

ÍNDICE

0. INTRODUCCIÓN	19
0.1. Objetivos de la tesis.....	19
0.2. Justificación y relevancia de la investigación	20
0.3. Descripción del proceso de investigación	21
1. FÁBRICAS DE LADRILLO EN LA CONSTRUCCIÓN.....	23
1.1. Introducción	23
1.2. Composición de una fábrica de ladrillo	26
1.2.1. El ladrillo	26
1.2.2. El mortero.....	40
1.2.3. Aparejo y juntas.....	43
1.3. Sistemas constructivos	46
1.3.1. Sistemas portantes	46
1.3.2. Sistemas no portantes.....	50
1.4. Evolución de la fachada de ladrillo.....	52
1.5. Evolución de las fachadas en España	58
1.6. Definición de sistemas constructivos en la actualidad.....	64
1.6.1. Cerramiento con cámara de aire inserta en la estructura	64
1.6.2. Cerramiento con cámara de aire corrida y continua por delante de la estructura	78
2. LOS CERRAMIENTOS DE FÁBRICA DE LADRILLO EN LA NORMATIVA VIGENTE	89
2.1. UNE Ladrillos	89
2.1.1. Designación	89
2.1.2. Características exigibles a los ladrillos.	92
2.2. UNE Morteros.....	93

2.3. Código Técnico de la Edificación	96
2.3.1. CTE-DB-H. Salubridad	96
2.3.2. CTE-DB-SUA. Uso	105
2.3.3. CTE-DB-SI. Incendios.....	106
2.3.4. CTE-DB-HR. Protección frente al ruido	108
2.3.5. CTE-DB-SE. Seguridad estructural.	110
2.3.6. CTE-DB-SE AE. Acciones en la Edificación.....	110
2.3.7. CTE-DB-SE F. Fábricas	114
2.4. Norma sismorresistente	133
2.5. Otras normativas en el ámbito europeo	135
3. CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE UN CERRAMIENTO DE LADRILLO.	137
3.1. Modelos de comportamiento.....	139
3.1.1. Pared libre en cabeza sometida a su peso propio.....	140
3.1.2. Pared libre en cabeza a carga vertical y horizontal	141
3.1.3. Pared anclada en cabeza	142
3.1.4. Pared anclada en todos sus bordes	144
3.1.5. Pared cargada.	146
3.1.6. Pared no portante entre forjados	149
3.1.7. Efecto arco.....	151
3.1.8. Efecto placa	153
3.1.9. Efecto arco / efecto placa. Dominios de comportamiento	157
3.1.10. Pared esbelta	167
3.2. Comportamiento mecánico de los cerramientos.....	169
3.2.1. Cerramientos con cámara de aire interrumpida por la estructura	169
3.2.2. Cerramientos con hoja exterior continua por delante de la estructura	191
3.2.3. Huecos en fachada	202
3.2.4. Antepecho	207

4. FISURACIÓN EN OBRAS DE FÁBRICA. MODELOS Y ENSAYOS	211
4.1. Estudio de la fisuración frente a deformaciones impuestas	214
4.2. Estudio de la fisuración por tracción y cortante	220
4.3. Estudio de la fisuración por movimientos térmicos.....	224
4.4. Estudio de la expansión por humedad	228
4.4.1. Expansión por humedad en ladrillos	229
4.4.2. Expansión por humedad en muros	233
4.4.3. Evitar daños provocados por expansión por humedad	235
4.5. Estudio de los daños provocados por impactos.....	236
5. MODELIZACIÓN MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS	239
5.1. Método de los Elementos Finitos.....	239
5.1.1. Introducción histórica	239
5.1.2. Conceptos básicos	242
5.2. Modelos de cálculo para obras de fábrica	244
6. ESTUDIO MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS DE UN CERRAMIENTO DE OBRA DE FÁBRICA.....	261
6.1. Datos comunes	262
6.1.1. Composición y geometría.....	262
6.1.2. Modelización utilizada.....	265
6.1.3. Características de la fábrica de ladrillo.....	268
6.1.4. Carga de viento.....	270
6.1.5. Calibración del modelo.....	271

