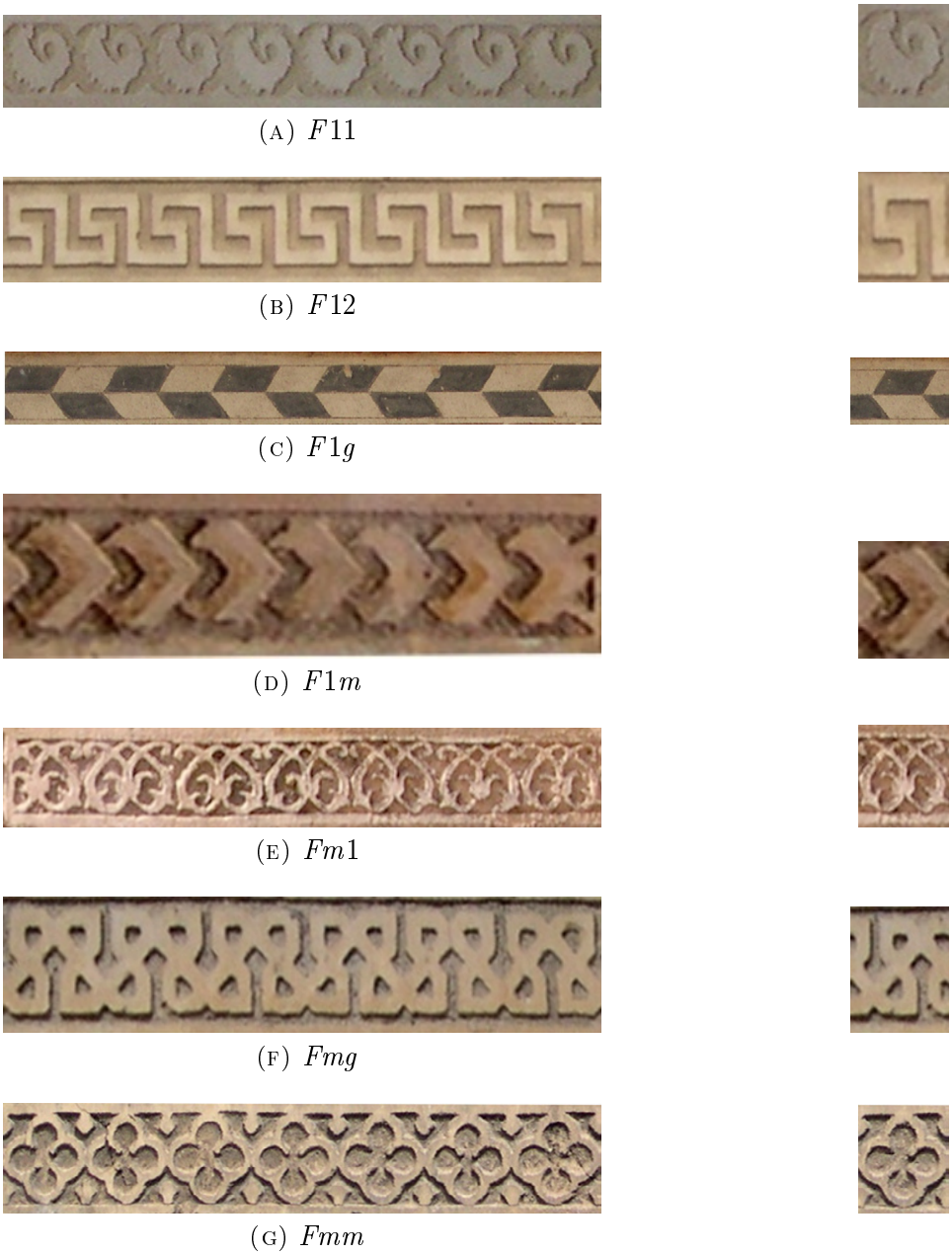
En el cuadro 1.4.1 se ofrece un resumen de los 7 grupos de frisos posibles (en inglés *frieze groups*) con un ejemplo gráfico de cada uno de ellos. Todos poseen las simetrías indicadas, además de la familia de traslaciones, que no aparece en el cuadro.

Los grupos de frisos se han denominado $F11$, $F12$, $Fm1$, $F1m$, $F1g$, Fmg, Fmm, donde la primera letra F, de friso, va seguida de dos símbolos que corresponden a la notación internacional. El primer símbolo indica las simetrías de eje transversal, y puede tomar los valores "1" si no hay simetrías y *"m"* si hay reflexiones *(mirror*s). El segundo símbolo indica las simetrías de eje longitudinal y puede tomar los valores "1" si no hay simetrías, "2" si solo hay giros, *"m"* si hay reflexiones y *"g"* si no hay reflexiones pero sí deslizamientos (*glides*).

Se denomina *región unidad traslacional* o, abreviadamente, *región unidad* de un friso a la menor región que genere el friso completo al aplicarle la familia de traslaciones. Siempre puede tomarse como región unidad la región plana situada entre dos rectas paralelas, situadas a una distancia igual a la longitud de traslación y que corten a la línea longitudinal central del friso. La parte del friso contenido en una región unidad se denomina *motivo*. Al aplicar la familia de traslaciones a la región unidad, el motivo dará lugar al friso completo.

En la figura 1.4.2 se muestran esgrafiados correspondientes a los 7 grupos de frisos. A la derecha de cada modelo se encuentra un recorte de la fotografía, que corresponde a una región unidad traslacional del diseño.

Como en el caso de los grupos circulares, se denomina *región mínima* y también *región fundamental* de un friso a la menor región plana que genere el friso al aplicarle sucesivamente las simetrías del friso. La región mínima puede coincidir con la región unidad -en los frisos que solo contienen la familia de traslaciones- o ser una parte de ella, por ejemplo la mitad o una cuarta parte, como ocurre en los grupos de frisos que contienen simultáneamente reflexiones transversales y reflexión longitudinal. La parte del friso contenida en una región mínima se denomina *motivo mínimo*. Al aplicar las simetrías del friso a la región mínima, el motivo mínimo marcado en ella dará lugar al friso completo.



(A) $F11$

(B) $F12$

(C) $F1g$

(D) $F1m$

(E) $Fm1$

(F) Fmg

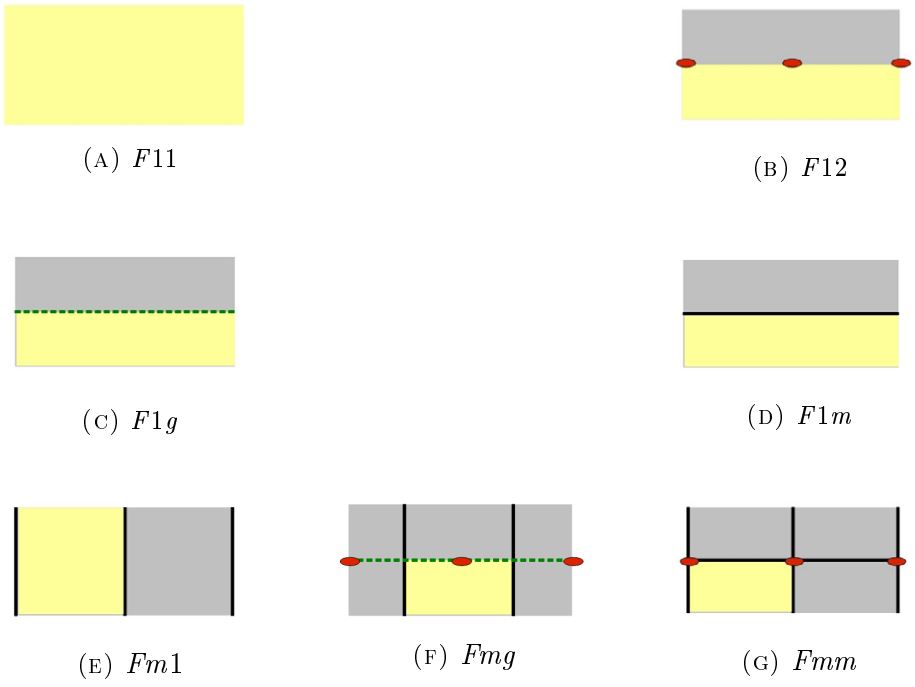
(G) Fmm

FIGURA 1.4.2. Los 7 grupos de frisos en el esgrafiado segoviano. A la derecha se muestra una región unidad de cada ejemplar.

En la figura 1.4.3 pueden verse los *esquemas* correspondientes a los 7 grupos de frisos. En cada uno de ellos la *región unidad traslacional* se ha

tomado delimitada entre rectas perpendiculares al eje longitudinal del friso. Aunque la región unidad no está delimitada en su parte superior e inferior, por motivos prácticos solo se muestra un rectángulo de anchura suficiente para contener el *motivo* del friso. El eje longitudinal del friso es la línea horizontal central -no señalada- del friso. Las simetrías del grupo aparecen marcadas sobre la región unidad, excepto la familia de traslaciones, generada por cualquiera de los vectores determinados por la base del rectángulo. También se ha señalado una *región mínima*. Se han seguido los siguientes criterios:

- Los ejes de reflexión corresponden a las líneas de trazo continuo.
- El eje de deslizamiento es una línea discontinua.
- Los centros de orden 2 son pequeñas elipses.
- La región mínima se ha coloreado en tono más claro.



(A) $F11$ (B) $F12$ (C) $F1g$ (D) $F1m$ (E) $Fm1$ (F) Fmg (G) Fmm

FIGURA 1.4.3. Esquemas de los grupos de frisos.

Las simetrías que constituyen un grupo de frisos son composición de unas pocas que generan el grupo, si bien la selección de estas puede hacerse de varias maneras, ya que pueden existir distintas

familias generadoras del grupo de frisos. El cuadro 1.4.2 contiene, en su primera fila, los nombres de los siete grupos de frisos y debajo una familia generadora de cada uno de ellos. Se han utilizado los siguientes símbolos: T representa una traslación de mínima longitud, R_o una reflexión paralela a la traslación, R una reflexión de eje perpendicular a la misma, G un giro de orden 2, D un deslizamiento.

Nombre	$F11$	$F12$	$F1g$	$F1m$	$Fm1$	Fmg	Fmm
Generadores	T	T, G	D	T, R_o	T, R	D, R	T, R_o, R

CUADRO 1.4.2. Grupos de frisos y sus generadores

Identificación del grupo de un friso. Antes de identificar el grupo de simetría de un friso determinado hay que comprobar que se trata de un friso, es decir, que puede generarse a partir de un motivo contenido en una región unidad mediante traslaciones sucesivas.

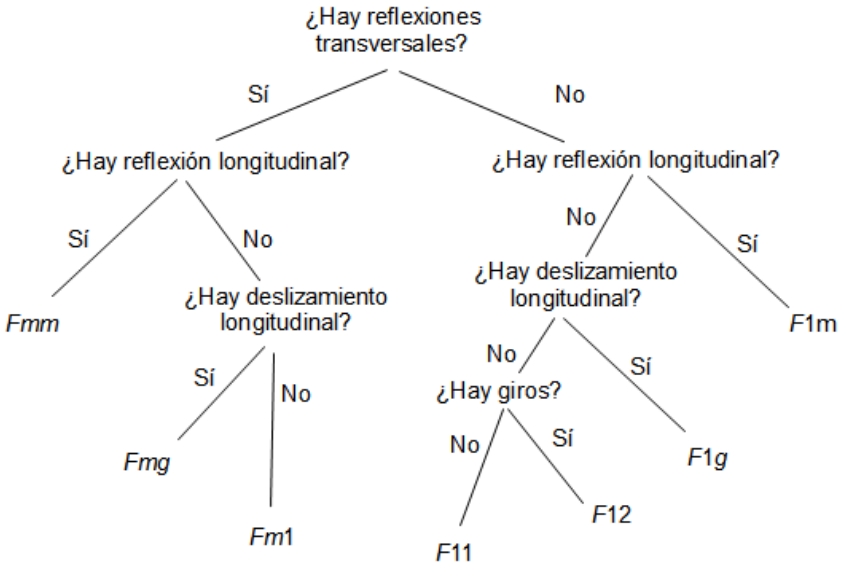


FIGURA 1.4.4. Identificación de un friso

Existen algoritmos (figura 1.4.4) de identificación basados en preguntas Sí/No, hasta obtener el grupo de simetría de un friso determinado. Este comienza considerando las reflexiones transversales, seguidas de las

longitudinales, continúa con los deslizamientos y termina preguntando por la existencia de giros. El ojo humano está mejor preparado para detectar reflexiones horizontales y verticales que giros y deslizamientos y por ello se ha seleccionado este algoritmo, al considerarlo más eficaz para aplicarlo manualmente que otros que comienzan considerando la existencia de giros.

La figura 1.4.5 muestra las simetrías de un friso de grupo *Fmg*. Además de la familia de traslaciones, posee reflexiones transversales, deslizamiento de eje longitudinal y giros de $180^{\underline{o}}$, cuyos centros están situados en la linea longitudinal del friso, equidistantes de los ejes de reflexión. Al aplicar el algoritmo de la figura 1.4.4 se comienza con la pregunta ¿Hay reflexiones transversales? La respuesta es *sí*. ¿Hay reflexión longitudinal? La respuesta es *no*. ¿Hay deslizamiento longitudinal? La respuesta es *sí*. Se obtiene la identificación buscada: *Fmg*.

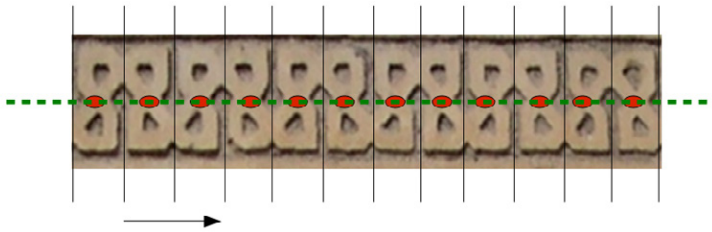


FIGURA 1.4.5. Simetrías de un friso *Fmg*

Los frisos en la ornamentación. Los frisos tienen un papel relevante en la ornamentación desde épocas muy antiguas. En el Paleolítico y el Neolítico se realizaron las primeras decoraciones que se aproximan al concepto de friso, como el existente en la Cueva de Altamira, donde se estilizan modelos naturales que se repiten a lo largo de una recta. Asimismo, se conservan ejemplos de cerámicas adornadas con frisos del grupo más simple, $F11$, donde se repite una misma figura que representa alguna forma extraída del entorno: un animal, una espiga, una flecha, una ola, etc. Pueden verse imágenes y un estudio de la aparición en el tiempo de los distintos grupos de frisos en [**66**].

En cuanto a la impresión visual que provocan los distintos grupos de frisos sobre un espectador, se percibirá sensación de movimiento en cualquier ejemplar de $F11$, $F1g$ y $F1m$, que puede aumentar si se utiliza una figura con ángulos agudos, como puede ser una

forma de flecha, que parecerá desplazarse en uno de los dos sentidos determinados por la recta longitudinal del friso. Análogamente ocurre con el grupo $F12$, que produce una percepción dinámica debido al giro que contiene. Los restantes grupos $Fm1$, Fmg y Fmm provocan sensación de estabilidad, pues la simetría por reflexiones transversales hace que los dos sentidos del eje longitudinal desempeñen un mismo papel. (Figura 1.4.2).

En el esgrafiado segoviano se confirma el principio de *máxima simetría*, por la mayor frecuencia observada (sección 6.2) en los grupos con más alto grado de simetría Fmg y Fmm, en especial en este último.

1.5. Grupos de mosaicos

Existen muchos ejemplos de fachadas y suelos adornados mediante repetición de una figura, distribuida siguiendo alguna pauta regular. El estudio de ese tipo de decoración es uno de los objetivos fundamentales de este trabajo, analizándose mediante el concepto de patrón o mosaico. Un friso puede considerarse el germen o inicio de un mosaico. En efecto, apilando verticalmente varias copias de un friso que se repite siguiendo la dirección horizontal se obtiene un mosaico.

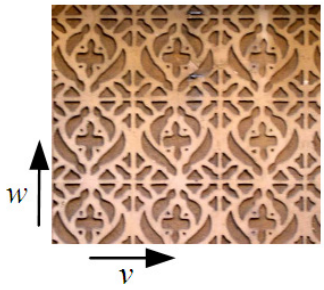
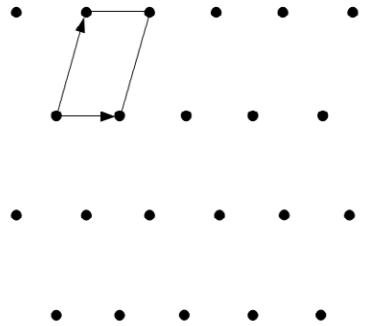


FIGURA 1.5.1. Traslaciones de un mosaico

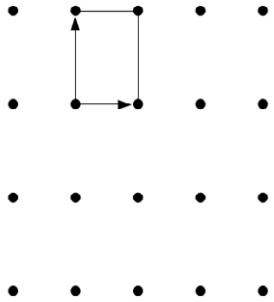
Se denomina *mosaico periódico* del plano a toda figura cuyo grupo de simetría contiene dos traslaciones T_v y T_w determinadas por vectores $\vec{v}$ y $\vec{w}$ de distinta dirección. Además, cualquier otra traslación debe ser composición de estas (figura1.5.1).

Un mosaico periódico que posea las dos traslaciones de vectores $\vec{v}$ y $\vec{w}$ también deberá poseer muchas otras traslaciones, todas las que se obtienen al componer aquellas entre sí. Así, debe contener la traslación de vector $n\vec{v}$, para cualquier n entero, obtenida al componer T_v -o su

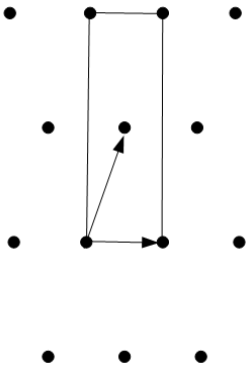
inversa- consigo misma, la de vector $m\vec{w}$ para cualquier m entero, y, en general, la determinada por cualquier vector $n\vec{v} + m\vec{w}$, donde n y m son números enteros.



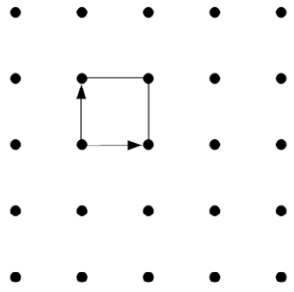
(A) Oblicua



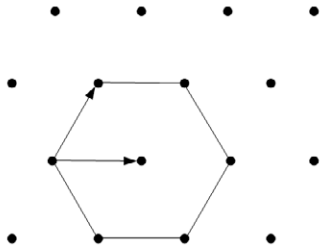
(B) Rectangular



(C) Centrada



(D) Cuadrada



(E) Hexagonal

FIGURA 1.5.2. Retículas

Al aplicar la familia de traslaciones a un punto cualquiera del plano se obtiene una retícula cuyos vértices adyacentes forman paralelogramos de lados $\vec{v}$ y $\vec{w}$. Dependiendo del ángulo que formen dichos vectores y sus longitudes, existen varias posibles retículas: Oblicua, rectangular, rectangular centrada, cuadrada, hexagonal. (Figura 1.5.2).

Se denomina *región unidad traslacional* o, abreviadamente, *región unidad* de un grupo cristalográfico plano a cualquier región plana, de mínima superficie, que genere el plano al aplicarle la familia de traslaciones. La región unidad siempre puede tomarse con forma de paralelogramo, que a veces es un rectángulo, un rombo, o un cuadrado, dependiendo del grupo cristalográfico. Dicho paralelogramo tiene sus vértices en puntos de la retícula y en su interior no hay ningún otro punto de la misma. Para una misma retícula es posible elegir paralelogramos de distinta forma, pero todos ellos tienen idéntica superficie (figura 1.5.3).

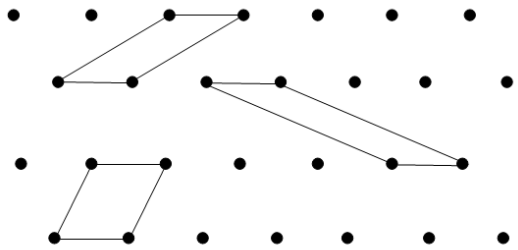


FIGURA 1.5.3. Distintos paralelogramos unidad

En algunos casos es posible tomar la región unidad con muy diversas formas, como puede verse en los dibujos del pintor holandés Escher, que se inspiró en los arabescos de la Alhambra y consiguió diseños sorprendentes.

A efectos prácticos de ejecución de los mosaicos con la técnica del esgrafiado conviene tomar la región unidad con la forma geométrica más simple posible, preferiblemente rectangular, pues las plantillas utilizadas tradicionalmente suelen tener dicha forma.

Dado un mosaico cualquiera, la parte de la figura contenida en una región unidad se denomina *motivo*. Al aplicar las traslaciones a la región unidad, el motivo dará origen a la figura completa del mosaico.

En el grupo de simetría del mosaico también pueden existir simetrías de otro tipo: reflexiones, giros y deslizamientos. Dos diseños diferentes pueden presentar las mismas simetrías, que constituyen la estructura subyacente de ambos diseños, esto es, su pauta de repetición o de generación, que es independiente de la figura inicial que se repite.

Un mosaico matemático es ilimitado y se extiende indefinidamente por todo el plano; un modelo concreto es una aproximación a ese ideal, aunque es necesario que contenga suficiente información para poder extenderlo cuanto se desee. Aquí interesa analizar sus simetrías para clasificarlo y obtener un motivo que pueda generar todo el mosaico. Los mosaicos periódicos del plano pueden clasificarse en 17 grupos, dependiendo de las simetrías que posean. Se denominan grupos de simetría del plano y también *grupos cristalográficos planos* (en inglés *wallpaper groups*).

Para denominar a los grupos de simetría del plano hay varias notaciones posibles con más o menos ventajas y mayor o menor aceptación. Aquí se ha optado por la notación cristalográfica internacional abreviada, debido a su amplio uso. Los nombres asignados a los distintos grupos de simetría son una simplificación de los utilizados en la notación cristalográfica internacional, que consta de cuatro símbolos. Son los siguientes:

1. El primer símbolo es una letra que toma el valor "p", cuando los elementos de simetría se refieren a una región unidad o célula "*primitiva*", cuyos vértices coinciden con los centros de giro de mayor orden y los lados son paralelos a los ejes de reflexión o deslizamiento. Solo en dos casos el primer símbolo toma el valor "c", correspondiente a célula *"centrada*", pues para que los ejes de reflexión sean paralelos a los lados de la célula, es preciso tomar una célula que contiene a la región unidad traslacional y es de mayor superficie que ella.
2. El segundo símbolo es un número (1, 2, 3, 4 o 6) que corresponde a los giros de mayor orden del grupo.
3. El tercer símbolo puede ser "m" en caso de que haya simetrías por reflexión (*mirror*) de ejes perpendiculares a uno de los vectores de traslación, "g" si no hay reflexiones pero sí deslizamiento (*glide*), o "1" si no hay reflexiones ni deslizamientos.
4. El cuarto símbolo indica si hay reflexiones o deslizamientos cuyos ejes corten a a los indicados con el tercer símbolo, y puede tomar los mismos valores que éste, "m" para indicar reflexiones,

"g" si no hay reflexiones pero sí deslizamientos, o "1" si no hay reflexiones ni deslizamientos.

Las denominaciones obtenidas se abrevian cuando no dan lugar a confusión, así por ejemplo $p111$ corresponde el grupo que no posee ninguna simetría, que puede simplificarse como $p1$. En el cuadro 1.5.1 pueden verse ambas denominaciones: la denominación cristalográfica internacional de cada uno de los 17 grupos, con la correspondiente denominación abreviada situada debajo de ella.

$p111$	$c1m1$	$p1g1$	$p1m1$	$c2mm$	$p211$	$p2gg$	$p2mg$	$p2mm$
$p1$	cm	pg	pm	cmm	$p2$	pgg	pmg	pmm

$p311$	$p31m$	$p3m1$	$p411$	$p4mm$	$p4gm$	$p611$	$p6mm$
$p3$	$p31m$	$p3m1$	$p4$	$p4m$	$p4g$	$p6$	$p6m$

CUADRO 1.5.1. Denominación cristalográfica internacional.

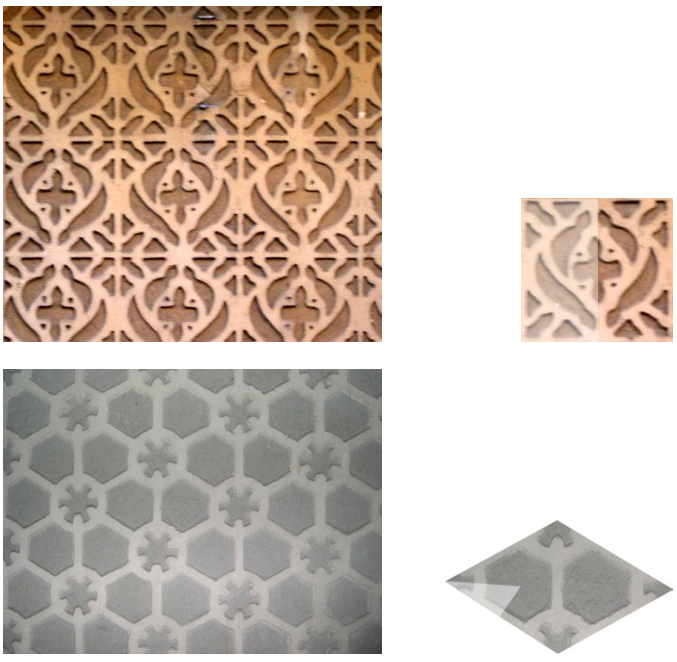


FIGURA 1.5.4. Regiones unidad con la región mínima marcada

Se denomina *región mínima* y también *región fundamental* de un mosaico a cualquier región plana, de mínima superficie, que genere el

mosaico completo al aplicarle sucesivamente las simetrías del mosaico. La región mínima puede coincidir con la región unidad -en los mosaicos que solo contienen traslaciones- o ser una mitad, una cuarta parte, o incluso una doceava parte de ella, como ocurre en los mosaicos que contienen el mayor número de simetrías. La parte de la figura contenida en una región mínima se denomina *motivo mínimo*. Al aplicar las simetrías del mosaico a la región unidad, el motivo mínimo marcado sobre ella dará origen a la figura completa del mosaico (figura 1.5.4).

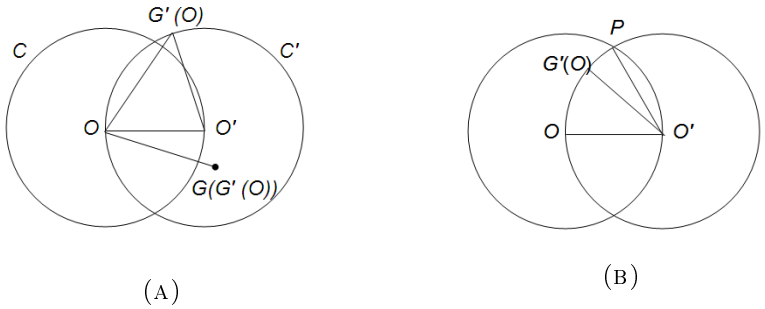
Una manera eficaz de visualizar los grupos de simetría es representarlos mediante *esquemas* que representan una región unidad traslacional, con las simetrías del grupo marcadas sobre ella:

- Los ejes de reflexión corresponden a las líneas de trazo continuo.
- Los ejes de deslizamiento son las líneas discontinuas.
- Los centros de orden 2 son pequeñas elipses.
- Los centros de orden 4 son pequeños cuadrados.
- Los centros de orden 6 son pequeños hexágonos.
- La región mínima se ha coloreado en tono más claro.

Los grupos de simetría suelen agruparse según el máximo orden de los giros que posean. La *restricción cristalográfica* asegura que los únicos giros posibles en un mosaico periódico son los giros de orden 2, 3, 4 y 6. Es decir, un mosaico periódico no puede tener giros de orden 5 ni de orden mayor a 6, por lo que solo son posibles los giros de ángulo 0^{o}, 180^{o}, 120^{o}, 90^{o} y 60^{o}. Esta proposición se apoya fundamentalmente en dos propiedades:

- Todo punto de la órbita de un centro de giro de orden n es también un centro de giro del mismo orden n.
- Los puntos de una órbita se encuentran lo suficientemente *separados* unos de otros como para poder asegurar la existencia de una distancia mínima entre dos de ellos.

De ambas propiedades es fácil deducir que un mosaico periódico no puede contener giros de orden 5 ni de orden mayor que 6: Partiendo de un centro de giro O, se toma un punto O' de su órbita, situado a la menor distancia posible. Entonces, en el interior de las circunferencias C y C' no puede haber ningún punto de la órbita de O. Sin embargo, al aplicar sucesivamente los giros G y G' de orden 5 (ángulo de 72^{o}) cuyos respectivos centros son O y O' se obtiene el punto $G(G'(O))$, situado en el interior de la circunferencia C' (figura 1.5.5 A). Análogamente, al aplicar un giro de orden mayor que 6 resulta el punto $G'(O)$, en el interior de la circunferencia C (figura 1.5.5 B).

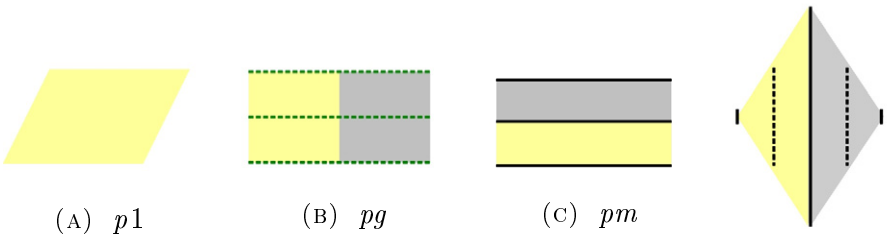


(A) (B)

FIGURA 1.5.5. Restricción cristalográfica

De la restricción cristalográfica se deduce que *un mosaico periódico no puede poseer simultáneamente giros de orden* 4 *y giros de orden* 3. En efecto, la existencia de un giro de orden 4 (90^{o}) implica la de su giro inverso (-90^{o}) y la composición de este con el giro de orden 3 (120^{o}) es un giro de 30^{o}, no permitido por la restricción cristalográfica. De forma similar se deduce que *un mosaico periódico no puede poseer simultáneamente giros de orden* 4 *y giros de orden* 6.

Grupos sin giros: *p1, pg, pm y cm*. Los únicos giros que poseen estos grupos son los triviales, es decir, de ángulo 0^{o}. Además de las traslaciones, son posibles otras isometrías, como reflexiones y deslizamientos. Pero sus ejes deberán ser paralelos, pues en otro caso su composición sería un giro que no está permitido.



(A) $p1$ (B) pg (C) pm (D) cm

FIGURA 1.5.6. Esquemas de los grupos de mosaicos sin giros

El grupo *p1*: tiene un paralelogramo como región unidad traslacional (figura 1.5.6 A). Las traslaciones vienen determinadas por dos lados incidentes del paralelogramo. Este grupo de simetría

solo posee simetrías de traslación -y giros triviales- y la región mínima coincide con la región unidad.

El grupo *pg*: tiene un rectángulo como región unidad (figura 1.5.6 B). Las traslaciones vienen determinadas por los lados del rectángulo, $\vec{v}$ y $\vec{w}$, que son perpendiculares. Contiene deslizamientos de ejes paralelos a $\vec{v}$, situados regularmente, de forma que la distancia entre dos ejes consecutivos es $\frac{\|\vec{w}\|}{2}$ y el vector de su traslación es $\frac{\vec{v}}{2}$. La región mínima es la mitad de la región unidad.

El grupo *pm*: tiene un rectángulo como región unidad (figura 1.5.6 C). Las traslaciones vienen determinadas por los lados del rectángulo, $\vec{v}$ y $\vec{w}$, que son perpendiculares. Posee una familia de reflexiones de ejes paralelos a $\vec{v}$, situados regularmente, de forma que la distancia entre dos ejes consecutivos es $\frac{\|\vec{w}\|}{2}$. La región mínima es la mitad de la región unidad.

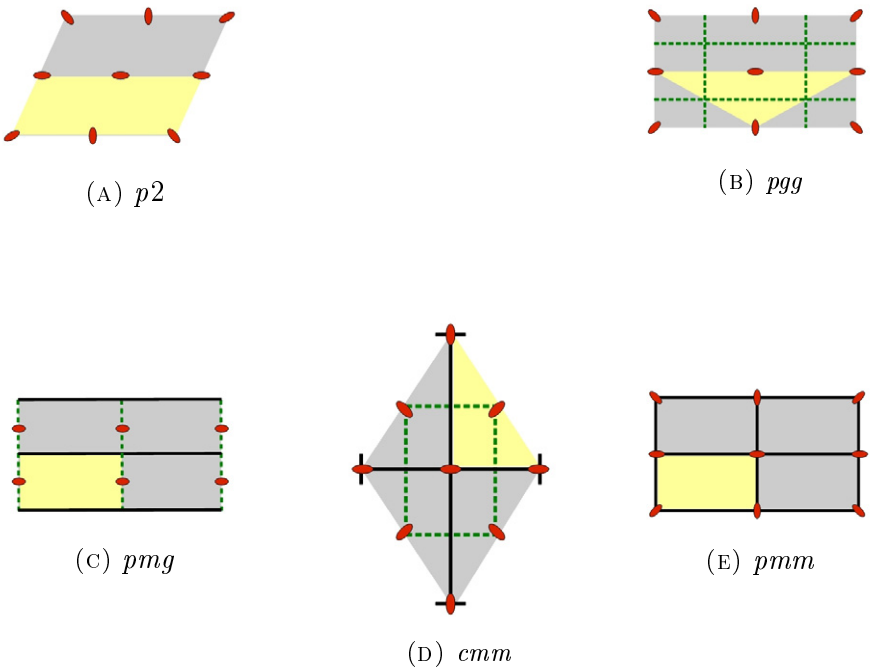
El grupo *cm*: tiene un rombo como región unidad (figura 1.5.6 D). Las traslaciones vienen determinadas por dos lados incidentes del rombo, $\vec{v}$ y $\vec{w}$, ambos de la misma longitud. Posee una familia de reflexiones de ejes paralelos, situados regularmente. Dos ejes consecutivos distan la mitad de la longitud de $\vec{v}+\vec{w}$. También contiene una familia de deslizamientos paralelos a las reflexiones, cuyos ejes están situados entre dos ejes de reflexión consecutivos y equidistantes de ambos, y cuya traslación tiene por vector $\frac{\vec{v}-\vec{w}}{2}$. La región mínima es la mitad de la región unidad.

Grupos con giros de orden 2: *cmm*, *p2*, *pgg*, *pmg* y *pmm*. El máximo orden de los giros de estos grupos es 2, lo que significa que todos los giros son de 180^{o} o giros triviales. Además de las traslaciones, pueden existir reflexiones y deslizamientos, de ejes paralelos o perpendiculares.

El grupo *p2*: tiene un paralelogramo como región unidad (figura 1.5.7 A). Las traslaciones vienen determinadas por vectores $\vec{v}$ y $\vec{w}$ definidos por dos lados incidentes del mismo. Contiene giros de 180^{o}, con los centros situados en el centro del paralelogramo, en sus vértices y en los puntos medios de sus lados opuestos. No posee reflexiones ni deslizamientos. La región *mínima* es una mitad de la región *unidad*.

El grupo *pgg*: tiene un rectángulo como región unidad (figura 1.5.7 B). Las traslaciones vienen determinadas por vectores $\vec{v}$ y $\vec{w}$ perpendiculares entre sí, definidos por dos lados incidentes del

rectángulo. Contiene giros de 180^{o}, con los centros situados en el centro del paralelogramo, en sus vértices y en los puntos medios de sus lados. También contiene dos familias de deslizamientos de ejes perpendiculares, una de las familias tiene sus ejes paralelos a $\vec{v}$, la otra a $\vec{w}$. La región mínima es una cuarta parte de la región unidad.



(A) $p2$

(B) pgg

(C) pmg

(D) cmm

(E) pmm

FIGURA 1.5.7. Esquemas de los grupos de mosaicos con giros de orden 2.

El grupo *pmg*: tiene un rectángulo como región unidad (figura 1.5.7 C). Las traslaciones vienen determinadas por vectores $\vec{v}$ y $\vec{w}$ perpendiculares entre sí, definidos por dos lados incidentes del rectángulo. Contiene una familia de reflexiones de ejes paralelos a $\vec{v}$, dos de ellos coincidentes con los lados del rectángulo y otro equiditante de ellos. También contiene una familia de deslizamientos de ejes paralelos a $\vec{w}$ y perpendiculares a las reflexiones. Tiene giros de 180^{o}, con los centros situados en los ejes de deslizamiento, equidistantes de los ejes de reflexión. La región mínima es una cuarta parte de la región unidad.

El grupo *cmm*: tiene un rombo como región *unidad* (figura 1.5.7 D). Las traslaciones vienen determinadas por vectores $\vec{v}$ y $\vec{w}$ de la misma longitud, definidos por dos lados incidentes del rombo. Contiene giros de $180^{\underline{o}}$, con los centros situados en el centro del rombo, en sus vértices y en los puntos medios de sus lados. También contiene dos familias de reflexiones de ejes perpendiculares, una de las familias tiene sus ejes paralelos a $\vec{v}+\vec{w}$, la otra a $\vec{v}-\vec{w}$. También contiene dos familias de deslizamientos paralelos a las reflexiones, con sus ejes situados entre dos ejes de reflexión consecutivos y equidistantes de ambos. La región *mínima* es una cuarta parte de la región *unidad*, delimitada por las diagonales y un lado del rombo.

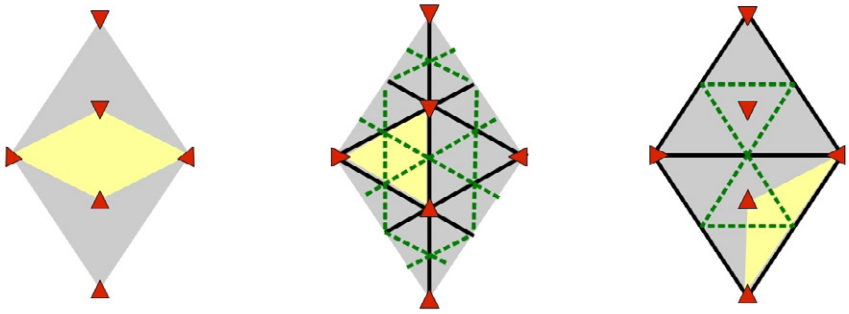
El grupo *pmm*: tiene un rectángulo como región unidad (figura 1.5.7 E). Las traslaciones vienen determinadas por vectores $\vec{v}$ y $\vec{w}$ perpendiculares entre sí, definidos por dos lados incidentes del rectángulo. Contiene giros de $180^{\underline{o}}$, con los centros situados en el centro del rectángulo, en sus vértices y en los puntos medios de sus lados. También contiene dos familias de reflexiones de ejes perpendiculares, una de las familias tiene sus ejes paralelos a $\vec{v}$, la otra a $\vec{w}$. No contiene deslizamientos. La región mínima es una cuarta parte de la región unidad, delimitada por ejes de reflexión consecutivos.

Grupos con giros de orden 3: *p*3, *p*3*m*1 y *p*31*m*. El máximo orden de los giros de estos grupos es 3, y ello implica que todos los giros son de ese orden, es decir, de $120^{\underline{o}}$. Junto a las traslaciones, pueden existir reflexiones y deslizamientos, cuyos ejes se cortan formando un ángulo de $60^{\underline{o}}$.

El grupo *p*3: tiene un rombo como región *unidad*, que es la unión de dos triángulos equiláteros (figura 1.5.8 A). Las traslaciones vienen determinadas por vectores de la misma longitud, definidos por dos lados incidentes del rombo. Contiene giros de $120^{\underline{o}}$ con los centros situados en los vértices del rombo y en los centros de los triángulos. No posee reflexiones ni deslizamientos. La región *mínima* es una tercera parte de la región *unidad*.

El grupo *p*3*m*1: tiene un rombo como región *unidad*, que es la unión de dos triángulos equiláteros (figura 1.5.8 B). Las traslaciones vienen determinadas por vectores de la misma longitud, definidos por dos lados incidentes del rombo. Contiene giros de $120^{\underline{o}}$ con los centros situados en los vértices del rombo y

en los centros de los triángulos. También contiene tres familias de reflexiones, una de las cuales tiene sus ejes paralelos a $\vec{v}$. Todos los centros de giro están situados en algún eje de reflexión. También contiene tres familias de deslizamientos paralelos a las reflexiones, con sus ejes situados entre dos ejes de reflexión consecutivos y equidistantes de ambos. La región *mínima* es una sexta parte de la región *unidad*.



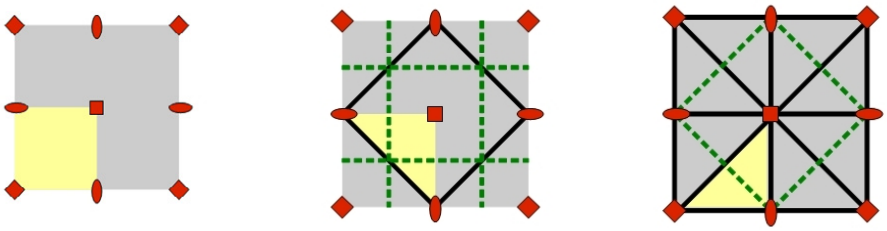
(A) $p3$ (B) $p3m1$ (C) $p31m$

FIGURA 1.5.8. Esquemas de los grupos de mosaicos con giros de orden 3.

El grupo $p31m$: tiene un rombo como región *unidad*, que es la unión de dos triángulos equiláteros (figura 1.5.8 C). Las traslaciones vienen determinadas por vectores de la misma longitud, definidos por dos lados incidentes del rombo. Contiene giros de 120^{o} con los centros situados en los vértices del rombo y en los centros de los triángulos. También contiene tres familias de reflexiones, una con sus ejes paralelos a $\vec{v}$, otra a $\vec{w}$ y otra a la diagonal del rombo que no contiene a los centros de giro. Por tanto, hay centros de giro que no están situados sobre ejes de reflexión. También contiene tres familias de deslizamientos paralelos a las reflexiones, con sus ejes situados entre dos ejes de reflexión consecutivos y equidistantes de ambos. La región mínima es una sexta parte de la región unidad.

Grupos con giros de orden 4: $p4$, $p4g$ y $p4m$. El máximo orden de los giros de estos grupos es 4, es decir, de ángulo igual a 90^{o}. Además, deben existir giros de orden 2, es decir, de ángulo igual a 180^{o}. No puede haber giros de orden 3 ni 6. Junto a las traslaciones,

estos grupos pueden tener reflexiones y deslizamientos cuyos ejes sean paralelos, perpendiculares o se corten formando un ángulo de 45^{o}.



(A) $p4$ (B) $p4g$ (C) $p4m$

FIGURA 1.5.9. Esquemas de los grupos de mosaicos con giros de orden 4.

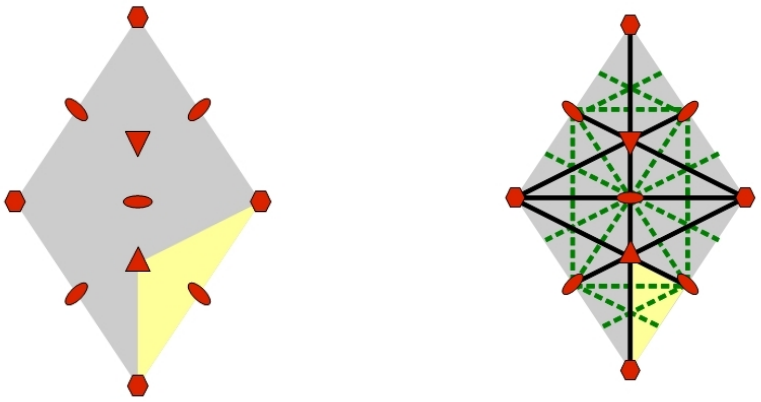
El grupo $p4$: tiene un cuadrado como región *unidad*, cuyos vértices forman una retícula cuadrada (figura 1.5.9 A). Las traslaciones vienen determinadas por vectores perpendiculares y de la misma longitud, definidos por dos lados incidentes del cuadrado. Contiene giros de 90^{o} con los centros situados en el centro del cuadrado y en sus vértices. También contiene giros de 180^{o} con los centros situados en los puntos medios de los lados del cuadrado. No posee reflexiones ni deslizamientos. La región *mínima* es una cuarta parte de la región *unidad*.

El grupo $p4g$: tiene un cuadrado como región *unidad*, cuyos vértices forman una retícula cuadrada (figura 1.5.9 B). Las traslaciones vienen determinadas por vectores perpendiculares y de la misma longitud, definidos por dos lados incidentes del cuadrado. Contiene giros de 90^{o} con los centros situados en el centro y en los vértices del cuadrado. También contiene giros de 180^{o} con los centros situados en los puntos medios de los lados del cuadrado. Posee dos familias de reflexiones, con ejes paralelos a las diagonales del cuadrado y pasando por los puntos medios de sus lados. Los centros de giro de orden 4 no están situados sobre ejes de reflexión. Tiene dos familias de deslizamientos, de ejes paralelos a los lados del cuadrado. La región *mínima* es una octava parte de la región *unidad*.

El grupo $p4m$: tiene un cuadrado como región *unidad*, cuyos vértices forman una retícula cuadrada (figura 1.5.9 C). Las traslaciones vienen determinadas por vectores perpendiculares y de la misma longitud, definidos por dos lados incidentes del

cuadrado. Contiene giros de 90^{o} con los centros situados en el centro del cuadrado y en sus vértices. También contiene giros de 180^{o} con los centros situados en los puntos medios de los lados del cuadrado. Posee cuatro familias de reflexiones, con ejes paralelos a los lados y a las diagonales del cuadrado, por lo que todos los centros de giro están situados sobre ejes de reflexión. Tiene dos familias de deslizamientos, de ejes paralelos a las diagonales del cuadrado y que pasan por los puntos medios de sus lados. La región *mínima* es una octava parte de la región *unidad*.

Grupos con giros de orden 6: $p6$ y $p6m$. El máximo orden de los giros de estos grupos es 6, es decir, de ángulo igual a60^{o}. También deben existir giros de orden 3, esto es, de ángulo igual a 120^{o}, giros de orden 2, es decir, de ángulo igual a 180^{o} y giros triviales, pero no puede haber giros de orden 4. Las reflexiones y deslizamientos pueden tener sus ejes paralelos, perpendiculares o formando ángulos de 30^{o} y 60^{o}.



(A) $p6$ (B) $p6m$

FIGURA 1.5.10. Esquemas de los grupos de mosaicos con giros de orden 6.

El grupo $p6$: tiene un rombo como región *unidad* (figura 1.5.10 A), que es la unión de dos triángulos equiláteros. Las traslaciones vienen determinadas por dos lados incidentes del rombo, ambos de la misma longitud. Contiene giros de 60^{o} con los centros situados en los vértices del rombo. Posee giros de 120^{o} con

sus centros situados en los centros de los triángulos. También contiene giros de 180^{o} con los centros situados en los puntos medios de los lados del rombo y el centro de éste. No posee reflexiones ni deslizamientos. La región *mínima* es una sexta parte de la región *unidad*.

El grupo $p6m$: tiene un rombo como región *unidad* (figura 1.5.10 B), que es la unión de dos triángulos equiláteros. Las traslaciones vienen determinadas por dos lados incidentes del rombo, ambos de la misma longitud. Contiene giros de 60^{o} con los centros situados en los vértices del rombo. Posee giros de 120^{o} con sus centros situados en los centros de los triángulos. También contiene giros de 180^{o} con los centros situados en los puntos medios de los lados del rombo y el centro de éste. Posee seis familias de reflexiones, las paralelas a los lados de los triángulos y a sus alturas. También contiene seis familias de deslizamientos, paralelas a las reflexiones que pasan por centros de orden 2. La región *mínima* es una doceava parte de la región *unidad*.

Identificación del grupo de simetría de un mosaico. Antes de identificar el grupo de simetría de un mosaico dado hay que comprobar que se trata de un mosaico periódico, para lo cual es preciso hallar una región unidad y dos traslaciones de mínima longitud y distinta dirección. El mosaico deberá poder generarse a partir de dicha región unidad, mediante la familia de traslaciones obtenidas como composición de las dos traslaciones elegidas. Un posible método es marcar puntos homólogos del diseño, que formarán una retícula. Esta deberá ser alguna de las siguientes: oblicua, rectangular, rectangular centrada, cuadrada, hexagonal. (Figura 1.5.2).

A continuación se selecciona un paralogramo unidad y las traslaciones determinadas por dos lados del mismo. Para comprobar la periodicidad del diseño hay un método muy simple para hacerlo manualmente, que consiste en copiar el diseño en un acetato, y luego trasladar este sobre el papel, comprobando que los diseños coinciden.

El siguiente paso es encontrar los giros que dejan invariante al mosaico. De nuevo el acetato resulta de gran ayuda, por la facilidad para girarlo manteniendo fijo el papel hasta que los diseños coincidan. A continuación es necesario buscar posibles reflexiones, simetrías muy fáciles de encontrar por el ojo humano. Para comprobar una determinada reflexión con ayuda del acetato debe marcarse el eje de reflexión sobre el papel y sobre el acetato, dar la vuelta a este y luego

hacer que las rectas marcadas coincidan. Si los diseños del papel y del acetato coinciden, dicha recta es un eje de reflexión del mosaico.

Las simetrías más difíciles de "ver" son los deslizamientos. Para comprobar si una determinada recta es un eje de deslizamiento con ayuda del acetato, debe marcarse esta sobre el papel y sobre el acetato, dar la vuelta al acetato, superponerlo sobre el papel haciendo coincidir las rectas marcadas y luego desplazarlo siguiendo la dirección de dicha recta hasta conseguir que los diseños del papel y del acetato coincidan.

Reflexiones: / Deslizamientos:	No / No	Sí / No	No / Sí	Sí / Sí
Sin giros	$p1$	pm	pg	cm
Mayor orden de giro: 2	$p2$	pmm	pgg	$pmg - cmm$
Mayor orden de giro: 3	$p3$			$p3m1 - p31m$
Mayor orden de giro: 4	$p4$			$p4m - p4g$
Mayor orden de giro: 6	$p6$			$p6m$

CUADRO 1.5.2. Grupos de mosaicos periódicos

El cuadro 1.5.2 resume las simetrías existentes en cada grupo, lo que puede ser de gran ayuda para llegar a una correcta identificación. Los casos de ambigüedad que aparecen en la última columna se resuelven como sigue:

- En el grupo cmm hay reflexiones de ejes perpendiculares, mientras que en el grupo pmg todas las reflexiones son paralelas.
- En el grupo $p3m1$ todos los centros de giro están situados en ejes de reflexión, mientras que en el grupo $p31m$ hay algunos centros de giro por los que no pasa ningún eje de reflexión.
- En el grupo p4m todos los centros de giro están situados en ejes de reflexión, mientras que en el grupo $p4g$ hay algunos centros de giro por los que no pasa ningún eje de reflexión.

Además, hay algoritmos que guían mediante preguntas muy concretas en esta tarea de identificación del grupo de simetría. La figura 1.5.11 ofrece un algoritmo, inspirado en el de Dror Bar-Natan [**110**], que comienza considerando el mayor orden de giro que contiene el mosaico, continuando con las reflexiones. En algunos casos basta conocer esos dos tipos de simetría para obtener la respuesta buscada. En otros es necesario continuar analizando y contestando más preguntas para llegar al éxito en la identificación.

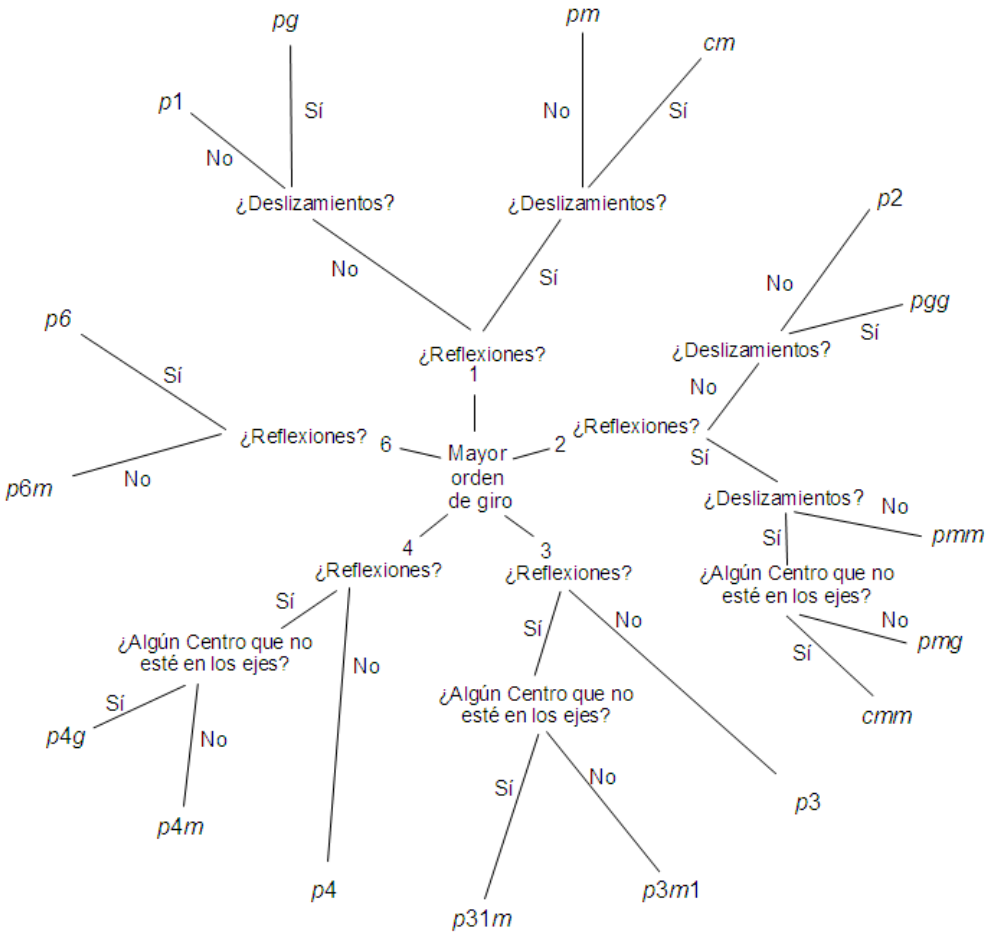


FIGURA 1.5.11. Algoritmo de identificación del grupo de simetría de un mosaico

El mosaico de la figura 1.5.12 posee la familia de traslaciones y también reflexiones verticales, deslizamientos horizontales y giros de 180^{o}, cuyos centros están situados sobre los ejes de deslizamiento, equidistantes de dos ejes de reflexión. Al aplicar el algoritmo de la figura 1.5.11 se comienza con la pregunta ¿Máximo orden de giro? La respuesta es 2. ¿Hay reflexiones? La respuesta es *sí*. ¿Hay deslizamientos? La respuesta es *sí*. ¿hay algún centro de giro que no esté en los ejes? La respuesta es *no*. Se obtiene la identificación buscada: *pmg*.

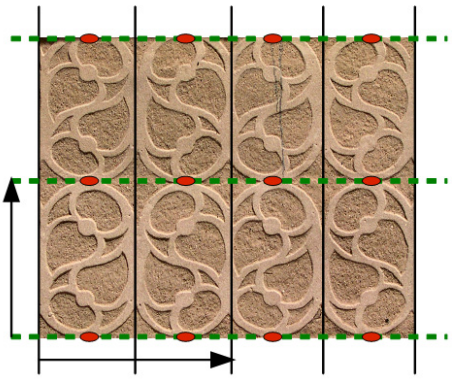


FIGURA 1.5.12. Simetrías de un mosaico *pmg*

Los grupos planos de simetría y el arte ornamental. En el Paleolítico se realizaron decoraciones sobre hueso y piedra con diseños correspondientes a muchos de los grupos planos de simetría, y los restantes grupos fueron descubiertos y utilizados en la decoración de la cerámica del Neolítico. Aunque no se conservan ejemplares de grupo pg, se piensa que hay una alta probabilidad de que existieran en dicho periodo. Puede verse el razonamiento de su generación en [**66**].

El análisis comparativo de la repetición de los motivos ornamentales se ha utilizado por varios autores para establecer relaciones interculturales y probar las influencias entre distintas poblaciones del Neolítico, así como en el estudio del nacimiento de las antiguas civilizaciones.

El grupo que más frecuentemente se ha utilizado en el arte ornamental es el grupo $p4m$. Las primeras apariciones fueron en el Paleolítico, con la grabación sobre hueso de una retícula cuadrada. Los ornamentos correspondientes a este grupo producen una sensación de gran estabilidad y armonía, debido a la existencia de ejes de reflexión paralelos a las traslaciones. El papel de las reflexiones diagonales también refuerza dicha sensación de equilibrio, mientras que los deslizamientos paralelos a las diagonales son visualmente irrelevantes. Por otra parte, su alto grado de simetría permite obtener otros grupos rompiendo alguna de esas simetrías. En efecto, los grupos de simetría $p1$,pm, pg, pmm, pmg, pgg, cm, cmm, $p4$, $p4g$ son subgrupos del grupo $p4m$, por lo que este puede considerarse como un grupo constituido por muchas simetrías tal que, al eliminar alguna de ellas, origina alguno de los subgrupos mencionados.

Los únicos grupos de simetría que no son subgrupos del grupo $p4m$ son los grupos que contienen giros de orden 3 o 6, pero estos son subgrupos del grupo $p6m$. La ruptura de la simetría del grupo $p6m$ permite obtener cualquier grupo a partir de éste excepto los tres que contienen giros de orden 4. Así pues, todos los grupos de simetría son subgrupos de alguno de los grupos $p4m$ y $p6m$, por lo que basta eliminar alguna simetría de estos para obtener cualquier otro grupo. Las relaciones entre los distintos grupos de simetría puede consultarse en [**36**].

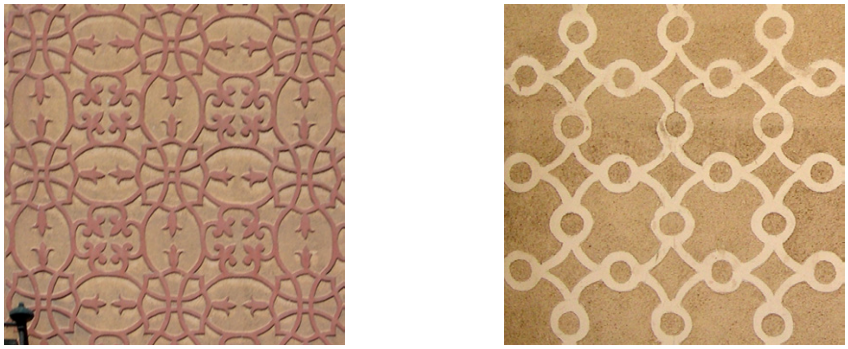


FIGURA 1.5.13. Mosaicos que transmiten sensación de estabilidad

Desde el punto de vista de la percepción sobre el observador, la *estabilidad* visual producida por un ornamento está condicionada por la presencia de reflexiones, en particular las de ejes verticales, por la ausencia de deslizamientos y por la imposibilidad de la figura *enantiomórfica*.

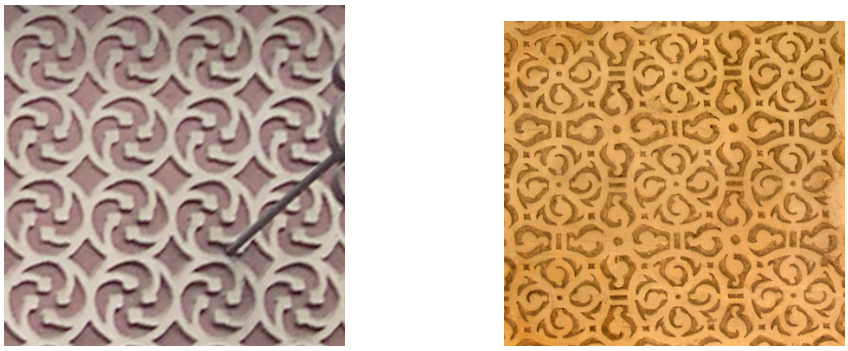


FIGURA 1.5.14. Mosaicos con alto grado de dinamismo

Por el contrario, los factores que inciden en que un ornamento parezca *dinámico* son la existencia de giros en un único sentido, la presencia de deslizamientos que sugieren movimientos alternantes, la ausencia de reflexiones y la posibilidad de la figura *enantiomórfica* (figura 1.5.14).

Además de la estructura geométrica subyacente hay que considerar también otros elementos que afectan a la sensación visual que transmite un ornamento. Por ejemplo, el grado de simetría del motivo contenido en la región unidad puede reforzar o disminuir la sensación de dinamismo visual. Igualmente ocurre con el uso de formas de ángulos agudos, o con la variación de las direcciones de los ejes de reflexión y traslación respecto de las direcciones naturales vertical y horizontal.



(A) (B)

FIGURA 1.5.15. Mosaicos y elemento generador

La estructura global del ornamento es captada por el observador antes de producirse el reconocimiento de los elementos que lo componen; los factores que influyen en la percepción de esos elementos son su sencillez visual, su grado de dinamismo y su posición respecto a las direcciones de los ejes del ornamento y de las direcciones naturales, siendo las formas estables más fáciles de reconocer que las formas dinámicas. Así ocurre en los mosaicos esgrafiados de la figura 1.5.15. En (A) se reconocen a primera vista los *huesos*, tanto los verticales como los horizontales, ambos de grupo D_2 y por tanto de gran estabilidad visual; sin embargo, en este diseño hay otros elementos más difíciles de visualizar: aspas de brazos curvos que corresponden al grupo C_4, mucho más dinámicas que los huesos. Análogamente ocurre en (B) con los molinetes de grupo C_4, que requieren una observación muy atenta para distinguirlos en el modelo, mientras que las figuras que se reconocen fácilmente son de grupo D_2, de ejes de reflexión horizontales y verticales y por tanto de gran estabilidad visual.

La interrelación entre los campos de la simetría de los ornamentos y el análisis de sus propiedades visuales es indiscutible. La teoría de la simetría facilita nuevas posibilidades al servicio de la imaginación de los artistas, permaneciendo abiertas muchas vías de investigación en este sentido. Así son, por un lado, la planificación y generación de ornamentos que tengan unas determinadas propiedades visuales, y, por otro, la anticipación de las sensaciones visuales que provocará un ornamento dado, mediante el análisis de sus elementos y la estructura de su simetría. A este respecto, el conocimiento del grupo de simetría de un ornamento puede ser de gran ayuda para prever las sensaciones que provocará en el espectador, aunque no siempre sea el factor determinante. Por ejemplo, un mismo ornamento puede producir distintas sensaciones dependiendo de que los ejes de reflexión sigan o no las direcciones naturales -horizontal y vertical- del observador.

Notas. Los grupos de simetría de frisos y mosaicos periódicos son grupos *discretos*, pues el hecho de exigir la existencia de una traslación de longitud mínima implica que las figuras correspondientes cumplen la condición de que es posible trazar un círculo centrado en cada punto P de la figura de manera que no haya ningún punto de la órbita de P en el interior de dicho círculo. Ello descarta considerar como friso o mosaico ciertas figuras, por ejemplo, las formadas por una o varias bandas paralelas, donde todos los puntos de una recta son homólogos, por lo que no hay una traslación de longitud mínima.

La notación y terminología no está normalizada, y un mismo término se utiliza por diferentes autores para denominar conceptos distintos. Schattschneider pone de manifiesto una desafortunada confusión de los grupos cristalográficos $p31m$ y $p3m1$ por parte de varios autores, y aporta una tabla de equivalencia entre siete distintos criterios o puntos de vista que dan lugar a diferentes denominaciones de los grupos cristalográficos planos [**108**]. Aarts ofrece un análisis comparativo entre los trabajos de varios autores: Shubnikov y Kopstik (1974), Martin (1982), Grünbaum y Shephard (1987) y Schattschneider (1978), que pone de manifiesto diferencias en los esquemas de los distintos grupos de simetría aportados por ellos [**1**]. Asimismo, el concepto de *región mínima* recibe distintas denominaciones como *célula*, *célula unidad*, *célula primitiva*, r*egión fundamental* y *región generadora*, y el concepto *región unidad traslacional* también se conoce como *unidad de retícula*.

Por otro lado, Grünbaum hace también referencia a las diferentes denominaciones y definiciones de los conceptos básicos en los trabajos precedentes, y en particular se refiere al concepto de *teselación* (en

inglés *tiling*), diferenciándolo del concepto de *patrón* (en inglés *pattern*). Dicho autor considera también que, desde el punto de vista matemático, hay problemas abiertos en esta materia y se han producido pocos avances en los últimos años [**60**].

Capítulo 2

El esgrafiado

El esgrafiado es una técnica de revoco tradicional que consiste en la aplicación sobre el muro de una o varias capas de mortero, seguida del raspado de la capa exterior después de haber trasladado sobre ella, aún fresca, los dibujos previamente preparados en cartón o chapa de metal.

Sobre el origen de esta técnica, Alberto Ferrer afirma: *"Posiblemente fuera practicada por algunos pueblos del Próximo Oriente, de donde pudo pasar a Europa a través de las civilización grecolatina. Pues parece que fue un recurso ornamental muy socorrido por su fácil, barata, efectista y rápida aplicación a la arquitecura, como lo vienen a demostrar las alusiones a la misma realizadas por Plinio el Viejo en su Historia Natural y Marco Vitrubio Polion en sus Diez Libros de Arquitectura*" [**46**].

Según esta teoría, la técnica del esgrafiado se extendió geográficamente, gracias a la romanización, hasta la cultura islámica, de donde pasó a la Península. Así, en la Edad Media se aplicó por los alarifes mudéjares en España, concretamente en Segovia, y tuvo una difusión progresiva hasta el siglo XVIII, en particular en Cataluña.

El estudioso del tema Rafael Ruiz plantea la hipótesis de una doble corriente de influencia en relación con los esgrafiados de Segovia: una sería la islámica y otra la italiana, transmitida esta por los maestros italianos que llegaban a España para trabajar en la edificaciones religiosas situadas a lo largo del Camino de Santiago.

Pueden verse esgrafiados en ciudades italianas como Florencia, Roma, Treviso y otras. También en Alemania, en Silesia, Wurttemberg, Stuttgart, Ulm, y son muy abundantes en Bohemia y en el Tirol.

Los primeros esgrafiados de Barcelona son del primer tercio del siglo XVII, y sus temas mitológicos, geométricos, florales y simbólicos van adaptándose posteriormente en consonancia con las tendencias que transcurren del Barroco al Modernismo, pasando por los estilos franceses de los siglos XVII y XVIII. Destacan los esgrafiados del arquitecto modernista Puig i Cadafalch, como el Palau Macaya y la

Casa Amatller. También son conocidos como dibujantes de cartones para esgrafiado Ferdinandos Serra y Sala (Santes Creus), Joaquim Juncosa i Domadell, Salvador Mayol, Frances Pla, Manuel Tramullas, Juan Enrich, Ramón Amadeu, Nicolás Travers, entre otros.

El mundo segoviano es más anónimo, aunque se conocen los diseños de Daniel Zuloaga y los nombres de muchos esgrafiadores de Segovia y provincia [**91**], entre los que destacamos a Juan Gómez. La tradición antiquísima quizás tenga sus comienzos antes del siglo XIII y ha continuado de forma ininterrumpida hasta nuestros días. Su lenguaje es fundamentalmente geométrico, de gran plasticidad, y se somete al plano arquitectónico.

Aunque son Barcelona y Segovia las ciudades españolas con mayor tradición en la técnica del esgrafiado, hay que señalar la existencia de ejemplares de este tipo de revoco en otras como Toledo, Ávila, Granada, Cáceres o Buitrago.

El esgrafiado tiene una evidente función estética de ornamentación del muro, ocultando en muchos casos materiales pobres. Pero no es esa su principal función. También protege el muro de los fenómenos atmosféricos y favorece un mejor aislamiento, creando así un ambiente más confortable en el interior del edificio. Tuvo bastante auge a comienzos del siglo XX, en el periodo modernista, llegando a ser una de las características de esa corriente arquitectónica, pasando a ser poco utilizado una vez superada dicha época. Más tarde, a mediados de los sesenta, se resucitó como recurso de gran calidad decorativa, pero utilizando otras tecnologías diferentes.

2.1. Variantes y técnicas

El soporte mural tiene gran importancia y requiere de ciertas características como planitud, para evitar desigualdades en el grosor de las capas, así como estar realizado todo él de un mismo material poroso. El revoco es el acabado final y se aplica sobre el enfoscado, que ha de tener una granulometría de árido fuerte y un acabado rugoso que facilite la trabazón del revoco. Su grosor depende de la planitud del muro, pero en general no deberá sobrepasar los 2 cm. Antes de extender el revoco se humedece el enfoscado, ya que el éxito del trabajo dependerá del tiempo que la pasta del revoco pueda permanecer con un cierto grado de humedad. Los morteros de cal y arena endurecen por secado y carbonatación en un proceso que comienza en la superficie y avanza hacia su interior. Es imprescindible tener en cuenta las condiciones climáticas, pues una gran humedad en el ambiente ralentizará el secado,

mientras que un ambiente muy seco hará más lenta la carbonatación; las altas temperaturas provocarán un secado demasiado rápido de la pasta, y las inferiores a 0^{o} pueden disgregar la misma por efecto de la congelación del agua de amasado.

El mortero del revoco debe ser fluido para que resbale cuando se aplique con la llana. Se utiliza un árido más fino que en el enfoscado, siendo válida cualquier arena cribada por un tamiz fino.

El acabado del revoco depende de la técnica utilizada. Para profundizar en los aspectos de ejecución del esgrafiado, pueden consultarse textos especializados en revestimientos de fachadas, como [**37, 45, 48, 56**].

Otro aspecto a considerar es el del diseño y los métodos utilizados para marcarlo sobre el muro. Es posible dibujar diseños sencillos directamente sobre el muro, como en el caso de los círculos tangentes de los esgrafiados segovianos, trazados con un compás sobre la pared. Sin embargo, los diseños más complejos se preparan sobre cartón, que posteriormente se agujerean o recortan para marcarlos en el muro. En el caso de los diseños por repetición de una misma figura se elabora previamente una *plantilla*, sobre chapa metálica o cartón, que irá moviéndose a lo largo del muro hasta cubrir el paño deseado. En la figura 2.1.1 pueden verse unas plantillas elaboradas en la Escuela de Arte (Casa de los Picos), que está recortada, conservando solo la parte del dibujo que quedará sobre la capa exterior. La plantilla también puede puntearse, agujereando los puntos claves de referencia del diseño, lo que permite marcar posteriormente el dibujo sobre el revoco utilizando una muñequilla de polvo de carbón.

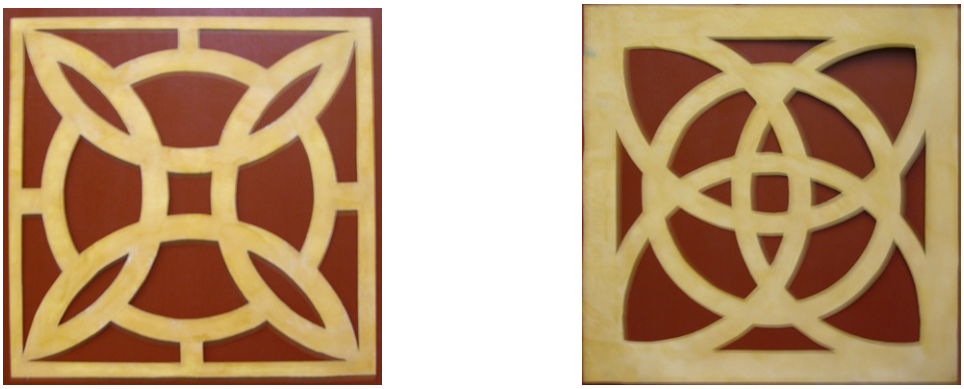


FIGURA 2.1.1. Plantillas de esgrafiados. Escuela de Arte de Segovia

Una vez marcado el dibujo sobre el revoco, el corte del borde dibujado se realiza con las herramientas adecuadas, como estilete, esgrafiador, grafio o una navaja afilada. El corte debe hacerse a bisel, lo cual mejora el trabajo en varios aspectos: se consigue una base más amplia para el dibujo marcado en la capa exterior, lo que le proporciona mayor estabilidad y resistencia; el efecto de la sombra será así menos duro; y, sobre todo, facilita que el agua resbale con facilidad, evitando depósitos acuosos.

A continuación se retira el mortero con esgrafiadores, espátulas o paletón si la superficie es grande, o con rascadores si se trata de una superficie pequeña. El tipo de herramienta a emplear es una opción muy personal del operario.

El tamaño del tajo diario varía en función de la meteorología y las estaciones. El oficio necesitaba históricamente de dos tipos de operario, el *pintor* que creaba los dibujos sobre el cartón y el *esgrafiador* que realizaba los revocos y el esgrafiado.

La *composición* del mortero en todas las capas ha de ser de cal, para evitar las tensiones que pueden producirse cuando se utilizan morteros bastardos. Los *pigmentos* empleados suelen ser tierras naturales y óxido de hierro para los ocres, cromos amarillos de Nápoles, cobaltos azules o verdes y negro manganeso.

La imitación de ladrillo o *ladrillo fingido* es una de las variantes del esgrafiado. Se realiza aplicando sobre el enfoscado una delgada capa de revoco teñido con polvo de ladrillo; después, con ayuda de una regla se traza una doble línea, y se expulsa la capa pigmentada con cuidado de no manchar el paramento.

Esgrafiado a un tendido. Entre los distintos tipos existentes, el más sencillo es el *esgrafiado a un tendido*, quizás el más primitivo, que se obtiene aplicando una sola capa de revoco de grosor inferior a los 6 mm, cuyo acabado será enlucido, esto es, liso (también se denomina bruñido o blanqueado). Cuando la capa ha alcanzado cierto punto de dureza, se marcan sobre la superficie los motivos, rascando después ciertas partes de los mismos, mientras las otras permanecen lisas. Se produce así un contraste de texturas entre zonas rugosas y lisas que permite aflorar el dibujo. Este tipo de esgrafiado casi no posee relieve, pues solo se raspa la superficie, y, por otro lado, aunque la capa de mortero aplicada es toda ella de un mismo color, se obtiene un efecto de dos tonalidades, ya que las zonas rugosas resultan más oscuras que las zonas lisas. Ello se debe a la acción del repretado, que se realiza presionando con la llana en

rápidos movimientos y en todas direcciones para cohesionar el tendido. El repretado favorece que ascienda a la superficie la mayor parte de agua y cal del mortero, haciendo que la parte externa presente un tono de color más claro que la parte interna. Una dosificación tradicional del mortero para un esgrafiado a un tendido, según la Escuela de Arte de Segovia (Casa de los Picos) es la siguiente (en relación al volumen):

- 1,5 partes de arena de mina
- 1,5 partes de arena silícea
- 1 parte de hidróxido de cal

Esgrafiado a dos tendidos. Es la técnica más usual en España. Como su nombre indica se trata de un esgrafiado que va a realizarse sobre dos planos, lo que permite combinar efectos de color, textura, relieve y contraste de luces y sombras. Su proceso de ejecución puede hacerse según tres variantes:

1. Sobre el enfoscado bien humedecido se extiende la primera capa, cuyo acabado será rugoso, tras utilizar el fratás. Esta primera capa suele ser de color oscuro y, una vez ha alcanzado cierta consistencia, se tiende sobre ella una segunda capa de color más claro. Cuando se obtiene cierto grado de dureza se marca sobre ella el diseño, pasando a continuación a rascar las zonas deseadas hasta que se descubre el primer tendido. Este proceso comienza con el perfilado del motivo, cortando el revoco con un utensilio afilado o un vaciador, y termina con el rebaje de las zonas hasta llegar al segundo plano. El inconveniente de esta variante proviene del hecho de que el raspado debe hacerse cuando ambas capas se encuentran tiernas, por lo que es fácil profundizar en exceso y llegar a decubrir el enfoscado, o dejar una capa irregular en vez de plana, como sería deseable.
2. La segunda variante trata de solventar dicho problema. La solución consiste en dejar secar la primera capa hasta el día siguiente antes de aplicar la segunda capa, pues de esa manera las cuchillas o vaciadores utilizados para esgrafiar no podrán dañar la primera capa. Sin embargo, el resultado estético tampoco es satisfactorio, pues el color del fondo queda salpicado de manchas provenientes del revoco superior, ya que, al estar seca la capa del fondo, en la parte rugosa de contacto entre las dos capas se mezclan los colores de ambas.
3. La última variante supone la solución definitiva a los inconvenientes de las dos anteriores. Se trata de un esgrafiado a tres tendidos, aunque su aspecto no lo aparente. Se procede a tender

la primera capa y se deja secar hasta el día siguiente. Sobre esa capa se extiende otra del mismo color y de grosor muy fino, que se deja secar hasta obtener una cierta consistencia. Por último, se extiende el revoco exterior, generalmente de un color más claro. A la hora de esgrafiar, se rascan las capas hasta alcanzar la superficie dura de la primera capa, rascando también el revoco intermedio. Este no será visible, pero protege el color de la primera capa y se consigue así una terminación idónea en cuanto a planitud y limpieza de color.

En relación con el color, cuando se desee un esgrafiado de dos colores es más conveniente que la capa inferior sea más oscura y la superior más clara, puesto que, debido al relieve, las sombras que se proyectan sobre el fondo harán mayor el contraste de color entre ambas capas. En cambio, en el caso de un fondo más claro el contraste obtenido será mucho menor, pues la capa inferior se irá oscureciendo con el tiempo debido a la suciedad acumulada en el resalte mientras la capa exterior, por el efecto de la luz, aparentará ser más clara.

Las dosificaciones siguientes son las recomendadas en la Escuela de Arte de Segovia (Casa de los Picos).

Primer tendido (en volumen):

- 2 partes de arena de mina
- 1 parte de arena silícea
- 1 parte de hidróxido de cal.

Segundo tendido (en volumen):

- 3 partes de arena silícea
- 1 parte de hidróxido de cal.

Esgrafiado con acabado a la cal. Se trata de una técnica cuyo origen es de influencia italiana y que se extiende por España en la época renacentista. Vasari es el primero que la menciona, considerándola una modalidad de pintura al fresco.

El esgrafiado a la cal es un esgrafiado a dos tendidos, cuya capa exterior es una simple lechada de cal.

Para el primer tendido, Vasari propone una mezcla de cal, arena y paja quemada, que da como resultado una argamasa de color gris. Puede sustituirse por un mortero de cal y arena y cualquier color. Esta pasta se extiende sobre el enfoscado y se le da una terminación bruñida. A continuación se aplican dos o tres capas de cal líquida con

una brocha, de forma que quede perfectamente extendida. Sobre esta capa se dibujan los motivos y se raspa la cal hasta descubrir el primer revoco, lo cual debe hacerse lo más rápidamente posible, antes de que endurezca la cal, pues en otro caso ésta saltará en escamas al intentar perfilar los motivos y se arruinará el trabajo.

Esta modalidad tiene la ventaja de permitir diseños más ricos en detalles, pues el último tendido es muy fino y no contiene árido. Puede obtenerse así una labor de esgrafiado con el aspecto de un encaje. También puede conseguirse la apariencia de un grabado con efectos de luces y de sombras, si se raspa en líneas paralelas para dar sensación de volumen. Sin embargo, sus ventajas decorativas van unidas al inconveniente de una menor resistencia, frente a las técnicas anteriores.

Esgrafiado embutido. Esta variedad de esgrafiado, que también se denomina *taraceado* o *bocadillo,* comienza su proceso como en cualquiera de las variantes mencionadas anteriormente: se aplica una capa de grosor que no sobrepase 1,5 cm y puede dársele un acabado liso mediante la acción de la llana, o rugoso mediante la utilización del fratás. Sobre esta superficie se marcan los motivos, y se rasca el revoco hasta llegar al enfoscado. Los huecos se rellenan posteriormente con mortero de distinto color, que se aprieta fuertemente contra las paredes del primer tendido. Cuando todas las zonas alcanzan cierta consistencia, se raspa la superficie entera con cuchillas, quedando toda ella enrasada y rugosa.

La realización es sencilla y poco problemática, y ofrece grandes posibilidades decorativas. Su aspecto es el de una pintura, aunque su resistencia y duración es mucho mayor, y también su coste.

La dosificación recomendada en la Escuela de Arte de Segovia es (en volumen):

- 0,5 partes de arena de mina o río
- 2,5 partes de arena silícea
- 1 parte de hidróxido de cal.

Esgrafiado aerografiado. Es un sistema actual de esgrafiado que se basa en el mismo principio y utiliza herramientas y tecnologías más modernas. Se extiende una capa de hormigón que contiene en profundidad un lecho de piedras de distinto color. El trabajo de esgrafiar se realiza excavando en el hormigón con un fino chorro proyectado de arena o perdigones lanzado con máquina neumática

capaz de imprimir la suficiente presión, erosionando así la capa externa hasta alcanzar la capa interior. Este método puede realizarse directamente sobre el paramento y también en el taller, sobre placas y bloques prefabricados de hormigón. Otro sistema es el lanzamiento de bolas de acero que golpean la superficie del hormigón. El grabado que se obtiene es tan perfecto o más que con el tradicional grafio, y el método es más rápido y limpio, aunque también depende de la habilidad y resistencia física del artesano.

Puede verse un esgrafiado de este tipo en Barcelona, en el edificio del Colegio Oficial de Arquitectos de Catalunya y Baleares, donde las piedras del fondo son de color negro, en contraste con el hormigón. Para su realización se utilizó el sistema Naturbetong, que consiste en dibujar sobre el hormigón y excavar luego éste mediante un chorro de arena, siguiendo el dibujo, hasta descubrir la superficie de la piedra. El artista encargado de su ejecución fue el noruego Carl Nesjar, y los dibujos fueron creados al efecto por el pintor español Pablo Picasso.

Futuro del esgrafiado. Algunos autores afirman que la técnica del esgrafiado no es adecuada en los modernos edificios debido, en primer lugar, a la escasa superficie que puede esgrafiarse en las fachadas, al haber aumentado el tamaño de ventanas y balcones. Otros inconvenientes son la introducción del cemento Portland en los morteros, la falta de mano de obra especializada en ese tipo de revoco y el elevado coste del mismo [**42**].

Sin embargo, el esgrafiado tradicional tiene defensores que recuerdan las ventajas de los morteros de cal y arena, y el reconocido buen comportamiento de éstos desde épocas antiguas, en contraste con los materiales más modernos, que cuentan con muy poco tiempo de prueba.

En algunas ciudades con esgrafiados tradicionales, como Segovia, la rehabilitación de las zonas históricas ha respetado los modelos que adornaban las fachadas, dejando en algunos casos una cata que permite ver el antiguo modelo. Incluso se han recuperado antiguos esgrafiados, que permanecían ocultos tras el revoco liso, y que han aparecido al picar la fachada durante las tareas de mantenimiento. Solo podrá conservarse la estética propia de la ciudad histórica si las fachadas se conservan manteniendo los típicos esgrafiados. También en edificios de nueva planta se está utilizando este tipo tradicional de revoco. Así ocurre con el recién proyectado Centro de Arte y Tecnología (CAT), donde está previsto ejecutar revoco esgrafiado con un diseño típico de Segovia.

Por otra parte, algunos autores ponen de manifiesto las ventajas del esgrafiado como recurso publicitario, capaz de dar carácter singular a un edificio. Un ejemplo de ello es la fachada recientemente esgrafiada de la farmacia Gayoso, en Madrid [**57**]. El elevado coste de esta solución constructiva se compensa con otras ventajas, tanto estéticas como funcionales, y con su mayor duración.

La profunda crisis del sector de la construcción puede tener una repercusión positiva para el esgrafiado en relación con la mano de obra; el hecho de edificar menos viviendas de nueva construcción hará posible que se destinen más recursos a la rehabilitación y mantenimiento de los edificios construidos. Ello favorecerá la especialización en las tareas necesarias para la conservación de fachadas, así como la creación de empresas dedicadas al revoco y, en particular, al esgrafiado tradicional.

2.2. El esgrafiado segoviano

El revoco *esgrafiado* constituye una seña característica de identidad de la ciudad de Segovia, y también de muchas poblaciones de su provincia. El paseante de la capital segoviana puede contemplar numerosas calles donde una fachada tras otra están revestidas con esta clase de revoco, llamado *labor* por los segovianos, y que recuerda en ocasiones un delicado encaje -*de cal y arena*, en palabras de Rafael Ruiz- y en otras un *tatuaje* realizado sobre la piel del edificio.

En muchos casos, es el muro en su totalidad el que se encuentra esgrafiado. En muchos otros, solo son frisos o grecas enmarcando elementos arquitectónicos como balcones, ventanas o una zona del paño recubierta con otro esgrafiado. Se encuentran sobre fachadas exteriores y también en los muros de zaguanes, patios o escaleras. La apariencia que muestra hoy la ciudad, con abundantes esgrafiados al exterior, comenzó en el siglo XIX [**97**], pues anteriormente las viviendas populares mostraban su entramado de tapial y madera, también muy característico de Segovia, y los esgrafiados solo se realizaban en interiores y patios de las casas nobles [**101**].

Los diseños que se observan en los esgrafiados son generalmente geométricos, realizados por la repetición de un motivo inicial. En algunos casos siguiendo una única dirección, formando las grecas o frisos. En otros, según dos direcciones, constituyendo mosaicos que recubren zonas rectangulares del paño.

Hay unos pocos ejemplares de motivo único que han sido realizados en época reciente por esgrafiadores de la Escuela de Artes y Oficios,

generalmente alegóricas o inspiradas en la naturaleza: el *ángel* de la calle Martínez Campos, el *carnero* de la plaza del Potro, los *caballitos de mar* de la calle Muerte y Vida, el *cesto de frutas* de "panaderos de Revenga", en Nueva Segovia, y el *reloj de sol* de la calle Taray.

La ejecución del esgrafiado era artesanal, existiendo cuadrillas dirigidas por el maestro esgrafiador. Los diseños que pueden contemplarse en la ciudad son muy diferentes de los que se conservan en otras poblaciones de la provincia, lo cual es coherente con la costumbre de que cada maestro utilizaba sus propias plantillas. Estas eran de madera, metal o cartón y servían para marcar el dibujo sobre el mortero aún fresco. Al mover la plantilla sobre el muro, podía voltearse la plantilla, y ello permitía obtener un diseño con nuevas simetrías.

En la provincia de Segovia hay muchas poblaciones con gran cantidad de fachadas adornadas con labores de esgrafiado. Destacan Turégano, Coca, Santa María de Nieva, Cantimpalos, por conservar una mayor variedad de modelos. En muchos casos, su estado de conservación es deficiente e incluso han sido encalados, lo cual resulta muy poco apropiado para mantener su estética y propiedades de protección de la fachada. Respecto a las viviendas con esgrafiado recopiladas por Aurora de la Puente Robles [**91**], algunas han sido demolidas y el esgrafiado ha desaparecido sin dejar rastro. A este respecto, Francisco Alcántara, en el artículo publicado el 2 de febrero de 1909 en El Imparcial afirma que durante la destrucción de cierta fachada esgrafiada *"no hubo un alma caritativa que recogiera un pedazo para el Museo provincial"* [**6**].

Conviene subrayar la existencia de dos tesis doctorales realizadas en los últimos años sobre el tema del esgrafiado segoviano. La primera en el tiempo, 1988, fue realizada por Aurora de la Puente y es un compendio del esgrafiado de la ciudad de Segovia y provincia centrado en el diseño gráfico de los modelos [**92**]. En la publicación posterior [**91**] basada en dicha tesis doctoral se ordenan las poblaciones de la provincia por orden alfabético y se aportan fotografías de Jesús Serrano de los edificios con esgrafiado, junto a un análisis de la geometría del motivo y la reproducción de éste mediante un dibujo lineal. Quizás sea el primer catálogo de los modelos de esgrafiado segoviano de Segovia y provincia, lo cual le otorga un enorme valor como base para estudios posteriores.

La segunda tesis doctoral fue realizada en 1992 por Rafael Ruiz Alonso, y en ella se tratan aspectos históricos, como el origen y evolución en el tiempo, junto a otros como distintos métodos de ejecución práctica y la clasificación según su tipología [**96**]. Su rigor y amplitud en los temas tratados hace de este trabajo una obra de obligada referencia

y un excelente punto de partida para cualquier estudioso que quiera profundizar en el conocimiento del esgrafiado segoviano.

Historia. El origen de la técnica del revoco esgrafiado comenzó, según el Marqués de Lozoya, en *"el resalte de yeso que marca las junturas de las piedras en las obras de mampostería o sillarejo. Asi se ve en ciertos muros antiguos del Alcázar, Casa de Segovia y Torre de Hércules: el gusto mudéjar por el ornato a base de la repetición de un motivo se apoderó del procedimiento, sujetándolo ya a un dibujo simétrico, primero de círculos tangentes que en el siglo XIV todavía se adaptan algo a la disposición de las piedras recordando su origen, como en la Torre de Lozoya y que en el siglo XV se hace completamente independiente de ellas, como en el Alcázar."* [**74**].

Aceptando las tesis de este erudito segoviano, los esgrafiados por repetición son de influencia mudéjar y los más antiguos que se conservan pueden datarse en el siglo XV. Son los del Alcázar y el Torreón de Lozoya, y su diseño está formado por círculos tangentes, de tamaños aproximadamente iguales, realizados directamente con un compás sobre el muro. En el Torreón de Lozoya los círculos son irregulares *"adorna la mampostería una labor de esgrafiado con dibujo de círculos tangentes, de traza más antigua y más irregular que los del Alcázar"* [**74**]. En el patio del Torreón de Lozoya, muy adornado en el Renacimiento, permanecen delicados y complejos esgrafiados de motivos vegetales realizados a la cal, sobre fondo más oscuro. De esa época es también el Torreón de Arias Dávila: *"su carácter, decididamente guerrero, no le resta fuerza al delicado esgrafiado, repartido en bandas paralelas, que tanto alabó Street"* [**74**], donde cada muro muestra franjas de un mismo dibujo a diferentes escalas, uno de ellos con el motivo inicial *molinete* en su variante más sencilla, otro con el motivo *escamas*. También de mediados del siglo XV es la Torre cuadrangular situada al NW y la estancia interior de la Casa de las Cadenas, ampliación de una casa fuerte de la época de la muralla, conocida como Casa de Segovia, de la que solo se conserva la Torre circular y parte del muro exterior. La Casa de las Cadenas es el paradigma del esgrafiado segoviano, pues, además del modelo que se conserva en su fachada principal, en su Torreón cuadrangular se encuentran diversos modelos, formando franjas delimitadas por hiladas de ladrillo, y en su interior -patio y tiro de escalera- se conservan otros diseños, alguno de ellos modelos únicos. En diversas zonas de la ciudad, recientes intervenciones de mantenimiento o rehabilitación han permitido encontrar antiguos esgrafiados, como es el caso del actual Archivo Histórico Provincial.

Segovia es una ciudad cuya historia alcanza unas remotas raíces celtibéricas y también fue un asentamiento romano, del que permanece el magnífico Acueducto, y de otros pueblos germánicos, como se deduce de las necrópolis visigodas halladas en lugares cercanos. La ausencia de restos arqueológicos musulmanes y la existencia de uno de los más ricos conjuntos románicos de Europa apoyan la tesis de que la ciudad fue abandonada tras la invasión islámica y repoblada a finales del siglo XI, durante el reinado de Alfonso VI.

La topografía de la ciudad, situada en lo alto de una roca, convirtió en imprescindible el Acueducto romano, pues el mantenimiento de la población fue posible gracias al abastecimiento de agua realizado con la ayuda de esta monumental obra de ingeniería. Durante el siglo XI se amuralló la parte alta de la roca, ocupada por la nobleza y los clérigos, mientras que en los arrabales de extramuros permanecía el pueblo llano, junto a las industrias y mercados necesarios para el sostenimiento de la población. Segovia se encontraba en un punto crucial de las rutas de la trashumancia y por ello -en muchas casas segovianas aún pueden verse las galerías que en su origen se destinaban a secaderos de lana- se desarrolló una poderosa industria pañera cuya fama traspasó nuestras fronteras. Segovia siguió creciendo durante varios siglos, la población fue en aumento, al tiempo que se edificaron casas fuertes, palacios, monasterios y conventos, que hicieron de la ciudad una de las más influyentes de Castilla, como lo prueban las frecuentes visitas de varios reyes de la Casa de Trastámara y el hecho de que en su plaza mayor se proclamara a Isabel la Católica reina de Castilla.

Durante el siglo XV los esgrafiados se realizaban en interiores y patios de las casas nobles, pues la arquitectura tradicional de Segovia de la época consistía en muros de piedra y ladrillo con entramado de madera. La plaza de San Lorenzo, magníficamente conservada, es una muestra de la arquitectura medieval tradicional de Segovia. En varios puntos de la ciudad pueden verse otros ejemplos de viviendas de arquitectura segoviana, como en la plaza del Socorro, o en la plaza del Azoguejo, junto al Acueducto. Según Ruíz Hernando *"en la arquitectura de tiempos de Enrique IV hay una fortísima impronta de arabismo que cubre con los esgrafiados los pobres muros de tapial."* [**101**]. Y, en palabras de Alcántara *"el esgrafiado sirve para cubrir los muros, de muy pobre construcción, con una decoración que era sencilla de realizar y de poco coste. Se empleó sobre todo, en los zaguanes y tiros de escalera y solo raramente en el exterior*" [**6**].

En los años del reinado de los Reyes Católicos se abandonó la técnica del esgrafiado, pues las construcciones usaron profusamente el granito, muy abundante en la zona. Puede decirse que la ornamentación se occidentalizó, abandonando el gusto oriental que tanto fomentó Enrique IV, amante del estilo mudéjar. En el Renacimiento el esgrafiado *"vuelve a estar en boga con procedimientos y dibujos italianos de sabor clásico, y en el siglo* XVII *hay como un retorno a los antiguos y genuinos procedimientos de construcción mucho más económicos y que no habían sido abandonados por las clases populares; las fachadas, de mampostería, se decoran con aplantillados de muy poco relieve y de tracerías mal urdidas, que nos demuestran la decadencia de este procedimiento, tan segoviano"* [**74**]. Según el estudioso Ruiz Alonso, la influencia italiana de los esgrafiados se deja ver en los ejemplares que se conservan del siglo XVII, algunos muy deteriorados, como los del palacio del Marqués del Arco y otros en mejor estado, como los del patio del torreón de Lozoya. Su teoría, expuesta en mayo de 2009 en la conferencia de clausura del XXX *Curso de Historia de Segovia* organizado por la Real Academia de Historia San Quirce, sostiene que dicha influencia llegó a través de los maestros artesanos italianos que recorrían el camino de Santiago, donde han dejado muestras de su estilo y forma de ejecución y donde pueden observarse similitudes con los esgrafiados a la cal anteriormente mencionados. Podría resumirse, pues, que confluyen en Segovia dos corrientes bien diferenciadas que se superponen a la forma de hacer autóctona: la influencia mudéjar y la italiana. Las raíces autóctonas del esgrafiado pueden encontrarse en la ornamentación incisa, que rayaba el revoque para evitar su resquebrajamiento, trazando líneas de dilatación. Se dibujaban formas diversas, así como inscripciones que dejaban constancia del propietario de la casa y del año de su construcción [**79**].

Segovia llegó a su apogeo a mediados del siglo XVI y a partir de entonces fue perdiendo el importante papel que había tenido como una de las ciudades notables de Castilla. El siglo XVII es el más oscuro y triste en la historia de la ciudad, pues la peste diezmó su población, los moriscos fueron expulsados y la pobreza se cebó en el pueblo llano, coincidiendo con un cambio radical en el planteamiento del comercio pañero. Mientras tanto siguen aumentando las órdenes religiosas en el interior del recinto amurallado, el barroco se aprecia en los dorados retablos y los fastos desplegados en procesiones y cortejos ocultan la miseria existente entre la población.

Durante el siglo XIX, el aspecto de muchas viviendas debía de ser deplorable, pues se requirió a sus propietarios para realizar el

acondicionamiento de las fachadas. Fue necesaria la intervención directa de la Reina Isabel II, ante las protestas de los nobles, propietarios de las casas más grandes, que alegaban que realizar el revoco con esgrafiado era demasiado costoso [**97**]. De esta época son la mayoría de los esgrafiados antiguos que aún pueden admirarse en muchas de las viviendas que aún perduran [**101**].

En los siglos XVIII y XIX son abundantes los trampantojos: *"los entrepaños quedan enfoscados y el esgrafiado se ve sustituido por el trompe d´oeil, que simula paramentos de ladrillo y trozos de arquitectura"* [**101**].

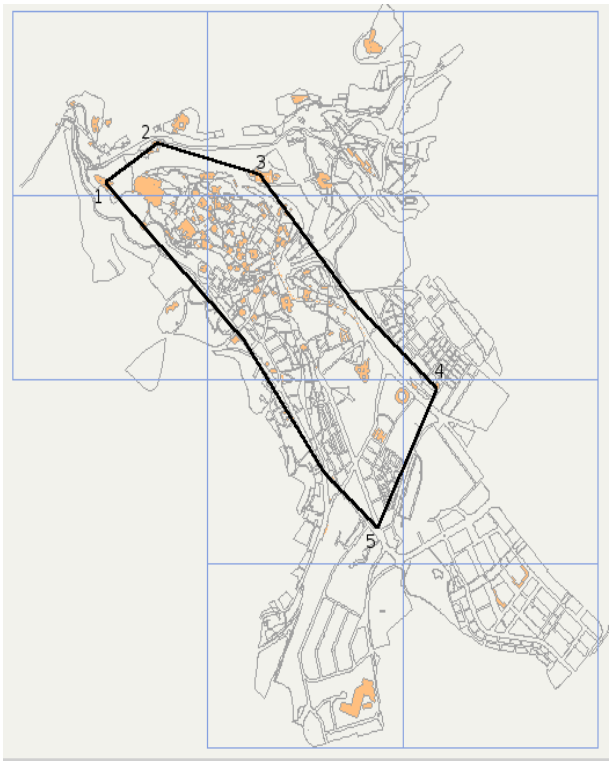


FIGURA 2.2.1. Plano de Segovia. 1 Alcázar. 2 Iglesia de la Vera Cruz. 3 Convento de San Vicente el Real. 4 I.E.S. La Albuera. 5 Carretera de San Rafael.

El esgrafiado en la ciudad de Segovia.

Plano de situación. El estudio abarca la zona de la ciudad de Segovia denominada histórica, que contiene la zona amurallada y los barrios extramuros que formaban los antiguos arrabales.

La figura 2.2.1 contiene el plano de Segovia con la zona de estudio marcada sobre él, que se encuentra delimitada por los siguientes puntos de referencia: 1 Alcázar. 2 Iglesia de la Vera Cruz. 3 Convento de San Vicente el Real. 4 I.E.S. La Albuera. 5 Carretera de San Rafael.

Es imprescindible relacionar el esgrafiado con los palacios, monumentos y edificios emblemáticos de interés histórico. En este capítulo se describen los barrios o entornos tradicionales, destacando en letra negrita aquellos edificios que poseen esgrafiado, dejando para el siguiente capítulo el detalle del esgrafiado de los monumentos más relevantes.

Las Canonjías. Este antiguo barrio ocupa la zona situada entre la Iglesia de San Andrés y el Alcázar y su nombre proviene de sus antiguos habitantes, los canónigos de la desaparecida catedral de Santa María, que se encontraba situada junto al Alcázar. Constituye uno de los mejores ejemplos de arquitectura civil románica de Europa. Sus calles son estrechas y todas las casas tenían idéntica disposición, constaban de dos plantas, desván, patio interior y jardín trasero. En sus aljibes podían recoger el agua que llegaba por el acueducto hasta el interior de las casas a través de una canalización que discurría por la calle Daoíz. El barrio tenía varias puertas que lo protegían, pero solo se conserva una de ellas, la **Puerta de la Claustra**, con restos de esgrafiados renacentistas (figura 2.2.2).



FIGURA 2.2.2. Puerta de la Claustra

Entre las edificaciones de interés histórico situadas en sus alrededores hay que destacar el **Alcázar**, las iglesias de San Andrés, San Esteban, **San Nicolás** y La Trinidad, así como la antigua iglesia de **San Quirce**, actualmente sede de la Real Academia de Historia, el Convento de Santo Domingo, la **Casa del Secretario**, el espacio de Arte Miñón o **Convento de Mínimos**, el Convento de las Oblatas, el **Palacio de**

los Castros, donde se encuentra el Archivo Histórico Provincial, el Palacio Episcopal y la Casa del Sol o **Museo de Segovia**.

Barrio de Los Caballeros. En el corazón del antiguo barrio de los Caballeros se encuentra la Plaza del Conde de Cheste, con varias edificaciones de gran valor histórico: La **Casa de las Cadenas** (figura 2.2.3), la Casa del Mayorazgo de los Cáceres, el **Palacio del Conde de Cheste**, el **Palacio de los Marqueses de Quintanar**, y los dos palacios que conforman la sede de la Diputación Provincial: **el Palacio de Uceda-Peralta** y el **Palacio de los Maldonado**. Muy cercanas están la Iglesia y Colegio de la Compañía de Jesús, Iglesia de San Sebastián, Iglesia de San Miguel, Teatro Juan Bravo, **Palacio de Villafañe**, **Casa del Hidalgo** (museo Rodera Robles), **Palacio de los Aguilar**, **Iglesia de San Juan de los Caballeros**, sede del museo Sorolla. Algunas de sus calles muestran en la mayoría de sus fachadas esgrafiados de diversos modelos, como en **Herrería**, **José Canalejas**, **San Agustín** o **San Facundo**.