6.2. Cerramiento con hoja exterior interrumpida a nivel de estructura	277
6.2.1. Geometría.....	277
6.2.2. Análisis de tensiones	278
6.2.3. Análisis de desplazamientos.....	280
6.2.4. Fisuración.....	282
6.3. Cerramiento con hoja exterior continua por delante de la estructura	284
6.3.1. Estabilidad de la fachada: definiciones y parámetros	284
6.3.2. Geometría.....	286
6.3.3. Análisis de tensiones	287
6.3.4. Análisis de desplazamientos.....	289
6.3.5. Fisuración.....	290
6.4. Comparativa H.E. inserta en la estructura y H.E. continua por delante de la estructura.	292
6.4.1. Comparativa de tensiones.....	293
6.4.2. Comparativa de desplazamientos	296
6.4.3. Comparativa de la fisuración	298
6.5. Medidas propuestas para mejorar el comportamiento	300
6.5.1. Justificación de la eficacia de las mejoras	301
6.6. Disposición de los anclajes	303
6.6.1. Geometría de los modelos	304
6.6.2. Movimiento perpendicular al plano de fachada	307
6.6.3. Fisuración.....	309
6.7. Influencia del tamaño de los huecos.....	312
6.7.1. Geometría de los modelos	313
6.7.2. Tensiones.....	315
6.7.3. Movimiento perpendicular al plano de fachada	321
6.7.4. Fisuración.....	326
6.7.5. Caso del paño entre huecos	333

6.8. Influencia de las cargas verticales en la estabilidad de la fábrica	337
6.8.1. Geometría de los modelos	337
6.8.2. Movimiento perpendicular al plano de fachada	338
6.9. Anclaje a la hoja interior.....	339
6.9.1. Geometría de los modelos	342
6.9.2. Tensiones.....	343
6.9.3. Movimiento perpendicular al plano de fachada	343
6.9.4. Fisuración	347
7. RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS	349
7.1. Cerramientos con hoja exterior continua por delante de la estructura	349
7.1.1. Aplicación constructiva del análisis de los resultados.....	349
7.1.2. Arranque de cimentación	350
7.1.3. Contorno de los huecos.....	352
7.1.4. Último paño y coronación del muro	354
7.1.5. Soluciones con hoja interior de ladrillo hueco	356
7.2. Cerramientos con hoja exterior inserta en la estructura	360
7.2.1. Arranque de cimentación	361
7.2.2. Contorno de huecos	362
7.2.3. Último paño y coronación del muro	362
8. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO	367
8.1. Conclusiones.....	367
8.2. Futuras líneas de investigación	374

ANEJO: TOMA DE DATOS.....	375
A.1. Grietas y fisuras en paramentos ciegos	375
A.1.1. Fisura en ladrillo por aplastamiento del mortero	377
A.1.2. Desprendimientos en lajas.....	379
A.1.3. Manchas y descantillamiento.....	380
A.1.4. Deterioro superficial	381
A.1.5. Deformaciones impuestas por la estructura.....	382
A.1.6. Agrietamiento en voladizos.....	391
A.1.7. Fisuración del cerramiento sobre elemento rígido.....	394
A.1.8. Desprendimiento revestimiento de frente de forjado.....	397
A.1.9. Agrietamiento y abombamiento hacia el exterior en apoyos.....	400
A.1.10. Efectos de la acumulación de cargas	401
A.1.11. Fractura vertical en pilares.....	402
A.1.12. Influencia de la adherencia del mortero	406
A.1.13. Acción del viento	408
A.1.14. Rotura por solicitaciones dinámicas	409
A.1.15. Interacción con la estructura	411
A.1.16. Grietas que se producen en los puntos de coacción	414
A.2. Grietas y fisuras en paramentos con huecos	415
A.2.1. Fisuración en la parte superior e inferior del hueco.....	415
A.2.2. Fisuras en zona de cargaderos y dinteles.....	421
A.2.3. Solución al problema del contorno de los huecos	424

A.3. Grietas y fisuras debidas a la ausencia de juntas	430
A.3.1. Fisura vertical en pequeños quiebros	431
A.3.2. Abombamiento y desplome	434
A.3.3. Agrietamientos en esquinas de ventanas	436
A.3.4. Grietas en el encuentro entre cerramientos	438
A.3.5. Agrietamientos y desplazamientos	439
A.3.6. Deficiente ejecución de la junta de dilatación	440
A.3.7. Ausencia de junta de dilatación en puntos singulares.....	441
A.3.8. Ausencia de junta de dilatación la cubierta	442
A.4. Intervención sobre la estabilidad de una fábrica de ladrillo.....	443
A.4.1. Aumento de la longitud del apoyo en cada planta	443
A.4.2. Reducción de la esbeltez o longitud de los paños	447
A.4.3. Reposición de la hoja exterior.....	452
BIBLIOGRAFÍA	455