FIGURA 2.2.3. Casa de las Cadenas. Torreón nororiental

Calle Real. Principal arteria de la ciudad, comienza en la Plaza Mayor y llega hasta la Plaza del Azoguejo, recibiendo varias denominaciones: Isabel la Católica, Plaza del Corpus, Juan Bravo, Cervantes. En su entorno hay importantes edificios, como la Catedral, la **Iglesia del Corpus**, la **Biblioteca Pública** (antigua cárcel real), la Casa de los Río, el **Palacio del Conde de Alpuente**, la **Alhóndiga**, la Casa del Siglo XV, la **Casa de los Picos**, que alberga la Escuela de Arte, con enseñanza de la práctica y ejecución del esgrafiado tradicional. A

lo largo de la calle Real, multitud de edificios destinados a **viviendas** se encuentran recubiertos de esgrafiado.

Judería. Se extiende por las inmediaciones de la Catedral, y toda la zona ha sido objeto de una mantenimiento integral, reurbanizando la zona, restaurando estructuras, eliminando elementos ajenos como el cableado, y revocando fachadas. A destacar la **Iglesia del Corpus**, que fue en otra época la Sinagoga Mayor, **el patio de la Casa de Andrés Laguna** y algunas de sus calles donde puede apreciarse el esgrafiado en muchas fachadas, como las de **Judería Nueva**, **Judería Vieja, Almuzara** y **Barrionuevo.**

Plaza de San Martín. La Plaza de San Martín es una de las plazas más bellas y populares de Segovia. La atraviesa una escalinata y en su parte central se erige la estatua en memoria del comunero Juan Bravo. Su extremo occidental limita con la Iglesia de San Martín y el oriental lo conforman el **torreón de Lozoya**, del siglo XIV, y grandes casonas del siglo XVI, como la **Casa Solier** (portal) y la **Casa del Mayorazgo de los Galachos** (portal). Partiendo de la calle Real, espina dorsal de la ciudad histórica, basta subir la escalinata de la plaza para llegar al **museo Esteban Vicente**, situado en un antiguo palacio de Enrique IV, y acceder a continuación al barrio de los Caballeros. Prácticamente la totalidad de las **fachadas** que dan a la plaza están adornadas de esgrafiado.



FIGURA 2.2.4. Plaza de San Martín

Extramuros. Las zonas históricas situadas en la parte exterior de la muralla se han formado en torno a los antiguos arrabales, que sustentaban a los habitantes de la ciudad con actividades industriales y de comercio. Destacan los barrios de San Millán, de Santa Eulalia, de San Lorenzo y el que rodea al Acueducto.

Acueducto. El Acueducto discurre desde la sierra del Guadarrama hasta el Alcázar, y está considerado como la más importante obra de ingeniería romana en España. Está construido con sillares de granito sin argamasa y consta de 128 arcos, alcanzando 28,5 m en su máxima altura, en la Plaza del Azoguejo. Es monumento incluido en el Patrimonio Mundial de la Unesco desde 1985.



FIGURA 2.2.5. Plaza del Azoguejo

La calle de **Santa Columba**, situada en el extremo occidental de la **plaza del Azoguejo** (figura 2.2.5), permite observar desde lo alto el magnífico Acueducto, por el que atraviesan a pie los segovianos hacia la via Roma, pues hace tiempo que se prohibió la circulación a través de sus arcos. En el extremo oriental se conserva una antigua casa, representante de la arquitectura medieval característica de Segovia, que acoge al popular restaurante **Casa Cándido**. Frente al acueducto, en su extremo meridional, la plaza se abre a la avenida Fernández Ladreda. La escalinata que discurre paralelamente al acueducto une la zona amurallada de la ciudad con los extramuros, el antiguo arrabal de Santa Columba.

Muy cerca de la calle Almira, donde emerge el Acueducto, se encuentra el **convento de San Antonio el Real**, recientemente restaurado, de gran valor histórico-artístico. También hay que nombrar las iglesias románicas del Salvador y de San Justo. A destacar las **calles Almira**, **Cañuelos**, **Coronel Rexach**, con gran número de fachadas adornadas de esgrafiado.

Separado por la avenida del Padre Claret, el barrio del Carmen, donde se encuentran el **Colegio Claret**, el **IEM La Albuera**, y algunas viviendas con esgrafiado como las **calles de Bordadores** o **Santa Teresa de Jesús**.

Santa Eulalia. Destacan **la plaza de Somorrostro**, la **calle de San Francisco** y la **calle de la Plata**, donde la mayoría de las fachadas están adornadas de esgrafiado. En la **Iglesia de Santa Eulalia** quedan restos de un antiguo esgrafiado renacentista.

San Millán. El antiguo arrabal de San Millán (figura 2.2.6) conforma el extremo meridional de la ciudad, de altitud inferior a la roca o zona amurallada, delimitado por el Pinarillo o Monte de la Piedad. En la **Iglesia de San Millán,** iglesia románica del siglo XII, se conserva el esgrafiado de círculos tangentes que recubre su torre desde la reforma de 1940. En su extremo occidental, la **Iglesia del Sancti Spiritu**, actual Centro de Reclutamiento. A destacar la **Casa de la Tierra**, sede de la E.U. de Relaciones Laborales y Turismo de la Universidad de Valladolid, el **Palacio Ayala-Berganza**, destinado a hostelería, las viviendas de la **calle de Santo Domingo de Silos**, de la **plaza del Doctor Gila**, del **paseo de Ezequiel González** y de la **avenida de Fernández Ladreda**.



FIGURA 2.2.6. Barrio de San Millán

San Lorenzo. El barrio de San Lorenzo, situado junto a los ríos Eresma y Cigüeñuela, conforma el extremo septentrional de la ciudad y la parte de menor altitud, sensiblemente más baja que la parte amurallada. La plaza de San Lorenzo (figura 2.2.7) constituye uno de los conjuntos medievales mejor conservados, donde pueden contemplarse las características de la vivienda tradicional segoviana, con adobe y entramado de madera. En sus proximidades deben destacarse el **convento de San Vicente el Real**, el Monasterio del Parral, la **Iglesia de la Vera Cruz**, la Casa de la Moneda y algunas fachadas de las **viviendas** de la zona.



FIGURA 2.2.7. Plaza de San Lorenzo.

Capítulo 3

El esgrafiado de los monumentos

Entre los monumentos representativos de la ciudad de Segovia que poseen esgrafiado se han seleccionado los que poseen un elevado número de grupos de simetría entre sus esgrafiados como la Casa de las Cadenas, los de mayor antigüedad como el Alcázar, el Torreón de Lozoya y el Torreón de Arias Dávila y otros por alguna característica particular, como el color, en el caso del Museo Rodera Robles. Para cada uno de ellos se resumen las características arquitectónicas, históricas y culturales del mismo, que pueden consultarse en [**28**]. Se detallan los esgrafiados que contienen, subrayando aspectos como modelo, grupo de simetría, antigüedad, forma, color y estado de conservación. Es interesante observar que el número de grupos de simetría que representan entre todos es de 5 grupos de frisos y 8 grupos de mosaicos, lo que representa más del 70 % del total, tanto de frisos como de mosaicos. Los monumentos que se estudian son los siguientes:

- Alcázar, Casa de las Cadenas, Casa del Hidalgo (Museo Rodera Robles), Palacio Uceda-Peralta (Diputación Provincial), Palacio de Quintanar, Palacio del Conde de Cheste (Colegio MM. Concepcionistas), Torreón de Arias Dávila y Torreón de Lozoya.

3.1. Alcázar

El Alcázar (figura 3.1.1) es uno de los monumentos emblemáticos de la ciudad, situado en el punto culminante de la roca en la que se encuentra la ciudad amurallada. Esta fortaleza fue construida en sucesivas etapas sobre otras edificaciones más antiguas, pues ya los romanos consideraron el lugar idóneo para construir un Castro destinado a la defensa. Los documentos más antiguos atestiguan la existencia del Alcázar a principios del siglo XII, y el aspecto que presenta en la actualidad, con la cubiertas de pizarra, data de la remodelación realizada en el siglo XIX tras un gran incendio. Las últimas restauraciones fueron realizadas en 1998.



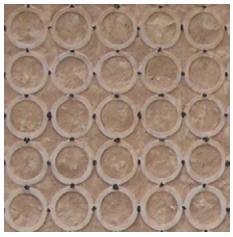


FIGURA 3.1.1. Alcázar de Segovia.

En algunos de sus muros se conservan restos del primitivo esgrafiado, quizás el modelo más antiguo de los que se conservan, cuyo diseño está formado por círculos tangentes de similar tamaño con pedazos de escoria en los puntos de encuentro, que no puede considerarse un mosaico periódico por la irregularidad en el tamaño de los círculos. En algunos muros el esgrafiado se hace más regular, con el mismo tamaño para todos los círculos, y determina un mosaico de grupo $p4m$. Color ocre, en relieve sobre fondo del mismo tono. Monumento Histórico-Artístico desde 1931.

3.2. Casa de las Cadenas

Situada en la Plaza del Conde Cheste, esta casa fuerte es el paradigma del esgrafiado segoviano, tanto por el número de modelos que contiene -16- como por su antigüedad y buen estado de conservación. La Casa de las Cadenas es una antigua fortaleza procedente del siglo XV, aunque construida sobre un bastión anterior, como demuestra el torreón circular del siglo XIII que aún se conserva. Adosada a la muralla, esta fortaleza, conocida también como Casa de Segovia, protegía el flanco nororiental de la ciudad y el acceso por la Puerta de San Juan, hoy desaparecida. Tiene planta cuadrada alrededor de un patio y en tres de sus ángulos se levantan sendas torres, mientras el cuarto ángulo se encontraba adosado a la puerta de San Juan. La fachada norte posee una portada con grandes dovelas de granito, saeteras a los lados y heráldica superior de los Marqueses de Moya, Don Andrés de Cabrera y Doña Beatriz de Bobadilla.



FIGURA 3.2.1. Fachada septentrional de la Casa de las Cadenas.

Dicha fachada se encuentra recubierta de esgrafiado en buen estado de conservación; el cuerpo principal contiene un diseño basado en los *molinetes*, mientras que la parte superior, separada por una línea de imposta que sirve de base a una serie de ventanas con arco escarzano, contiene un diseño en *escamas*. La torre situada en el lado nororiental, de planta cuadrada, está totalmente recubierta con 14 franjas de esgrafiado de distintos diseños, separadas entre sí por esgrafiado que simula una doble hilada de ladrillo. Es preciso hacer notar que los esgrafiados de esta torre conforman un total de cinco grupos de mosaicos, además de un grupo de frisos. El patio, porticado en tres de sus lados, contiene una pieza singular, una ventana geminada con un alfiz mudéjar del siglo XV, junto a otros elementos que se corresponden con el estilo Reyes Católicos de finales del siglo XV. Los muros del patio se encuentran recubiertos de esgrafiado en excelente estado de conservación. También el tiro de la escalera, obra barroca del siglo XVII, contiene esgrafiado. El edificio fue reformado en 1960 por el arquitecto Pedro Escorial. En cuanto a los grupos de simetría, debemos destacar que este edificio contiene esgrafiados de 16 modelos, 2 de ellos irregulares, 12 de mosaicos y otros 2 correspondientes al grupo de frisos Fmm. Los grupos de mosaicos son 7: cm (2 diseños), cmm (3 diseños), pmg (1 diseño), $p4$ (1 diseño), $p4g$ (2 diseños), $p4m$ (2 diseños) y $p6m$ (1 diseño).

La figura 3.2.1 muestra la fachada septentrional de la Casa de las Cadenas. El esgrafiado que recubre el cuerpo central posee un diseño basado en los *molinetes*, que van alternando su sentido de giro tanto vertical como horizontalmente. Sin embargo, la simetría se rompe a causa de las figuras que rellenan los centros: cruces, aspas y otras

formas, dispuestas aleatoriamente sin periodicidad aparente. De esta forma, el resultado global no puede considerarse un mosaico periódico. En cambio, en los rectángulos situados sobre los huecos de la fachada, que se muestra en el detalle de la figura 3.2.1, el diseño es análogo al anterior, pero en este caso no hay figuras que ocupen los centros de los molinetes. El resultado es un *mosaico p4g*. En la parte superior de la fachada se encuentra un modelo de esgrafiado en escamas, que constituye un *mosaico cm*.



FIGURA 3.2.2. Casa de las Cadenas. Torreón nororiental

El torreón nororiental (figura 3.2.2) contiene diversos modelos de esgrafiado, en franjas separadas por hiladas de ladrillo fingido, que determinan un *mosaico cmm*.

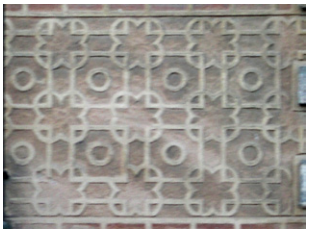
Franja 1: El esgrafiado de la franja inferior (figura 3.2.3 C) posee un diseño basado en los *molinetes*, de aspas muy elongadas, con una especie de cabecilla final. Los centros está rellenos con pequeñas cruces y los espacios con círculos. El sentido de giro va alternándose, y forma un *mosaico p4g*.

Franja 2: El esgrafiado (figura 3.2.3 B) tiene un diseño basado en cuadrados, distribuidos regularmente, formando alineaciones tanto horizontal como verticalmente. Cada cuadrado contiene un círculo y los cuatro cuadrados coincidentes en un vértice se encuentran entrelazados por una figura de cuatro lóbulos. Constituye un *mosaico* $p4m$.

Franja 3: El esgrafiado (figura 3.2.3 A) se encuentra interrumpido por un balcón y por el ladrillo fingido que forma la parte superior del mismo. Aunque el diseño del esgrafiado es idéntico en ambos lados del citado hueco, la ejecución realizada proporciona muy distinto resultado final. Así, el lado derecho conforma un *mosaico pmg*, de diseño basado en molinetes bordeados por círculos y con el sentido de giro alterno verticalmente, mientras se conserva en cada alineación horizontal. El lado izquierdo, en cambio, no posee la regularidad suficiente como para poder considerarlo un mosaico periódico.



(A) Franja 3



(B) Franja 2



(C) Franja 1

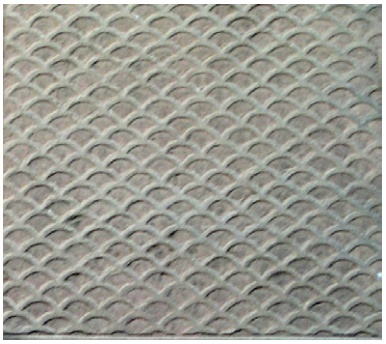
FIGURA 3.2.3. Casa de las Cadenas, torreón nororiental



(A) Franja 8



(B) Franja 7



(C) Franjas 5 y 6



(D) Franja 4



(E) Franja 12



(F) Franja 11



(G) Franja 10



(H) Franja 9

FIGURA 3.2.4. Casa de las Cadenas, torreón nororiental

Franja 4: El esgrafiado (figura 3.2.4 D) tiene un diseño análogo al comentado en la fachada septentrional, basado en los *molinetes*, que van alternando su sentido de giro tanto vertical como horizontalmente. Aquí, también, la simetría se rompe a causa de las figuras que rellenan los centros de los molinetes, cruces, aspas y similares, dispuestas aleatoriamente sin periodicidad

aparente. De esta forma, el resultado no puede considerarse un mosaico periódico.

Franjas 5, 6, 13 y 14: Idéntico modelo en todas ellas (figura 3.2.4 C). Es un diseño en *escamas*, que forma un *mosaico cm*.

Franja 7: El esgrafiado posee un diseño (figura 3.2.4 B) formado por un entramado de líneas onduladas, si bien el motivo básico es un aspa de brazos curvados. Su sentido va alternándose, y aparecen muy visibles unas figuras en forma de huesos, verticales y horizontales. Resulta un *mosaico p4g*.

Franja 8: El diseño (figura 3.2.4 A) se basa en elipses dispuestas verticalmente, separadas entre sí por pequeños rombos perforados. La disposición de las figuras facilita que los rombos se perciban como los centros de unas cruces cuyos brazos son las elipses. Constituye un *mosaico cmm*.

Franja 9: El esgrafiado (figura 3.2.4 H) posee un diseño basado en alineaciones verticales que se repiten horizontalmente, una junto a otra. Cada alineación consta de una parte central formada por una elipse ocupada por una figura geométrica, con sendas elipses adosadas en su parte superior e inferior, rspectivamente, también rellenas de pequeñas figuras geométricas, aunque estas elipses no están completas, sino que se ven interrumpidas por la hilada de ladrillo que forma el borde de la franja. El mismo modelo aparece recubriendo toda la fachada situada en la avenida de Fernández Ladreda, formando un mosaico, pero en la franja aquí considerada la información visible solo permite considerarlo un friso, concretamente un *friso Fmm*.

Franja 10: El esgrafiado (figura 3.2.4 G) posee un diseño basado en un entramado de rombos cuyos lados simulan eslabones de una cadena. Asumiendo que los ángulos son rectos, constituye un *mosaico p4m*.

Franja 11: El esgrafiado (figura 3.2.4 F) posee un diseño en losange, con las celdas ocupadas por figuras en forma de vela. Constituye un *mosaico cm*.

Franja 12: El esgrafiado (figura 3.2.4 E) posee un diseño muy similar al de la franja 4, aunque en este caso no hay figuras que ocupen los centros de los molinetes. El resultado global es un *mosaico p4g*.

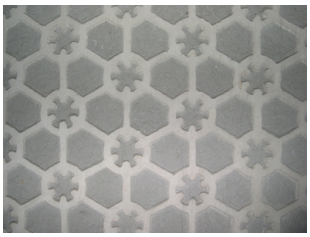
En la fachada oriental, sobre la calle de San Juan, se repiten algunos de los modelos de esgrafiado de la fachada norte, pero, ademas, hay dos modelos diferentes. Uno de ellos (figura 3.2.5)

se encuentra situado en la balconada y su diseño, ejemplar único, contiene aspas curvas, alternativamente elongadas en sentido vertical y horizontal, determinando un *mosaico cmm*. El otro esgrafiado recorre verticalmente el muro y su diseño, también único, constituye un *friso Fmm*.



FIGURA 3.2.5. Casa de las Cadenas, fachada oriental.

En el patio se repiten algunos de los modelos de esgrafiado de las fachadas exteriores, pero, además, hay otros modelos diferentes. Uno de ellos (figura 3.2.6 A) recubre los muros del tiro de la escalera y su diseño, modelo único, forma una trama hexagonal con círculos ocupados por estrellas en los vértices, determinando un *mosaico p6m*. El otro (figura 3.2.6 B) está situado en los muros del patio y tiene un diseño basado en los molinetes, todos con el mismo sentido de giro, bordeados por círculos y con cruces en los espacios, determinando un *mosaico p4*.



(A)



(B)

FIGURA 3.2.6. Casa de las Cadenas, patio.

3.3. Casa del Hidalgo. Museo Rodera Robles

La Casa del Hidalgo es un edificio del siglo XV, restaurado en 1949 para adaptarlo a su uso como Museo Provincial y posteriormente en 1999 para acoger el actual museo Rodera Robles. En su interior, las salas contienen zócalos esgrafiados de doce modelos distintos, nueve de ellos únicos, coloreados en azul, blanco y rojo (figuras 3.3.1 y 3.3.2).



(A) Una de las salas



(B) Mosaico $p4$

FIGURA 3.3.1. Museo Rodera Robles



(A) Mosaico $p4m$



(B) Mosaico $p4g$



(C) Mosaico $p4g$



(D) Mosaico $p4g$

FIGURA 3.3.2. Museo Rodera Robles, interior

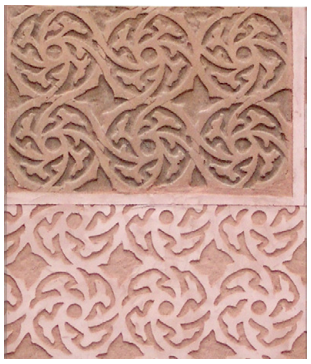
Constituyen *mosaicos* $p4$, $p4m$ y tres modelos distintos del grupo $p4g$. El borde superior de alguno de los zócalos forma un diseño en cúspides que determina un *friso* $Fm1$, en colores azul y rojo. Otro borde superior de uno de los zócalos forma un *friso* $F11$, en colores azul y rojo. Uno de los muros contiene una teselación en forma de espiga, que determina un *mosaico* pmg en color ocre con las teselas marcadas en beige.

En el patio, una de las fachadas está recubierta de un esgrafiado con diseño de círculos secantes y pedazos de escoria en los puntos de encuentro, que determina un *mosaico* $p4m$, en color ocre, sobre fondo del mismo tono. Otra fachada contiene un zócalo esgrafiado que simula una balaustrada, formando un *friso* $Fm1$, en color ocre, sobre fondo del mismo tono. Es monumento Histórico-Artístico desde 1955. Es uno de los pocos edificios con ejemplos de esgrafiado coloreado en tonos puros: azul, rojo, blanco.

3.4. Palacio Uceda-Peralta. Diputación Provincial



(A)



(B)

FIGURA 3.4.1. Diputación Provincial

Los dos Palacios Uceda-Peralta y Maldonado conforman la actual sede de la Diputación Provincial. Ambos proceden del siglo XVII o anteriores, han sufrido reformas en el siglo XIX y fueron rehabilitados por el arquitecto Miguel Ángel García Gil en 1980. El Palacio de los Maldonado tiene su fachada principal recubierta por un esgrafiado (figura 3.4.1 A) de diseño basado en cruces con brazos de lis, que alternan con otras cruces, formando un *mosaico* $p4m$. El Palacio Uceda-Peralta muestra en su fachada varios tipos de esgrafiado, y la existencia de algunas catas permite contemplar los modelos anteriores (figura

3.4.1 B). Su interior también está adornado de recientes esgrafiados. En total, contiene mosaicos de los grupos *cmm*, *p*4 y *p*4*m*, así como frisos de grupos $F11$, $F1g$ y $Fm1$.

3.5. Palacio de los Marqueses de Quintanar

Palacio del siglo XV, que debe su nombre al Marqués de Quintanar, propietario del mismo en el siglo XVIII. Fue reformado en los siglos XVIII y XIX y restaurado en 1975 por el arquitecto Alberto García Gil. El patio está recubierto de esgrafiado, con modelos de inspiración renacentista, un mosaico *pmm* (figura 3.5.1 A) y un friso $Fm1$ (figura 3.5.1 B), ambos restaurados.

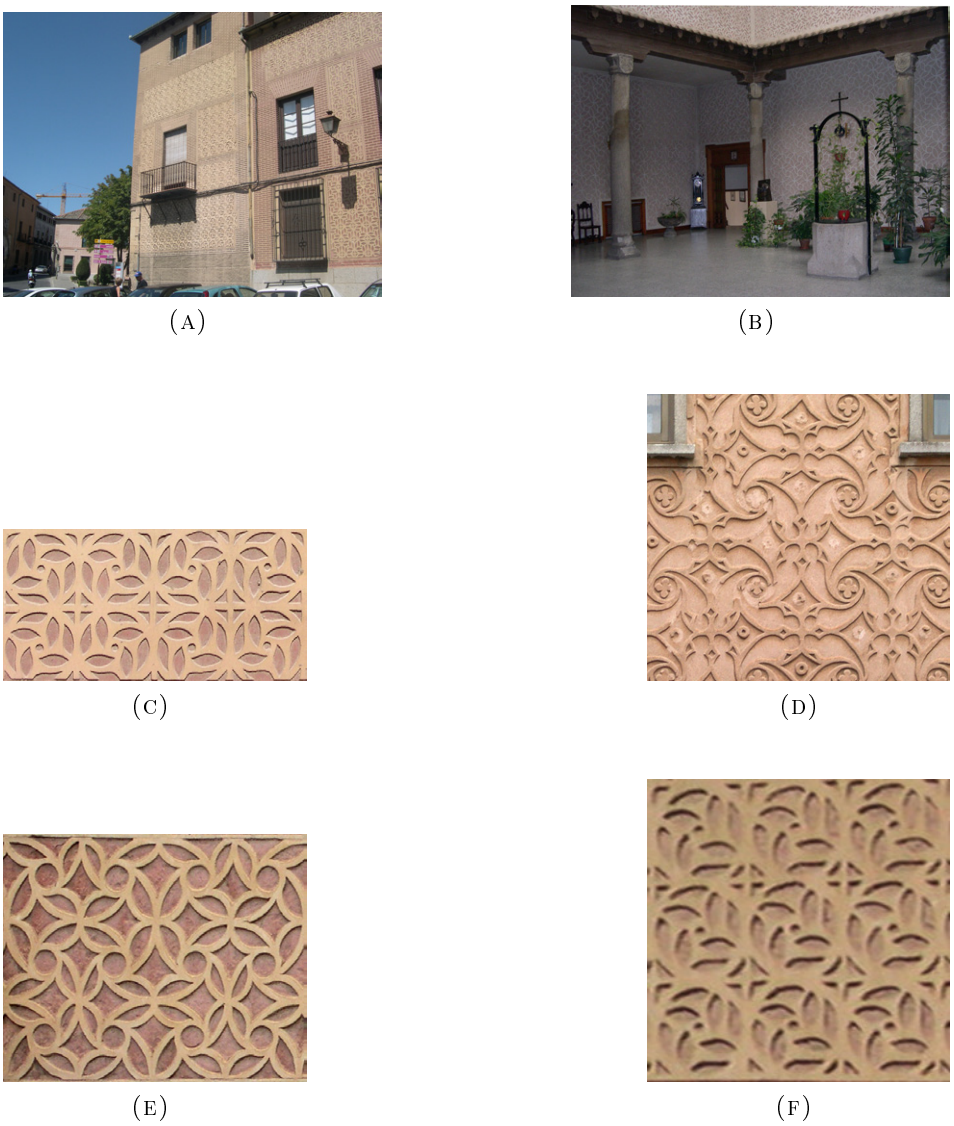


(A) (B)

FIGURA 3.5.1. Esgrafiados en el patio del Palacio de Quintanar

3.6. Palacio del Conde de Cheste

Palacio del siglo XV, muy transformado y actualmente sede del colegio de las MM. Concepcionistas. En su fachada principal se conserva la heráldica del siglo XVII. Sus fachadas se encuentran recubiertas por esgrafiados de varios modelos, que corresponden a mosaicos de los grupos *cmm*, *pmm*, *p*4, *p*4*g* y un modelo de frisos de grupo $F12$. La fachada principal está adornada por varios tipos de esgrafiado, con distintos tonos de color dependiendo del momento de la restauración. La fachada oriental presenta gran parte del esgrafiado muy deteriorado. La figura 3.6.1 muestra distintos modelos basados en los *molinetes*. En algunos paños (figura 3.6.1 C y F), todos tienen el mismo sentido de giro, formando un mosaico de grupo *p*4, mientras que en otros (figura 3.6.1 D y E) el sentido de giro va alternando, determinando mosaicos del grupo *p*4*g*.



(A) (B)

(C) (D)

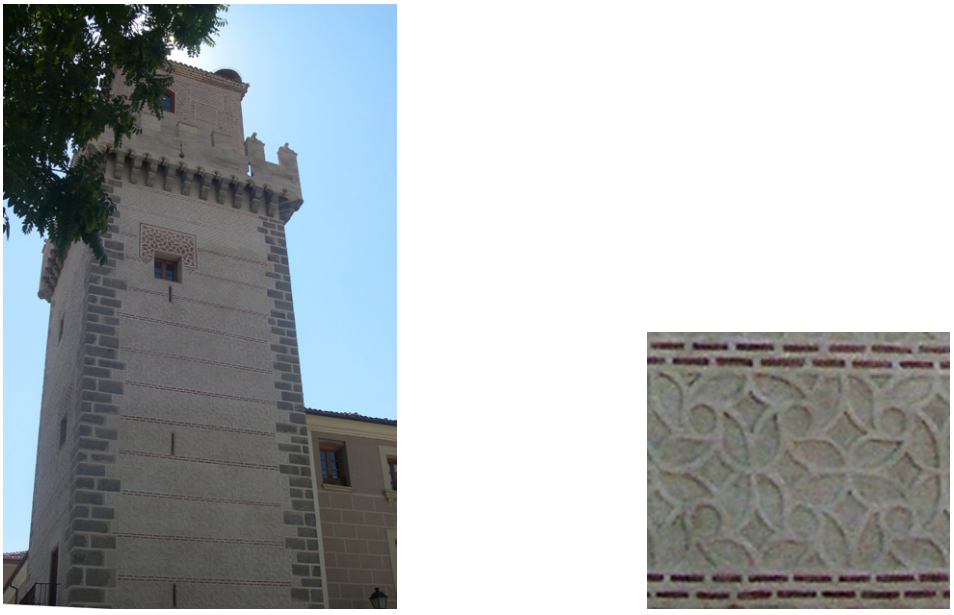
(E) (F)

FIGURA 3.6.1. Palacio del Conde Cheste

El patio (figura 3.6.1 B) es la única pieza del edificio que conserva su aspecto original, pues aunque ha sido acristalado, no ha sufrido modificaciones estructurales. Sus muros están totalmente recubiertos con esgrafiados, de dos modelos distintos. Uno de ellos se encuentra en la parte inferior de los muros, y es un modelo basado en los *molinetes*, todos con el mismo sentido de giro, formando un *mosaico* $p4$, único ejemplar con dicho diseño. El otro modelo corresponde al cerramiento de la galería, en la parte superior, y también está basado en los

molinetes, aunque no posee la regularidad necesaria en la repetición del motivo para poder considerarlo un mosaico periódico.

3.7. Torreón de Arias Dávila



(A) (B)

FIGURA 3.7.1. Torreón de Arias Dávila

El Palacio de Arias Dávila fue levantado en el siglo XV por Diego Arias Dávila, que fue contador de Enrique IV. Se conserva su torreón, y actualmente es sede de la Agencia Tributaria, tras su reforma en 2002 por los arquitectos Ana Fernández-Cuartero, Javier Sánchez y Juan Francisco de la Torre. El torreón (figura 3.7.1 A) está recubierto de numerosas bandas de esgrafiado y aparece en el dibujo realizado por José María Avrial en 1827, con un comentario halagador sobre sus elegantes modelos. Contiene un modelo en *escamas* de grupo cm y otro basado en los *molinetes*, a distintas escalas de tamaño y con el sentido de giro alterno, formando un mosaico $p4g$ (figura 3.7.1 B). Las hiladas de ladrillo fingido que delimitan las bandas forman un mosaico cmm. Las fachadas de los edificios anexos al conjunto arquitectónico contienen un modelo de esgrafiado basado en rosas lobuladas de cuatro pétalos, que forman un mosaico de grupo $p4m$.

3.8. Torreón de Lozoya

En los muros de esta torre fortaleza del siglo XIV (figura 3.8.1) se conserva el antiguo esgrafiado, compuesto a base de círculos tangentes, de tamaño irregular y con escoria en sus intersecciones. Las zonas restauradas contienen todos los círculos de igual tamaño, y forman un *mosaico p4m*. Hay que destacar los delicados esgrafiados renacentistas del siglo XVII, con acabado a la cal, que adornan las galerías de uno de sus patios (figura 3.8.2), que determinan *frisos Fm*1.

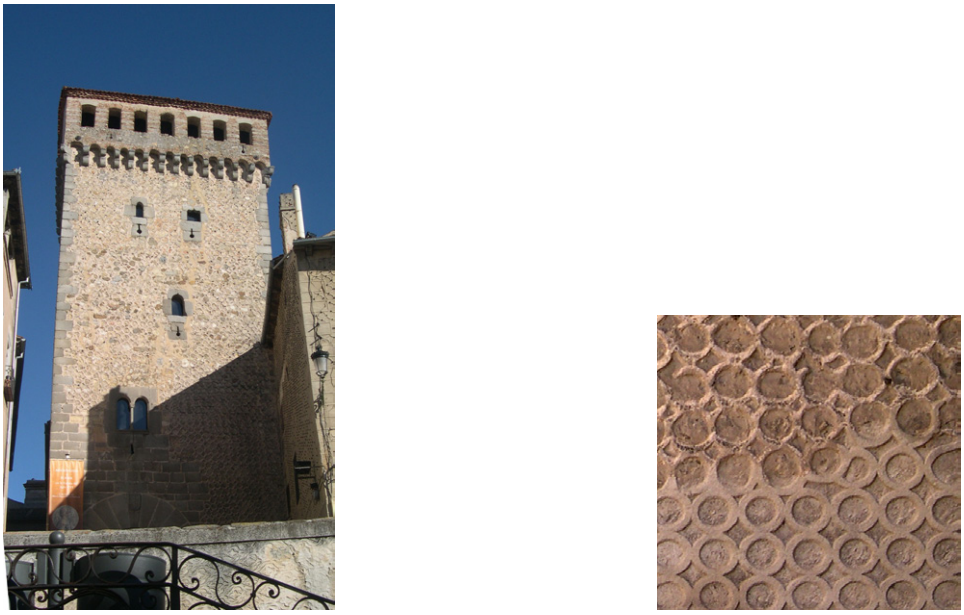
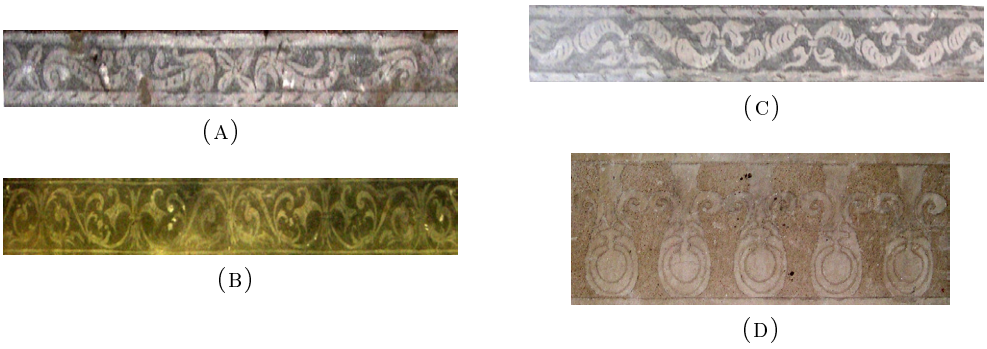


FIGURA 3.8.1. Torreón de Lozoya



(A) (B) (C) (D)

FIGURA 3.8.2. Torreón de Lozoya. Patio

Parte 2

Modelos del esgrafiado segoviano

Capítulo 4

Modelos de frisos

Se han encontrado en la ciudad de Segovia modelos de esgrafiados representantes de cada uno de los 7 grupos de frisos posibles, que se han denominado como sigue:

- $F11$, $F12$, $F1g$, $F1m$, $Fm1$, Fmg, Fmm

Se muestran todos los modelos distintos, clasificados por grupo de simetría, indicando la dirección postal que corresponde a la fotografía. Se señalan los modelos únicos y, en otro caso, se dan las direcciones de otros ejemplares con el mismo diseño.

La imagen situada a la derecha de cada modelo corresponde a una *región unidad* traslacional del mismo. Para hallar una *región mínima*, basta seguir el criterio utilizado en el esquema del grupo que corresponda.

Dentro de cada grupo de simetría, los modelos se han reunido por semejanza de los motivos que los componen, de manera que se facilite percibir las diferencias entre ellos.

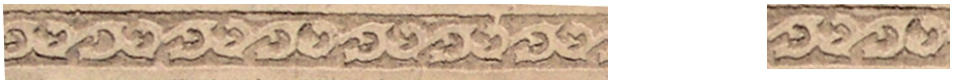
4.1. Modelos de frisos $F11$



(A) Cronista Lecea, 7



(B) Iglesia de la Vera Cruz



(C) Ochoa Ondátegui, 9



(D) Cañuelos, 29

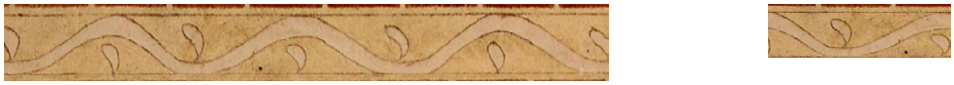


(E) San Agustín, 5

FIGURA 4.1.1. Modelos de frisos $F11$. Todos son ejemplares únicos



(A) San Agustín, 20



(B) Iglesia de San Nicolás



(C) Almira, 6



(D) Cronista Lecea, 4



(E) José Canalejas, 7



(F) San Agustín, 23

FIGURA 4.1.2. Modelos de frisos de grupo $F11$. Todos son ejemplares únicos

4.2. Modelos de frisos $F12$



(A) José Canalejas, 7



(B) Ezequiel González, 20



(C) Plaza del Conde de Cheste, 4



(D) Doctor Velasco, 21

FIGURA 4.2.1. Modelos de frisos $F12$. Cada diseño está constituido por la sucesión de un motivo de grupo C_4 (A) También en San Agustín, 3 (B) (C) y (D) Modelos únicos.



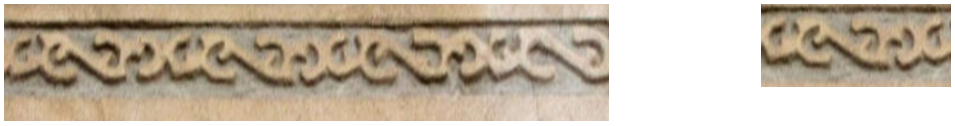
(A) Judería Vieja, 17



(B) Eulogio Martín Higuera, 4 (patio)



(C) Santo Domingo de Silos, 32



(D) San Francisco, 19



(E) Puente de San Lorenzo, 11



(F) Isabel la Católica, 12



(G) Eulogio Martín Higuera, 1



(H) Ronda de Don Juan II, 1

FIGURA 4.2.2. Modelos de frisos de grupo *F*12 (A), (B), (C), (D) y (F) Ejemplares únicos (E) También en Obispo Gandasegui 1 y San Gabriel 14 (G) También en San Agustín 4 (portal) (H) Otros ejemplares en Daoíz 12 y Puerta de Santiago 10.



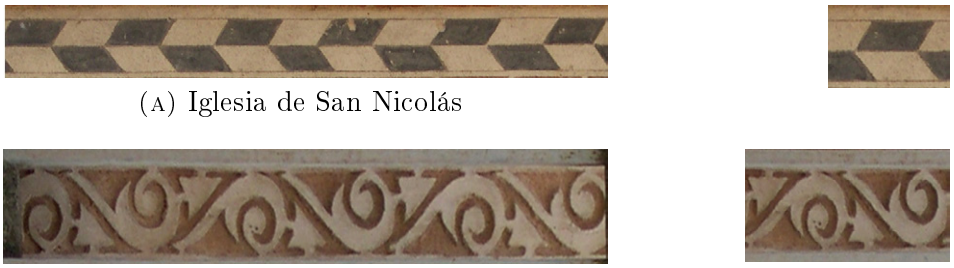
(A) José Canalejas 7



(B) F. Ladreda 18 (portal)

FIGURA 4.2.3. *Regiones unidad* de frisos $F12$, con superposiciones de unas líneas sobre otras. Ejemplares únicos.

4.3. Modelos de frisos $F1g$



(A) Iglesia de San Nicolás

(B) San Francisco, 15



(C) San Agustín, 23



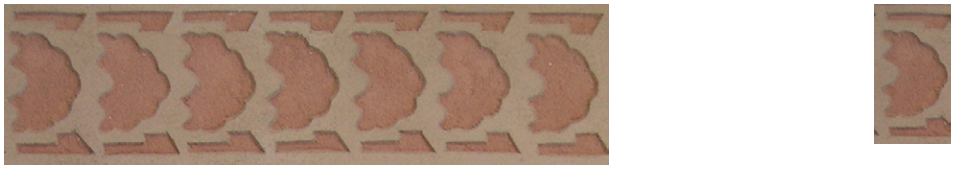
(D) San Gabriel, 26

FIGURA 4.3.1. Modelos de frisos de grupo $F1g$ (A) Otros ejemplares en la Puerta de la Claustra, en Donantes de Sangre 1 y en las Iglesias del Sancti Spiritu y de San Vicente el Real (B) También en Cañuelos 16 (C) También en San Agustín 5 y plaza de San Justo 5 (D) Ejemplar único.

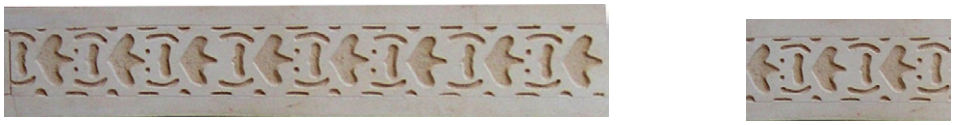
4.4. Modelos de frisos $F1m$



(A) Herrería, 14



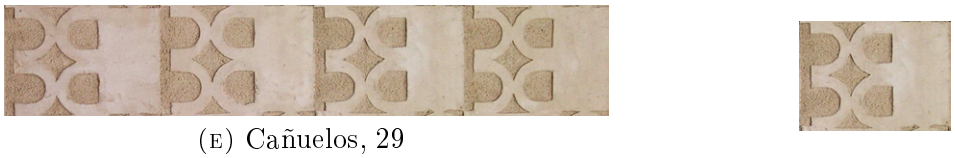
(B) Cañuelos, 11



(C) Judería Nueva, 14



(D) Cañuelos, 29



(E) Cañuelos, 29

FIGURA 4.4.1. Modelos de frisos de grupo $F1m$ (A) También en Plaza Mayor, 8 (D) y (E) En dos fachadas del mismo edificio.

4.5. Modelos de frisos $Fm1$



(A) Muerte y Vida, 4



(B) Velarde, 19

FIGURA 4.5.1. *Regiones unidad* de dos modelos de frisos de grupo $Fm1$ de inspiración renacentista, que se diferencian en la estrella situada en el medallón. (A) Estrella de ocho puntas y centro perforado (B) Estrella de seis puntas.



FIGURA 4.5.2. *Regiones unidad* de dos modelos de *frisos* de grupo $Fm1$, de época renacentista, en la Iglesia de Santa Eulalia.



(A)



(B)

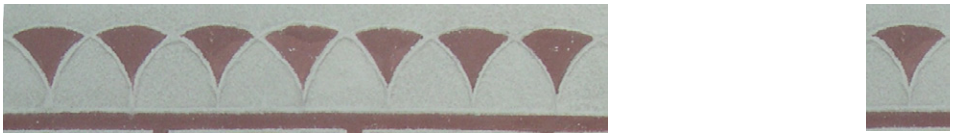
FIGURA 4.5.3. *Regiones unidad* de dos modelos de *frisos* de grupo *Fm*1, ubicados en sendas fachadas de una misma vivienda situada en Bajada de la Hontanilla/San Valentín.



(A) Socorro, 11



(B) Juan Bravo, 8 (portal)



(C) Plaza de la Merced, 11 (portal)

FIGURA 4.5.4. Modelos de frisos de grupo *Fm*1, donde el color juega un papel primordial (A) y (B) Ejemplares únicos (C) Otro ejemplar en rojo y azul en el interior del museo Rodera Robles.



(A)



(B)



(C)



(D)

FIGURA 4.5.5. Modelos de *frisos* de grupo $Fm1$, del siglo XVII, en el patio del Torreón de Lozoya. (A), (B) y (C) regiones unidad.



(A) San Agustín, 23



(B) Santa Columba, 5



(C) Cervantes, 28



(D) Infanta Isabel, 8



(E) Marqués del Arco, 2



(F) Judería Vieja, 17

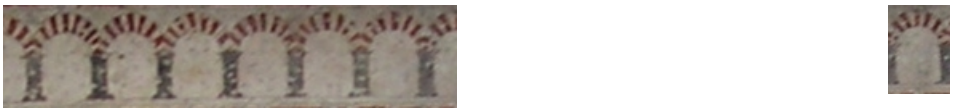


(G) Plaza Mayor, 8



(H) Judería Vieja, 14 (patio)

FIGURA 4.5.6. Modelos de frisos de grupo *Fm*1. (A) otro en Cervantes 17 (portal) (B) también en Herrería, 25 y José Canalejas 1 (C) a (H) ejemplares únicos.



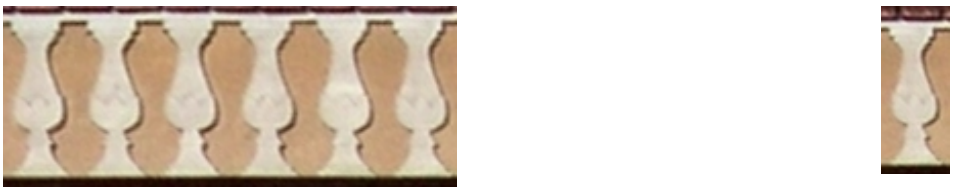
(A) San Francisco, 48



(B) Hermanos Barral 2



(C) San Agustín 12 (patio)



(D) Cerrillo 1

FIGURA 4.5.7. Tres modelos de grupo $Fm1$ que simulan elementos arquitectónicos. Son ejemplares únicos.



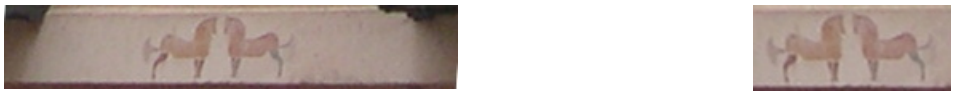
(A) Herrería, 14



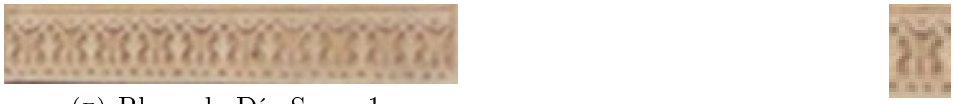
(B) Juan Bravo, 40



(C) Don Juan II, 2



(D) Almira, 6



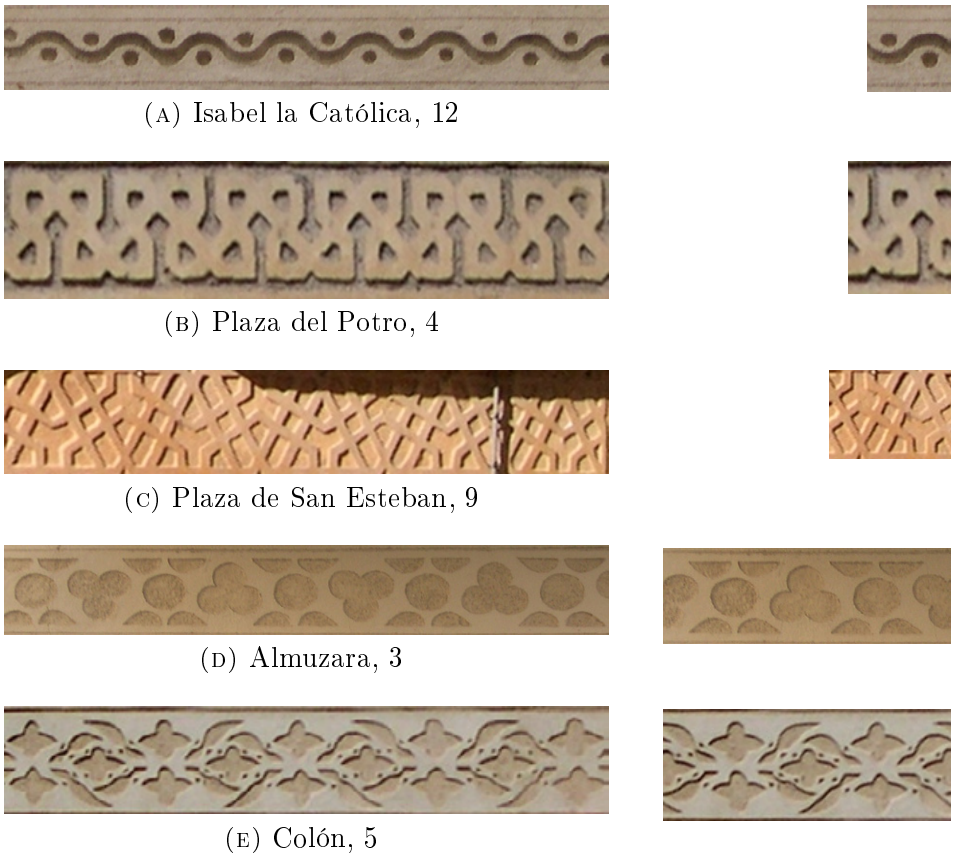
(E) Plaza de Día Sanz, 1

FIGURA 4.5.8. Modelos de frisos de grupo $Fm1$, ejemplares únicos.



FIGURA 4.5.9. *Región unidad* de friso $Fm1$ en San Juan de la Cruz 2. Ejemplar único.

4.6. Modelos de frisos *Fmg*



(A) Isabel la Católica, 12

(B) Plaza del Potro, 4

(C) Plaza de San Esteban, 9

(D) Almuzara, 3

(E) Colón, 5

FIGURA 4.6.1. Modelos de frisos de grupo *Fmg* con la unidad traslacional situada a la derecha. Son ejemplares únicos excepto (B) también en Plaza de Día Sanz 3.

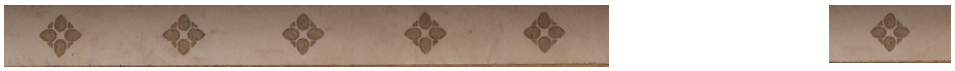
4.7. Modelos de frisos *Fmm*



(A) San Alfonso Rodríguez, 8



(B) Plaza de los Espejos, 6



(C) Santo Domingo de Silos, 31



(D) Plaza del Corpus, 1



(E) Cervantes, 17



(F) Herrería, 3



(G) Carretas, 16

FIGURA 4.7.1. Modelos de frisos de grupo *Fmm,* formados por una sola figura. Son modelos únicos.



(A) Plata, 15



(B) Plaza del Conde de Alpuente, 1



(C) San Francisco, 19



(D) Hermanos Barral, 5



(E) Cervantes, 27



(F) Plaza del Corpus, 1



(G) Muerte y Vida, 4

FIGURA 4.7.2. . Son modelos únicos, excepto (E) otro en Cervantes 32 y (F) José Canalejas 1 y Juan Bravo 50 (portal).



(A) Juan Bravo, 50



(B) Herrería, 3



(C) Hermanos Barral, 5



(D) Cañuelos,17



(E) Juan Bravo, 32



(F) San Frutos, 3 (patio)

FIGURA 4.7.3. Modelos de frisos *Fmm*. Son modelos únicos, excepto (D) también en Carretas 13 y Santo Domingo 25.



(A) Capuchinos Alta, 7 (interior)



(B) Almira, 4



(C) Plaza del Conde de Cheste, 6



(D) Capuchinos Alta, 7 (interior)



(E) Plaza Mayor, 8



(F) Pedro de Fuentidueña, 20



(G) Colón, 5 y 7



(H) Santa Columba, 3

FIGURA 4.7.4. Modelos de frisos *Fmm.* Modelos únicos, excepto (A) Platero Oquendo 3 y (D) Plaza de Día Sanz 1, Doctor Velasco 5 y Herrería 14.



(A) Palacio del Conde de Alpuente



(B) Santo Domingo de Silos, 15



(C) Antonio Coronel, 12



(D) Plaza de Guevara, 2



(E) Carretera de San Rafael, 12



(F) Daoíz, 21



(G) Licenciado Peralta, 1

FIGURA 4.7.5. Modelos de frisos *Fmm* (A) también en Dr. Velasco 21 (B) y (C) modelos únicos (D) Coronel Rexach 23 , plaza de San Lorenzo 6 y San Quirce 1 (E) Judería Vieja 2 (F) y (G) modelos únicos.



(A) Serafín, 8



(B) Isabel la Católica, 10



(C) Plaza de Día Sanz, 3



(D) Muerte y Vida, 7



(E) Arquitecto Escobedo, 12



(F) Herrería, 8



(G) Daoíz, 8

FIGURA 4.7.6. Modelos de frisos *Fmm,* modelos únicos, excepto (F) también en bajada del Carmen 1, Judería Vieja 3 y Las Morenas 13.



(A) Plata, 21



(B) Plaza del Corpus, 3



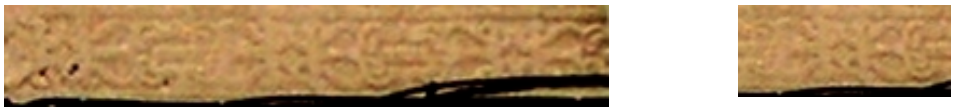
(C) Plaza de los Espejos, 6



(D) San Francisco, 56



(E) Plaza de Guevara, 2



(F) San Agustín, 5

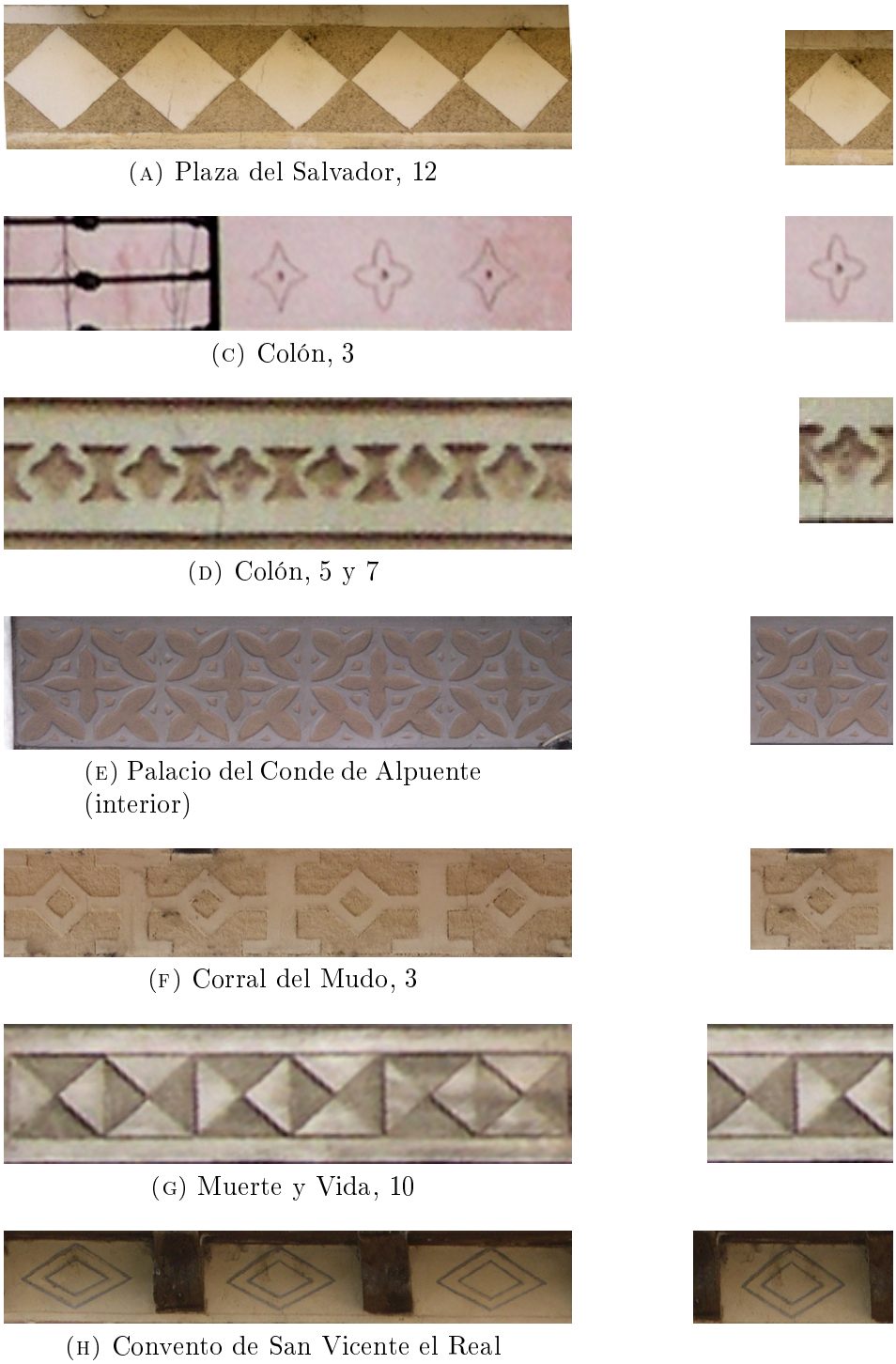


(G) San Francisco, 14



(H) Plaza de Día Sanz, 2

FIGURA 4.7.7. Modelos de frisos *Fmm.* (A) Plata 22 (B) Plaza del Doctor Gila 1 y Marqués del Arco 26. Los demás son modelos únicos.



(A) Plaza del Salvador, 12

(C) Colón, 3

(D) Colón, 5 y 7

(E) Palacio del Conde de Alpuente (interior)

(F) Corral del Mudo, 3

(G) Muerte y Vida, 10

(H) Convento de San Vicente el Real

FIGURA 4.7.8. Modelos de frisos *Fmm.* Modelos únicos.



(A) Arquitecto Escobedo, 10



(B) Marqués del Arco, 2



(C) Bajada del Carmen, 1



(D) Monasterio de San Antonio el Real



(E) San Quirce,8



(F) Isabel la Católica,3



(G) Travesía de las Canonjías, 3

FIGURA 4.7.9. Modelos de frisos *Fmm* con formas redondeadas. (A) modelo único (B) Carmen 10 y San Frutos 9 (C) Plaza de Colmenares 7, Coronel Rexach 7, Judería Vieja 1 y Plaza de la Rubia 3 (D) y (E) modelos únicos (F) Socorro 8 y Judería Vieja 2 (G) Velarde 21.



(A) Colón, 3



(B) Santa Columba, 11



(C) San Agustín, 15



(D) Almira, 29



(E) Plaza de San Facundo, 3



(F) Almuzara, 5

FIGURA 4.7.10. Modelos de frisos *Fmm*. (A) Juan Bravo 50 y San Francisco 56 (B), (C) modelos únicos (D) otros 11 ejemplares (E) José Zorrilla 3 (F) otros 6 ejemplares.



(A) Plaza del Conde de Cheste, 6



(B) Fernández Ladreda, 1



(C) Fernán García, 1



(D) Plaza de Día Sanz, 3

FIGURA 4.7.11. Modelos de frisos *Fmm*, que también se encuentran en mosaicos. Son modelos únicos excepto (B) también en Fernández Ladreda 14.



(A) Cervantes, 6



(B) Arquitecto Escobedo, 10



(C) Cervantes, 24



(D) Almuzara, 5



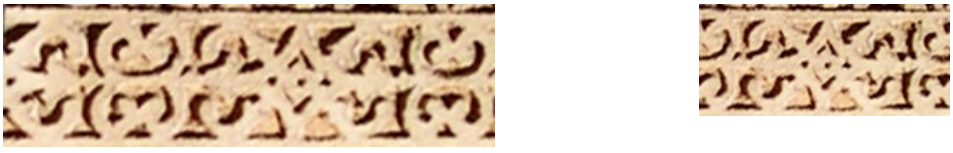
(E) Carretera de Zamarramala, 3



(F) Plaza del Dr. Gila, 1



(G) José Zorrilla, 3



(H) Cervantes, 7

FIGURA 4.7.12. Modelos de frisos *Fmm* que simulan rejas (A) Cronista Lecea 4, Doctor Castelo 6 y plaza de Guevara 4 (B) modelo único (C) otros 15 ejemplares (D) otros 33 ejemplares (E) modelo único (F) Marqués del Arco 26 y plaza del Corpus 9 (G) y (H) modelos únicos.



(A) Marqués del Arco, 28 (portal)



(B) Ochoa Ondátegui, 17 y 19



(C) Travesía de San Justo, 1



(D) Carretera de Valdevilla, 70

FIGURA 4.7.13. Modelos de frisos de grupo *Fmm.* Modelos únicos.

Capítulo 5

Modelos de mosaicos

Muchos de los esgrafiados segovianos se encuentran recubriendo las fachadas completas, o una amplia zona de las mismas, y en su mayoría forman *mosaicos periódicos*, pues puede reproducirse el modelo completo trasladando una figura inicial con una determinada pauta regular. De los 17 grupos de mosaicos, en la ciudad de Segovia se han encontrado esgrafiados representantes de los 11 grupos siguientes:

- $p1$, cm, pm, $p2$, pmg, cmm, pmm, $p4$, $p4g$, $p4m$ y $p6m$.

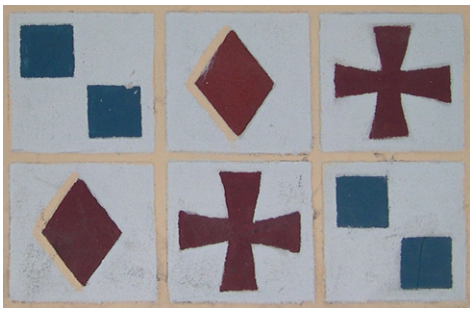
A continuación se aportan fotografías de las muestras de cada grupo, con la dirección postal de la misma y del resto de ejemplares. La dirección que aparece en primer lugar corresponde a la fotografía, y las direcciones en negrita a los modelos con un único ejemplar.

La *región unidad* traslacional se ha recortado de la fotografía del modelo y se ofrece junto a ella, con la *región mínima* marcada sobre ella con el color velado.

Dentro de cada grupo, los modelos se han organizado por la semejanza de los motivos que los constituyen, de manera que puedan apreciarse mejor las diferencias entre ellos, a veces muy sutiles.

También se ha tenido en cuenta la disposición de los motivos en relación con las direcciones naturales horizontal y vertical, que influye en la apariencia de la región unidad. Se han reunido los modelos cuyas regiones unidad se encuentran en idéntica disposición respecto de los ejes naturales.

5.1. Modelos de mosaicos $p1$

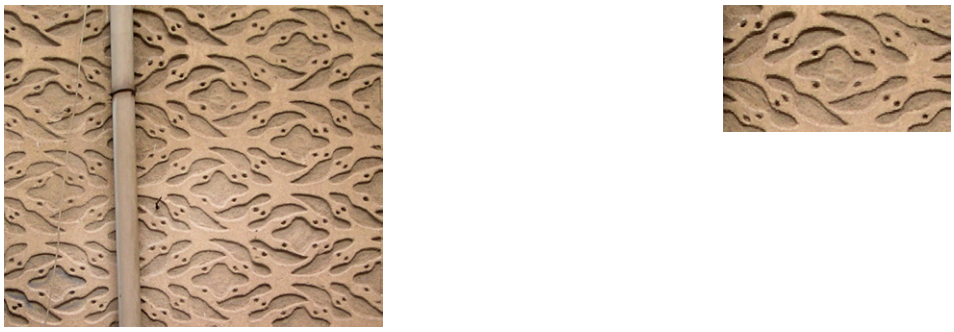


(A)

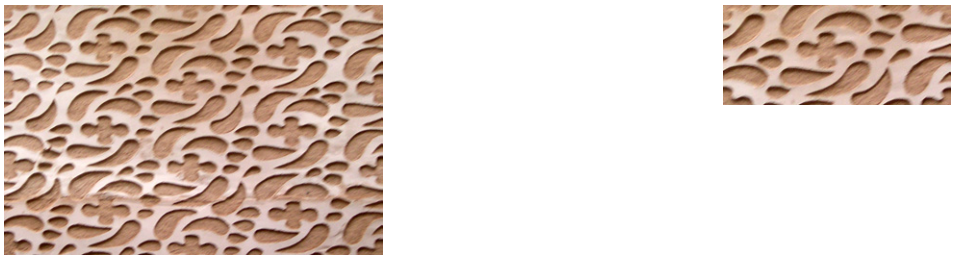


(B)

FIGURA 5.1.1. *Regiones unidad* de dos mosaicos de grupo $p1$ **(A) Juan Bravo 8 (portal) (B) JuderíaVieja 14.** La *región mínima* coincide con la región unidad.



(A)



(B)



(C)

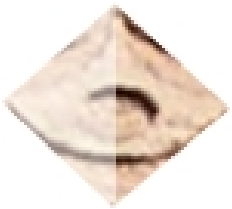


(D)

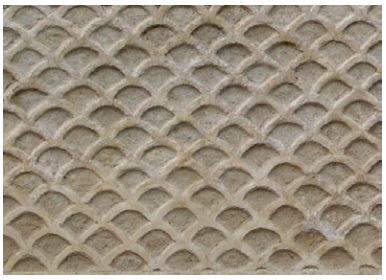
FIGURA 5.1.2. Modelos de mosaicos de grupo $p1$ **(A) Coronel Rexach 15 (B) Juan Bravo, 27 (C) Iglesia de San Nicolás** (D) Cervantes 25 y en Doctor Velasco 7, Herrería 25, José Canalejas 1, Santa Columba 13 y plaza de San Facundo 3. La *región mínima* coincide con la región unidad.

5.2. Modelos de mosaicos *cm*



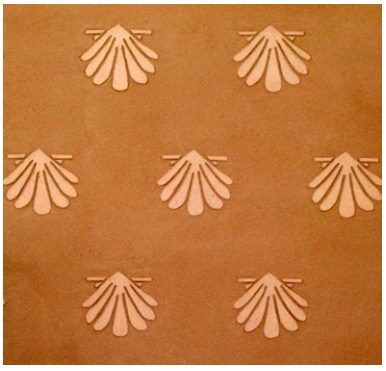


(A)





(B)





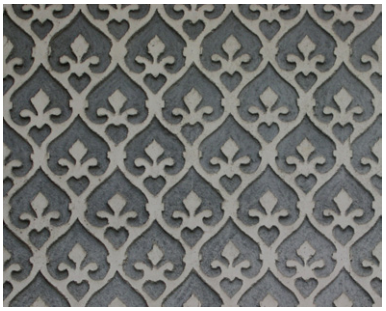
(C)

FIGURA 5.2.1. Modelos de mosaicos de grupo *cm* (A) Cervantes 5 y en Cañuelos 16, Ramón Cabrera Serrano 3, San Alfonso Rodríguez 4 y San Francisco, 15 (B) Torreón Arias Dávila y en La Alhóndiga, Almira 7, Barrionuevo 3, plaza del Conde de Cheste 6, Doctor Velasco 22, Fernández Ladreda 8 y 10, La Plata 51, San Francisco 26, San Frutos 3 (portal) e Iglesia de San Millán **(C) Corpus 1 e Isabel la Católica 7.**



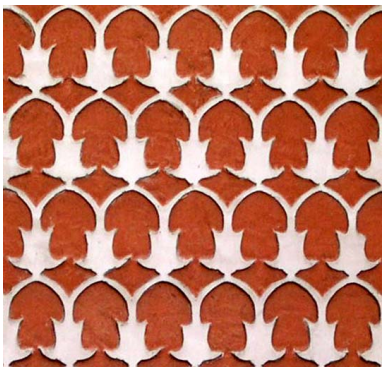


(A)





(B)



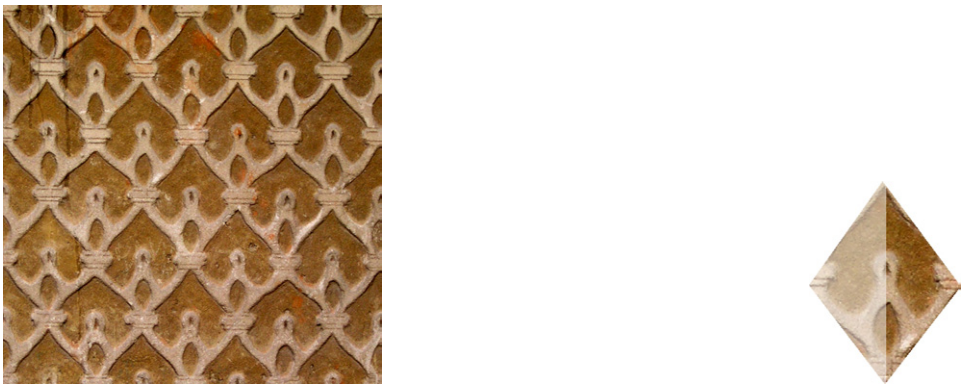


(C)

FIGURA 5.2.2. Modelos de mosaicos de grupo *cm*. (A) Cronista Enríquez 9 y 11 y también en Judería Nueva 5 (B) Arturo Merino 5 y también en Cervantes 22, Padre Claret 28, travesía de la Rubia 6 y San Antonio el Real 25. **(C) Plaza de Somorrostro 3.**



(A)



(B)



(C)

FIGURA 5.2.3. Modelos de mosaicos de grupo *cm* basados en figuras en forma de vela (A) Escuderos 15 y en Catorcena 1, plaza del Conde de Alpuente 2 y Santa Ana 10 (B) Paseo de Ezequiel González 19 y también en Eulogio Martín Higuera 1 y Juan Bravo 16 (C) Santa Columba 5 y también en Barrionuevo 3, plaza del Conde de Cheste 6, Constitución 28, Plaza del Corpus 1, Herrería 1, San Agustín 4 y plaza de San Esteban 8.



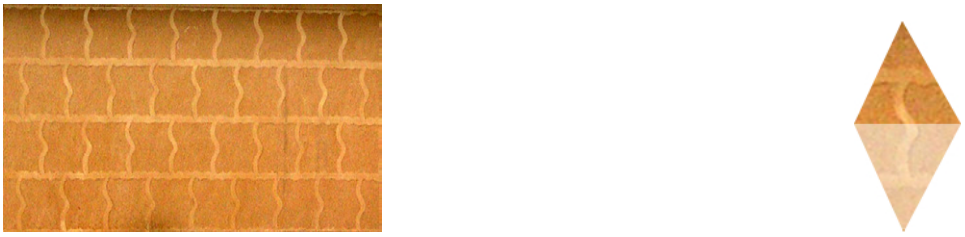
(A)



(B)



(C)



(D)

FIGURA 5.2.4. Modelos de mosaicos de grupo *cm* (A) Plaza del Conde de Alpuente 1 y también en Hermanos Barral 5 y Muerte y Vida 7 **(B) La Plata 32 (C) San Nicolás 7 (D) Plaza de Colmenares 3.**

5.3. Modelos de mosaicos *pm*

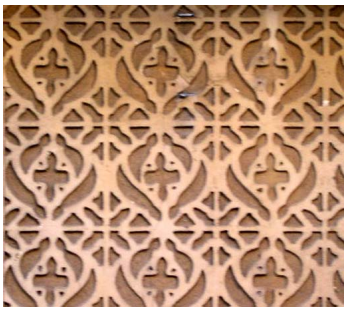




FIGURA 5.3.1. Mosaico de grupo *pm*, en **Juan Bravo 54**. Único modelo representante del grupo.

5.4. Modelos de mosaicos $p2$



(A)



(B)

FIGURA 5.4.1. Mosaicos de grupo $p2$ **(A) Juan de Borbón 23 (B) Judería Nueva 11.**



(A)

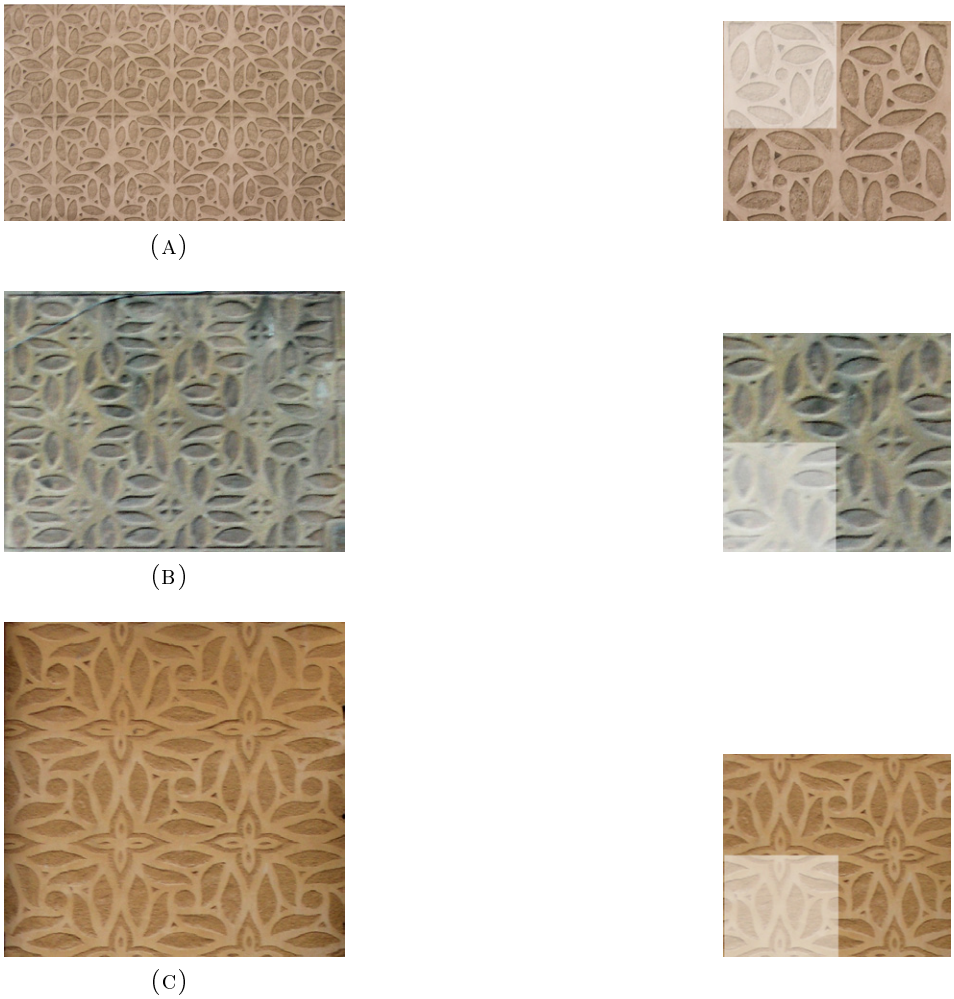
(B)

(C)

(D)

FIGURA 5.4.2. Modelos de mosaicos de grupo $p2$ basados en la *hoja*. (A) José Zorrilla 12 y también en Colón 5, José Zorrilla 27 y Martínez Campos 1 (portal) (B) Almira 20 y en la plaza de Medina del Campo (C) Juan Bravo 32 y también en Colón 2, plaza de la Merced 11 y Ochoa Ondátegui 25 **(D) Velarde, 21.**

5.5. Modelos de mosaicos *pmg*



(A)

(B)

(C)

FIGURA 5.5.1. Modelos de mosaicos de grupo *pmg* basados en el *molinete* **(A) Gobernador Llasera 1** (B) Conde de Cheste 6 y también en Trinidad 8 **(C) Juan Bravo 18**.



(A)



(B)



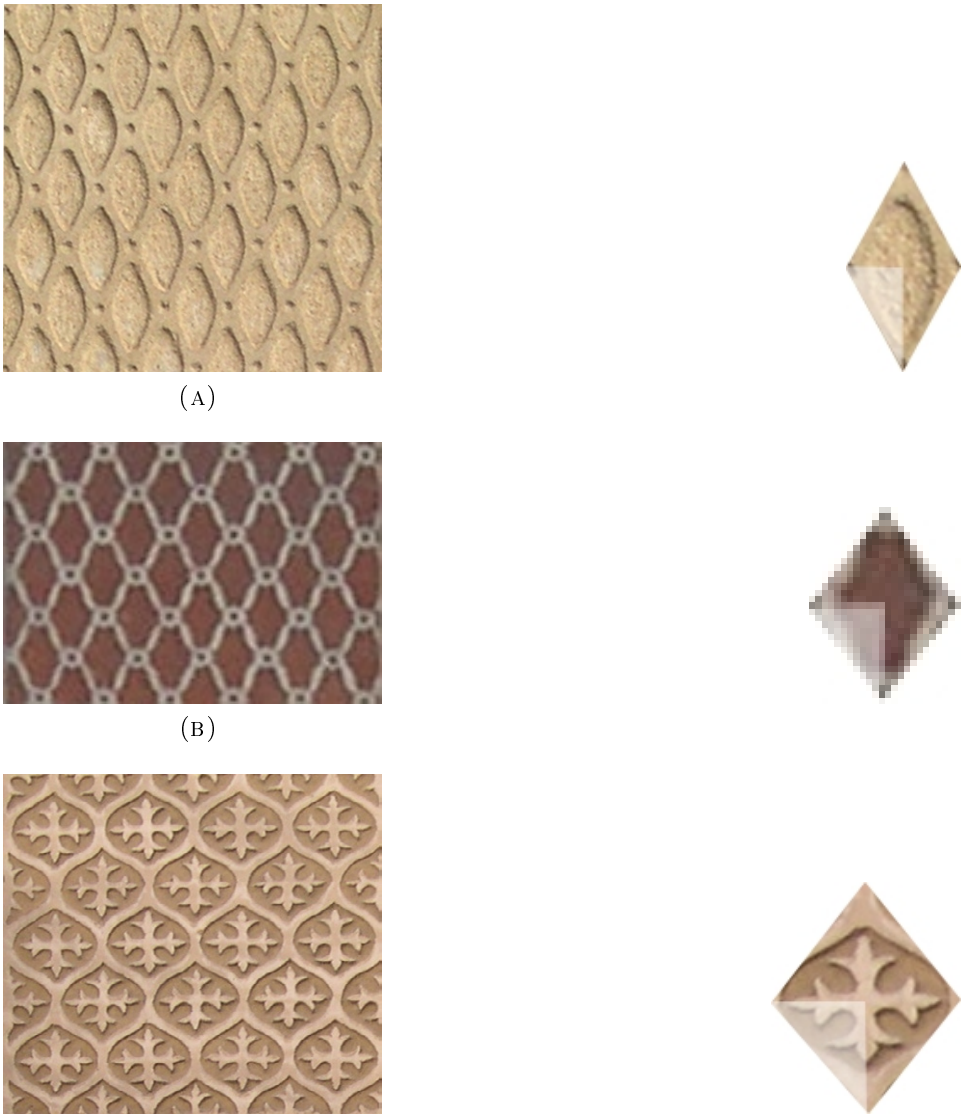
(C)



(D)

FIGURA 5.5.2. Modelos de mosaicos de grupo *pmg* **(A) Plaza de la Merced 8 (B) San Agustín 22 (interior) (C) Pedro de Fuentidueña 24 (D) Cervantes 16.**

5.6. Modelos de mosaicos *cmm*

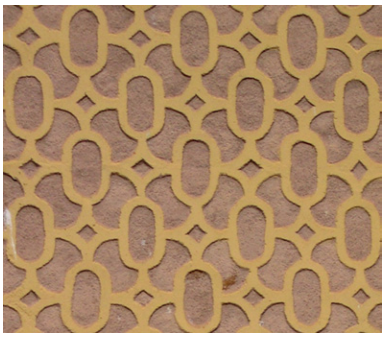


(A)

(B)

(C)

FIGURA 5.6.1. Modelos de mosaicos de grupo *cmm* (A) Batanes 1 y otros 14 ejemplares (B) Plaza de Somorrostro 1 y también en Conde de Sepúlveda 51 y Santo Tomás 3 **(C) Malconsejo 2, 4 y 6**.





(A)





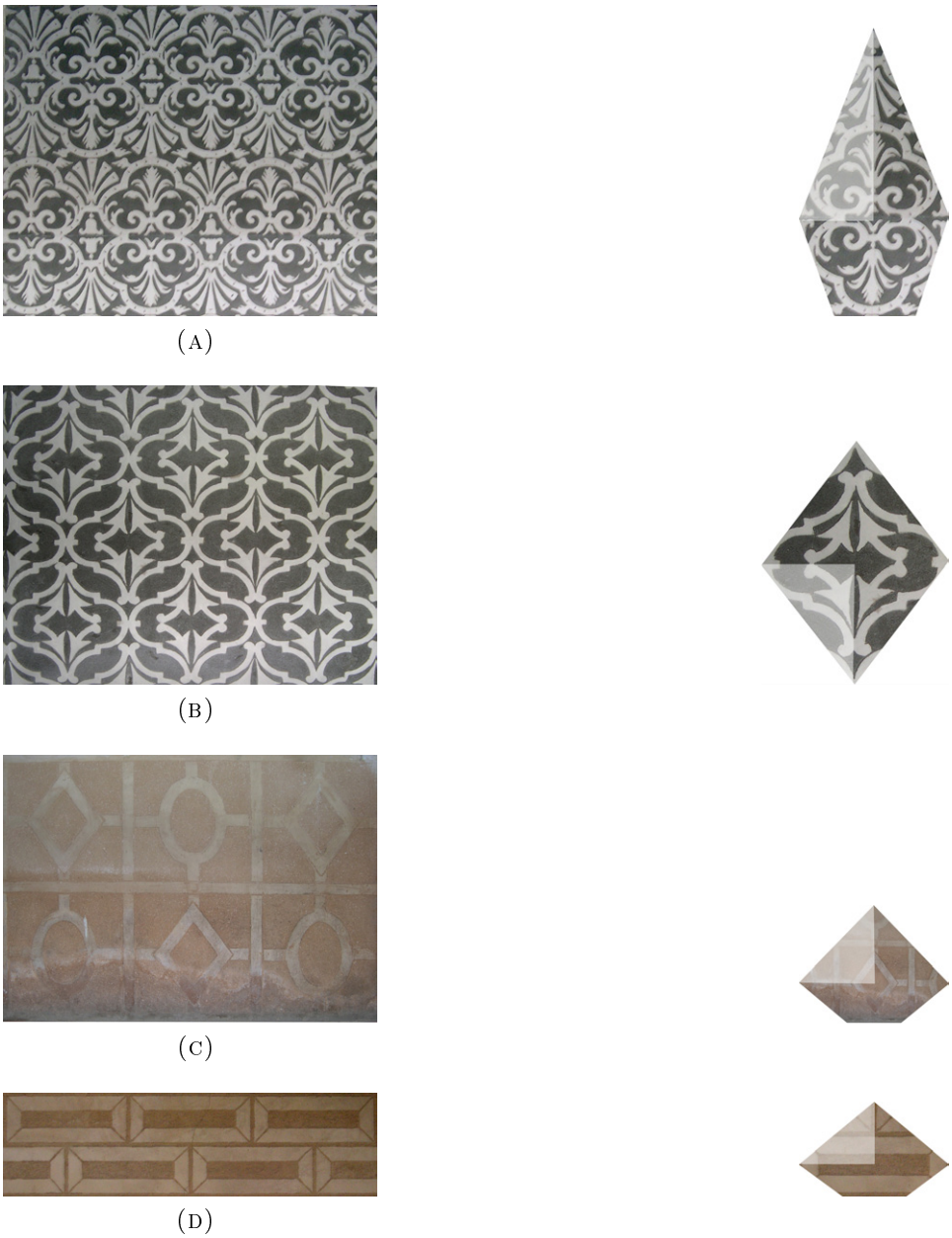
(B)





(C)

FIGURA 5.6.2. Modelos de mosaicos de grupo *cmm* (A) Santa Columba 11 y también en Barrionuevo 1, Bordadores 11, Plaza del Conde de Cheste 6, Doctor Velasco 21 y Plaza de los Huertos 2 **(B) Plaza del Conde de Cheste 6** (C) José Canalejas 5. En otras muchas fachadas se encuentra formando una doble hilada que delimita otros esgrafiados, como en la Casa de las Cadenas o en la Iglesia de San Nicolás.



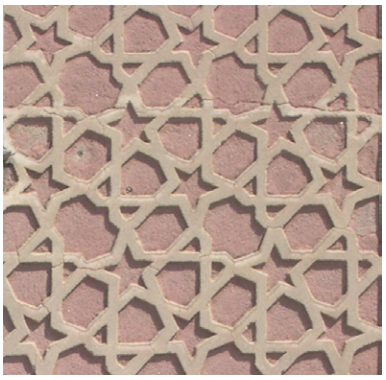
(A)

(B)

(C)

(D)

FIGURA 5.6.3. Modelos de mosaicos de grupo *cmm* **(A) Eulogio Martín Higuera 4 (B) Plaza de los Espejos 6 (C) Iglesia de la Vera Cruz (D) San Agustín 23 (interior).**

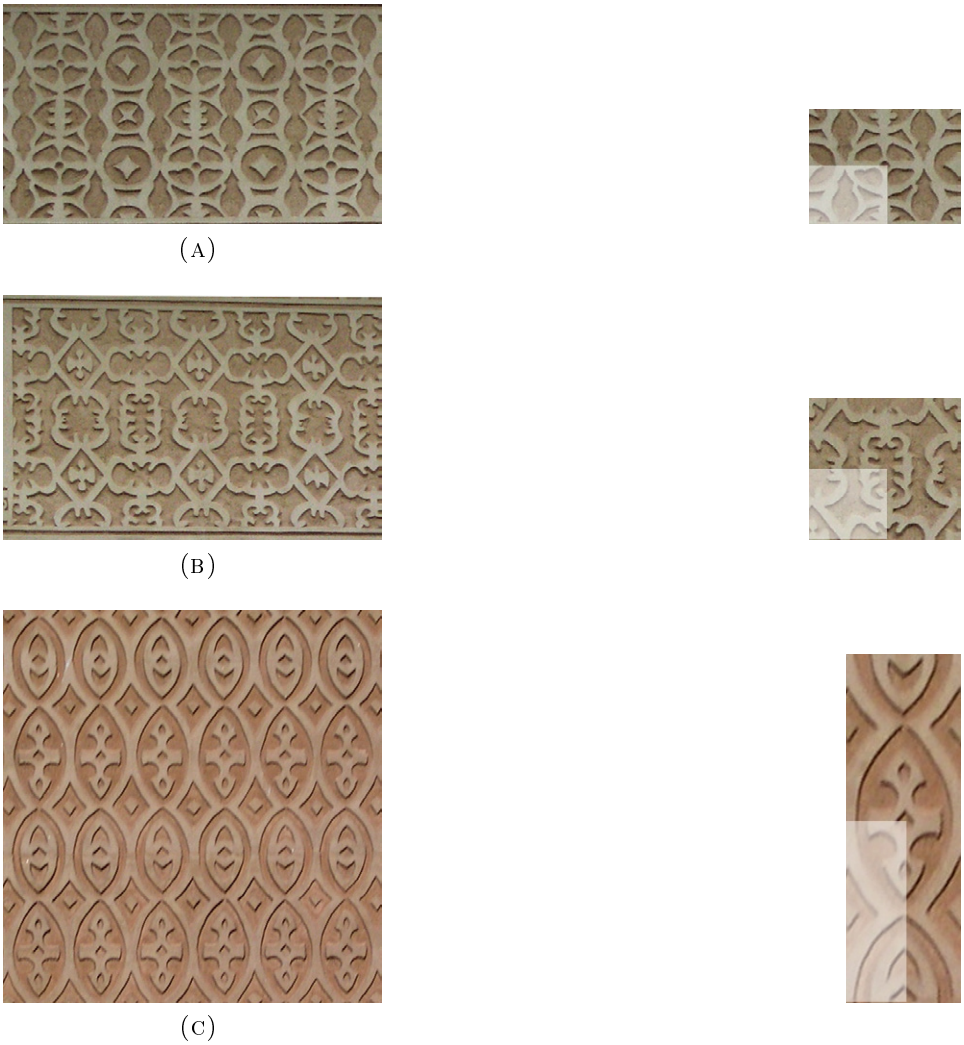


(A)



FIGURA 5.6.4. Modelo de mosaicos de grupo *cmm*. Santa Teresa de Jesús 9 y en Cronista Enríquez 19 y 21.

5.7. Modelos de mosaicos *pmm*

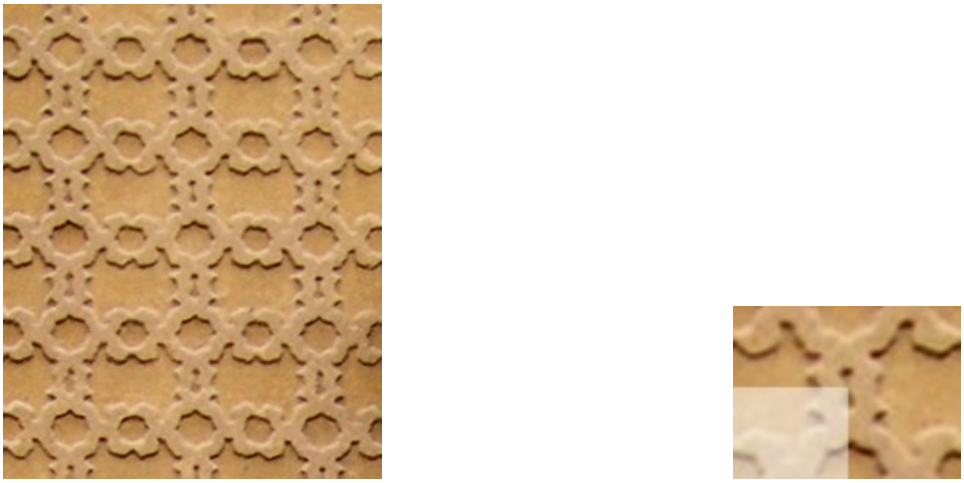


(A)

(B)

(C)

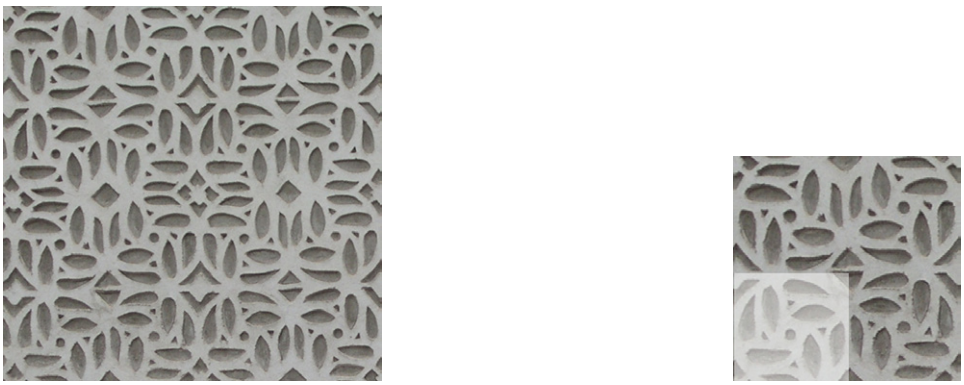
FIGURA 5.7.1. Modelos de mosaicos de grupo *pmm* (A) Colón 5 y en Plaza de la Merced 5 **(B) Colón 5 (C) Fernández Ladreda 22**.



(A)



(B)



(C)

FIGURA 5.7.2. Modelos de mosaicos de grupo *pmm* **(A) Herrería 23** (B) Barrionuevo 1 y en Juan Bravo 30 y San Agustín 4 **(C) José Zorrilla 71.**



(A)



(B)

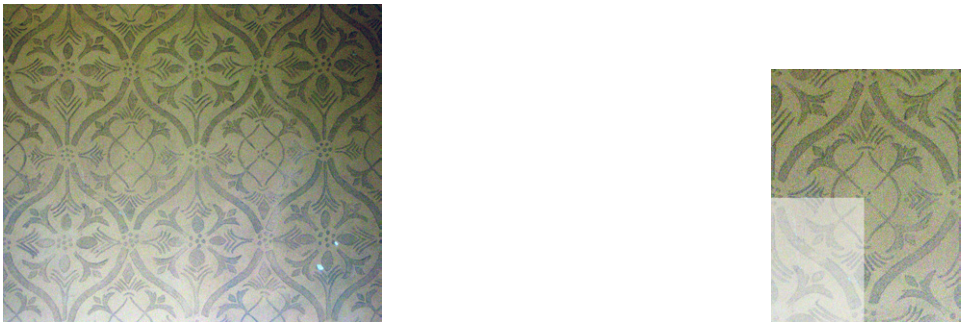


(C)

FIGURA 5.7.3. Modelos de mosaicos de grupo *pmm* basados en un entramado de líneas onduladas con las celdas ocupadas por figuras florales **(A) Plaza del Conde de Cheste 7 (B) Barrionuevo 1 (C) Marqués del Arco 30**.



(A)



(B)



(C)

FIGURA 5.7.4. Modelos de mosaicos de grupo *pmm* basados en un entramado de líneas onduladas con las celdas ocupadas por figuras florales (A) José Zorrilla 32 y en San Agustín 20 (interior) y San Agustín 21 (interior) (B) Plaza Mayor 1(interior) y en el portal de Ildefonso Rodríguez 5 **(C) Juan Bravo 23 (portal)**.

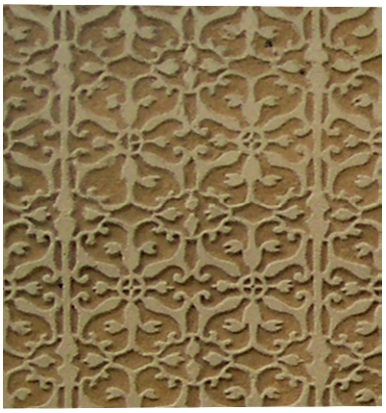


(A)



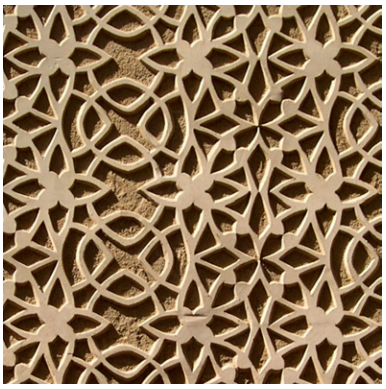
(B)

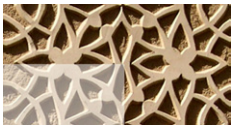
FIGURA 5.7.5. Modelos de mosaicos de grupo *pmm* que adornan interiores (C) Plaza de San Martín 4 y en Licenciado Peralta 5 **(B) Doctor Castelo 2.**



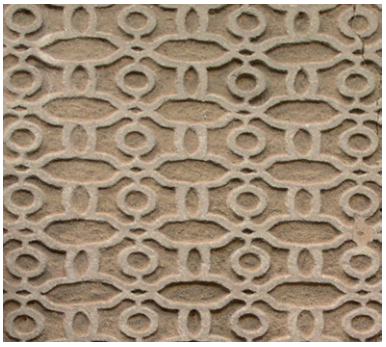


(A)





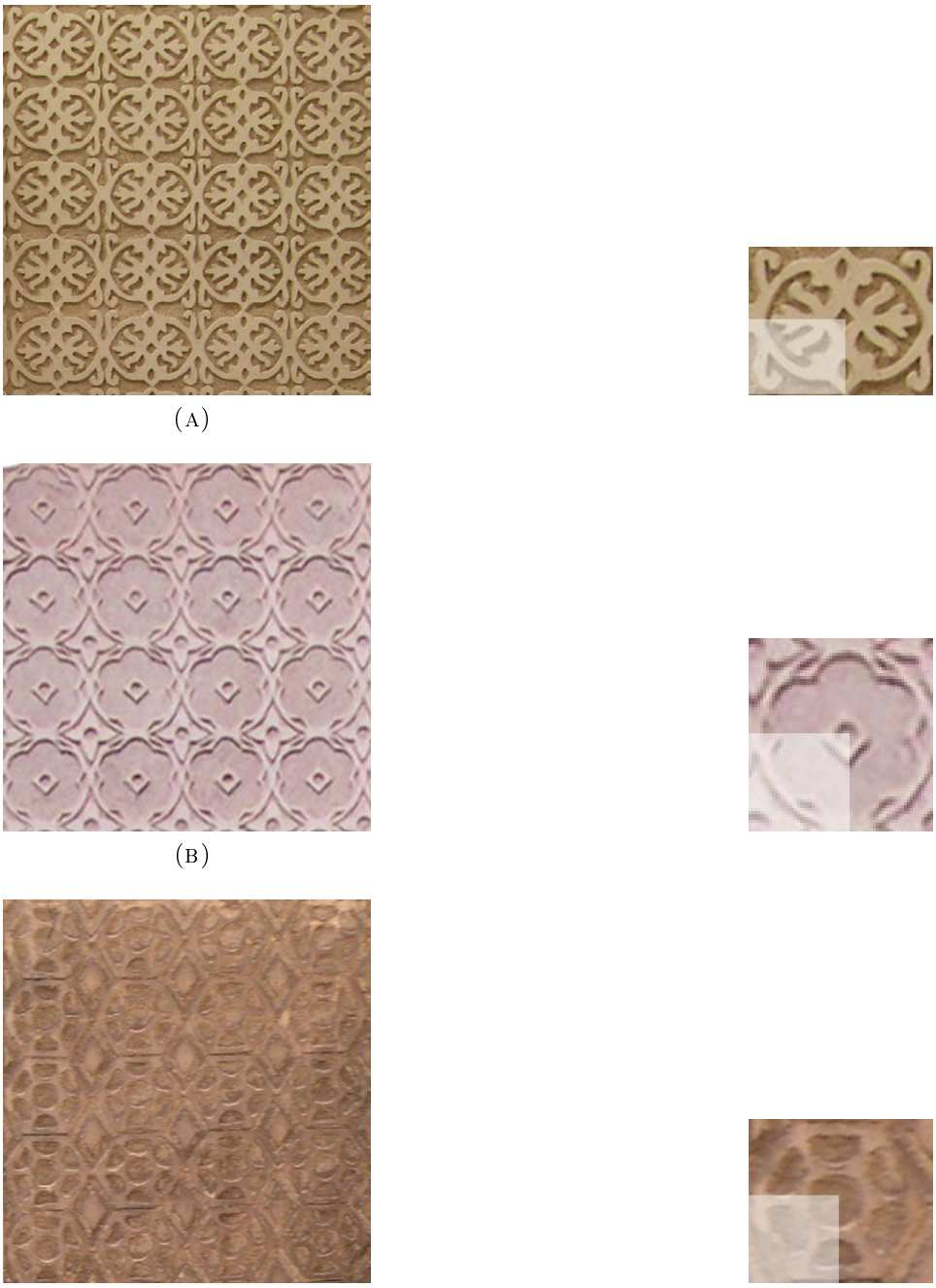
(B)





(C)

FIGURA 5.7.6. Modelos de mosaicos de grupo *pmm* **(A) Puerta de Santiago 8 (B) Juan Bravo 44** (C) San Millán 5 y en Arturo Merino 18 y Judería Vieja 2.



(A)

(B)

(C)

FIGURA 5.7.7. Modelos de mosaicos de grupo *pmm*
(A) Muerte y Vida 5 (B) Colón 3 (C) Herrería 9.



(A)

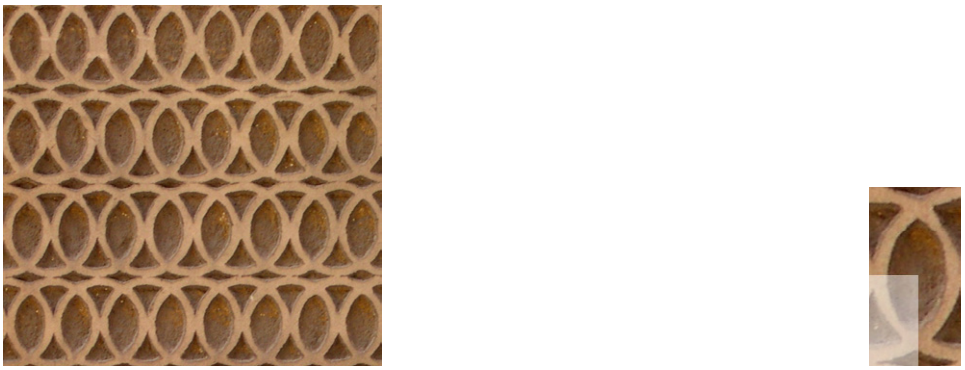


(B)

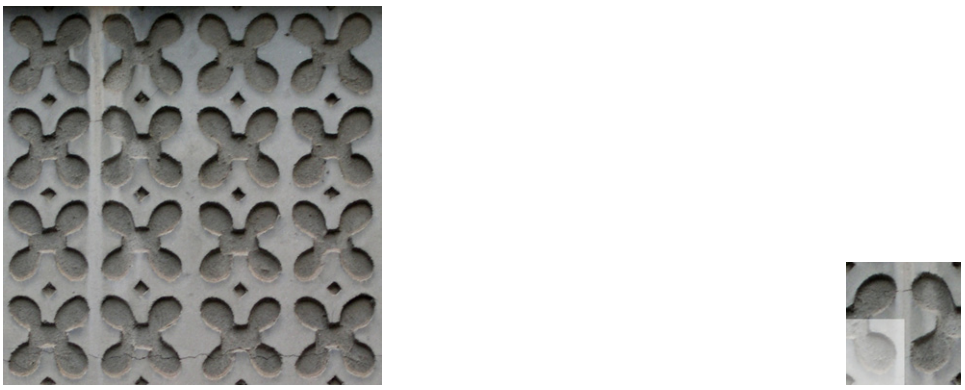


(C)

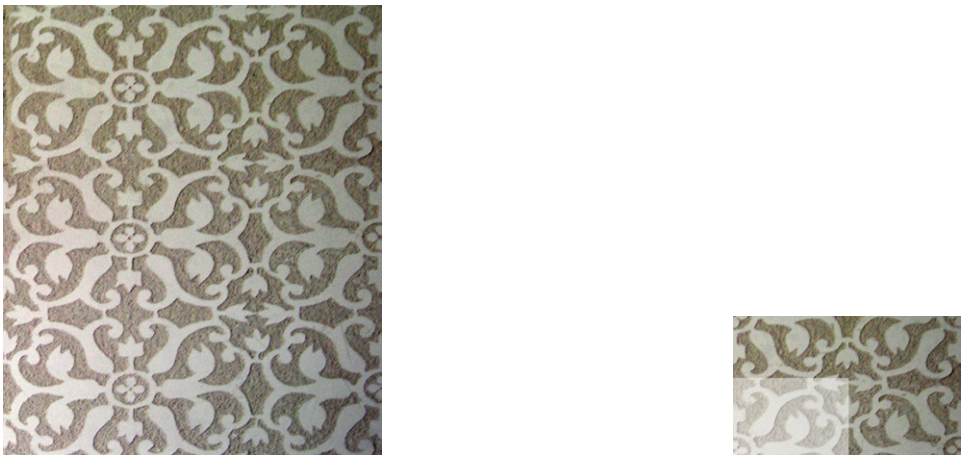
FIGURA 5.7.8. Modelos de mosaicos de grupo *pmm* **(A) Ochoa Ondátegui 7 (edificio en ruinas) (B) Plaza de Colmenares 3** (C) Doctor Velasco 15 y también en San Agustín 20 (patio) y en Vallejo 6.



(A)



(B)

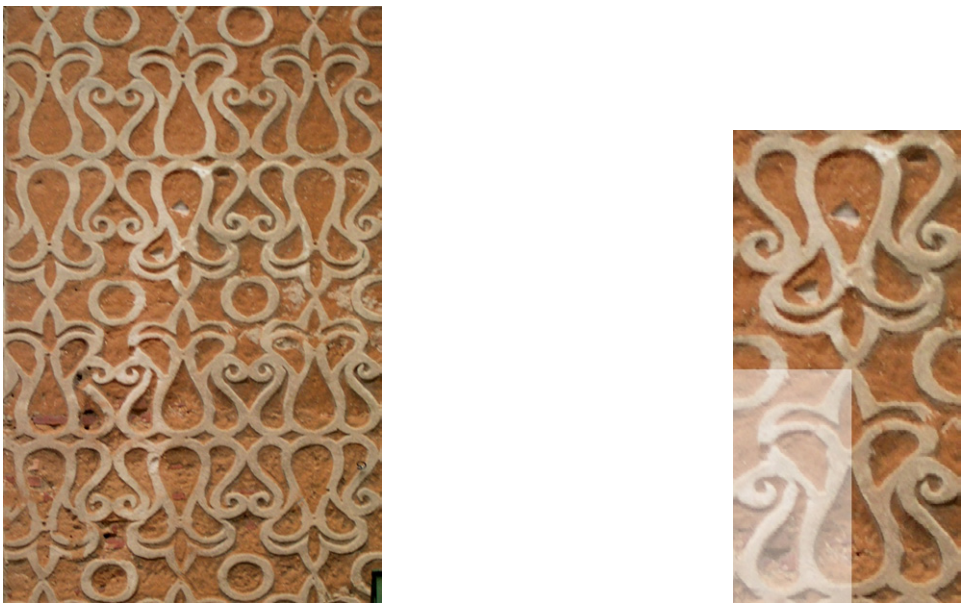


(C)

FIGURA 5.7.9. Modelos de mosaicos de grupo *pmm* **(A) Antonio Machado 7 (B) Ezequiel González 21** (C) Plaza de San Martín 4 (portal) y en Licenciado Peralta 5 (interior).



(A)

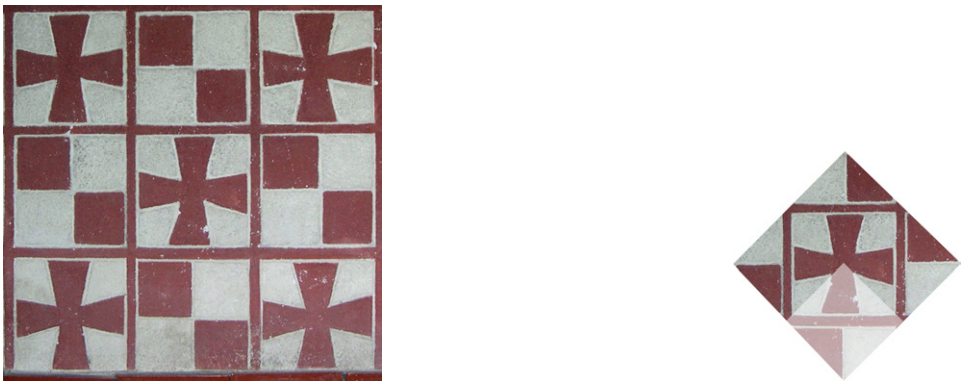


(B)



(C)

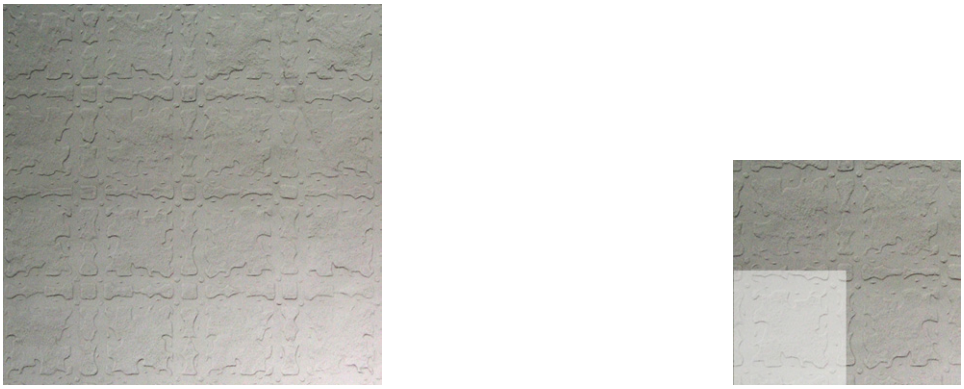
FIGURA 5.7.10. Modelos de mosaicos de grupo *pmm* **(A) Travesía de San Justo 1 (B) Plaza del Corpus 2 (C) Marqués del Arco 34**.



(A)



(B)



(C)

FIGURA 5.7.11. Modelos de mosaicos de grupo *pmm* **(A) Plaza de la Merced 11 (portal) (B) San Agustín 12 (interior) (C) Palacio del Conde de Cheste (portal).**

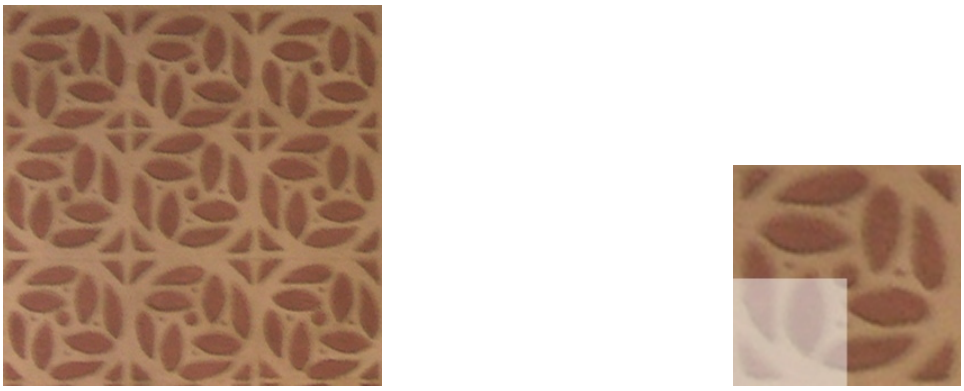
5.8. Modelos de mosaicos $p4$



(A)



(B)



(C)

FIGURA 5.8.1. Modelos de mosaicos de grupo $p4$ basados en el *molinete* **(A) Plata 28** (B) San Valentín 11 y otros 10 ejemplares (C) Plaza de Conde de Cheste 6 y otros 9 ejemplares.



(A)



(B)



(C)

FIGURA 5.8.2. Modelos de mosaicos de grupo $p4$ basados en el *molinete* **(A) Plaza de Conde de Cheste 4 (patio)** (B) Julián María Otero 12 y en Plaza del Platero Oquendo 3 (C) Herrería 8 y en Grabador Espinosa 4.



(A)

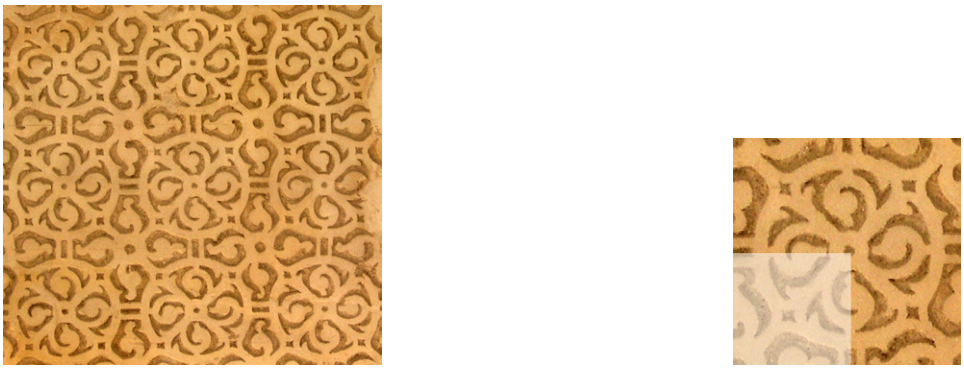


(B)



(C)

FIGURA 5.8.3. Modelos de mosaicos de grupo $p4$ **(A) San Agustín 23** (B) San Francisco 11 y también en Plaza de la Estación de Autobuses y Ezequiel González 20 (C) Plaza del Corpus 5 y otros 9 ejemplares.



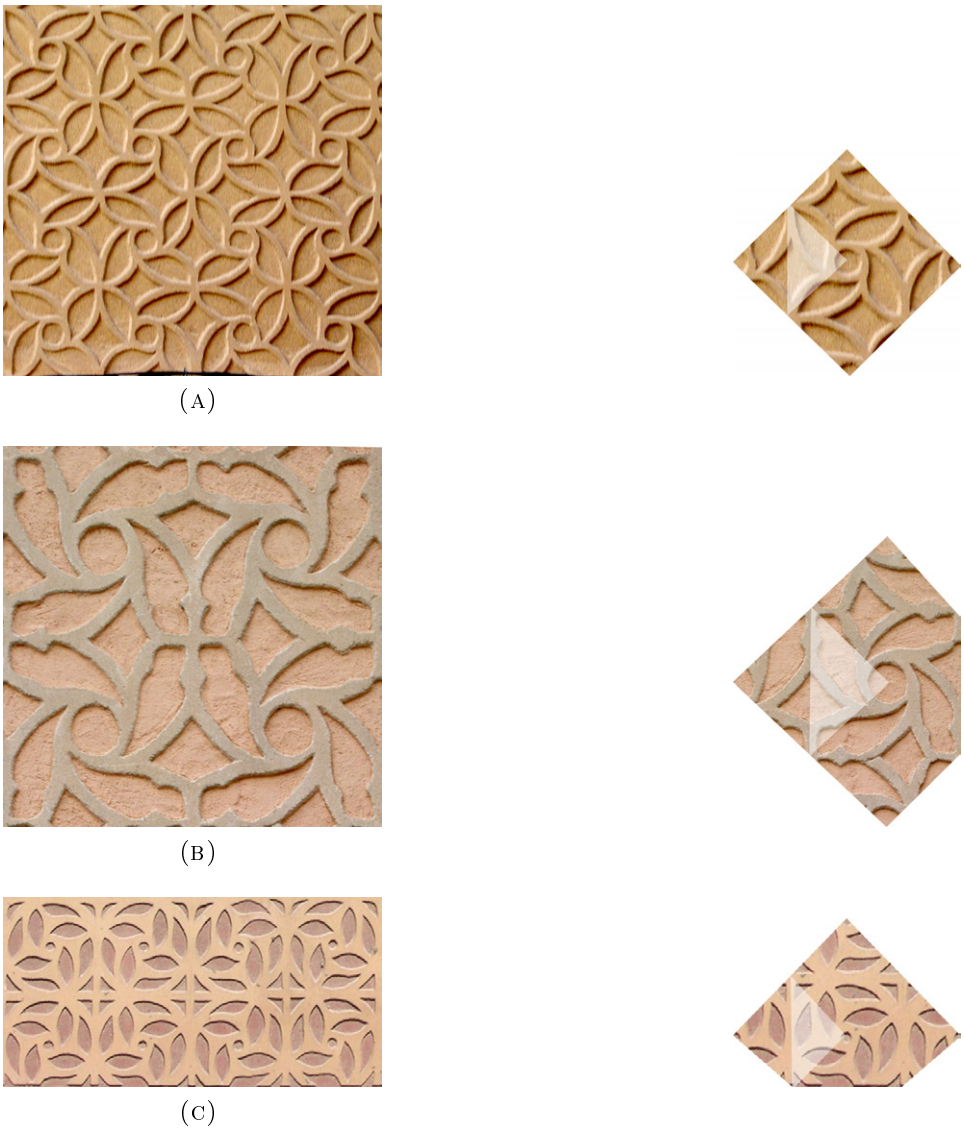
(A)



(B)

FIGURA 5.8.4. Modelos de mosaicos de grupo $p4$ **(A) Capuchinos Alta 7 (B) San Agustín 12.**

5.9. Modelos de mosaicos $p4g$



(A)

(B)

(C)

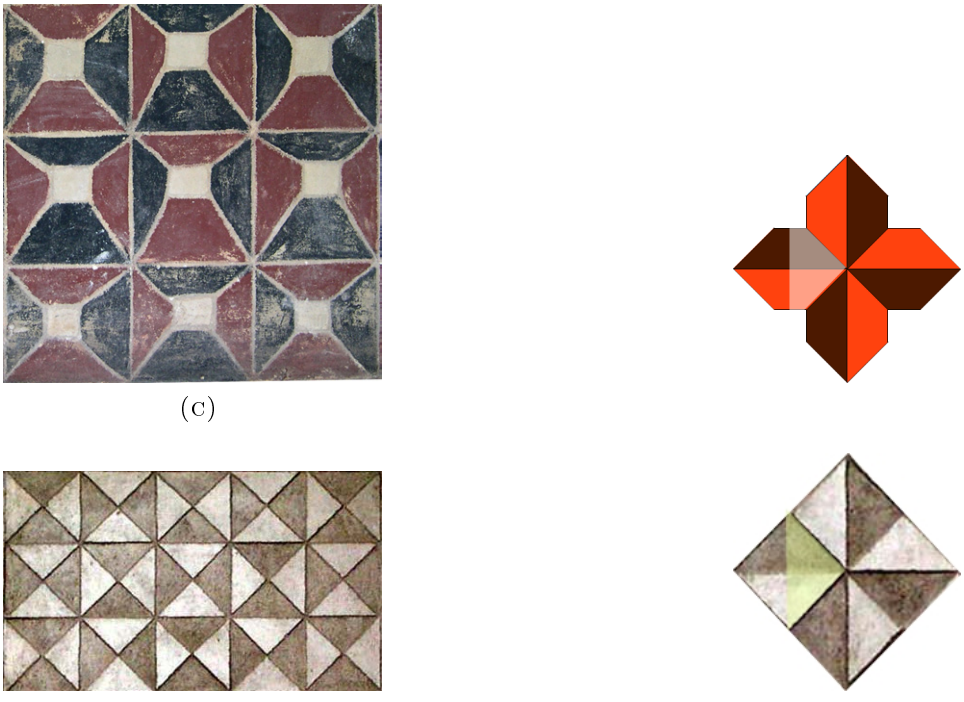
FIGURA 5.9.1. Modelos de mosaicos de grupo $p4g$ basados en el molinete (A) Domingo de Soto 1 y otros 19 ejemplares **(B) Puerta de Santiago 12** (C) Plaza del Conde de Cheste 4 y en Juan Bravo 46.



(A)



(B)



(C)

(D)

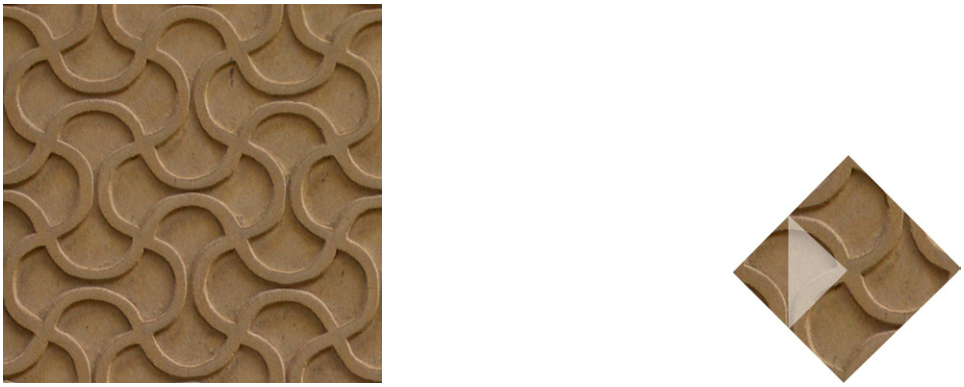
FIGURA 5.9.2. Modelos de mosaicos de grupo *p4g* **(A) Juan Carlos I s/n (B) y (C) San Agustín 12 (interior)** La región unidad es un dibujo por la irregularidad del esgrafiado original **(D) Muerte y Vida 10.**



(A)



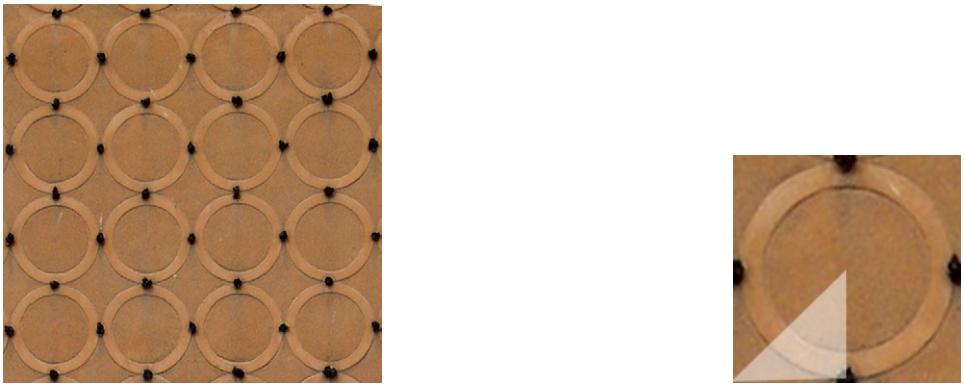
(B)



(C)

FIGURA 5.9.3. Modelos de mosaicos de grupo $p4g$ **(A) San Francisco 48** (B) Plaza de San Esteban 1 y 2 (C) Arturo Merino 16 y otros 9 ejemplares.

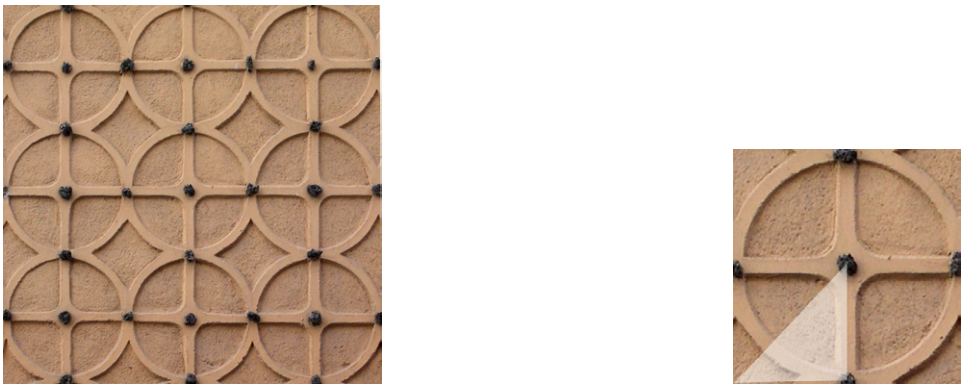
5.10. Modelos de mosaicos $p4m$



(A)



(B)



(C)

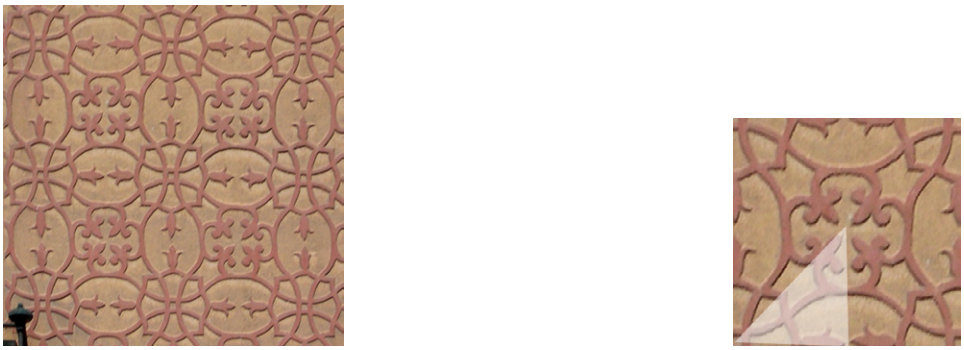
FIGURA 5.10.1. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$ basados en el círculo (A) Juan Bravo 30 y otros 14 ejemplares **(B) Travesía de Antonio Machado 2** (C) Plaza del Dr. Laguna 5 y en San Francisco 46.



(A)



(B)



(C)

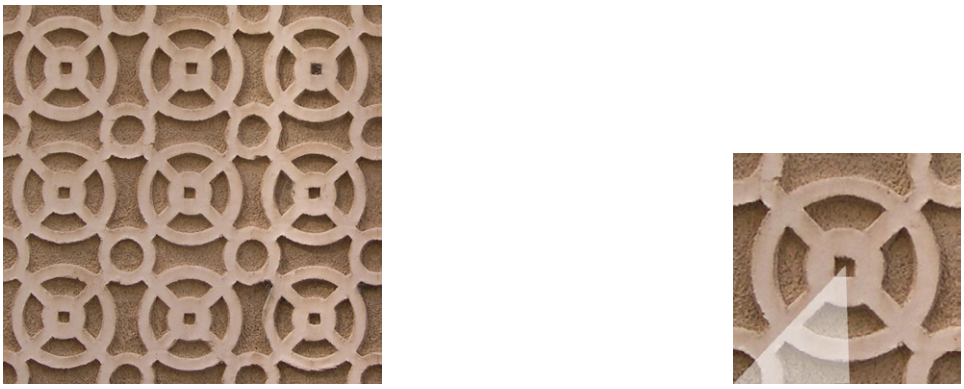
FIGURA 5.10.2. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$ (A) Plaza Medina del Campo 3. También en Cervantes 4, Daoíz 20, Plaza de los Espejos 5, Juan Bravo 15 y 52 y San Francisco 23 (B) San Francisco 38. También en Almuzara 5, Plaza de Colmenares 7, Marqués del Arco 5, Muerte y Vida 11, La Plata 21, Puente de San Lorenzo 7 y Plaza de San Nicolás 14 (C) Fernández Ladreda 20. También en Eulogio Martín Higuera 4, Fernández Ladreda 8 y 10, Herrería 20, Infanta Isabel 13 y Valdeláguila 3.



(A)



(B)

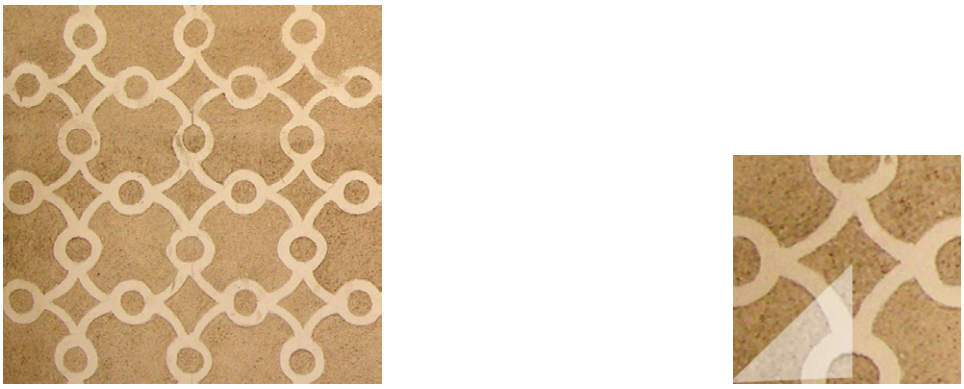


(C)

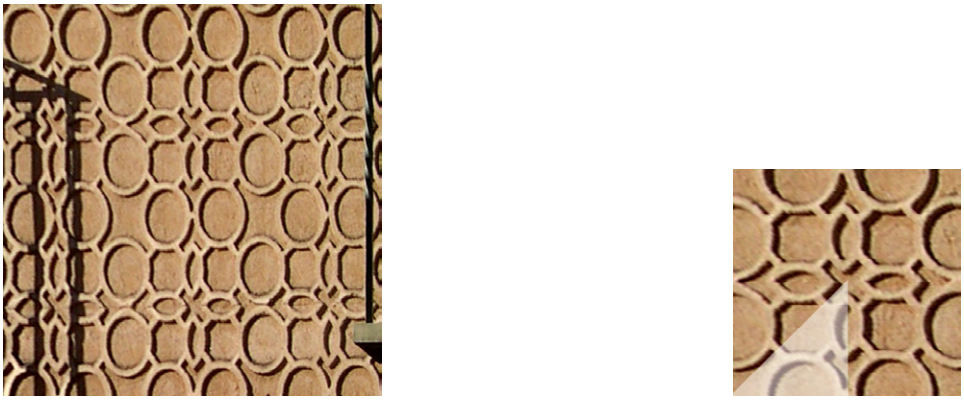
FIGURA 5.10.3. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$ basados en el círculo **(A) Escultor Marinas 2 (B) San Facundo 3 (C) Desamparados 11**



(A)

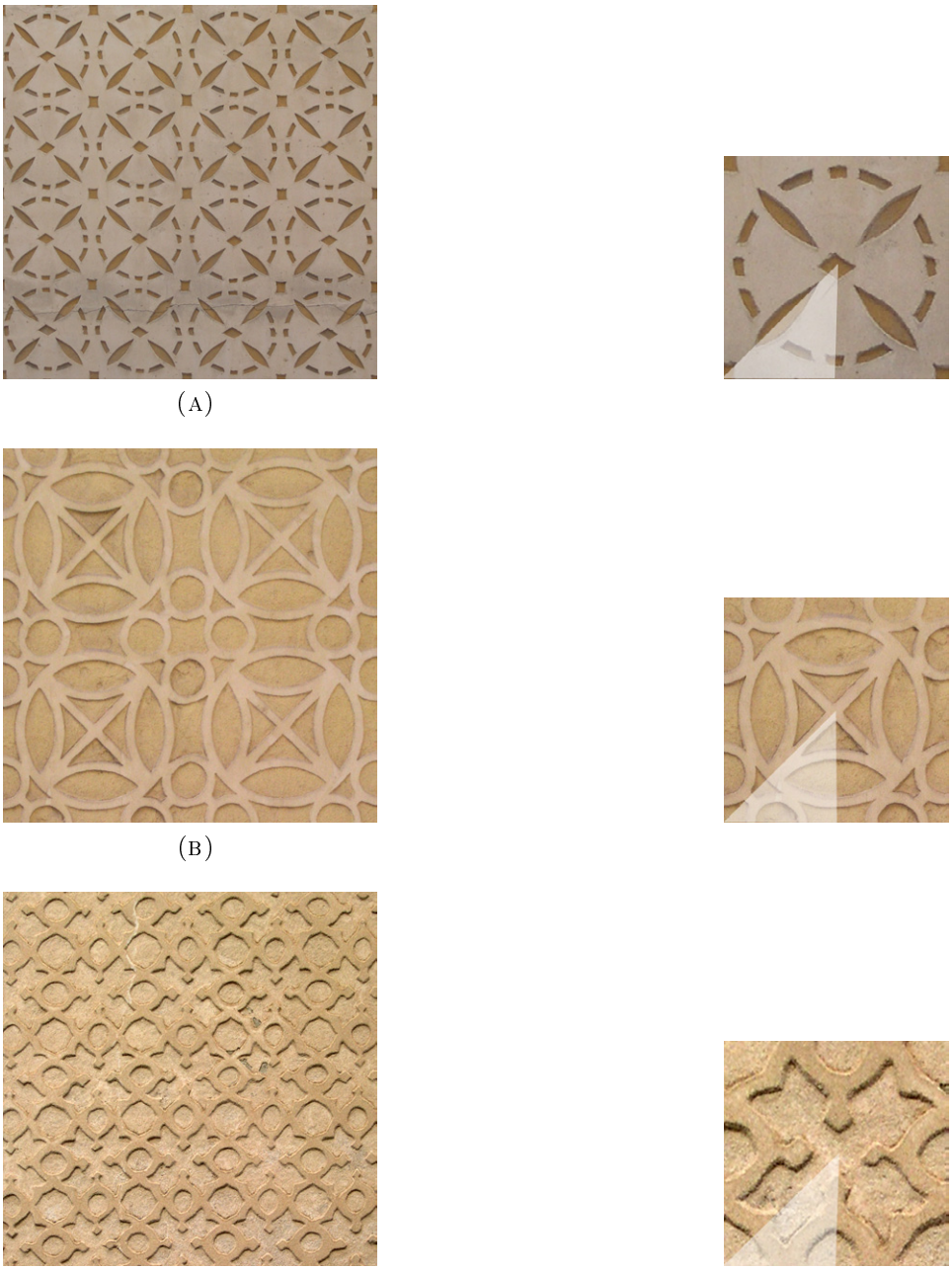


(B)



(C)

FIGURA 5.10.4. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$ basados en el círculo **(A) Cerrillo 12** (B) Juan de Segovia 1 y otros 8 ejemplares **(C) Daoíz 22**

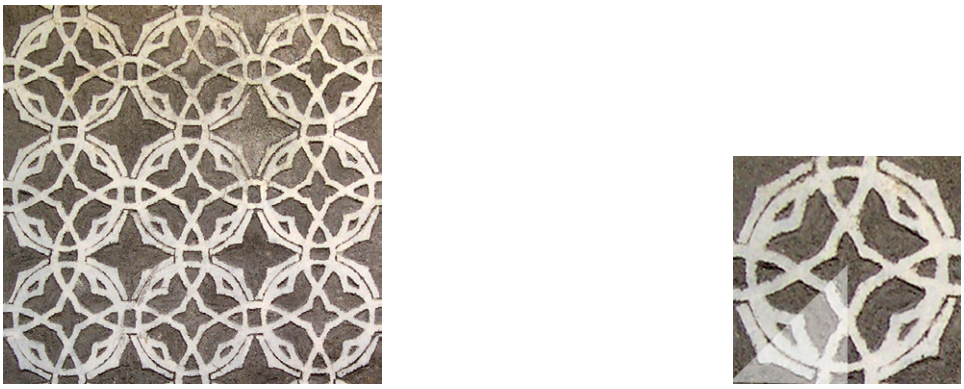


(A)

(B)

(C)

FIGURA 5.10.5. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$ basados en el círculo **(A) Rancho 19 (B) Donantes de Sangre 3 (C) Socorro 10.**



(A)

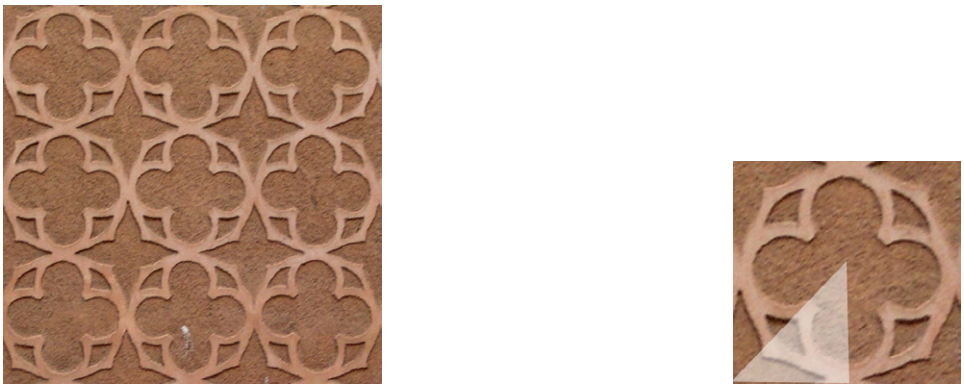


(B)



(C)

FIGURA 5.10.6. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$ basados en el círculo **(A) Plaza de los Espejos 6 (B) Daoíz 6 (C) Iglesia Sancti Spiritu.**



(A)



(B)

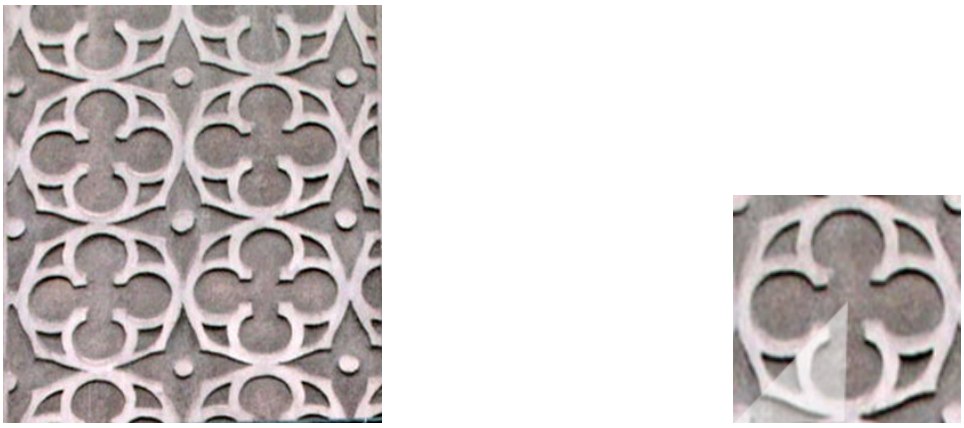


(C)

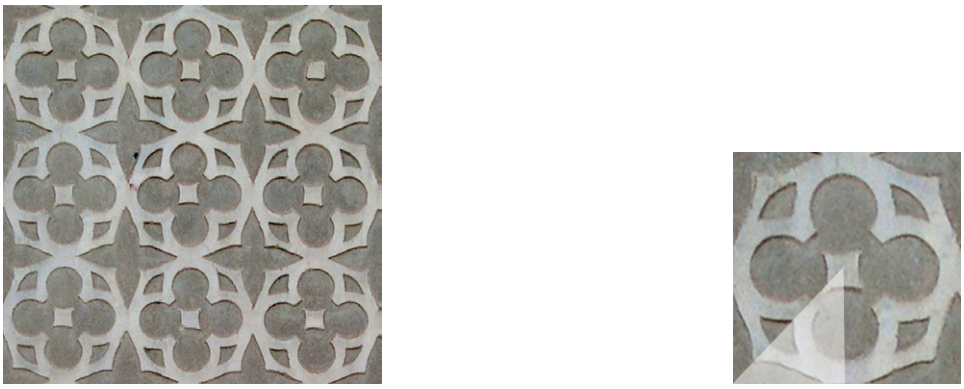
FIGURA 5.10.7. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$ basados enla rosa lobulada de cuatro pétalos (A) Plaza del Corpus 7 y otros 11 ejemplares **(B) San Francisco 34 (C) Plaza de la Rubia 6.**



(A)



(B)



(C)

FIGURA 5.10.8. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$ basados enla rosa lobulada de cuatro pétalos (A) San Francisco 3. También en Don Juan II 14, Puente de Cigüeñuela 4 y Plaza de San Justo 1 **(B) Fernández Ladreda 1 (C) Constitución 30.**



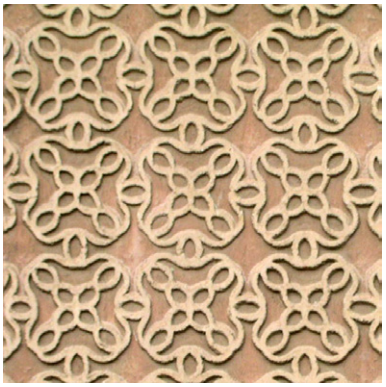


(A)





(B)



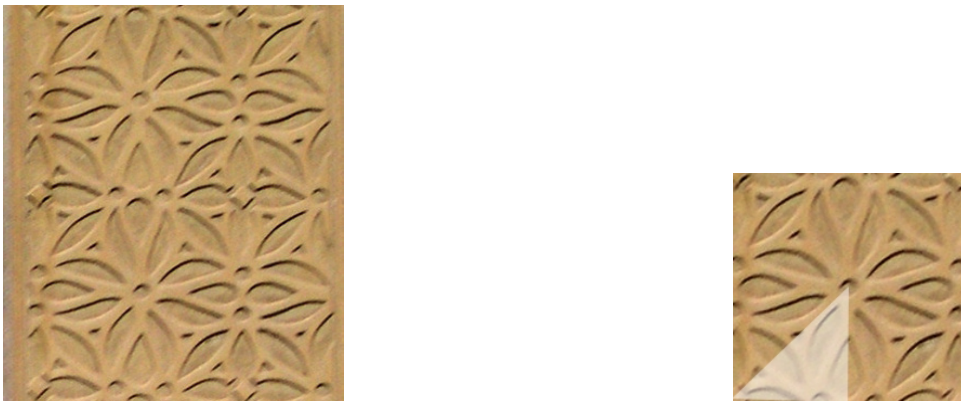


(C)

FIGURA 5.10.9. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$ (A) Almuzara 13 y otros 18 ejemplares **(B) Almuzara 1 (C) Santa Columba 15.**



(A)



(B)

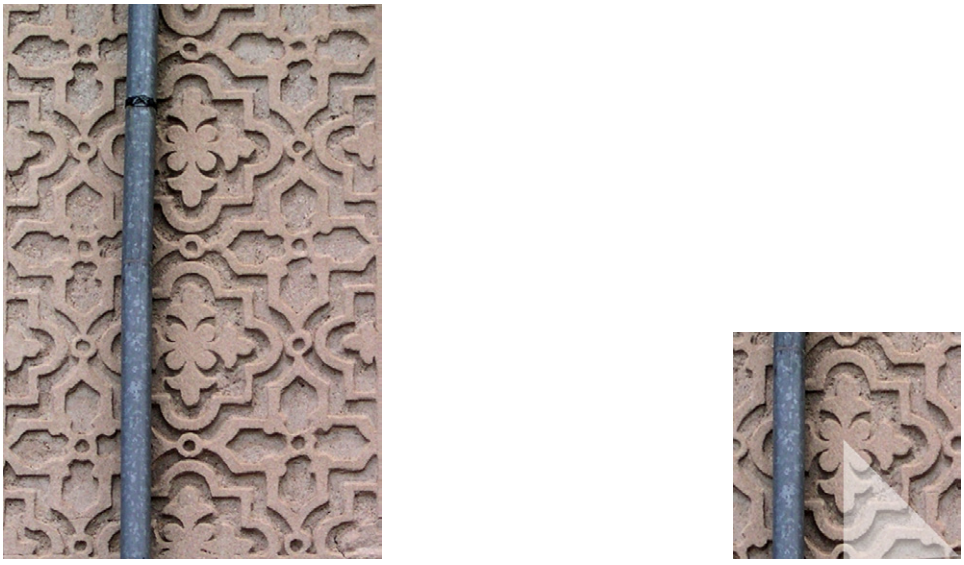


(C)

FIGURA 5.10.10. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$ (A) Plaza del Potro 1. También en La Ahóndiga, Infanta Isabel 14, Licenciado Peralta 5, plaza del Platero Oquendo 3, San Francisco 7 y Velarde 15 y 17 (B) Fernández Ladreda 18. También en Fernández Ladreda 25 y Gobernador Fernández Jiménez 2 (C) Juan Bravo 50. También en Alameda de la Fuencisla 1 y plaza de Día Sanz 3.

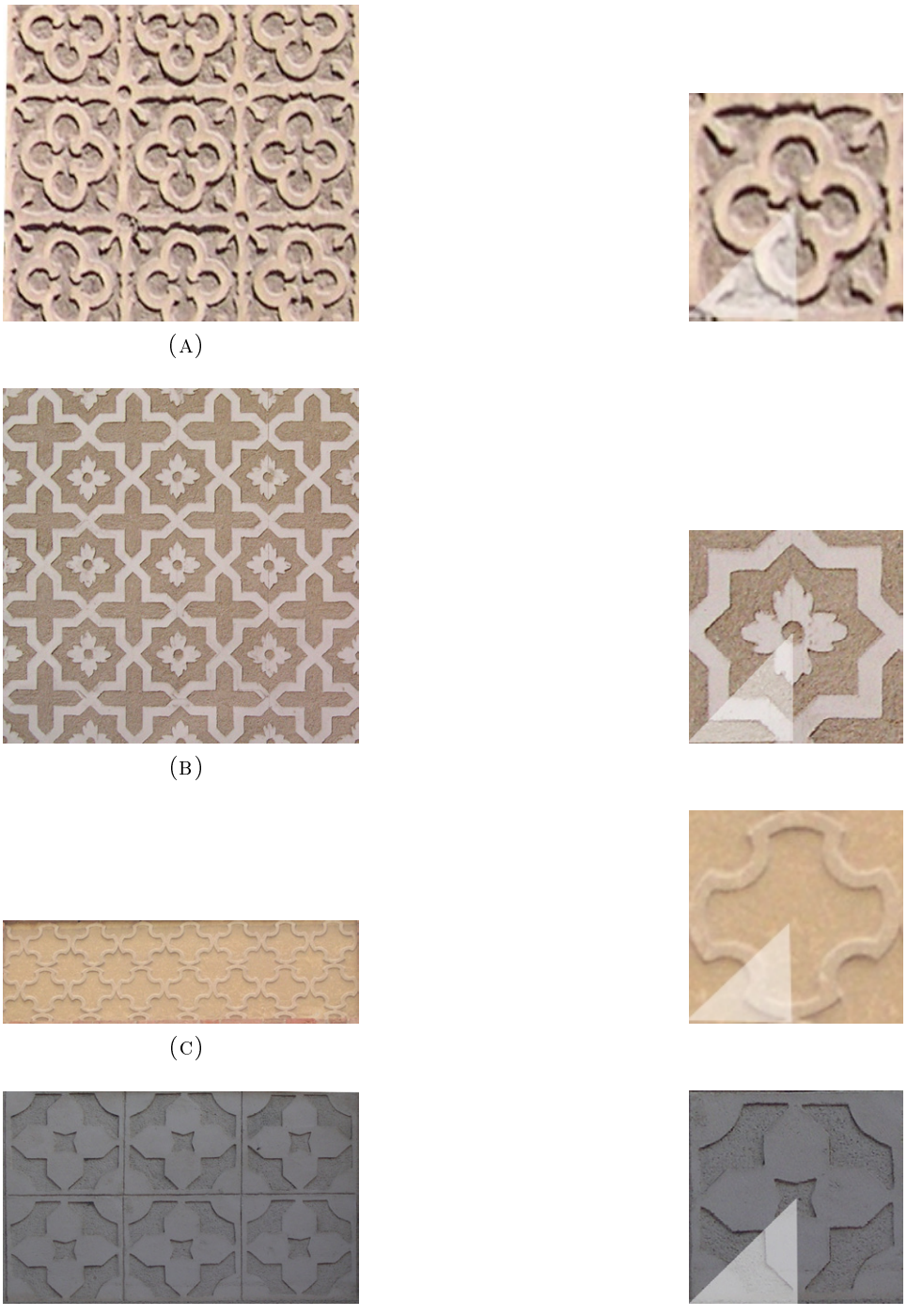


(A)



(B)

FIGURA 5.10.11. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$
(A) Plaza del Salvador 2 (B) Santa 5.



(A)

(B)

(C)

(D)

FIGURA 5.10.12. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$ **(A) San Agustín 15 (B) San Valentín 2 (C) La Plata 25 (D) Nieves 8.**



(A)



(B)



(C)

FIGURA 5.10.13. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$ **(A) Santa Columba 3** (B) Puente Muerte y Vida 3 y otros 12 ejemplares **(C) Ctra.San Rafael 12.**



(A)

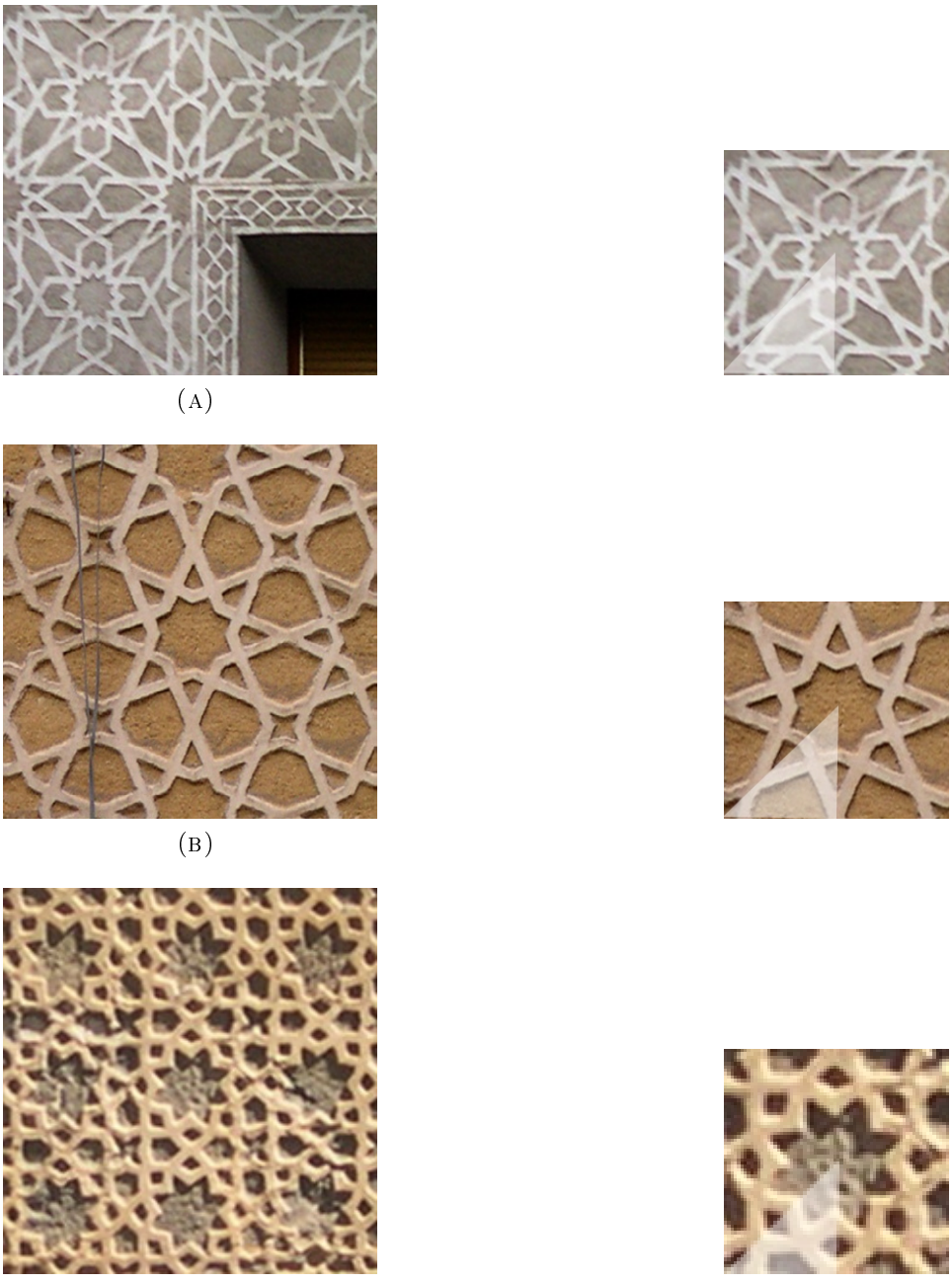


(B)



(C)

FIGURA 5.10.14. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$ **(A) Plaza del Corpus 3** (B) Julián María Otero 8. También en San Francisco 12, San Juan de la Cruz 10 y carretera de Valdevilla 64 **(C) San Francisco 46.**



(A)

(B)

(C)

FIGURA 5.10.15. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$ **(A) San Francisco 56** (B) Plaza del Corpus 9. También en Carmen 5, Cervantes 27 y San Francisco 46 **(C) Plaza del Potro 4.**



(A)

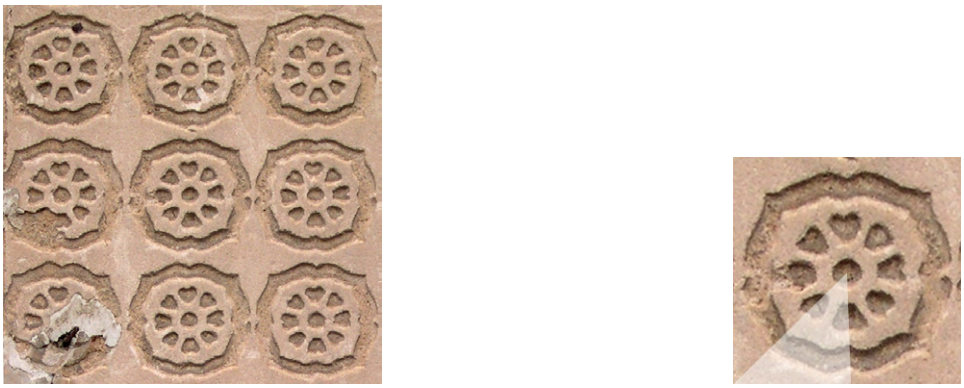


(B)



(C)

FIGURA 5.10.16. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$ (A) San Antonio el Real 9. También en Escuderos 21, Marqués del Arco 22 y Plaza de San Nicolás 2 **(B) Herrería 1 (C) Plaza de Guevara 4.**



(A)



(B)



(C)

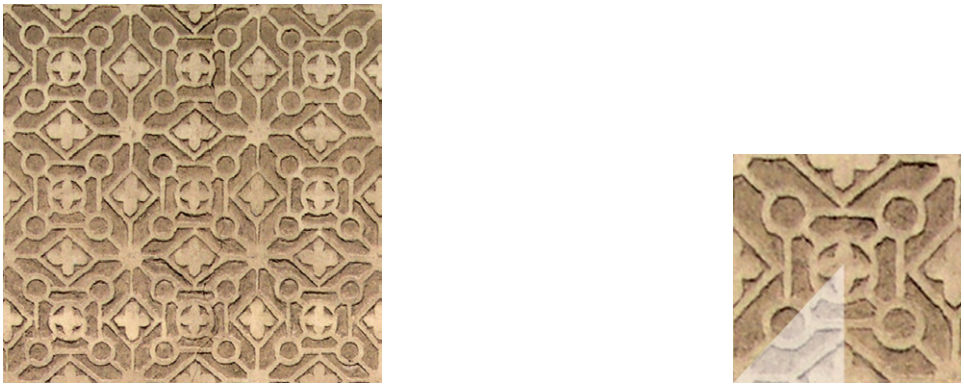
FIGURA 5.10.17. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$
(A) Carretas 16 (B) Cañuelos 11 (C) Cervantes 7.



(A)



(B)



(C)

FIGURA 5.10.18. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$ **(A) y (B) Herrería 3 (C) Ochoa Ondátegui 9.**



(A)

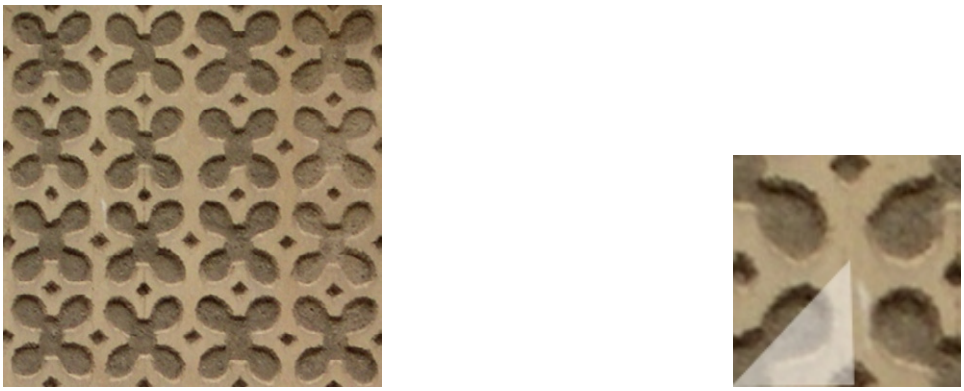


(B)

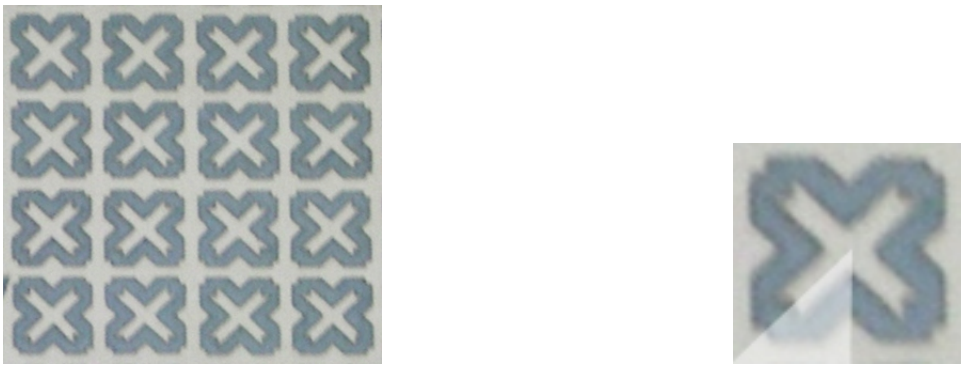


(C)

FIGURA 5.10.19. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$ **(A) José Zorrilla 3 (B) Doctor Velasco 12 (C) Grabador Espinosa 11.**



(A)

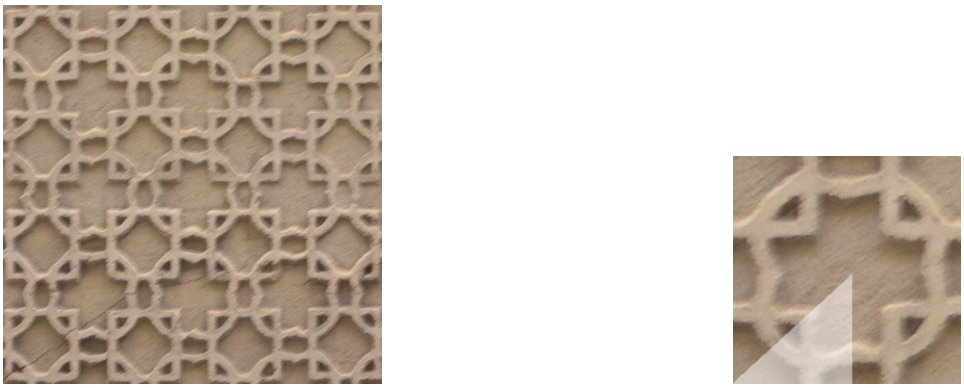


(B)



(C)

FIGURA 5.10.20. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$ (A) Ezequiel González 21 y otros 14 ejemplares **(B) Gascos 1 (C) Juan Bravo 34.**



(A)



(B)



(C)

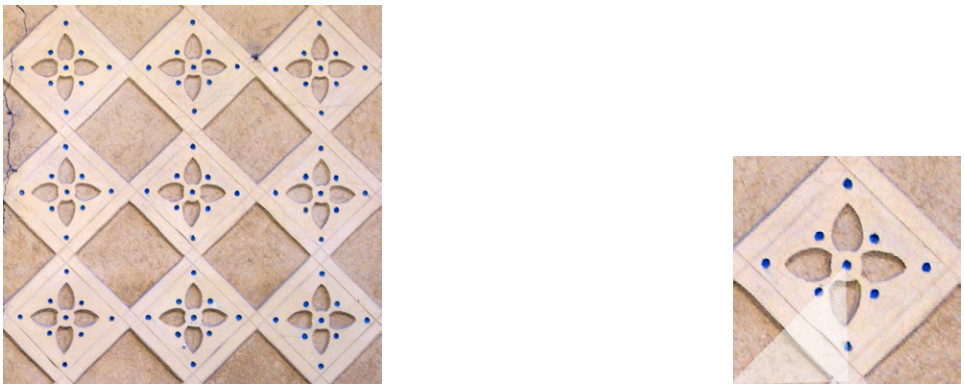
FIGURA 5.10.21. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$ **(A) Gobernador Fernández Jiménez 17 (B) Gobernador Fernández Jiménez 7 (C) Plaza del Conde de Cheste 6.**



(A)



(B)



(C)

FIGURA 5.10.22. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$ **(A) Gobernador Fernández Jiménez 17 (B) Velarde 18 (C) Santo Domingo de Silos 15.**



(A)



(B)



(C)

FIGURA 5.10.23. Modelos de mosaicos de grupo *p4m* **(A) Independencia 5 (B) Domingo Vidaechea 4 (C) San Alfonso Rodríguez 8.**



(A)

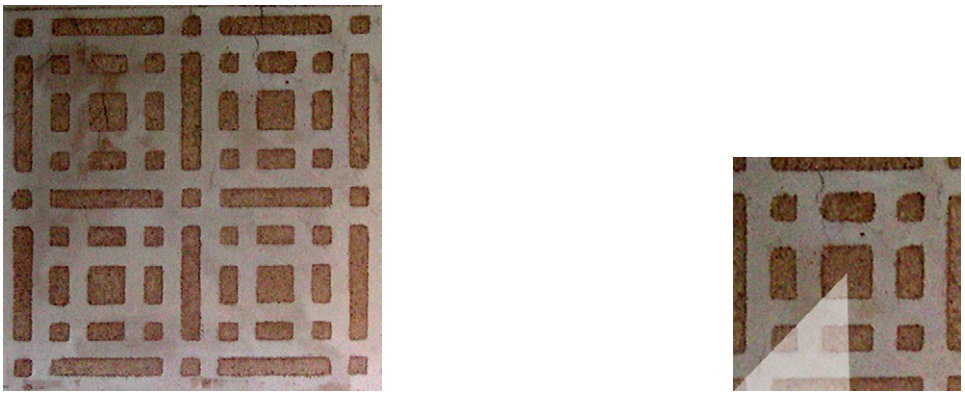


(B)



(C)

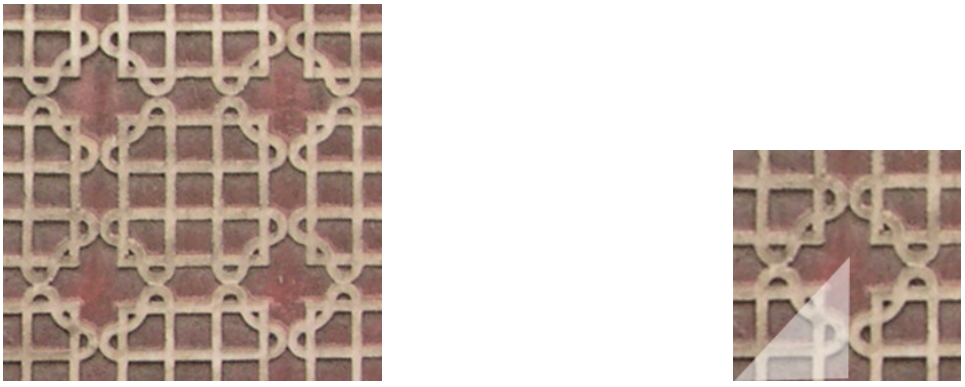
FIGURA 5.10.24. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$ **(A) Iglesia de San Nicolás (B) Don Juan II 7 (C) Juan Bravo 34.**



(A)



(B)



(C)

FIGURA 5.10.25. Modelos de mosaicos de grupo *p4m* **(A) San Agustín 23 (B) San Agustín 12 (interior) (C) Vargas 4.**



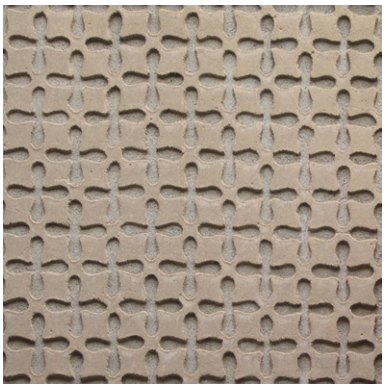


(A)





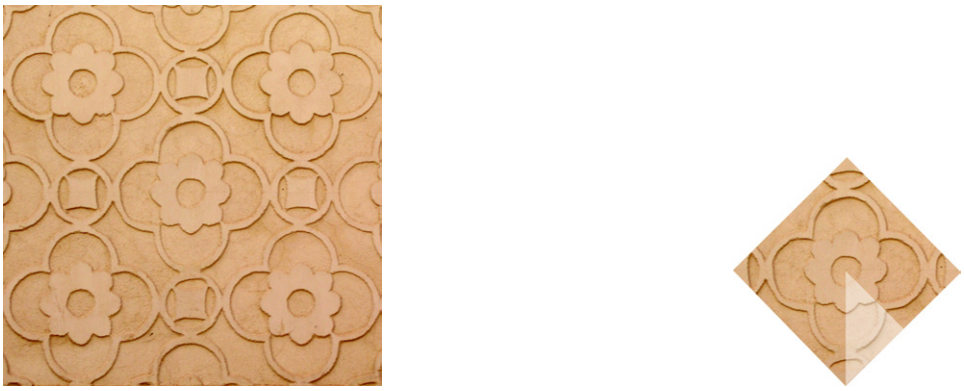
(B)





(C)

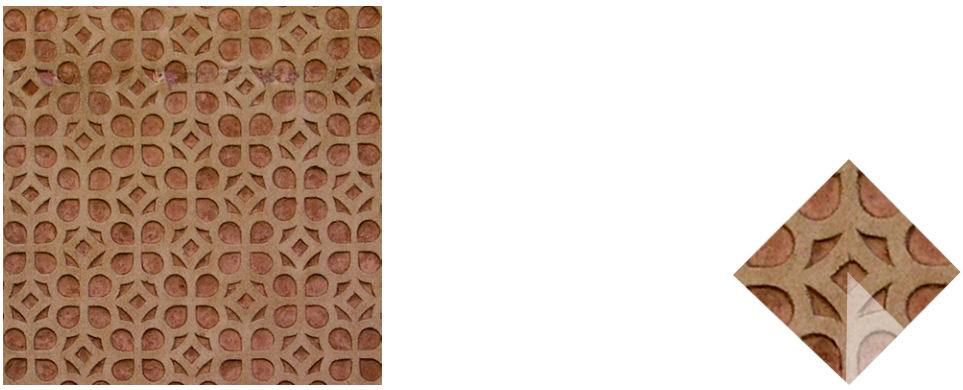
FIGURA 5.10.26. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$ basados en el círculo (A) Alamillo 10 y otros 8 ejemplares (B) Soldado Español 4 y también en Cronista Enríquez 15, Santa Teresa de Jesús 12 y Socorro 8 **(C) San Francisco 9.**



(A)



(B)



(C)

FIGURA 5.10.27. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$ (A) Plata 15 y en Santo Domingo de Silos 33 **(B) Plaza de la Merced 6** (C) Barrionuevo 3, así como en Ildefonso Rodríguez 3, Juan Bravo 16, Santa Engracia 6 y Valdeláguila 4.



(A)



(B)

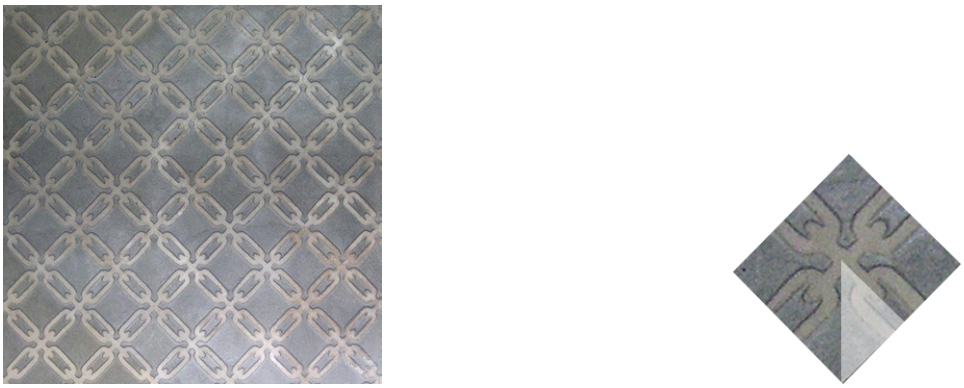


(C)

FIGURA 5.10.28. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$
(A) Cañuelos 24 (B) Cañuelos 22 (C) Herrería 7.



(A)

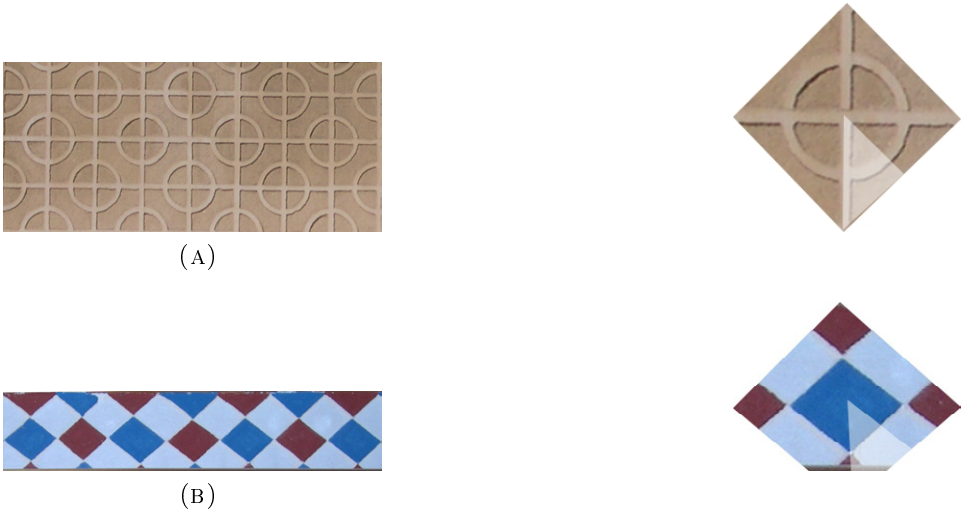


(B)



(C)

FIGURA 5.10.29. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$ (A) Santa Isabel 14 y en Doctor Sancho 9 **(B) Plaza del Conde de Cheste 6 (C) Cronista Lecea 11 (interior).**

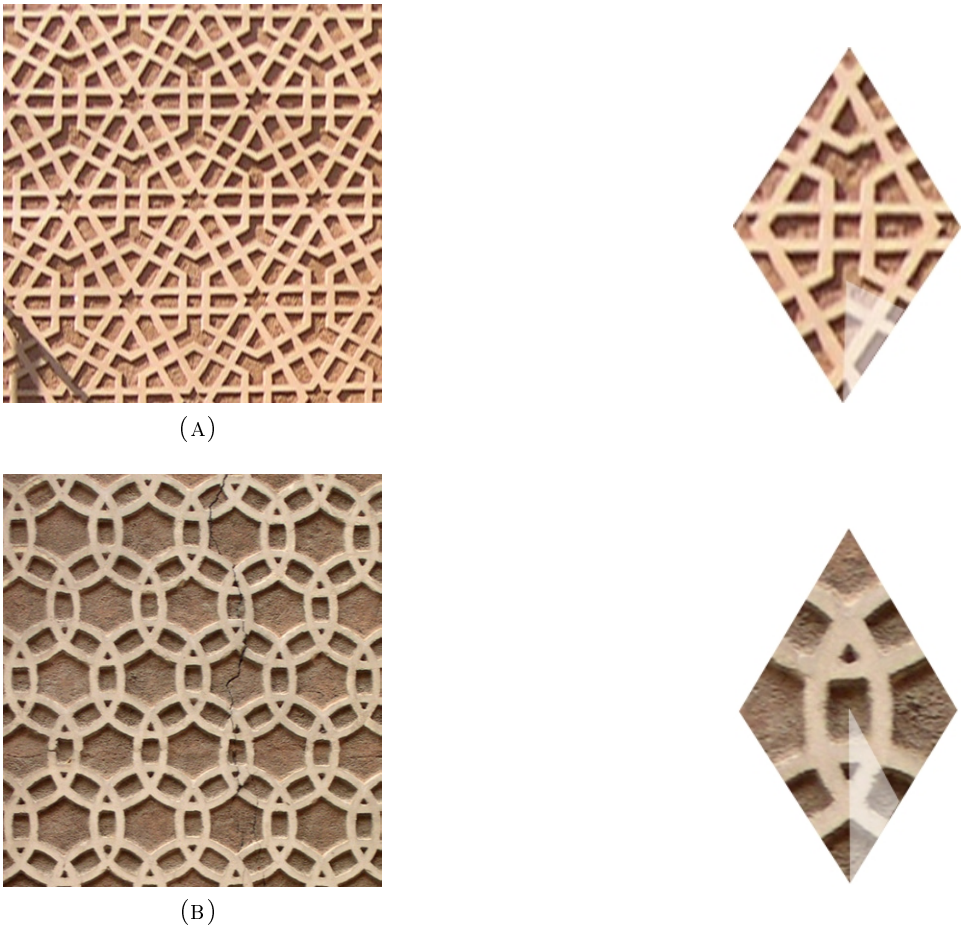


(A)

(B)

FIGURA 5.10.30. Modelos de mosaicos de grupo $p4m$ **(A) Plaza de Somorrostro 13 (B) Juan Bravo 8 (portal).**

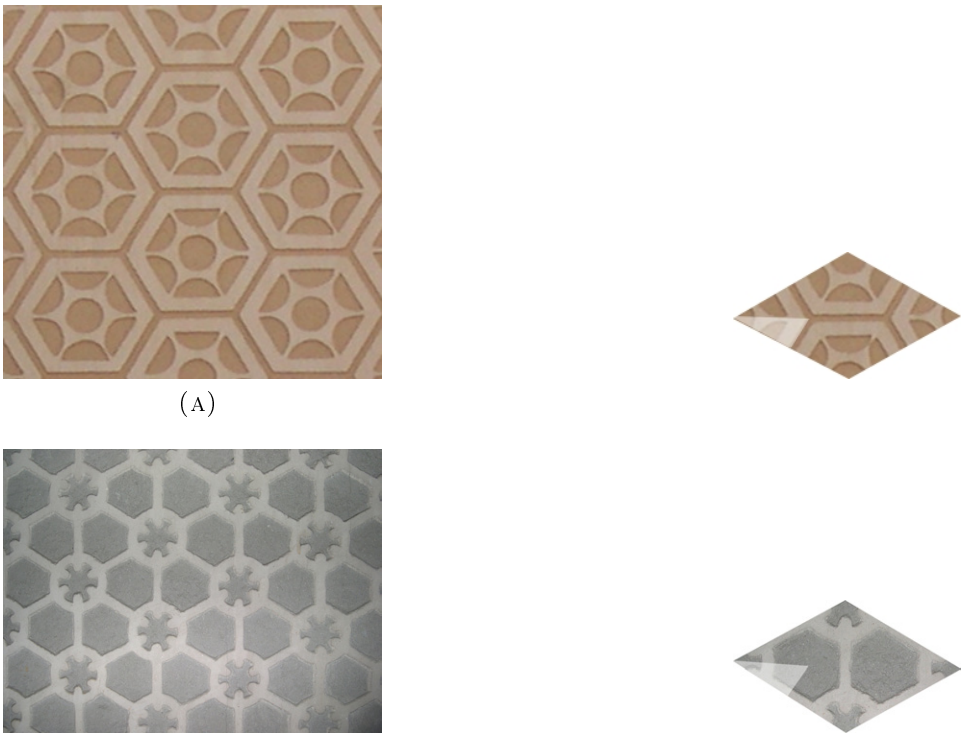
5.11. Modelos de mosaicos $p6m$



(A)

(B)

FIGURA 5.11.1. Modelos de mosaico de grupo $p6m$ (A) Juan Bravo 50 y también en bajada del Carmen 1, plaza de Día Sanz 2 y 3 y Doctor Castelo 10 **(B) Carmen 12.**



(A)

(B)

FIGURA 5.11.2. Modelos de mosaicos de grupo $p6m$
(A) Pozuelo 2 (B) Conde de Cheste 6 (interior).

Parte 3

Análisis y conclusiones

Capítulo 6

Análisis estadístico

El conocimiento de la ubicación y distribución de los esgrafiados puede resultar muy valioso a la hora de diseñar nuevos edificios o planificar la rehabilitación o mantenimiento de los más antiguos.

El recuento de los modelos requiere establecer previamente los criterios que van a utilizarse para decidir si dos modelos son iguales o distintos. Hay modelos que se diferencian claramente de otros ejemplares por los motivos o figuras que los componen, mientras que en otros casos las diferencias son muy sutiles.

Una característica a considerar es la *escala* o tamaño de los motivos de un determinado modelo. En relación a su grupo de simetría, este aspecto no afecta a la clasificación del modelo, por lo que en este trabajo se consideran iguales todos los modelos de esgrafiado cuya única diferencia radique en la escala del dibujo.

El criterio fundamental utilizado para distinguir unos edificios de otros, y consecuentemente para contabilizar los distintos ejemplares ha sido la *dirección postal.* Se detallan a continuación algunos casos particulares.

- Para una determinada dirección postal un modelo puede recubrir varias zonas de la fachada o del muro; por ejemplo, una greca que bordea varios balcones, o un mosaico que recubre dos zonas rectangulares situadas en dos alturas. En estos casos el modelo se ha contabilizado una sola vez.
- Una edificación con varias direcciones postales (varios números sucesivos, o una dirección lateral o trasera) se ha contabilizado tantas veces como direcciones postales le correspondan.
- Un mismo modelo situado en dos edificios -dos direcciones postales distintas- se contabiliza como dos ejemplares.
- Algunos ejemplares de esgrafiado se componen de varios diseños distintos, ubicados en alineaciones horizonales sucesivas. Así ocurre, por ejemplo, en la Iglesia de San Nicolás, donde pueden apreciarse varias grecas diferentes, situadas unas debajo de otras. En estos casos se han considerado los modelos por

separado, salvo alguna excepción, en que la unión de las dos grecas se ha contabilizado como un modelos distinto del que representa cada greca por separado, como en el número 29 de la calle de los Cañuelos.

En este capítulo se analizan diversos aspectos como el *número de modelos en un mismo edificio*, las calles o *vías con mayor número de ejemplares*, la *distribución por distrito postal*, las distintas *ubicaciones* en función del tipo de muro, el *número de modelos y ejemplares por grupo de simetría*, el *número y proporción de modelos únicos* y el *número de repeticiones* de los modelos de esgrafiado. Se ha definido un índice de repetición, para conocer la media de las repeticiones de los modelos de cada grupo.

6.1. Ubicación de los esgrafiados

En la zona histórica de Segovia que ha sido objeto de estudio se han analizado 877 ejemplares de esgrafiado, en 555 edificios, tanto ubicados en sus fachadas exteriores, como en patios, zaguanes e interior.

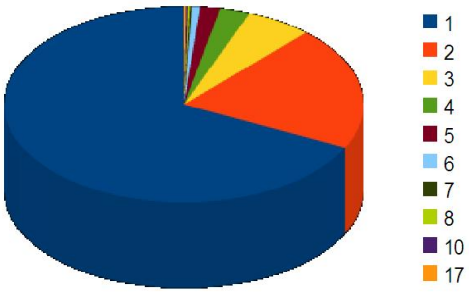


FIGURA 6.1.1. Diagrama de sectores: edificios según el nº de modelos de esgrafiado que contienen

Nº Modelos de Esgrafiado	1	2	3	4	5	6	7	8	10	17
Frecuencia Edificios	376	113	33	15	10	4	1	1	1	1

CUADRO 6.1.1. Frecuencia de edificios, por nº de modelos de esgrafiado

En relación con el número de modelos contenidos en un mismo edificio, la figura 6.1.1 muestra un diagrama de sectores que refleja los datos contenidos en el cuadro 6.1.1, que contiene la tabla de frecuencias de los edificios según el número de modelos de esgrafiado que contienen.

Hay una mayoría de edificios, el 68 %, con un solo modelo de esgrafiado, y el 88 % contienen uno o dos modelos. Además, tan solo cuatro edificios contienen más de seis modelos de esgrafiado. Son los siguientes:

- Edificio situado en el número 13 de la calle de las Morenas, con 7 modelos de esgrafiado de reciente ejecución, copia de diseños renacentistas que se conservan en otros edificios segovianos.
- Palacio del Conde de Cheste, con 8 modelos, algunos del siglo XVII.
- Museo Rodera Robles, con 10 antiguos modelos, algunos del siglo XV.
- Casa de las Cadenas, con 17 modelos en su fachada principal, torreón y patio. Es la edificación con mayor número de modelos.

La delimitación del área de trabajo puede dividirse según su código postal en 6 distritos, a saber, de 40001 a 40006 (figura 2.2.1). La clasificación más conveniente para un posterior análisis de las simetrías de los esgrafiados es, en una primera aproximación, la de *frisos*, *mosaicos* y *otros*. Del total de 877 esgrafiados analizados, se han encontrado 316 frisos, 555 mosaicos y 34 de otro tipo. Estos corresponden a figuras aisladas sin elementos de repetición, o bien a modelos donde la regularidad en la repetición se ha roto por algún motivo.

Distribución por distrito postal. Los esgrafiados, así como también los edificios con ese tipo de revoco, se encuentran distribuidos en los diferentes distritos postales según los datos contenidos en el cuadro 6.1.2, donde la columna con el número de esgrafiados aparece también desglosada en otras tres columnas, en *frisos*, *mosaicos* y *otros*. Dicha información se muestra en forma de diagrama de anillos (figura 6.1.2) y diagrama de barras apiladas (figura 6.1.3), .

Cód. postal	Nº Edific.	Nº Esgraf.	Nº Frisos	Nº Mosaicos	Otros
40001	312	558	218	322	18
40002	54	68	11	56	1
40003	121	161	59	93	9
40004	26	31	4	24	3
40005	38	54	21	30	3
40006	4	5	3	2	0
Total	555	877	316	527	34

CUADRO 6.1.2. Tabla de frecuencias por código postal

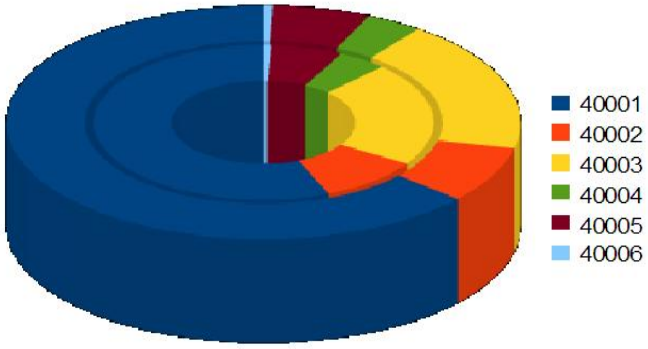


FIGURA 6.1.2. Distribución de esgrafiados (anillo exterior) y edificios (anillo interior) por código postal

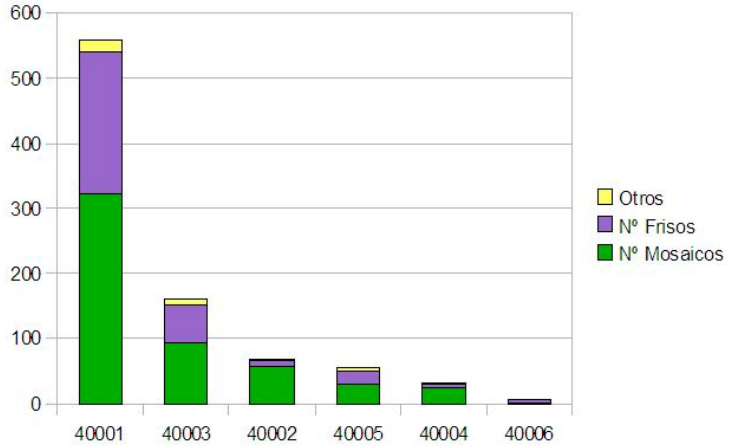


FIGURA 6.1.3. Desglose de esgrafiados por código postal

Puede observarse que los distritos 40001 y 40003 contienen la mayoría de los edificios con esgrafiado, sumando entre ambos el 78 % del total. Dicha diferencia es más acusada en relación con el número de ejemplares de esgrafiado, pues la suma de los ubicados en ambos distritos alcanza el 82 %. Este porcentaje se desglosa en un 79 % de los mosaicos y un 88 % de los frisos.

Distribución por calles. Es relevante conocer las vías segovianas con mayor número de ejemplares. Se listan a continuación las 20 calles o plazas con 10 o más esgrafiados, junto al número de modelos y de modelos únicos que contienen:

- Cañuelos (12) (7)
- Cervantes (21) (6)
- Colón (15) (6)
- Conde de Cheste, plaza (28) (10)
- Corpus, plaza (17) (6)
- Daoíz (11) (3)
- Día Sanz, plaza (11) (3)
- Doctor Velasco (13) (2)
- Ezequiel González (10) (2)
- Fernández Ladreda, avenida (23) (2)
- Herrería (22) (9)
- Isabel la Católica (10) (3)
- José Canalejas (13) (2)
- José Zorrilla (11) (3)
- Juan Bravo (38) (12)
- Judería Vieja (16) (5)
- Merced, plaza (10) (3)
- Muerte y Vida (11) (6)
- Plata (22) (4)
- San Agustín (34) (16)
- San Francisco (34) (10)
- Santa Columba (10) (4)
- Velarde (12) (3)

Entre todas suman un total de 404 ejemplares, lo que representa un 47 % de los hallados en la ciudad. En cuanto a los modelos únicos que contienen, dichas calles suman 127, lo que corresponde a un porcentaje del 51 % sobre el total de modelos con un único ejemplar hallados en la ciudad de Segovia.

Destaca la vía de conexión entre la plaza Mayor y la plaza del Azoguejo, conocida comúnmente como Calle Real, y que está compuesta por varios tramos denominados Isabel la Católica, plaza del Corpus, Juan Bravo y Cervantes. Realizando este recorrido, el paseante puede contemplar un total de 86 modelos de esgrafiado, 27 de los cuales son ejemplares únicos en la ciudad.

Distribución según la ubicación del muro. Otro aspecto a considerar es el tipo de muro que adornan los esgrafiados, ubicados en los patios hasta el siglo XIX, fecha en que se revocaron con esgrafiado muchas fachadas exteriores para mejorar el aspecto de la ciudad. Se han considerado las siguientes posibles ubicaciones: *fachada*, *patio*, *portal*, *interior*, *soportales*. El cuadro 6.1.3 contiene el número de esgrafiados que corresponden a dichas ubicaciones.

Ubicación	Fachada	Patio	Portal	Interior	Soportales
Nº Esgrafiados	778	33	39	23	4

CUADRO 6.1.3. Ubicación de los esgrafiados

Hay que resaltar que el 89 % de los esgrafiados están en fachadas al exterior, mientras que solo el 4 % se encuentran en patios, otro 4 % en portales, entradas o zaguanes, y el 3 % restante en interiores.

Una observación en cuanto a los esgrafiados situados en interiores: probablemente existen muchos esgrafiados no considerados en este trabajo, ubicados en muros interiores de viviendas de uso particular a las cuales los autores del trabajo no han tenido acceso. En algunos casos, la remodelación del edificio ha convertido en muros de interior algunas fachadas que correspondían a patios en la antigua construcción. El estudio de dichos esgrafiados requiere de la voluntad de sus propietarios.

6.2. Distribución de los frisos

El número de frisos encontrados es de 311 ejemplares, con 170 modelos distintos. La figura 6.2.1 contiene el diagrama de barras que corresponde a la distribución de los frisos por su grupo de simetría, que puede verse en detalle en el cuadro 6.2.1. En dicho cuadro se muestran tres columnas de datos, que indican, respectivamente, el número de ejemplares, el número de modelos y el número de modelos únicos.

El grupo Fmm contiene el 65 % de los ejemplares, seguido del grupo $Fm1$, con un 15 %, $F12$ con un 7 % , $F11$, con un 6 % , los grupos $F1g$ y Fmg con un 3 % cada uno y $F1m$ con un 2 %.

El recuento de los ejemplares de frisos según su grupo de simetría indica que se cumple el principio de *máxima simetría* [**66**], según el cual son más frecuentes los frisos con mayor grado de simetría. En efecto, el grupo Fmm, que es el que contiene mayor número de simetrías, es también el más frecuente, con gran diferencia sobre los restantes.

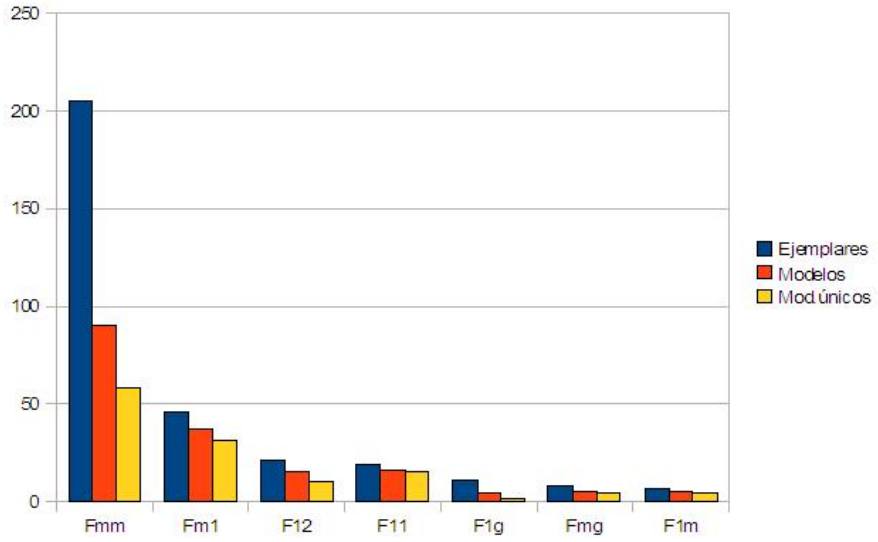


FIGURA 6.2.1. Distribución de los *frisos*, por grupo de simetría

Grupo Friso	Ejemplares	Modelos	Mod. únicos
$F11$	19	16	15
$F12$	21	15	10
$F1g$	11	4	1
$F1m$	6	5	4
$Fm1$	46	37	31
Fmg	8	5	4
Fmm	205	90	58
Total	316	172	123

CUADRO 6.2.1. Nº de *frisos* por grupo de simetría

En cuanto al número de modelos distintos, el grupo Fmm contiene el 52 % de los modelos, seguido del grupo $Fm1$, con un 22 %, los grupos $F11$ y $F12$ con el 9 % y cada uno de los restantes grupos no supera el 3 % del total.

El análisis del número de los modelos encontrados en cada grupo proporciona los porcentajes de modelos distintos respecto del total de ejemplares del grupo, que oscilan entre el 36 % del grupo $F1g$ al 84 % del grupo $F11$, con un valor del 44 % para el grupo Fmm de mayor frecuencia.

Modelos de friso únicos. Hay modelos que son distintos de todos los demás, en unos casos porque los motivos o figuras que los componen son totalmente diferentes, en otros por diferencias muy sutiles.

Del total de 172 modelos de *frisos*, 123 son *modelos únicos,* lo que corresponde a un porcentaje del 71,5 %. En relación con el número total de 316 ejemplares de frisos encontrados, el porcentaje de modelos únicos supone un 38,9 %.

Los frisos que son *modelos únicos* tienen una distribución heterogénea cuando se considera su grupo de simetría (cuadro 6.2.1). Así, la proporción sobre el total de ejemplares hallados en el grupo varía desde el 9 % en $F1g$ hasta el 78,9 % en $F11$. En el grupo más frecuente, Fmm, la proporción de modelos únicos respecto del total de ejemplares es del 28,3 %.

Repetición de los frisos. El estudio del número de modelos y de modelos únicos por grupo también permite conocer el *indicador medio de repeticiones* por grupo, que toma valores comprendidos entre 1,00 -grupo $F1m$- y 3,59 -grupo Fmm-. Para calcular este indicador para un determinado grupo basta dividir el número de repeticiones por el número de modelos que se repiten, lo que se expresa en la siguiente fórmula, cuyo valor proporciona la *media* de repeticiones existentes entre los modelos del grupo que no son únicos:

$$\frac{n^{\underline{o}} \text{ de ejemplares - } n^{\underline{o}} \text{ de modelos}}{n^{\underline{o}} \text{ de modelos - } n^{\underline{o}} \text{ de modelos únicos}}$$

La figura 6.2.2 muestra un diagrama de barras apiladas para los grupos de frisos, con los porcentajes de modelos únicos, modelos no únicos (repetidos) y repeticiones encontradas en cada grupo. Esta figura permite interpretar gráficamente el indicador medio de repeticiones de un grupo de frisos como la razón entre las longitudes de las partes coloreadas en verde y naranja de la barra correspondiente al grupo. Por otro lado, la parte coloreada en amarillo representa la proporción de modelos únicos del grupo.

El cuadro 6.2.2 contiene, para los grupos de frisos, el *porcentaje* de modelos distintos respecto del total de ejemplares, el *indicador medio de repetición* de los modelos que no son ejemplares únicos y el *máximo* número de ejemplares por modelo. Se observa que el grupo donde existen más repeticiones es el grupo Fmm, con un indicador medio de 3,59. Además, el máximo número de copias corresponde a ese mismo grupo, donde uno de los modelos aparece en 34 fachadas. Se trata de un diseño que simula una reja.

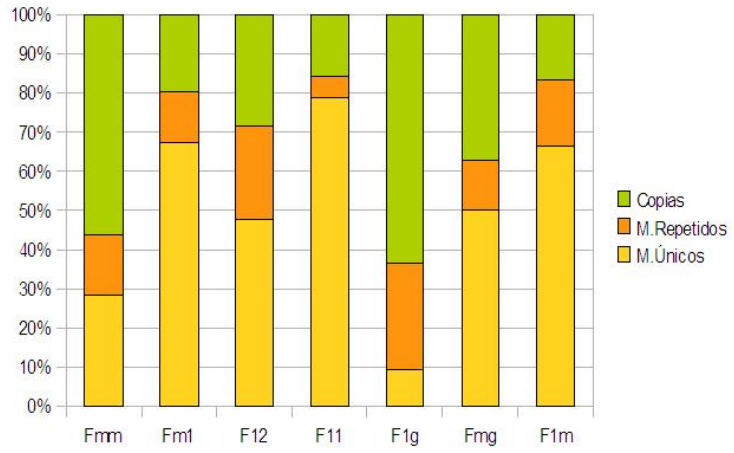


FIGURA 6.2.2. Repetición de los modelos de frisos

Repeticiones	$F11$	$F12$	$F1g$	$F1m$	$Fm1$	Fmg	Fmm
Porcentaje	0,84	0,71	0,36	0,83	0,80	0,63	0,44
I.Medio	3,00	1,20	2,33	1,00	1,50	3,00	3,59
Máximo	1	3	5	2	4	2	34

CUADRO 6.2.2. Indicadores de las repeticiones de los frisos

Es fundamental resaltar el riesgo de desaparición de algunos de los grupos de frisos, dado que el número de ejemplares o fachadas donde se encuentran es realmente escaso, y las intervenciones de mantenimiento no siempre se hacen con el criterio de preservar el esgrafiado existente. Así, los grupos que corresponden a menos de 10 ejemplares son y $F1m$ *y* Fmg con 6 y 8 ejemplares respectivamente y con 5 modelos distintos cada uno de ellos. Además, 4 de esos 5 modelos son modelos únicos, por lo que existe un peligro real de desaparición si no se protegen las fachadas que los acogen.

6.3. Distribución de los mosaicos

La distribución de los mosaicos esgrafiados que se han encontrado, en relación a su grupo de simetría, puede verse en el diagrama de barras de la figura 6.3.1, según los correspondientes datos contenidos en el cuadro 6.3.1.

Se aprecian grandes diferencias entre los números de mosaicos que corresponden a los distintos grupos, tanto en ejemplares, como en

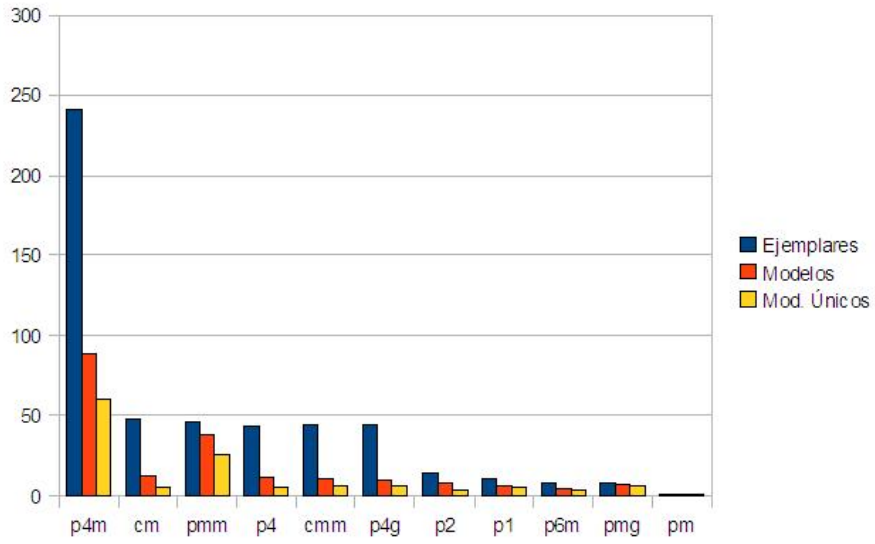


FIGURA 6.3.1. Distribución de los mosaicos por grupo de simetría

Grupo	Ejemplares	Modelos	Mod. únicos
$p1$	11	6	5
pm	1	1	1
cm	48	13	5
$p2$	14	8	3
pmg	8	7	6
pmm	47	38	25
cmm	45	11	6
$p4$	44	12	5
$p4g$	45	10	6
$p4m$	241	89	60
$p6m$	8	4	3
Total	512	199	125

CUADRO 6.3.1. Nº de mosaicos por grupo de simetría

modelos y modelos únicos. Así, el grupo $p4m$ contiene el 47 % de los ejemplares, seguido de los grupos cm, pmm, $p4$, cmm y $p4g$, con proporciones del 9 %, mientras que ninguno de los restantes grupos llega al 3 % del total de ejemplares. Uno de los resultados más llamativos está relacionado con el grupo pm: tan solo se ha encontrado un esgrafiado que lo represente. Un solo modelo, en una única fachada.

El recuento de los ejemplares de mosaicos según su grupo de simetría indica que se cumple solo parcialmente el principio de *máxima simetría* [**66**], según el cual deberían ser más frecuentes los mosaicos con mayor grado de simetría. El grupo $p4m$, que es uno de los que poseen mayor número de simetrías, es el más frecuente, con gran diferencia sobre los restantes. Sin embargo, hay otro grupo con un alto de grado de simetría, el $p6m$, que resulta muy poco frecuente en Segovia, pues solo se han encontrado 8 ejemplares entre todos sus modelos.

El análisis del número de los modelos encontrados en cada grupo proporciona los porcentajes de modelos distintos respecto del total de ejemplares del grupo, que oscilan entre el 22 % del grupo $p4g$ y el 88 % del grupo pmg, llegando al 100 % en el caso muy especial del grupo pm.

Modelos de mosaico únicos. Ya se ha comentado al comienzo del capítulo que la *escala* o tamaño no se considera como criterio diferenciador de los modelos. así, se han encontrado varios casos de mosaicos realizados a distinta escala que se han identificado como correspondientes a un mismo modelo. Quizás el ejemplo más claro sea el del torreón de Arias Dávila, adornado por bandas de un mosaico que repite el mismo modelo a distintos tamaños.

Otro aspecto a señalar está en relación con las direcciones de los modelos únicos. La *dirección postal* se ha utilizado como criterio fundamental para distinguir unos edificios de otros, y consecuentemente para contabilizar los distintos ejemplares. Así, un mismo modelo situado en dos edificios -dos direcciones postales distintas- se contabiliza como dos ejemplares. Este criterio tiene una excepción, a la hora de considerar un determinado esgrafiado como modelo único, pues, en caso de que dos direcciones postales correspondan a un solo edificio o a edificios colindantes, el esgrafiado se ha considerado modelo único. Así ocurre, por ejemplo, en el mosaico formado por *cruces*, de grupo $p4m$, ubicado en los números 2, 4 y 6 de la calle del Mal Consejo. Un caso similar es el del modelo de *conchas,* de grupo *cm,* que adorna dos fachadas colindantes (número 10 de la calle de Isabel la Católica y número 1 de la plaza del Corpus).

Del total de 199 modelos de *mosaicos*, 125 son *modelos únicos,* lo que corresponde a un porcentaje del 62,8 %. En relación con el número total de 512 ejemplares de mosaicos encontrados, el porcentaje de modelos únicos supone un 24,4 %.

Los frisos que son *modelos únicos* tienen una distribución heterogénea cuando se considera su grupo de simetría (cuadro 6.3.1). Así, la

proporción sobre el total de ejemplares hallados en el grupo varía desde el 10,4 % en *cm* hasta el 75 % en *pmg*, sin tener en cuenta el caso especial del grupo *pm*, donde este pocentaje es del 100 %, puesto que existe un único modelo y un único ejemplar en el grupo. En el grupo más frecuente, *p*4*m*, la proporción de modelos únicos respecto del total de ejemplares es del 24,9 %.

Repetición de los mosaicos. El estudio del número de modelos y de los modelos únicos de los mosaicos también permite conocer el indicador medio de repeticiones por grupo, que varía entre los valores 0,69 para el grupo *pmm* y 8,75 para el grupo *p*4*g*. Este indicador se ha calculado mediante la fórmula

$$\frac{n^{\underline{o}} \text{ de ejemplares - } n^{\underline{o}} \text{ de modelos}}{n^{\underline{o}} \text{ de modelos - } n^{\underline{o}} \text{ de modelos únicos}}$$

idéntica a la utilizada para los frisos, y su valor proporciona el número medio de repeticiones existentes para los modelos del grupo que no son ejemplares únicos. La figura 6.3.2 muestra un diagrama de barras apiladas con los porcentajes de modelos únicos, modelos (repetidos) y repeticiones de cada grupo de mosaicos. El índice de repeticiones de un grupo puede interpretarse visualmente como el cociente entre las longitudes de las partes coloreadas en verde y naranja de la barra correspondiente a dicho grupo. Por otra parte, la parte de la barra coloreada en amarillo indica la proporción de modelos únicos del grupo.

El cuadro 6.3.2 contiene, para cada grupo de mosaicos, el *porcentaje* de modelos distintos respecto del total de ejemplares, así como el *indicador medio* de repetición de los modelos que no son ejemplares únicos y el *máximo* número de ejemplares hallados para los modelos del grupo. El indicador medio no se aporta para el grupo *pm*, puesto que hay un solo modelo, en única fachada. Se observa que el grupo *p*4*g* es el que más repite sus modelos: el porcentaje toma el menor valor, lo que indica poca variedad de modelos, el indicador medio toma su valor más alto, de 8,75, lo que significa que los modelos de dicho grupo poseen muchas copias en distintas fachadas de la ciudad y el máximo alcanza también su mayor valor, de 20, para dicho grupo, indicando que uno de sus modelos es el más repetido y se encuentra en 20 fachadas de la ciudad. Se trata de un modelo basado en la figura más frecuente en la ciudad de Segovia: el *molinete*.

Es fundamental, como se ha hecho con los frisos, resaltar el riesgo de desaparición de algunos de los grupos de mosaicos, dado que el número de ejemplares o fachadas donde se encuentran es realmente escaso. Los

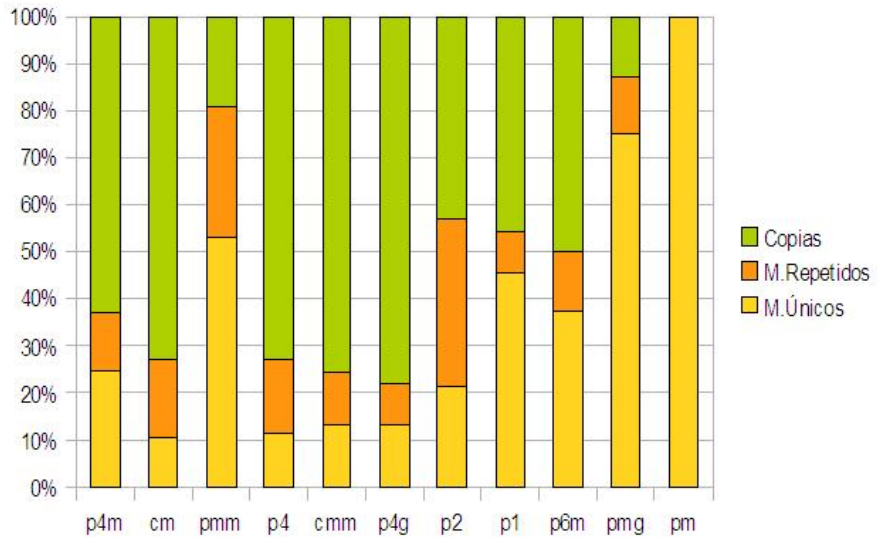


FIGURA 6.3.2. Repeticiones de los modelos de mosaicos

	$p4m$	cm	pmm	$p4$	cmm	$p4g$	$p2$	$p1$	$p6m$	pmg	pm
Porcentaje	0,37	0,27	0,81	0,27	0,24	0,22	0,57	0,55	0,50	0,88	1
I.Medio	5,24	4,38	0,69	4,57	6,80	8,75	1,20	5,00	4,00	1,00	–
Máximo	18	11	3	11	16	20	5	6	5	2	1

CUADRO 6.3.2. Indicadores de las repeticiones de los mosaicos

grupos con menos de 10 ejemplares son pmg y $p6m$ con 8 fachadas cada uno y pm que solo se encuentra en una única fachada. Si esos muros no se mantienen adecuadamente, preservando el esgrafiado existente, dichos grupos de simetría podrían desaparecer de la ciudad de Segovia.

Capítulo 7

Generación del modelo

Se analizan en este capítulo aspectos relacionados con las características de los modelos existentes que sean relevantes para constituir tradición en la ciudad, como *antigüedad* y *frecuencia*, o para influir en su correspondiente grupo de simetría, como la *preservación de la simetría del motivo*, la *colocación de la plantilla* que puede dar lugar a modelos distintos de los previstos, o la forma de obtener los *grupos de mosaicos no encontrados* en la ciudad.

7.1. Antigüedad

Conviene hacer un resumen de la antigüedad de los esgrafiados que se conservan actualmente: Se tiene constancia documental de que el modelo más antiguo es el de los círculos tangentes del Alcázar y del Torreón de Lozoya, aunque son muy pocos los vestigios que han llegado hasta nosotros. Del siglo XV son los esgrafiados del Torreón de Arias Dávila, y los del Torreón nororiental de la Casa de las Cadenas. Del siglo XVII, los de la Puerta de la Claustra y los existentes en los patios del Torreón de Lozoya y del Marqués del Arco. De finales del siglo XIX o comienzos del XX se conservan fachadas como las de la plaza del Corpus, nº 2 y 3, calle de Cervantes nº 5 y 7, plazuela del Potro nº 4, Hermanos Barral nº 5, o Almira nº 20. La inmensa mayoría de los esgrafiados pueden datarse en la segunda mitad del siglo XX, y algunos más recientes corresponden, en unos casos, a intervenciones de mantenimiento de la fachada, como en la calle Cervantes, nº 24, y en otros a rehabilitaciones, como las del Palacio Uceda-Peralta, sede de la Diputación Provincial y la del Palacio de los Castros, sede del Archivo Histórico Provincial.

7.2. Modelos tradicionales

A fin de conocer los diseños más característicos de la capital segoviana, se han seleccionado los modelos más frecuentes, que son el origen de una cuarta parte de los modelos, repetidos hasta representar casi la mitad

de ejemplares. Estos motivos son merecedores de la denominación *tradicional de Segovia*, porque su presencia en muchos lugares de la ciudad los convierte en familiares para sus habitantes y característicos de su fisonomía arquitectónica y estética.

El cuadro 7.2.1 contiene la denominación de los formas o elementos figurativos, el número de variantes o modelos distintos que originan, el número de esgrafiados y el número de grupos de simetría que corresponde a cada denominación. Se han seleccionado aquellos que tienen más de 10 ejemplares o copias de esgrafiado.

Hay que destacar la figura denominada *molinete*, que determina 26 variantes o modelos distintos, con un total de 74 ejemplares y 6 grupos de simetría. A continuación se encuentran las *hojas,* las *rosas lobuladas*, las *rosas de doble hoja* y los *círculos tangentes*, que superan los 20 ejemplares cada uno de ellos.

Forma	Nº Ejemplares	Nº Modelos distintos	Nº Grupos de simetría
Molinetes	74	26	6
Hojas	21	12	7
Rosas lobuladas	21	7	2
Rosas de doble hoja	20	2	2
Cruces perforadas	17	2	2
Círculos tangentes	16	2	1
Escamas	16	2	1
Losanges	16	2	1
Trama con velas	15	3	1
Círculos secantes	14	2	1
Rosacruz	14	2	1
Huesos	13	2	2
Cuatro figuras	12	2	2
Círculos enlazados	12	1	1
Rosas de 12 pétalos	11	2	1
Ladrillo fingido	11	2	1

CUADRO 7.2.1. Modelos más frecuentes

Molinetes. Los motivos denominados *molinetes* son los más frecuentes en la ciudad de Segovia. Originan 26 modelos o variantes, que se repiten hasta alcanzar un total de 74 esgrafiados, y determinan 6 grupos de simetría. El resultado global del esgrafiado depende en parte

de las características del *molinete* que se haya utilizado como figura de repetición o germen del modelo.

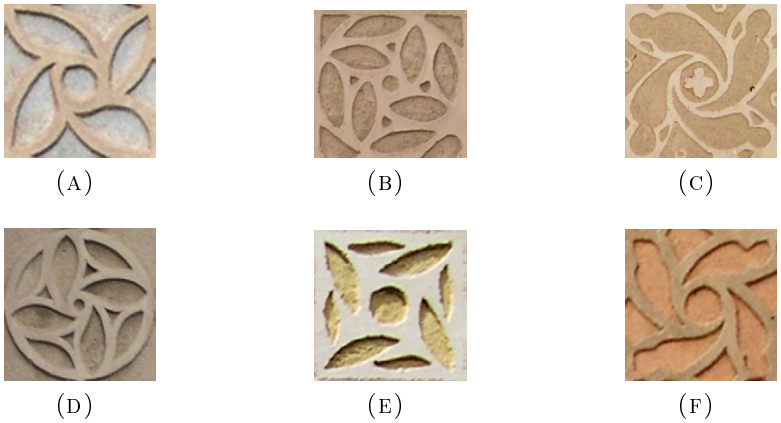


FIGURA 7.2.1. Distintos tipos de *molinetes*

Una de las características a considerar es el *sentido de giro*, pues aparentan ser molinetes que van a girar con ayuda del viento: En algunos casos, los *molinetes* parecen preparados para girar en el sentido de las agujas del reloj (figura 7.2.1 A, B y C) y en otros simulan girar en sentido contrario (figura 7.2.1 D, E y F).

Por otra parte, es preciso tener en cuenta la *complejidad* de su diseño: Este puede ser muy sencillo (figura 7.2.1 A), o con una segunda capa de aspas que completa una figura que lo enmarca, ya sea un círculo (figuras 7.2.1 B y 7.2.1 D) o un cuadrado (figura 7.2.1 E) e incluso pueden ser de mayor complejidad, con las aspas en forma de figura "viva" alargada con una especie de cabecilla final (figuras 7.2.1 C y 7.2.1 F). El tamaño del circulo que forma su centro es variable y a veces está ocupado por una cruz o algún otro motivo (figura 7.2.1 C).

Considerado como figura independiente, en todas las variantes anteriormente mencionadas el *molinete* es una roseta de grupo C_4, que contiene giros de orden 4 y ninguna reflexión.

También es relevante distinguir entre las diversas posiciones del molinete, dependiendo del ángulo que formen las aspas con la vertical. Ello afecta a la sensación de estabilidad o equilibrio que el diseño transmite al observador. En algunos casos (figura 7.2.3) el modelo parece estar mal ejecutado o torcido, debido a que las rosas que se forman en los espacios, más visibles que los propios *molinetes*, poseen unos ejes de reflexión poco naturales, que no siguen las direcciones

vertical, horizontal ni diagonal, sino que forman un pequeño ángulo con las mismas.

Otro aspecto a tener en cuenta es la forma de ejecución, tanto por la manera en que el operario ha ido colocando la plantilla a lo largo del muro como por el hecho de que los bordes de la misma se hayan señalado y aparezcan visibles, integrándose en el diseño. Ambas situaciones afectan al resultado y al aspecto final del ornamento. Un mismo molinete es un motivo generador de distintos grupos de frisos y mosaicos, según la composición elegida. A veces el *molinete* es una *región unidad* del diseño, otras es una *región mínima.*

Combinando las características de la plantilla y su forma de colocación, se han encontrado varios tipos de fachada, que corresponden a distintos grupos de simetría.

- La plantilla, formada por un solo *molinete*, se traslada siguiendo la dirección horizontal. Resulta una greca con una alineación o sucesión de molinetes que giran todos en el mismo sentido. Figura 7.2.2. Corresponde al *friso* $F12$, con medio molinete como región *mínima.*



FIGURA 7.2.2. Friso $F12$ con una sucesión de molinetes

- La plantilla, formada por un molinete, se traslada tanto en horizontal como en vertical sobre el muro. El resultado es un *mosaico* $p4$, donde los *molinetes* son apreciables a primera vista y parecen girar todos en el mismo sentido. Figura 7.2.3.



FIGURA 7.2.3. Mosaico $p4$ basado en el molinete.

- La plantilla, formada por un molinete, se da la vuelta en cada movimiento, colocándose por el lado contrario, tanto vertical como horizontalmente. Se generan así reflexiones de ejes horizontales y verticales y las formas que surgen adquieren el mayor protagonismo, quedando los molinetes en un segundo plano en cuanto a visibilidad. Es necesario un esfuerzo de atención para poder distinguirlos. Resulta un *mosaico* $p4g$, como el de la figura 7.2.4, donde se requiere una agrupación de cuatro molinetes (2×2) para una región *unidad* traslacional.



FIGURA 7.2.4. Mosaico $p4g$ basado en el molinete.

- Se aprecian los bordes horizontales de la plantilla, pero no los verticales. La plantilla quizás esté formada por cuatro molinetes (2×2), con sentidos de giro alternos. El mosaico tiene reflexiones de ejes verticales y horizontales, que sugieren ramas y formas vegetales muy visibles a primera vista y que roban el protagonismo a los *molinetes.* El resultado global es un *mosaico* pmm, con un molinete como región *mínima*. Figura 7.2.5.

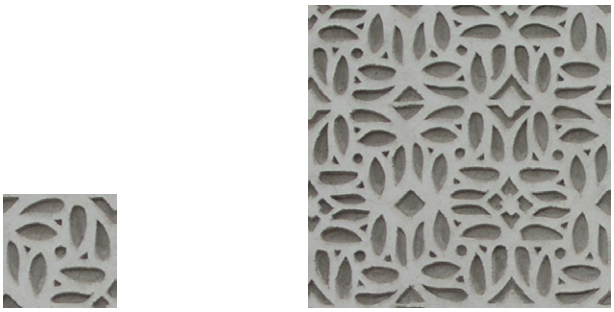
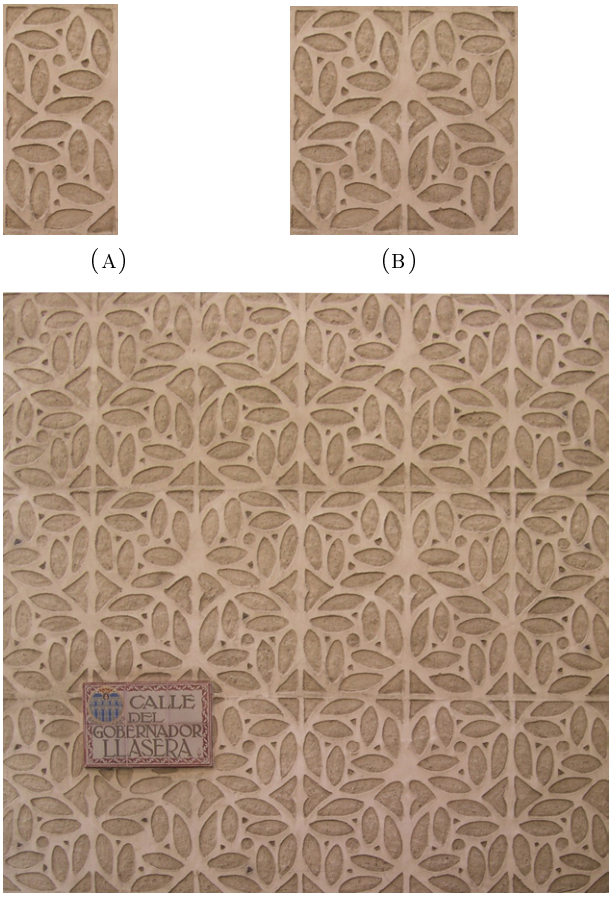


FIGURA 7.2.5. Mosaico pmm basado en el molinete.

- La plantilla está formada por dos *molinetes* y el operario la voltea solo en cada movimiento horizontal sobre el muro. Se crean así ejes de reflexión verticales, surgiendo a la vista formas del reino vegetal que hacen que la figura del molinete resulte difícil de apreciar. Además, cada una de las líneas horizontales que forman los bordes de la plantilla, se convierte en un eje de

deslizamiento. Se obtiene un *mosaico pmg*, donde el molinete es una región *mínima*, y cuya región *unidad* traslacional contiene cuatro *molinetes*. Figura 7.2.6.



(A) (B)

(C)

FIGURA 7.2.6. (A) Plantilla (B) *Región unidad* (C) Mosaico *pmg*.

En relación con la antigüedad del motivo inicial *molinete* utilizado en el esgrafiado segoviano, es preciso señalar que aparece en la ornamentación gótica del siglo XV [**93**] y que era frecuentemente utilizado en las yeserías adornadas al gusto mudéjar en palacios y edificaciones durante el reinado de Enrique IV: Desde que en 2005 se abrió al público el monasterio de San Antonio el Real, rehabilitado por el arquitecto Alberto García Gil, pueden contemplarse los ricos artesonados que adornan las bóvedas de sus capillas. En una de

ellas se conservan pinturas de la época, con diversos temas, entre los cuales aparece el *molinete*, figura 7.2.7, tanto aisladamente (A) como combinado con otros (B). Es evidente la gran semejanza entre estas pinturas y los esgrafiados que tienen el *molinete* como motivo inicial. Otro ejemplo de pintura con este diseño es el lienzo situado tras la imagen de Santo Domigo de Guzmán, del siglo XV, mostrada en la figura 7.2.8, que se conserva en la Cueva de Santo Domingo, anexionada al convento de Santa Cruz la Real.



(A) (B)

FIGURA 7.2.7. Pinturas sobre madera con el *molinete* como motivo básico. Monasterio de San Antonio el Real



(A) (B)

FIGURA 7.2.8. Pintura con diseño basado en el *molinete*. Cueva de Santo Domingo

Hojas. Un motivo muy frecuente en Segovia es el denominado *hojas*, con diversas variantes, originando 12 modelos distintos, que se

repiten en 21 ejemplares y dan lugar a 7 grupos de simetría. El resultado depende de las características de la plantilla y de la colocación de ésta sobre el muro. El motivo inicial está formado por un rosa de cuatro pétalos, con dos hojas a cada lado, de dos tamaños.

Las variantes consisten en la forma de las hojas, que pueden ser más o menos elongadas, su disposición y el relleno de la hoja central. En algunos casos, el motivo se completa con otros elementos como pequeños puntos o figuras elongadas que simulan hojas.

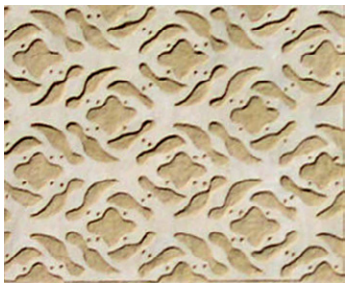
En la figura 7.2.10 se muestran modelos representantes de los 5 grupos de simetría de mosaicos y de los 2 grupos de frisos con el motivo generador denominado *hoja*. En la mayoría de los casos, ésta se encuentra colocada en horizontal, y solo en dos casos aparece en vertical. Hay que resaltar que uno de los mosaicos (figura 7.2.10 D) es el único representante de su grupo, *pm*, y es también ejemplar en una única fachada. Se observa que los bordes de la plantilla rectangular se han marcado, integrándose en el diseño. Además, los espacios se han rellenado con aspas.



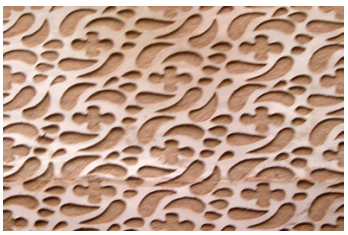
(A) (B) (C)

FIGURA 7.2.9. Pintura mudéjar sobre madera con el motivo *hoja*

En cuanto a la antigüedad del motivo, los artesonados de la Hospedería mudéjar (figura 7.2.9 A) y del Monasterio de San Antonio el Real (figura 7.2.9 B y C), recientemente restaurados, contienen pinturas con el motivo *hoja*, probablemente de la época de Enrique IV. En el Monasterio se utiliza ese mismo motivo de la *hoja* en la filigrana de sus yeserías. También aparece en los dibujos del Alcázar realizados por José María Avrial antes de que éste sufriera el incendio del siglo XIX [**91**].



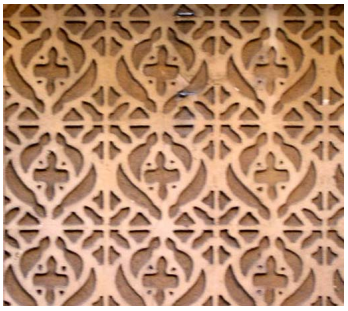
(A) Mosaico *pmg*



(B) Mosaico *p1*



(C) Mosaico *p2*



(D) Mosaico *pm*



(E) Mosaico *cm*



(F) Friso *F12*

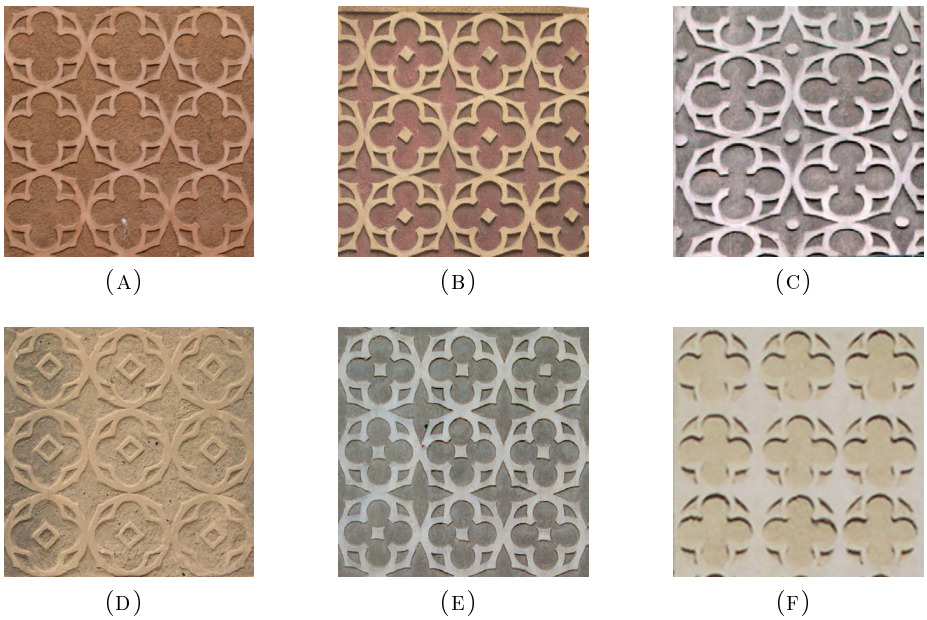


(G) Friso *Fmg*

FIGURA 7.2.10. Hojas

Rosas lobuladas. En 21 fachadas aparece un motivo inicial formado por un círculo apuntado que enmarca una *rosa* lobulada con cuatro pétalos, con variantes que dan lugar a 7 modelos y 2 grupos de simetría. El mismo motivo se encuentra en elementos ornamentales de las catedrales góticas, como rejas y yeserías. Las diversas variantes de esta familia pueden verse en la figura 7.2.11; junto a los casos más sencillos (A, F) se encuentran otros derivados de ellos al añadir algún elemento adicional como un pequeño rombo o cuadrado en el centro de la rosa, círculos en los espacios intersticiales, o cuadrados enlazando

las rosas vecinas. Considerando la rosa lobulada aisladamente, en todos los casos corresponde a una roseta de grupo D_4.



(A) (B) (C)

(D) (E) (F)

FIGURA 7.2.11. *Rosas lobuladas*



FIGURA 7.2.12.

Rosas de doble hoja. Se han contabilizado 20 ejemplares del motivo denominado rosa de doble hoja (figura 7.2.12), 19 de los cuales corresponden a un mismo modelo de mosaico, de grupo $p4m$, y el otro a un friso Fmm. El motivo generador es una rosa de 8 pétalos, dispuestos en dos capas de 4 pétalos cada una. Considerada como figura aislada, corresponde a una roseta de grupo de simetría D_4, con cuatro giros y cuatro reflexiones. En los mosaicos, las rosas están dispuestas consecutivamente, tanto en dirección horizontal como en vertical. En el friso, solo hay una alineación horizontal de rosas.

Cruces perforadas. Se han encontrado 17 ejemplares, de 2 modelos basados en una cruz con los brazos perforados por agujeros de pequeño tamaño. La variante consiste en horadar solamente dos de los cuatro brazos de la cruz. Se da la circunstancia de que esta variante

solo se ha encontrado en la fachada de un edificio, que contiene el modelo de cuatro agujeros en su fachada trasera, lo que hace pensar en un error de ejecución, más que en una variante realizada con un propósito concreto. Ambos modelos corresponden a grupos de simetría distintos, a saber, el de cuatro agujeros es un mosaico $p4m$, mientras que el de dos agujeros es un mosaico pmm. Figura 7.2.13.



(A) (B)

FIGURA 7.2.13. Mosaicos basados en *cruces perforadas*

Círculos tangentes. El diseño basado en círculos tangentes (figura 7.2.14) es el más antiguo, y aparece en 16 fachadas, entre ellas el Alcázar y el Torreón de Lozoya.



(A) (B)

FIGURA 7.2.14. Mosaicos basados en *círculos tangentes*

En los ejemplares más antiguos se colocaban pedazos de escoria en los puntos de encuentro de los círculos, que tenían la capacidad de mejorar el comportamiento del revoco ante los cambios de temperatura. La otra variante, que aparece en una sola fachada, enlaza los círculos mediante pequeñas elipses. Los pedazos de escoria no se han tenido en cuenta al

clasificar los modelos, que corresponden, en las dos variantes, al grupo de simetría *mosaico p4m*.

Escamas. Este diseño ya se utilizó en la antigua cultura china [**93**]. Se han encontrado dos variantes entre los modelos basados en este motivo (figura 7.2.15). Una de ellas contiene la escama más sencilla, y la otra variante consiste en unos pequeños círculos que se superponen al dibujo de la escama. En algunos casos, el sector circular de la escama queda hacia la parte de arriba, en otros hacia abajo, pero ambos diseños se han considerado equivalentes. Se han encontrado un total de 16 fachadas o ejemplares, entre las cuales destaca el torreón de Arias Dávila, y corresponden a un mismo grupo de simetría: *mosaico cm*.



(A) (B)

FIGURA 7.2.15. Mosaicos basados en la *escama*



FIGURA 7.2.16. Losange

Losange. Consiste en una trama de líneas rectas o ligeramente onduladas que se cortan, a modo de celosía, formando rombos, con pequeñas perforaciones en su vértices (figura 7.2.16). Puede verse en 16 fachadas, y todas corresponden a un único grupo de simetría, *mosaico cmm*.

Trama romboidal con velas. Este diseño consiste en un losange o entramado de líneas curvas, con los rombos ocupados por figuras en forma de vela. Sus variantes (figura 7.2.17) dependen de muy pequeñas diferencias entre las velas, que son de tres tipos, originando los tres modelos encontrados, que dan

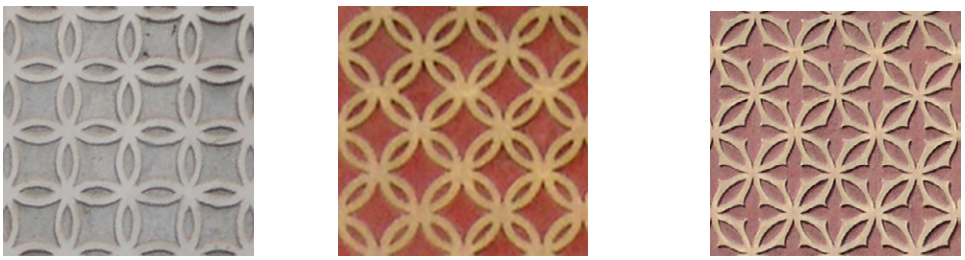
lugar a 15 ejemplares repartidos por la ciudad. El grupo de simetría es, en todos los casos, *mosaico cm*.



(A) (B) (C)

FIGURA 7.2.17. Mosaicos basados en rombos rellenos con una figura en forma de *vela*

Círculos secantes. Estos modelos de geometría muy simple pueden considerarse como la superposición de dos capas, cada una de ellas formada por un diseño de círculos tangentes, desplazadas ambas capas convenientemente. Este diseño ya se utilizaba en la antigua cultura china [**93**]. En algunos de los modelos del esgrafiado segoviano hay pedazos de escoria en los puntos de encuentro de los círculos, que mejoran el comportamiento del mosaico ante los cambios de temperatura. Aparece en 14 fachadas, entre las cuales destaca por su antigüedad la de la Iglesia de Santa Cruz la Real.



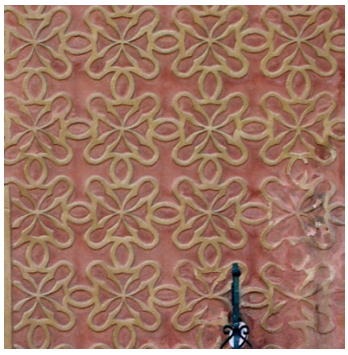
(A) (B) (C)

FIGURA 7.2.18. Mosaicos basados en *círculos secantes*

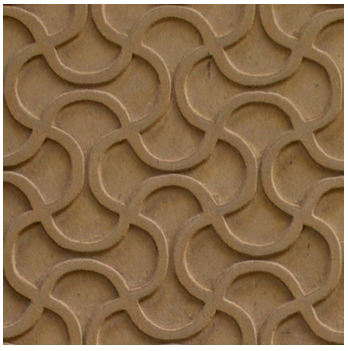
En la figura 7.2.18 se muestran las dos variantes encontradas, una de ellas formada por círculos (A, B), y otra que resulta al colocar cuatro pequeños picos a cada círculo (C), como si se pretendiese

convertirlo en un cuadrado añadiéndole los vértices. En el caso más sencillo, de diseños formados por círculos, varía la disposición relativa de los círculos situados en las distintas alineaciones, y de ello depende que se aprecien más fácilmente o no las rosas de cuatro pétalos que determinan; dichas rosas tienen los pétalos, en unos casos, siguiendo las direcciones naturales del muro, verticales y horizontales (A), mientras que en otros casos forman $45^{\underline{o}}$ con las mismas (B). La percepción del espectador es muy distinta en ambos casos, aunque el grupo de simetría es el mismo, pues en la clasificación de un mosaico no se distinguen las direcciones "naturales" de las demás. Ambas variantes corresponden al grupo de simetría *mosaico p4m*.

Rosacruz. Aparece en 14 fachadas, y consiste en una rosa de ocho pétalos con una cruz central (figura 7.2.19 A). En todos los casos, las rosas se disponen compartiendo cuatro pétalos con sus vecinas. Hay una variante, que añade rombos de pequeño tamaño en los espacios, con un único ejemplar. Por tanto, hay 2 modelos, ambos con el mismo grupo de simetría, *mosaico p4m*.



(A)



(B)

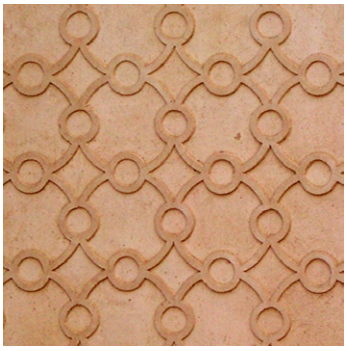
FIGURA 7.2.19. Mosaicos tradicionales (A) *Rosacruz* (B) *Huesos*

Huesos. Consiste en un entramado de líneas onduladas, que se cortan formando soles de cuatro brazos curvados (figura 7.2.19 B). Se aprecian figuras en forma de hueso, alternando su posición, unos horizontales y otros verticales. Se ha encontrado en 13 fachadas, algunas tan relevantes como el torreón de Arias Dávila. Solo hay un modelo y un único grupo de simería, *mosaico p4g*.

Cuatro figuras. Este modelo (figura 7.2.20 A) está formado por círculos que contienen cuatro figuras, dispuestas circularmente a modo de persecución, transmitiendo la sensación de movimiento por giro. Cada uno de los círculos puede considerarse aisladamente como una roseta de grupo de simetría C_4, que posee cuatro giros de orden 4. Hay 12 ejemplares, y se originan dos grupos, *mosaico* $p4$ y *friso* $F12$.



(A)



(B)

FIGURA 7.2.20. Mosaicos tradicionales (A) *Cuatro figuras* (B) *Círculos enlazados*

Círculos enlazados. Este modelo (figura 7.2.20 B) se basa en círculos tangentes que están conectados mediante círculos de menor tamaño, situados en sus puntos de encuentro. Aparece en 12 muros, algunos en patios como en la Casa de la Tierra. Solo se ha encontrado un modelo, que corresponde a un único grupo de simetría, *mosaico* $p4m$.

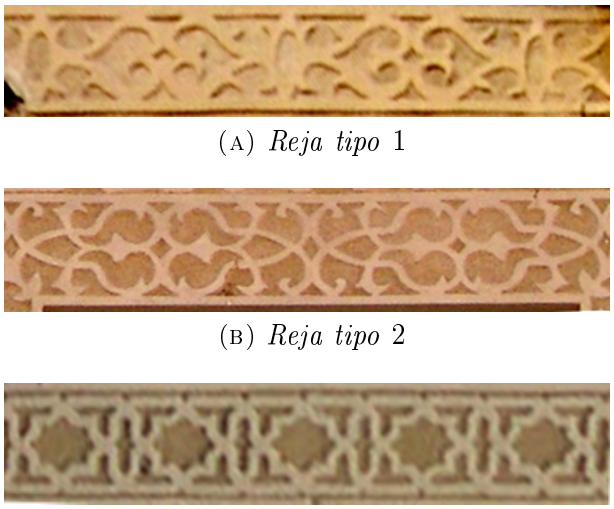
Rosas de 12 pétalos. Consta de rosas de cuatro pétalos triples, dispuestas consecutivamente. Se han contabilizado 2 variantes, 11 ejemplares y un único grupo de simetría, *mosaico* $p4m$. Cubre monumentos tan significativos como el palacio de la Alhóndiga y el palacio del Conde de Alpuente. Figura 7.2.21.

Ladrillo fingido. Como su nombre indica, este modelo simula ladrillo. En la mayoría de los casos, forma franjas simulando una doble hilada, que delimita otros modelos de esgrafiado, como por ejemplo en el Torreón de la Casa de las Cadenas, el Torreón de Arias Dávila o el Palacio del Conde de Cheste. Se han contabilizado 11 fachadas con este modelo, aunque probablemente hay muchas más, pues a simple vista es difícil distinguirlo del verdadero ladrillo. Determina un *mosaico cmm*.



(A) (B)

FIGURA 7.2.21. Mosaicos con *rosas de* 12 *pétalos*



(A) *Reja tipo* 1

(B) *Reja tipo* 2

(C) *Sucesión de estrellas*

FIGURA 7.2.22. Frisos más frecuentes

Frisos. En cuanto a los motivos utilizados solamente en los frisos, destacan la *reja tipo*1, con una frecuencia de 34 ejemplares, sin duda el modelo de friso más repetido en la ciudad, seguido del modelo denominado *sucesión de estrellas*. En una gran parte de las grecas, el modelo simula una reja. El denominado *reja tipo* 1 (figura 7.2.22 A) aparece en 34 fachadas, y es el modelo de greca más frecuente en la ciudad de Segovia. Le sigue el modelo reja tipo 2, (figura 7.2.22 B) encontrado en 16 fachadas. Ambas determinan un mismo grupo de

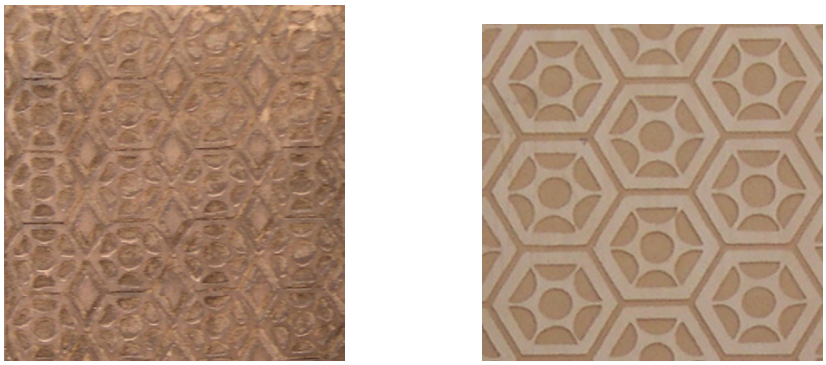
simetría, *friso Fmm*. El modelo de greca denominado *sucesión de estrellas* consiste en la sucesión de un motivo con forma de estrella, alternándose con otro en forma de elipse vertical (figura 7.2.22 C). Aparece en 12 fachadas y corresponde al grupo de simetría *friso Fmm*.

7.3. Preservación de la simetría del motivo

En muchos esgrafiados, tanto mosaicos como frisos, hay un motivo que se distingue claramente como figura con entidad propia dentro de la composición global, y que se aprecia repetidamente, distribuido regularmente en el esgrafiado. En algunos casos el resultado de la composición preserva las simetrías del motivo, mientras que en otros casos no es así y el espectador percibe un resultado global con menor simetría que el motivo individual. Así ocurre en los siguientes casos:

Retícula inadecuada:

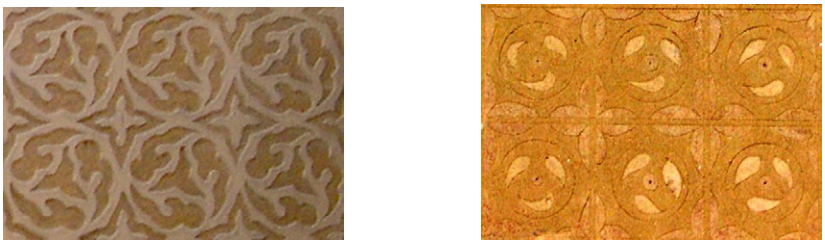
- El mosaico situado en el número 9 de la calle de la Herrería (figura 7.3.1 A), corresponde al grupo *pmm* y no posee los giros de orden 6 del hexágono que es su motivo generador (roseta de grupo D_6). Una variante del mismo (figura 7.3.1 B) es el esgrafiado reciente del número 2 de la calle del Pozuelo, con un hexágono muy parecido al anterior, donde sí se preserva la simetría hexagonal por una disposición conveniente de los hexágonos, resultando un mosaico *p6m*.



(A) (B)

FIGURA 7.3.1. (A) Esgrafiado en Herrería, que ha perdido los giros de orden 6 del motivo hexagonal (B) Esgrafiado en Pozuelo, que conserva la simetría del hexágono.

- En el esgrafiado encontrado en el número 25 de la calle de Cervantes (figura 7.3.2 A), repetido en otras fachadas, el motivo generador es un círculo relleno con tres gotas elongadas, que, considerado individualmente, es una roseta de grupo C_3, cuyos giros de orden 3 no se preservan en el mosaico. Si se colocaran los motivos según una retícula triangular, prescindiendo de la rosa de 4 pétalos que rellena los espacios, resultaría un mosaico $p3$, con la misma simetría rotacional del motivo.

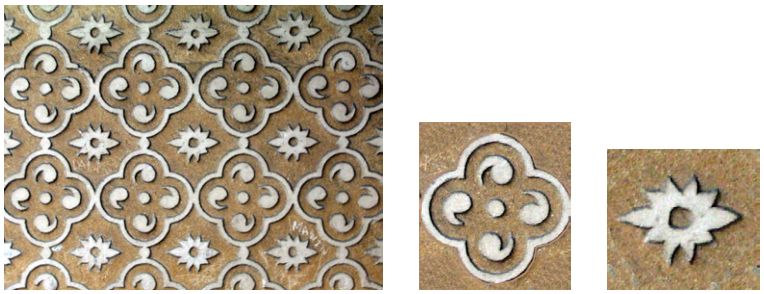


(A) (B)

FIGURA 7.3.2. Esgrafiados que no preservan los giros de orden 3 del motivo.

- El motivo de tres gotas enmarcadas en un círculo, posee una simetría rotacional de orden 3, (grupo C_3), que no se preserva en el esgrafiado encontrado en la Iglesia de San Nicolás (figura 7.3.2 B). Situando los motivos con una retícula triangular, y evitando marcar los bordes rectangulares de la plantilla, podría resultar un mosaico $p3$, con la misma simetría rotacional del motivo.

Motivos con simetrías contrapuestas: El esgrafiado de la figura 7.3.3, ubicado en la entrada del I.E.S. La Albuera, muestra un modo de ruptura de simetría del mosaico final mediante la reunión en un mismo diseño de dos figuras que, individualmente, tienen mayor simetría. Aquí se ha utilizado, por un lado, una rosa lobulada (figura 7.3.3 B) rellena con cuatro gotas, que corresponde al grupo C_4, y por otro, una figura elíptica que recuerda un *ojo*, de grupo de simetría D_1 (figura 7.3.3 C). El resultado global es un mosaico $p2$, de menor simetría que cada una de las dos capas subyacentes que virtualmente componen el esgrafiado: la capa con todas las rosas lobuladas correspondería al grupo $p4$, y la capa con todos los *ojos* al grupo *pmm*.



(A) (B) (C)

FIGURA 7.3.3. Mosaico de grupo $p2$ en el IES La Albuera, Juan de Borbón 23.

Colocación irregular de la plantilla: Hay varios ejemplos donde la plantilla parece estar colocada sin seguir ninguna pauta o regularidad. Así ocurre, por ejemplo, en la franja 3, parte izquierda, del torreón de la casa de las Cadenas, y en los muros superiores de la galería en el patio del Palacio del Conde de Cheste. En ambos casos el motivo es el *molinete*, cuyo sentido de giro varía aleatoriamente, por lo cual el modelo no tiene la necesaria regularidad en la repetición para poder considerarlo un mosaico periódico. El observador puede percibir una cierta sensación de desorden al contemplar dichos esgrafiados.

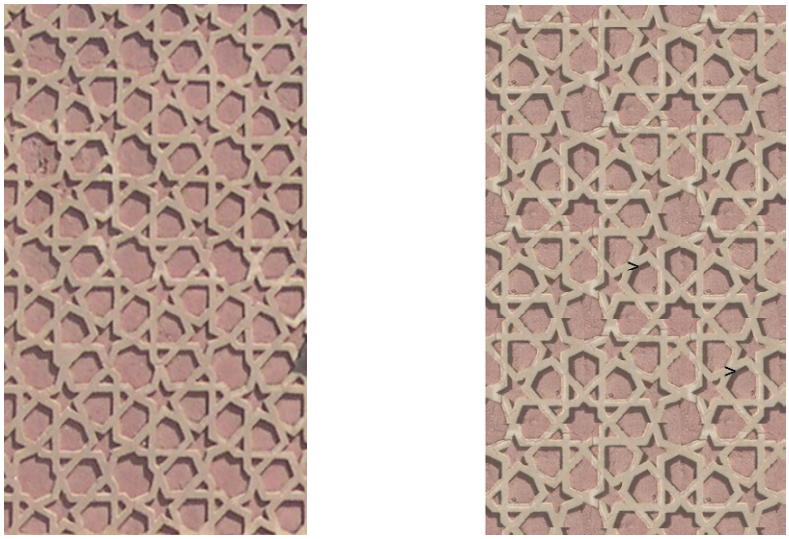
7.4. Modelos imprevistos

La plantilla que se utiliza para ejecutar el esgrafiado puede generar distintos diseños, según la colocación de la plantilla sobre el muro. El operario puede, por ello, influir decisivamente en el resultado obtenido y en ocasiones aparecen inesperadamente modelos distintos a los que se habían planificado. Bastan los siguientes ejemplos para probarlo.

- Fachada en el número 21 del paseo de Ezequiel González. En la fachada principal el modelo consiste en cruces enlazadas, con perforaciones en dos de sus brazos. En la fachada trasera puede verse el mismo modelo de cruces, aquí con perforaciones en sus cuatro brazos. Este último diseño aparece repetido en muchas otras fachadas, mientras que el primero es el único ejemplar de ese tipo. Parece más que probable que el de perforaciones en solo dos brazos sea simplemente un olvido de los operarios que lo realizaron. El modelo previsto corresponde a un mosaico

$p4m$, mientras que el inesperado constituye un mosaico pmm, de menor simetría. Figura 7.2.13.

- Fachadas en el barrio del Carmen. El esgrafiado resultante (figura 7.4.1 A), tiene un diseño cuyo grupo de simetría es un mosaico cmm. Con la misma plantilla se puede conseguir otro resultado bien distinto, mosaico $p4m$, cuyo diseño corresponde a la página 22 de la publicación [**41**]. A partir de esta imagen se ha realizado una simulación del diseño, de inspiración mudéjar, que probablemente es la que se había previsto (figura 7.4.1 B). En el esgrafiado existente solo hay líneas rectas según una de las diagonales, mientras que en el simulado se aprecian líneas siguiendo ambas diagonales. De esa forma se entrecruzan mayor número de líneas y se generan nuevas estrellas, además de producirse un notable incremento de la simetría, al poseer giros de orden 4.



(A) Grupo cmm (B) Grupo $p4m$

FIGURA 7.4.1. (A) Esgrafiado en Santa Teresa de Jesús 9 y en Cronista Enríquez 19 y 21. (B) Diseño previsto.

- Patio de los Condes de Aguilar, en el número 4 de la calle Eulogio Martín Higuera (figura 7.4.2). Tres de los muros del patio se encuentran recubiertos por el mosaico cmm, mientras que en uno de los muros aparece el mosaico pmm. Ambos utilizan la misma plantilla, y el resultado final depende de la colocación de la misma en cada hilera horizontal, en relación

con el diseño de la hilera situada inmediatamente debajo de ella.



(A) Grupo *cmm* (B) Grupo *pmm*

FIGURA 7.4.2. Patio del Palacio de los Aguilar, en la calle Eulogio Martín Higuera 4 (A) Los motivos, verticalmente, se encuentran en posición alterna (B) Los motivos están alineados verticalmente.

7.5. Influencia del color en el grupo de simetría

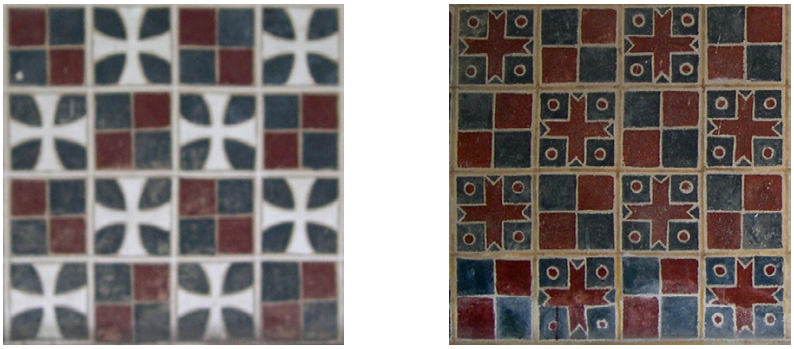
Los esgrafiados realizados con una sola capa de mortero aparentan dos tonalidades de color, que suele corresponder a tonos ocres, aunque la totalidad del mortero que se aplica contenga un solo color. El dibujo se perfila gracias a la diferencia de textura entre las partes más lisas de la capa superficial, más claras y las zonas raspadas y más rugosas del fondo, que presentan el color más oscuro.

Son más abundantes los esgrafiados con dos capas de mortero, que suelen tener un mayor contraste en sus tonos de color. Así, la mayoría de los esgrafiados de Segovia presentan una capa superior de tono beige o blanco, mucho más claro que el fondo, que varía entre el ocre y el granate. Hay alguna excepción donde el fondo es más claro que la capa superior.

Los esgrafiados de inspiración renacentista del siglo XVII que aún se conservan, tienen escaso relieve y la capa superior es blanca, destacando sobre el fondo, de color gris oscuro. Estos esgrafiados se realizaron

con acabado a la cal, con una primera capa de mortero oscura, quizás mezclada con paja quemada, y una capa superior de cal, muy fina y flexible. Así, el resultado es más parecido a un dibujo, de fino detalle, que los otros esgrafiados.

La orden de la Alcaldía de cubrir las fachadas con esgrafiado, para mejorar el aspecto de deterioro que presentaban las viviendas de la calle Real y Plaza Mayor en 1855, fue seguida de unas bases redactadas por la Comisión de Policía Urbana y publicadas el 21 de julio del mismo año con instrucciones concretas para la puesta en práctica de los revoques, que aconsejaban colores claros para dar mayor luminosidad a las fachadas. Puede decirse que los esgrafiados segovianos tienen uno o dos colores. Ello es cierto casi para la totalidad, pues en muy pocos casos el esgrafiado simula un zócalo formado por baldosas o azulejos, presentando tres colores puros: azul, rojo y blanco. En el museo Rodera Robles se conservan antiguos esgrafiados que forman zócalos en sus salas con estas características. Sus diseños son geométricos, con rombos, círculos y rosas sencillas coloreados con dos o tres tonos de los colores citados.



(A) $p4g$ (B) pmm

FIGURA 7.5.1. Mosaicos de colores puros en el interior del Museo Rodera Robles, San Agustín 12

Se han encontrado solo otros dos esgrafiados con colores puros (azul y rojo) y diseño similar a los de dicho museo, ambos en portales de entrada, uno en el número 11 de la plaza de la Merced, diseñado por el arquitecto José Miguel Merino en 1967, y otro en el número 8 de la calle de Juan Bravo, construido en 1981. La selección de los colores, así como la disposición de los mismos en el dibujo, ha influido decisivamente en el

resultado global, lo que se traduce en los diferentes grupos de simetría obtenidos. En el caso del mosaico de la figura 7.5.1 A, los cuadrados coloreados en rojo siguen diagonales que van alternándose, mientras que en el caso de la figura 7.5.1 B, siguen siempre la misma diagonal. Así pues, la elección de los cuadrados que deben ser coloreados en rojo en la figura 7.5.1 hace que los mosaicos correspondan a distintos grupos de simetría, $p4g$ y pmm, respectivamente.

En un esgrafiado más reciente, ubicado en la fachada principal de la Casa del Sol, que acoge el Museo de la Ciudad -calle del Socorro, número 11-, el color es una característica decisiva al identificar el grupo de simetría del modelo. El friso (figura 7.5.2) está constituido por una sucesión de un mismo motivo, de forma trapezoidal, que en cada paso de su colocación en el muro invierte tanto la forma como el color. Así, un trapecio tiene el fondo ocre y la capa exterior en color beige, y el siguiente trapecio tiene el fondo beige y la capa exterior en color ocre. El diseño, además de la familia de traslaciones, solo tiene reflexiones transversales, constituyendo un friso de grupo $Fm1$. Si se considerase solamente el trazo del diseño, sin tener en cuenta el cambio de color, el modelo tendría, además de las reflexiones transversales, un deslizamiento longitudinal, correspondiendo al grupo Fmg. Al utilizar el color de esta manera se ha realizado una pérdida de simetría, eliminando el deslizamiento.



FIGURA 7.5.2. Esgrafiado en Socorro 11

7.6. Los restantes grupos de mosaicos

A pesar de los esfuerzos y el tiempo dedicado a la búsqueda de modelos de mosaicos de todos los posibles grupos, tanto en fachadas al exterior -visibles para cualquier caminante-, como en patios, entradas o interiores -de acceso restringido-, algunos de ellos no se han encontrado. Tampoco hay vestigios -en documentos, dibujos o fotografías- de que hayan existido en otra época. Se trata de los siguientes grupos de mosaicos:

- pg, pgg, $p3$, $p3m1$, $p31m$ y $p6$.

Algunos autores [**120**] proponen una teoría sobre la preferencia de la cultura occidental por los modelos de simetría de trama rectangular,

mientras que los de retícula hexagonal o triangular son más apreciados en las culturas orientales. Ello podría explicar la ausencia, entre los esgrafiados segovianos, de modelos de los tres grupos con giros de orden 3, y de uno de los dos existentes con giros de orden 6. A este respecto, puede comprobarse la existencia de diseños correspondientes a dichos grupos de simetría en las antiguas culturas china y japonesa [**93**], pero también que dichos modelos no eran rechazados o desconocidos en Occidente, pues en el siglo XV en Palermo (Italia) se generaron diseños $p3m1$ y $p6m$ [**93**].

Respecto a los otros dos grupos que no se han encontrado en la capital, es relevante la existencia de un modelo en una población de la provincia que se aproxima mucho a uno de ellos, como se ve con detalle en la simulación realizada del grupo *pgg*. Este grupo es muy poco frecuente en la ornamentación, pues el diseño de un modelo con deslizamiento y sin reflexiones resulta más complejo.

Para justificar que solo existen razones culturales, históricas o simplemente estéticas y no dificultades técnicas de la práctica del esgrafiado para la ausencia de tales grupos, se han generado simulaciones partiendo de esgrafiados reales y modificando el modelo para obtener una variante del mismo. Con estos *esgrafiados simulados*, se completaría el mapa de mosaicos en relación a los 17 posibles grupos de simetría.



(A) (B)

FIGURA 7.6.1. (A) Esgrafiado real (B) Simulación de mosaico *pg*.

Simulación de un mosaico *pg*. Se ha partido de un zócalo esgrafiado existente en la población de Abades (Segovia), cuyo grupo

corresponde a un *friso* $F1g$ (figura 7.6.1 A). La repetición en vertical de dicho diseño genera la simulación del posible esgrafiado de grupo pg (figura 7.6.1 B).

Simulación de un mosaico *pgg*. Se ha tomado un esgrafiado existente en la fachada de una vivienda en Hoyuelos, provincia de Segovia. El motivo generador consiste en una figura en forma de sol con seis rayos curvados. El motivo posee simetría rotacional de orden 6 (grupo C_6), pero al cambiar el sentido de giro, dicha simetría no se preserva en el mosaico, aunque aparecen deslizamientos verticales y horizontales, cuyos ejes son tangentes a los soles, además de centros de giro de orden 2 situados en los centros de los soles y a media distancia de ellos. En la fachada real (figura 7.6.2 A), los giros de los soles no guardan suficiente regularidad, aunque en la página 284 de la publicación [**97**] aparece un esquema de la fachada con los mismos giros que se requieren para formar un mosaico de grupo pgg y que se han repetido en la simulación del posible esgrafiado de dicho grupo (figura 7.6.2 B).



(A) (B)

FIGURA 7.6.2. (A) Esgrafiado real (B) Simulación de mosaico pgg.

Simulación de un mosaico *p3*. Se ha partido del esgrafiado existente en el número 21 de la calle Cervantes (figura 7.6.3 A), cuyo motivo generador consiste en tres gotas elongadas y enmarcadas en un círculo. Dicho motivo posee simetría rotacional de orden 3 (grupo $C3$) que no se ha preservado en el diseño por haber utilizado una retícula cuadrada en su ejecución. Si dichos motivos se disponen de acuerdo a una retícula triangular, se preserva dicha simetría. Así se ha obtenido la simulación (figura 7.6.3 B) de un posible esgrafiado de grupo $p3$.



(A) (B)

FIGURA 7.6.3. (A) Esgrafiado real (B) Simulación de mosaico $p3$.

Simulación de un mosaico $p3m1$. Un diseño basado en triángulos de dos tonos de color se encuentra en Segovia, en la fachada situada en el número 10 de la calle Muerte y Vida, aunque este diseño corresponde a un grupo $p4g$ (figura 7.6.4 A). Para la simulación se ha partido de un esgrafiado existente en Barcelona [**42**], que forma un mosaico de grupo $p3m1$ (figura 7.6.4 B).



(A) (B)

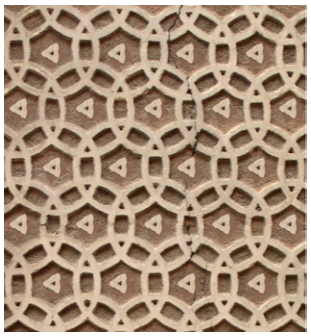
FIGURA 7.6.4. (A) Esgrafiado real (B) Simulación de mosaico $p3m1$.

Simulación de un mosaico $p31m$. Se ha partido del esgrafiado existente en Segovia, en el número 12 de la calle del Carmen, que consiste en círculos entrelazados y corresponde al grupo $p6m$ (figura 7.6.5 A). El grupo $p31m$ es subgrupo del grupo $p6m$, y para obtenerlo basta eliminar algunas de sus simetrías. En este caso se han rellenado

los centros de los círculos con pequeños triángulos, lo que elimina los giros de orden 6, convirtiéndolos en giro de oden 3 para generar la simulación (figura 7.6.5 B) de un posible esgrafiado de grupo $p31m$.



(A)



(B)

FIGURA 7.6.5. (A) Esgrafiado real (B) Simulación de mosaico $p31m$.



(A)



(B)

FIGURA 7.6.6. (A) Esgrafiado real (B) Simulación de mosaico $p6$.

Simulación de un mosaico $p6$. Se ha seleccionado el esgrafiado existente en Segovia, en el número 2 de la calle del Pozuelo, formado por hexágonos que se acoplan por sus lados y que corresponde a un mosaico de grupo p6m (figura 7.6.6 A). Puesto que el grupo $p6$ es subgrupo de dicho grupo, puede obtenerse a partir de él eliminando algunas de sus

simetrías. En este caso se han modificado los centros de los hexágonos, que se han rellenado con soles idénticos a los del esgrafiado existente en la población de Hoyuelos (figura 7.6.2 A), aunque en este caso todos los soles giran en el mismo sentido, a fin de preservar la simetría de giro de orden 6. El hecho de que estos soles tengan los rayos curvos elimina las reflexiones, obteniéndose así la simulación (figura 7.6.6 B) de un posible esgrafiado de grupo $p6$.

Capítulo 8

Restauración

Los esgrafiados que protegen fachadas exteriores están expuestos a las inclemencias del frío y de la lluvia y con el tiempo se deterioran y requieren de un adecuado mantenimiento. Los trabajos de restauración son complejos, tanto por el material requerido como por el operario que debe realizarlo. El esgrafiado tradicional se ha mostrado muy duradero y resistente, pues se ha preservado durante siglos hasta nuestros días. Los modelos existentes en la ciudad de Segovia proceden de diversas épocas y actualmente hay un gran interés en continuar la tradición del esgrafiado, conservando las fachadas con un revoco que reproduzca el antiguo modelo. Por otra parte, los procedimientos de ejecución del esgrafiado han variado mucho respecto de las técnicas artesanales antiguas, así como la experiencia de los operarios, pues el oficio de esgrafiador ha dejado de existir como tal y en las empresas de construcción actuales no suelen necesitar de dicha especialización.

En la ciudad de Segovia se han restaurado muchas fachadas con esgrafiado, algunas de las cuales presentan ya un estado de gran deterioro, tras muy pocos años de su renovación. (Así ocurre en el Palacio de Cheste). Las subvenciones por parte de las instituciones han facilitado la limpieza de los muros, con retirada de las fachadas de elementos extemporáneos, como el cableado exterior que afeaba su aspecto. Se están realizando intervenciones en barrios históricos, como la Judería, ya terminado con ayuda de subvenciones del Ministerio de la Vivienda, de la Junta de Castilla y León y del Ayuntamiento de Segovia, bajo la supervisión de la oficina denominada *Área de Rehabilitación del Centro Histórico* (ARCH). Además de reurbanizar, se han adecuado estructuras, cubiertas y fachadas con un criterio de sostenibilidad tanto en materiales utilizados como en el tipo de intervención, tratando de que sea reversible y respetuosa. En algunas fachadas restauradas se ha dejado una cata donde puede contemplarse el esgrafiado anteriormente existente. En ocasiones, el modelo antiguo se ha reproducido de nuevo, y es de interés la comparación entre ambas versiones.

8.1. Modelos restaurados

Se ha observado en las restauraciones de las fachadas con esgrafiado una tendencia hacia un *menor detalle*, un *aumento de la simetría* y un *aplanamiento del diseño* en el modelo restaurado en comparación con el anterior, aún cuando ambos correspondan al mismo diseño.



(A)



(B)

FIGURA 8.1.1. Esgrafiado anterior y actual, de igual diseño, en Doctor Castelo 10.

No obstante, es preciso citar casos de gran fidelidad en la restauración del esgrafiado, como en el patio del número 1 de Martínez Campos, el número 1 de Judería Nueva o el número 10 de Doctor Castelo,

recientemente renovadas. La figura 8.1.1 muestra la situación anterior (A) y la actual (B) de esta última, donde puede comprobarse que el modelo hexagonal del esgrafiado, idéntico al existente anteriormente, se ha mantenido en las mismas zonas de la fachada, si bien se aprecia una disminución de la superficie esgrafiada al haber dejado una mayor anchura en los recercados lisos de los balcones.

Menor detalle. Se muestran dos frisos ubicados en sendas fachadas de una misma vivienda, en el número 2 de la calle de San Valentín, esquina con Bajada de la Hontanilla. El modelo de la figura 8.1.2 (A) parece ser el original, y el de la figura 8.1.2 (B) una derivación posterior, con una apreciable disminución del grado de detalle respecto del original.



(A)



(B)

FIGURA 8.1.2. Dos modelos de frisos, de grupo $Fm1$, de una misma vivienda situada en Bajada de la Hontanilla / San Valentín.

Mayor simetría. Un caso muy llamativo (figura 8.1.3), está relacionado con uno de los pocos esgrafiados del siglo XVII que se conservan, ubicado en el patio del Torreón de Lozoya. Su acabado a la cal hace posible su gran riqueza de detalle y su aspecto similar a una pintura. En él se observa una ruptura de la simetría debido a la inserción de perfiles humanos en los medallones, que representan los rostros de distintos personajes anónimos, todos diferentes entre sí, por lo que no poseen simetría por traslación ni tampoco por reflexión. Cuando se analiza este friso considerando únicamente la capa del dibujo antes de incluir los rostros, se obtiene el grupo $Fm1$, puesto que las restantes figuras poseen simetría bilateral, por reflexión transversal, mientras que el friso completo corresponde al grupo $F11$, que solo posee traslaciones. Por otra parte, un friso (figura 8.1.3 B) copia reciente del

anteriormente citado, sí corresponde al grupo $Fm1$, pues los rostros se han dibujado iguales unos a otros, perfilando solo su silueta. En esta versión actual se gana en simetría, a costa de una evidente pérdida de detalle y de valor estético, en gran parte debido al acabado.



(A) Patio del Torreón de Lozoya



(B) Las Morenas, 13

FIGURA 8.1.3. Dos versiones (antigua y reciente) de un mismo modelo.

Otro friso del siglo XVII (figura 8.1.4 A), también con acabado a la cal, se encuentra en la Puerta de la Claustra del barrio de las Canonjías, y de nuevo los rostros humanos de los medallones rompen una simetría subyacente de grupo $Fm1$. El friso de la figura 8.1.4 B, copia actualizada del mismo que se encuentra en un edificio colindante, ha seguido un criterio análogo, aunque los rostros que contiene ya no están de perfil, sino que se encuentran mirando al espectador. El dibujo es más sencillo y con menor riqueza de detalles, pues está ejecutado con doble capa de mortero. Por el contrario, los frisos de las figuras 8.1.4 C y 8.1.4 D han preservado la simetría $Fm1$, pues los medallones contienen estrellas con reflexiones transversales. De nuevo se observa que la tendencia actual es un incremento de la simetría.

El mismo efecto de ruptura de la simetría se consigue en otros casos mediante la adición de distintos motivos al motivo principal. Así ocurre en la figura 8.1.5 A, donde los centros de los molinetes se han rellenado con aspas, cruces y otras figuras geométricas, sin pauta alguna de regularidad; de esa forma se ha roto la periodicidad de la capa de molinetes antes del relleno de sus centros, que responde a un mosaico $p4g$, y el esgrafiado final obtenido tras la realización del relleno de los molinetes no reune las características exigidas para considerarlo un mosaico periódico.



(A) Puerta de la Claustra



(B) Velarde, 16



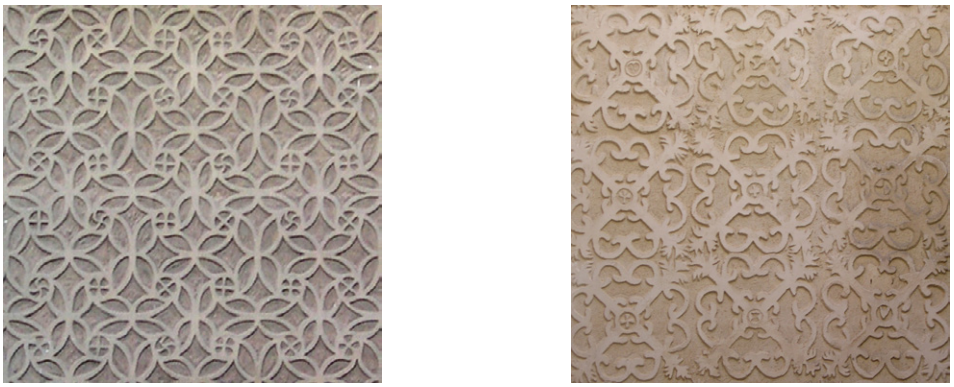
(C) Muerte y Vida, 4



(D) Velarde, 19

FIGURA 8.1.4. Distintas versiones de un modelo renacentista.

Un caso similar ocurre en el mosaico de la figura 8.1.6, situado en el número 11 de la calle de la Judería Nueva. Solo se conservan unas muestras del esgrafiado original, pues se realizaron tareas de mantenimiento en la fachada y se revocó con un esgrafiado del mismo modelo, que corresponde a la imagen de la figura 8.1.6 A. Sin embargo, el nuevo mosaico contiene un mismo motivo de relleno en todos los molinetes (pequeños círculos partidos en cuatro) y otro para todos los centros de las rosas (pequeñas figuras en forma de sol de ocho rayos curvados). De esa forma, la periodicidad del mosaico se preserva, y, aunque se rompe la simetría subyacente de grupo $p4g$, éste se transforma en un mosaico de grupo $p4$. De nuevo, el ejemplar más actual gana en simetría, pues las catas antiguas permiten observar figuras muy variadas en los rellenos de los molinetes y las rosas, por lo que no puede considerarse un mosaico periódico.



(A) (B)

FIGURA 8.1.5. Esgrafiados con ruptura de la simetría



(A) (B)

FIGURA 8.1.6. (A) Esgrafiado en Judería Nueva, 11 (B) Cata del modelo anterior.

Este aumento de la simetría por regularizar los rellenos anteriormente aleatorios no ocurre en todas las intervenciones, pues el patio del número 1 de Martínez Campos (figura 8.1.5 B) se ha restaurado siguiendo el modelo original y respetando la diversidad de los centros de las rosas, que rompen la simetría de un *mosaico p4m.*

Aplanamiento del diseño. Otra característica relacionada con la distinta ejecución del esgrafiado en época reciente se observa en las figuras 8.1.7 y 8.1.8, que afecta en estos casos a un aplanamiento del diseño actual, al perder la superposición de unas líneas sobre otras

que creaba la sensación de objeto real tridimensional en el antiguo esgrafiado. En la figura 8.1.7 A se muestra una greca que simula un trenzado, con superposiciones alternas de unas líneas sobre otras. En un ejemplar reciente (figura 8.1.7 B) la greca es plana, pues todas las líneas se encuentran al mismo nivel. El friso antiguo, de grupo $p2$, ha evolucionado hasta el nuevo modelo de grupo pmm, que presenta mayor simetría.



(A) José Canalejas, 7



(B) Plaza de Guevara, 2

FIGURA 8.1.7. El mismo modelo de friso con superposiciones y sin ellas.

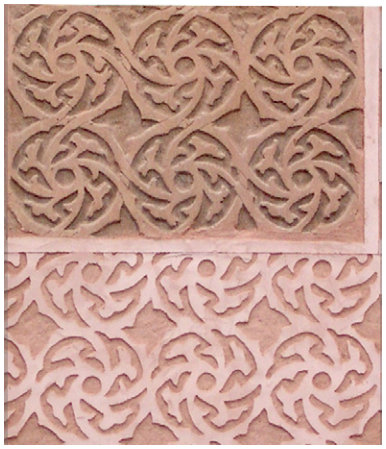


FIGURA 8.1.8. Esgrafiado con una cata (parte superior) donde puede verse el modelo anterior. San Agustín, 23.

La misma evolución ha sucedido en los esgrafiados recientemente restaurados del Palacio de Uceda-Peralta, sede de la Diputación

Provincial (figura 8.1.8), que se encuentran en la fachada que da a la plaza del Conde de Cheste. El nuevo revoco ha mantenido el modelo del anterior esgrafiado, y se han dejado en la fachada algunas catas donde éste puede contemplarse. La pérdida en calidad estética es notable, y una de las diferencias radica en las superposiciones entre las líneas que enlazan los vórtices contiguos en el modelo original, mientras que en la versión actual las líneas se encuentran todas al mismo nivel. Ello afecta a la sensación de mayor movimiento que provoca el antiguo modelo, mientras que el nuevo parece más fijo, más plano. Esta diferencia, sin embargo, no se traduce en grupos de simetría distintos, pues en ambos casos los esgrafiados corresponden a un *mosaico* $p4$.

8.2. Modelos desaparecidos

Las fotografías y dibujos de esgrafiados que han podido consultarse ponen de manifiesto la existencia de modelos que existieron en la ciudad de Segovia y que en la actualidad han desaparecido, no encontrándose en ninguna de las fachadas de la ciudad.

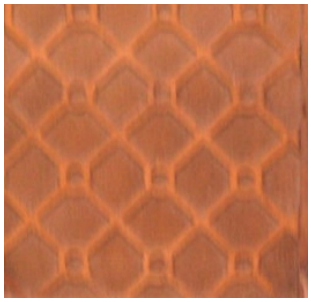


FIGURA 8.2.1. Modelo desaparecido

La figura 8.2.1 muestra una fotografía tomada en diciembre de 2002, en el número 8 de la calle de Barrionuevo, en el barrio de la Judería, que ha desaparecido tras la remodelación de la fachada.

En [**91**] pueden verse fotografías de los siguientes esgrafiados, ya desaparecidos a causa de un nuevo revoco. Las direcciones postales son las reseñadas en dicha publicación, aunque es probable que algunas hayan sufrido algún cambio, bien en la denominación de la vía, bien en su numeración.

- Marqués de Mondéjar, adosado a la iglesia de San Clemente. Página 63
- Paseo de Don Juan II, s/n. Página 79

- Carretas, 14. Página 83
- Travesía Obispo Losana, 4. Página 84
- Rivas Orozco, 1. Página 87
- San Vicente Ferrer, 18. Página 103
- Plaza de Día Sanz, 1. Página 112

En la página 107 de [**21**] puede verse, en una fotografía datada en 1940-50, un esgrafiado que recubre la fachada del edificio situado en la plaza del Azoguejo, en la confluencia de la calle Real con la avenida de Fernández Ladreda. Con ciertas reservas, debido a que la definición de la fotografía no permite identificar los detalles con la precisión conveniente, parece muy probable que ese modelo de esgrafiado haya desaparecido de la ciudad.

8.3. Simetrías en peligro de desaparición

La variedad de simetrías en los esgrafiados segovianos puede medirse por el número de grupos de simetría, tanto de mosaicos como de frisos, independientemente del número de modelos distintos de cada grupo. El recuento de ejemplares por grupo revela que algunos de los grupos de simetría pueden contemplarse en un escaso número de fachadas, lo cual los convierte en candidatos a desaparecer con el tiempo si no se toman medidas para el adecuado mantenimiento de los muros donde se ubican A partir de los datos contenidos en el cuadro 6.2.1, se observan tres grupos de frisos con un número de ejemplares menor de 10. Análogamente, el cuadro 6.3.1 proporciona los grupos de mosaicos con menos de 10 ejemplares, esto es, con menos de 10 fachadas.

Con el fin de facilitar el conocimiento sobre dichas fachadas, se ofrecen a continuación su dirección postal y una breve descripción del esgrafiado que contienen. Teniendo en cuenta otras consideraciones como la antigüedad del esgrafiado, estado de conservación o número de ejemplares del mismo, se han destacado en negrita aquellos cuya protección se ha considerado más necesaria. En relación a su antigüedad, ésta se indica por el término *antiguo* para los esgrafiados anteriores a 1950 y *reciente* para los posteriores a dicha fecha.

***pm*:** 1 ejemplar, 1 edificio, 1 modelo

- **Juan Bravo, 54: mosaico basado en la hoja. Antiguo. Edificio de viviendas. Figura 8.3.1 A**

***pmg*:** 8 ejemplares, 8 edificios, 7 modelos, 6 modelos únicos

- **Merced, plaza, 8: mosaico con figuras acorazonadas. Antiguo. Edificio adosado a la iglesia de San Andrés. Figura 8.3.1 B**
- Gobernador Llasera, 1: mosaico basado en el *molinete*. Reciente
- Conde de Cheste, plaza, 6: mosaico basado en el *molinete*. Reciente
- Trinidad, 8: mosaico basado en el *molinete*. Reciente
- Juan Bravo, 18: mosaico basado en el *molinete*. Reciente
- Pedro de Fuentidueña, 24: mosaico basado en la *hoja*. Reciente
- San Agustín, 12: mosaico en espiga. Muro interior. Antiguo
- Cervantes, 16: mosaico simulando sillares. Reciente.

***p6m*:** 8 ejemplares, 8 edificios, 4 modelos, 3 modelos únicos

- Carmen, bajada, 1: mosaico hexagonal. Reciente
- **Carmen, 12: mosaico con círculos entrelazados. Antiguo. Edifico de viviendas. Figura 8.3.1 C**
- Conde de Cheste, plaza, 6: mosaico con figuras de *estrella*. Patio. Reciente
- Día Sanz, plaza, 2: mosaico hexagonal. Reciente
- Día Sanz, plaza, 3. mosaico hexagonal. Reciente
- Doctor Castelo, 10: mosaico hexagonal. Reciente
- Juan Bravo, 50: mosaico hexagonal. Reciente
- Pozuelo, 2: mosaico con figuras en forma de *rueda*. Reciente

***F1m*:** 6 ejemplares, 5 edificios, 5 modelos, 4 modelos únicos

- Cañuelos, 11: greca con figuras consecutivas en forma de *corazón*. Reciente
- Cañuelos, 29: dos modelos de greca reciente, en dos y tres *bandas*. Reciente
- Herrería, 14: greca con figuras consecutivas en forma de *uve*. Antiguo
- Mayor, 8: greca con figuras consecutivas en forma de *uve*. Reciente
- Judería Nueva, 14: greca rodeando una ventana. Figuras simulando *caras*. Reciente

***Fmg*:** 8 ejemplares, 6 edificios, 5 modelos, 4 modelos únicos

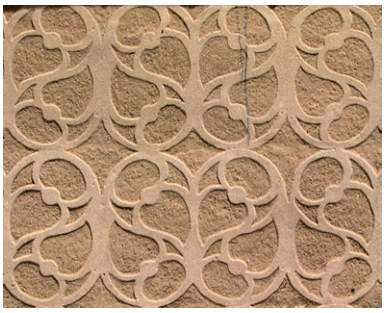
- Almuzara, 1 y 3: greca formada por *tréboles*. Reciente
- Colón, 5 y 7: greca basada en la hoja. Reciente
- Isabel la Católica, 12: greca con una *onda*. Reciente
- Día Sanz, plaza, 3: greca geométrica. Reciente
- Potro, plaza, 4: greca geométrica. Antiguo. Mal estado
- San Esteban, plaza, 9: greca hexagonal. Reciente





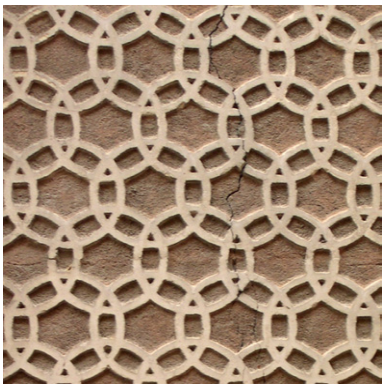
(A) Juan Bravo 54





(B) Merced 8





(C) Carmen 12

FIGURA 8.3.1. Edificios a proteger.

8.4. Recuperación del diseño

La teoría de la simetría proporciona estrategias que facilitan la recuperación de modelos en ruina. A la hora de dibujar un modelo, tratando de copiar con fidelidad un diseño en mal estado, del que tan solo se conservan algunos fragmentos, es de gran utilidad el concepto de *región mínima* del friso o del mosaico. A modo de ejemplo, véase la figura 8.4.1, donde se muestra una fotografía de la casa en ruinas del número 5 de la calle Ochoa Ondátegui, muy cercana al acueducto segoviano.



FIGURA 8.4.1. Muro en ruinas

El proceso de recuperación del friso contnido en dicha fachada en ruinas consiste en seleccionar la *región mínima* en mejor estado y aplicar sucesivamente a dicha región la reflexión de eje transversal y la reflexión de eje longitudinal para obtener una región *unidad* traslacional. Trasladando dicha región *unidad* se ha conseguido la imagen que recupera el diseño deseado del friso (figura 8.4.2).

Los pasos necesarios para recuperar cualquier friso o mosaico son los siguientes:

1. Identificación del grupo de simetría
2. Selección de una región unidad mínima, en buen estado
3. Aplicación de las reflexiones, giros y deslizamientos a la región mínima hasta conseguir una región unidad
4. Traslación de la región unidad para obtener el diseño deseado

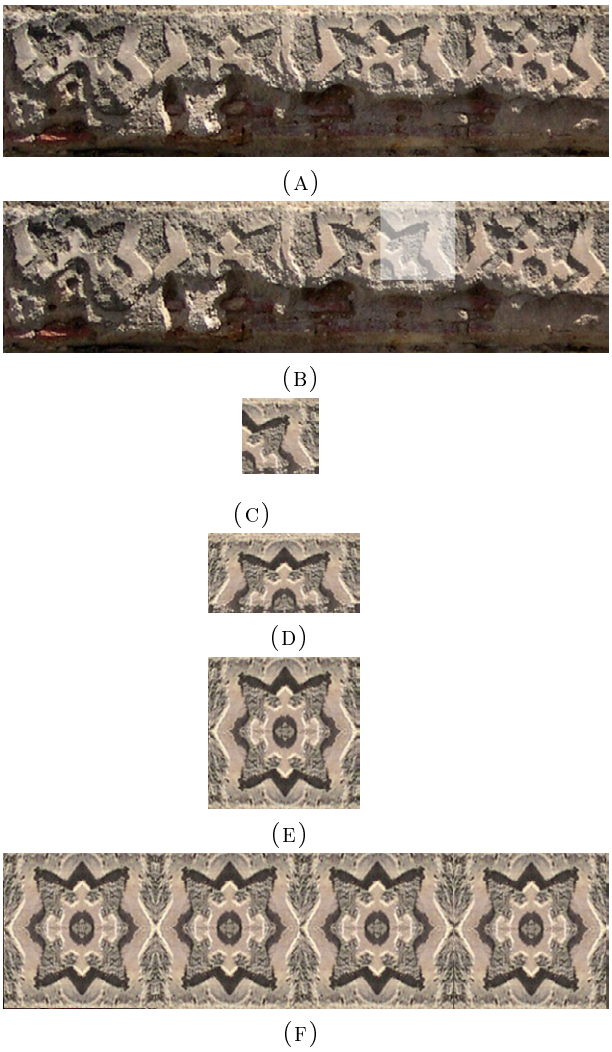


FIGURA 8.4.2. Reconstrucción de un friso de grupo *Fmm*

Conclusiones

1. Se han analizado los 877 esgrafiados correspondientes a 555 edificios de la zona histórica de la ciudad de Segovia. Se aportan detalles fotográficos de los distintos modelos de *frisos* y *mosaicos* encontrados, clasificados por su grupo de simetría y debidamente documentados y acompañados de su dirección postal. Junto a cada modelo se ha situado una *región unidad* del mismo y, en el caso de los mosaicos, una *región mínima*.
2. Se han encontrado modelos correspondientes a *todos los grupos de frisos* entre los esgrafiados de la ciudad de Segovia.
3. Se han encontrado modelos correspondientes a 11 *grupos cristalográficos planos* entre los esgrafiados de la capital segoviana. En la denominación cristalográfica internacional abreviada, dichos grupos son $p1$, pm, cm, $p2$, pmg, pmm, cmm, $p4$, $p4g$, $p4m$, $p6m$.
4. Se ha probado que la técnica del esgrafiado es *compatible* con la realización de modelos de *todos los grupos* cristalográficos planos. A tal fin, se proponen diversos diseños, obtenidos a partir de modelos de esgrafiado existentes, que representan a los grupos de simetría no encontrados en la ciudad de Segovia, que son pg, pgg, $p3$, $p31m$, $p3m1$, $p6$.
5. Se han obtenido *resultados estadísticos* en relación con la distribución de los esgrafiados en la ciudad de Segovia, que abarcan distintos aspectos como número de esgrafiados por edificio, por distrito postal, por grupo de simetría o número de repeticiones de cada uno de los modelos. Se define para cada grupo de simetría un *índice de repetición* que corresponde al número medio de repeticiones del grupo. Se contrasta el principio de *máxima simetría*: en los frisos la mayor frecuencia corresponde a los grupos de más alto grado de simetría. En los mosaicos, se confirma parcialmente dicho principio, puesto que uno de los grupos con mayor simetría, $p4m$, es el más frecuente, mientras que el otro grupo con más alto grado de simetría, $p6m$, tan solo corresponde a 8 ejemplares.

6. Se definen los grupos de simetría en *riesgo de desaparición*, como aquellos que corresponden a menos de 10 ejemplares. Cabe destacar el caso del mosaico de grupo *pm*, con un solo modelo en una única fachada.
7. Se detallan los grupos de simetría de los esgrafiados existentes en algunos *monumentos* emblemáticos de la capital segoviana. Entre todos suman más del 70 % de los grupos de simetría, tanto de frisos como de mosaicos. Se han elegido los siguientes: *Alcázar*, *Casa de las Cadenas, Casa del Hidalgo* (museo Rodera Robles), *Palacio Uceda-Peralta* (Diputación Provincial), *Palacio de Quintanar*, *Palacio del Conde de Cheste* (MM Concepcionistas), *Torreón de Arias Dávila* y *Torreón de Lozoya*. Entre todos ellos, la *Casa de las Cadenas* destaca como la edificación con un mayor número de modelos y de grupos de simetría de la ciudad.
8. Se determinan los modelos *tradicionales* de Segovia, considerando como tales a los más frecuentes o repetidos. Se detallan los 18 modelos de este tipo, que representan el 42 % del total de ejemplares.
9. Se identifican los *modelos únicos*, definidos como aquellos que solo se encuentran ubicados en un muro o fachada de la capital segoviana.
10. Se analiza la *evolución* del esgrafiado en el tiempo, comparando los modelos antiguos con los actuales, que los sustituyen tras las obras de mantenimiento de la fachada. *Se observa una tendencia hacia una simplificación del diseño.* Ello se plasma en una pérdida de detalle, el aplanamiento por la pérdida de superposiciones entre las líneas, y una menor ruptura de la simetría, lo que implica mayor grado de simetría.
11. Se demuestra la posibilidad de obtener *distintos resultados en cuanto al diseño global del esgrafiado a partir de una misma plantilla*. Se aportan diversos ejemplos donde la misma plantilla origina distintos modelos, con diferentes grupos de simetría, otros donde la colocación irregular anula la posibilidad de simetría en el diseño final, y otros donde el modelo obtenido es muy distinto al planificado.
12. Se describe un *proceso de generación del diseño,* basado en el concepto y propiedades de la *región mínima*, que puede ser de utilidad para la creación de nuevos modelos, así como para la recuperación del diseño de esgrafiados en ruina. Es la región de menor superficie que debe dibujarse para obtener a partir de ella la región unidad aplicando las simetrías del modelo.

13. Se han publicado en la web representantes de todos los *modelos de esgrafiado*, clasificados por grupo de simetría, mediante álbumes de Picasa. Para cada modelo se ha elegido una muestra fotográfica que lo representa, debidamente identificada mediante su dirección postal. Cada álbum de frisos contiene modelos de un único grupo de simetría, acompañados de una región unidad, y los modelos de los grupos de frisos $Fm1$ y Fmm se han repartido entre varios álbumes. Para los grupos de mosaicos, se han creado 11 álbumes, uno por cada grupo de simetría.
14. Se ha publicado en la web una recopilación de los edificios con esgrafiado, organizados por rutas de proximidad o barrios, que puede ser utilizada con fines culturales y turísticos. Cada *ruta de esgrafiado* constituye un álbum del programa Picasa, de Google, y su acceso es libre y gratuito. Las rutas son las siguientes: *Zona Acueducto, Zona Alcázar, Barrio de los Caballeros, Calle Real, Plaza Mayor, San Francisco, San Lorenzo, San Millán, Santa Eulalia.*
15. Se aporta como anexo un *catálogo* de esgrafiado segoviano, con fichas de los edificios que contienen esgrafiado, organizadas por calles. Cada ficha contiene una fotografía del edificio y otras con detalles de algunos de los esgrafiados que contiene. Se acompaña de un texto explicativo con las características del edificio, tales como antigüedad, alturas, valor histórico o cultural. Para cada esgrafiado, se identifica el modelo, grupo de simetría, color, antigüedad y estado de conservación.

Futuras líneas de trabajo

1. Elaboración mediante herramientas informáticas (CAD) de las regiones unidad de cada esgrafiado para facilitar al profesional la generación de la *plantilla*, tanto para las tareas de rehabilitación como para nuevas fachadas.
2. Creación de una web desde la cual se solicite y facilite el envío de fotografías y documentación. Algunos esgrafiados se encuentran en muros interiores de viviendas privadas y solo la colaboración de sus propietarios hará posible recopilar esos modelos y *completar el catálog*o de esgrafiados de la ciudad de Segovia. Además, el análisis de antiguas fotografías permitirá añadir modelos ya desaparecidos.
3. Ampliación del estudio a *otros ornamentos* arquitectónicos utilizados en el recubrimiento de muros y solados, así como al análisis de los elementos que los constituyen: azulejos, baldosas, losetas, etc.
4. Estudio de la significación del esgrafiado en la *composición arquitectónica* de la fachada y su relación con los restantes elementos constructivos.
5. Análisis *sociológico* de la permanencia del esgrafiado en Segovia. Arraigo y percepción por parte de los segovianos y visitantes. Realidad de esta característica arquitectónica como seña identitaria de la ciudad y provincia.
6. Extensión del área de estudio a todo el *municipio* de Segovia, con la inclusión de barrios de la periferia donde abundan los esgrafiados, como Zamarramala; extensión a toda la *provincia*, donde los modelos son muy diferentes de los existentes en la ciudad, así como a *otras ciudades* españolas que poseen esta ornamentación.

- Recopilación de esgrafiados
- Identificación del grupo de simetría
- Recorte de la región unidad y de la región mínima
- Recuento de modelos y ejemplares por grupo de simetría
- Determinación de los modelos únicos y los diseños tradicionales

Bibliografía

[1] Aarts, J.M. *Plane and Solid Geometry.* Springer Science+Business Media. LL, 2008.

[2] Abas, S.J. y Salman, A.S. *Symmetries of Islamic Geometrical Patterns.* World Scientific Publishing, 1995.

[3] Ahmad M.A, Ebad B. "Grid method Classification of Islamic Geometric Patterns". Proceedings WSCG February 3-7, 2003, Plzen, Czech Republic.

[4] Albert Gil, F; Gomis Martí, J.M. y Valiente González, J.M. "Reconstruction Techniques in the Image Analysis of Islamic Mosaics from the Alhambra". Proceedings of the 2004 Computer Graphics International (CGI 2004), IEEE *Computer Society Press*, Heraklion, Creta, 2004.

[5] Alcántara, F; Peñalosa y Contreras, L.F. y Bernal, G. *Los esgrafiados segovianos.* Cámara Oficiial de la Propiedad Urbana de la Provincia de Segovia, 1971.

[6] Alcántara, F. *Galas de la Arquitectura. El revoco segoviano.* Cámara Oficial de la Propiedad Urbana de Segovia, 1971.

[7] Alsina, C; Pérez, R. y Ruíz, C. *Simetría dinámica.* Síntesis, 1989.

[8] Armstrong, M.A. *Groups and symmetry.* Springer-Verlag, 1988.

[9] Ayuntamiento de Segovia. *Plan especial de Áreas Históricas de Segovia*, 2009.

[10] Avrial y Flores, J.M. y Merino de Cáceres, J.M. *Segovia pintoresca.* Madrid. Museo de la Real Academia de San Fernando, 2002.

[11] Baglivo, J.A. y Graver, J.E. *Incidence and symmetry in design and architecture.* Cambridge University Press, 1983.

[12] Barahona Rodríguez, C. *Técnicas para revestir fachadas.* Munilla y Lería, 2000.

[13] Barker, W. *Continuous Symmetry: from Euclid to Klein.* American Mathematical Society, 2007.

[14] Barrio Gozalo, M. y otros. *Historia de Segovia.* Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Segovia, Obra cultural, D.L, 1987.

[15] Bernal Martín, S. *Notas para la historia del revoco segoviano.* Cámara Oficial de la Propiedad Urbana de Segovia, 1971.

[16] Borrás Gualis, G.M. "El mudéjar, un arte español" en *La geometría como testigo de la historia: los 17 grupos de simetría del arte mudéjar aragonés.* UNED, Barbastro, 2005.

[17] Bossard, Y. *Rosaces, frises et pavages.* CEDIC. París, 1977.

[18] Brett, M. *Directorio de azulejos y mosaicos para la decoración de interiores.* Acanto, 2009.

[19] Buerger, M.J. *Elementary Crystallography.* John Wiley and Sons, 1963.

[20] Bunch, B.H. *Reality's mirror: exploring the mathematics of symmetry.* John Wiley & Sons, 1989.

[21] Caja de Ahorros de Segovia. *Castilla y León. Segovia.* Editorial Mediterráneo. Madrid, 1990.

[22] Cantalejo San Frutos, R. *Patios Porticados de Segovia.* Real Academia de Historia y Arte de San Quirce. 2000.

[23] Chaves Martín, M.A. *Arquitectura y urbanismo en la ciudad de Segovia (*1750-1950*).* Cámara de la Propiedad Urbana de Segovia, 1998.

[24] Chaves Martín, M.A. "Plaza Mayor de Segovia: transformación y usos de un espacio urbano". *Asociación Cultural Plaza Mayor de Segovia*, 2000.

[25] Chaves Martín, M.A. "Plazas del Arrabal, Azoguejo y Plaza Oriental". *Asociación Cultural Plaza Mayor de Segovia*, 2001.

[26] Chaves Martín, M.A. "Intervenciones en el patrimonio monumental de Segovia durante el siglo XIX". *Asociación Cultural Plaza Mayor de Segovia*, 2006. núm. 1, pp. 1-20.

[27] Chaves Martín, M.A. *Puertas de la muralla de Segovia.* Asociación Cultural Plaza Mayor de Segovia, 2003.

[28] Chaves Martín, M.A. *Segovia: guía de arquitectura.* Colegio de Arquitectos de Castilla y León (COACYLE), Demarcación de Segovia, 2006.

[29] Chorbachi, W.K. "In the Tower of Babel: Beyond Symmetry in Islamic Designs". *Comp. Math. Applic.* Vol. 17, 1989, pp. 751-789. *Symmetry 2: Unifiyng Human Understanding.* Pergamon Press, 1989.

[30] Christie, A.H. *Pattern design. An introduction to the study of formal ornament.* Dover publications, 1969.

[31] Cifuentes, P. y Müller, P. *El Torreón de Lozoya.* Caja Segovia, Obra Social y Cultural, 2008.

[32] Cole, D. (ed.) 1000 *Ornamentos.Un recorrido histórico y geográfico por el mundo de los motivos ornamentales.* Lisma, 2005.

[33] Coxeter, H.S.M. *Fundamentos de geometría.* Limusa, 1984.

[34] Coxeter, H.S.M. y otros. *M.C. Escher: Art and Science.* New York. Elsevier Science Publications.B.B, 1986.

[35] Coxeter, H.S.M. y Moser, W.O.J. *Generators and Relations for Discret Groups.* Springer Verlag, 1984.

[36] Crowe, D.W. "Symmetries of culture". *Visual Math*, Vol. 3, núm. 2, 2001. http://vismath6.tripod.com/crowe1/.

[37] Cusa, J. *Revestimientos.* Ed. CEAC, 1940.

[38] Darvas, G. *Symmetry.* Birkhäuser Verlag, 2007.

[39] Dienes, Z.P; Goldin, E.W. *La Geometría a través de las transformaciones.* Teide, Barcelona, 1979.

[40] El-Said, I. *The System of Geometric Design: Islamic Art and Architecture.* Garnet, 1993.

[41] Espinar de Andrés, P.E. *Esgrafiar en Segovia: 25 modelos de esgrafiados segovianos,* 1998.

[42] Espuga, I; Berasategui, D. y Gilbert, V. *Esgrafiats: teoria i pràctica.* Universitat Politècnica de Catalunya, 2000.

[43] Expósito Sebastián, M; Pano Gracia, J.L. y Sepúlveda Sauras, M.I. *La aljafería de Zaragoza.* Cortes de Aragón. Zaragoza, 2004.

[44] Ettinghausen, R. *Islamic Art and Architecture.* Yale University Press, 2003.

[45] Fernández Ruíz, E. *Revestimientos de fachadas. Manual práctico.* PROGENSA (Promotora general de Estudios, S.A.), 1995.

[46] Ferrer Orts, A. "Sobre la decoración esgrafiada en el barroco español". *Ars Longa*, 9-10, 2000, pp. 105-109.

[47] Foulks, W.G. (ed.). *Historic Building Facades. The Manual for Maintenance and Rehabilitation.* Jonh Wiley& Sons, 1997.

[48] Gárate Rojas, I. *Artes de la cal.* Munilla y Lería, 2002.

[49] García, S. *Compendio de architectura y simetría de los Templos. Conforme a la medida del cuerpo humano, con algunas demostraciones de geometría, año de 1681: recogido de varios autores, naturales y extrangeros.* Colegio Oficial de Arquitectos de Valladolid, 1991.

[50] Ghyca, M. *The Geometry of Art and Life.* New York. Dover, 1977.

[51] Gilsanz Mayor, M.A; Río Merino, M. y Pérez Gómez, R. "Grupos de simetría de los mosaicos periódicos del esgrafiado segoviano. Aplicaciones al mantenimiento de las fachadas". Actas de II Congreso Nacional de Investigación en Edificación. Madrid, 2010.

[52] Gilsanz Mayor, M.A; Pérez Gómez, R. y Río Merino, M. "Symmetry in Segovian Sgraffiti Friezes". Actas del I Congreso Internacional de Investigación en Edificación. Madrid, 2009.

[53] Gilsanz Mayor, M.A. y Martínez-Serrano, M.F. "Un criterio matemático en la preservación del patrimonio". Actas de II Jornada de Investigación en Edificación. Madrid. 2008. pp. 303 a 311.

[54] Gilsanz-Mayor, M.A. y Martínez-Serrano, M.F. "A Future for Old Symmetry". Historical Mortars Conference. HCM08. Lisboa, 2008.

[55] Gilsanz Mayor, M.A. y Martínez-Serrano, M.F. "Grupos de Simetría en el Esgrafiado Segoviano". Actas de I Jornada Nacional de Investigación en la Edificación. Madrid, 2007, pp.1092-1106.

[56] González Martín, J. Revestimientos Continuos. Tradicionales y Modernos. Fundación Escuela de la Edificación. 2005.

[57] González Yunta, F. "La técnica del esgrafiado en morteros de cal, un recurso publicitario actual". Actas de I Jornada Nacional de Investigación en la Edificación. Madrid, 2007.

[58] Góngora, J. "Descripción de la ciudad de Segovia". *Estudios Segovianos.* Vol. XV, núm. 43, 1963, pp. 119-229.

[59] Grünbaum, B. y Shephard G.C. *Tilings and Patterns* New York. W.H. Freeman, 1987.

[60] Grünbaum, B; Grünbaum, Z. y Shephard, G.C. "Symmetry in Moorish and Other Ornaments". *Computer Mathematics with Applications.* Vol. 12B, Nº 3/4, pp.641-653. 1986.

[61] Hann M. y Thomson, G.M. *The Geometry of Regular Repeating Patterns.* The Textile Institute, 1992.

[62] Hargittai, I. y Hargittai, M. "The Universality of the Symmetry Concept". *Nexus: Architecture and Mathematics,* ed. Kim Williams, Fucecchio (Florence): Edizione dell´Erba, 1996, pp. 81-95.

[63] Hargittai, I. y Hargittai, M. *Symmetry: A Unifying Concept.* Shelter Publications, 1994.

[64] Hargittai, I. (ed.) *Symmetry 2: Unifying Human Understanding.* Elmsford, New York. Pergamon Press, 1989.

[65] Horne, C.E. *Geometric symmetry in patterns and tilings.* CRC Press, 2000.
[66] Jablan, S.V. *Theory of Symmetry and Ornament.* Belgrado, Mathematical Institut, 1995. http://www.emis.de/monographs/jablan/index.html.
[67] Johnson, D.L. *Symmetries.* Springer, 2001.
[68] Kappraff, J. *Connections: The Geometric Bridge Between Art and Science.* McGraw-Hill, 1991.
[69] Lade, K. y Winkler, A. *Yesería y estuco. Revoques, enlucidos, moldeos, Rabitz.* Gustavo Gili S.A, 1960.
[70] Lalvani, H. "Coding and generating complex periodic patterns". The Visual Computer, Vol. 5, núm. 4, 180-202.
[71] Lederman, L. y Hill, C. *La Simetría y la Belleza del Universo.* Tusquets Editores, 2006.
[72] Loeb, A.L. *Color and Symmetry.* Krieger Pub. Co, 1978.
[73] Lovric, M. "Magic Geometry: Mosaics in the Alhambra". ISAMA-Bridges Conference. Univ. Granada, 2003.
[74] Lozoya, Marqués de. *La casa segoviana.* Segovia, Publ. Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Segovia, 1978.
[75] Lozoya, Marqués de. "La casa del Secretario". *Estudios Segovianos.* Vol. VI, núm. 18, 1954, pp. 369-390.
[76] Lozoya, Marqués de. "Segovia en las cartas de un viajero inglés del XVIII". *Estudios Segovianos.* Vol. IX, núm. 33, 1959, pp. 568-570.
[77] Lozoya, Marqués de. "Un documento gráfico de la vieja Segovia". *Estudios Segovianos.* Vol. XIV, núm. 40-41, 1962, pp. 5-10.
[78] Martin, G.E. *Transformation Geometry: An Introduction to Symmetry.* Springer-Verlag, 1982.
[79] Martín Criado, A. *La ornamentación en la arquitecura tradicional de la ribera del Duero.* Junta de Castilla y León. Consejería de Cultura y Turismo, 2008.
[80] McWeeny, R. *Symmetry: an introduction to group theory and its applications.* Dover Publications, 2002.
[81] Meavilla, V. *Las matemáticas del arte. Inspiración ma(r)temática.* Almuzara, 2007.
[82] Merino de Cáceres, J.M. "La torre mozárabe de la iglesia de San Millán de Segovia y su construcción". *Estudios Segovianos.* Vol XXXVII, núm. 104, pp. 19-41.
[83] Merino Rodríguez, F. "Protección singular". *Cercha.* núm. 98, 2009.
[84] Miller, W. *Symmetry groups and their applications.* Academic Press, 1972.
[85] Nicolle, J. *La simetría.* Compañía General Fabril Editora cop, 1961.
[86] Park, Jin-Ho. "Analysis and Synthesis in Architecural Designs: A Study in Symmetry". *Nexus Network Journal.* Vol. 3, núm. 1, 2001, pp. 85-98.
[87] Peñalosa y Contreras, L.F. *Los esgrafiados segovianos.* Cámara Oficial de la Propiedad Urbana de Segovia, 1971.
[88] Pérez Gómez, R. y Ruiz, C. "Chromatic plane compositions". *Visual Mathematics.* Vol. 2, núm. 1, 2000. http://www.mi.sanu.ac.rs/vismath/ruiz1/index.html.
[89] Pérez Gómez, R. y Ruiz, C. "Methods of perfect coloring". *Visual Mathematics,* Vol. 2, núm. 1, 2000. http://www.mi.sanu.ac.rs/vismath/ruiz2/index.html.

[90] Pérez Gómez, R. "The four regular mosaics missing in the Alhambra". *Computers and Mathematics with Applications*, vol. 14, núm. 2 1987, pp. 133-137.

[91] Puente Robles, A. *El esgrafiado en Segovia y provincia: modelos y tipologías*. Excma. Diputación Provincial de Segovia, 1990.

[92] Puente Robles, A. *El esgrafiado en Segovia*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid, 1988.

[93] Racinet, A. y Dupont-Auberville, M. *The World of Ornament*. Taschen, 2006.

[94] Ramírez A. y Usón, C. "La repetición como argumento: la infinitud como objetivo. Los 17 grupos de simetría en el mudéjar aragonés". Actas del VIII Simposio Internacional de Mudejarismo. Instituto de Estudios Turolenses, 2002.

[95] Roanes Macías, E. y Roanes Lozano, E. *Simulación didáctica de los grupos de simetría en el arte hispano-musulmán*. Publ. Pablo Montesino, Madrid, 1993.

[96] Ruíz Alonso, R. *El esgrafiado en Segovia*. Tesis doctoral. Recurso electrónico. Publicaciones de la Universidad Complutense de Madrid, 2002.

[97] Ruíz Alonso, R. *El esgrafiado, un revestimiento mural*. Editorial de los Oficios, 2001.

[98] Ruíz Alonso, R. *Los esgrafiados segovianos. Encajes de cal y arena*. Segovia Sur, 2000.

[99] Ruíz Hernando, J.A. *El Barrio de la aljama hebrea en Segovia*. Caja Segovia. Obra Social y Cultural, 2008.

[100] Ruíz Hernando, J.A. *Iconografía del Alcázar de Segovia*. Patronato del Alcázar de Segovia, 1994.

[101] Ruíz Hernando, J.A. *Historia del urbanismo en la ciudad de Segovia del XII al XIX*. Diputación Provincial de Segovia, 1982.

[102] Ruíz Hernando, J.A. *La ciudad de Segovia*. Ayuntamiento de Segovia, 1986.

[103] Sáez Laguna, Colección. *El acueducto en la fotografía*. Ayuntamiento de Segovia, 2009.

[104] Sáenz y Romero, M. *Las calles de Segovia*. Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Segovia, 1978.

[105] Sanz García, M.A. *Geometría y arquitectura*. Instituto Juan de Herrera, 1999.

[106] Sanz, I. *La calle Real*. Caja Segovia, Obra Social y Cultural, D.L, 2004.

[107] Sautoy, M. *Simetría. Un viaje por los patrones de la naturaleza*. Acantilado. Barcelona, 2009.

[108] Schattschneider, D. "The Plane Symmetry Groups. Their Recognition and Notation". *The American Mathematical Monthly*. Vol. 85. Nº 6, 1978, pp. 439-450.

[109] Schattschneider, D. *M.C. Escher. Visions of Symmetry*. Thames and Hudson, 2004.

[110] Schiller, C. *Motion Mountain*. Edición 23.5. www.motionmountain.net, 2009

[111] Senechal, M. y Fleck, G. (eds.) *Patterns of Symmetry*. University of Massachusetts Press, 1977.

[112] Sheets Dye, D. *Chinese Lattice Designs*. Dover, New York, 1974.

[113] Shubnikov, A.V. (ed.). *Symmetry in Science and Art.* Springer, 1995.
[114] Stevens, P.S. *Handbook of regular patterns: an introduction to symmetry in two dimensions.* MIT Press, 1987.
[115] Stewart, I. *Belleza y Verdad. Una Historia de la Simetría.* Crítica, S. L. Barcelona, 2008.
[116] Szambien, W. *Simetría, gusto, carácter: teoría y terminología de la arquitectura en la época clásica* (1550-1800). Akal, 1993.
[117] Tarasov, L. *This Amazingly Symmetrical World.* Mir Publishers. 1986.
[118] Thomson D´Arcy. *On Growth and Form.* Cambridge University Press, 1977.
[119] Usón Villalba, C. "Los 17 grupos de simetría planos en el mudéjar aragonés". SUMA, nº 33, febrero 2000, pp. 5-23.
[120] Usón Villalba, C. y Ramírez Martínez, A. "La geometría: un camino hacia la belleza" en *La geometría como testigo de la historia; los 17 grupos de simetría del arte mudéjar aragonés.* UNED, Barbastro, 2005.
[121] Valor Valor, M; Gomis Martí, J.M; Albert Gila, F. y Contero González, M. "Identificación y aspectos específicos de patrones y embaldosados a partir de la teoría de grupos de simetría del plano". XIV *Congreso de Ingeniería Gráfica.* Santander, 2002.
[122] Villalpando Martínez, M. "Casas de Segovia entre 1465 y 1525". *Estudios segovianos.* Vol. XXXVII, núm. 87. 1990, pp.731-777.
[123] Washburn D.K. "Pattern symmetry and colored repetition in cultural contexts". *Comp. Math. Appl.* Vol. 2, núm. 3-4, Part 2, 1986. *Symmetry 2: Unifying Human Understanding*, ed. I. Hargittai, Pergamon Press, 1989.
[124] Washburn, D.K. y Crowe D.W. *Symmetries of Culture: Theory and Practice of Plane Pattern Analysis.* Seattle, University of Washington Press, 1988.
[125] Weyl, H. *Simetría.* McGraw-Hill, 1990.
[126] wikipedia. *Wallpaper groups.* http://en.wikipedia.org/wiki/Wallpaper-group. 10-11-2010.
[127] Wolf, K.L. *Forma y simetría: una sistemática de los cuerpos simétricos.* EUDEBA, 1960.
[128] Yanxi Liu, R.T y Collins, Y.T. "A Computational Model for Periodic Pattern Perception Based on Frieze and Wallpaper Groups". *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 26, núm. 3. 2004.