

EVOLUCIÓN DEL TIPO ESTRUCTURAL "TORRE" EN ESPAÑA. **Madrid**, **Barcelona**, **Benidorm**.

María Concepción Pérez Gutiérrez

ETSAM

DOSSIER

A.- Índice documento principal.

B.- Índice documentos anejos.

C.- Resumen de la tesis.

D.- Conclusiones.

E.- Gráficos.

F.- Modificaciones para convertir en libro el documento de tesis.

A.- ÍNDICE DOCUMENTO PRINCIPAL.

00. PRÓLOGO

01. INTRODUCCIÓN. Definición de torre y de rascacielos.

02. PRECEDENTES DEL "RASCACIELOS".

02.1. Por qué se construyen torres.

02.2. Construcciones piramidales.

02.2.1 La torre de Babel.

02.2.2 Pirámides de Egipto, pirámides americanas y templos orientales.

02.3. Torres guía y vigía.

02.3.1. El faro de Alejandría y otros faros.

02.3.2. Torres de defensa y vigilancia.

02.4. Torres religiosas.

02.4.1. Las torres de las catedrales.

02.4.2. Torres de la cultura Islámica.

02.5. Chimeneas y "Torre" de la Revolución Industrial.

02.5.1. Chimeneas. Construcciones funcionales.

02.5.2. La Torre Eiffel.

03. EVOLUCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE "RASCACIELOS" EN EL MUNDO.

03.1. Evolución geográfica.

03.1.1. EEUU. La tierra del rascacielos.

03.1.2. El rascacielos en Canadá.

03.1.3. El rascacielos en Europa.

03.1.4. El rascacielos en Asia.

03.1.5. El rascacielos en América del Sur

03.1.6. El rascacielos en África.

03.1.7. El rascacielos en Australia.

03.2. Evolución conceptual.

03.2.1. Torres habitables: superposición de plantas.

03.2.2. Edificios teóricos del período de entreguerras.

03.2.3. Rascacielos americanos y torres europeas. Realidades y proyectos.

03.2.4. Debate sobre la bondad de la edificación en altura.

03.2.5. Ahorro energético. Torres habitables ecológicas.

03.2.6. Reinventando el rascacielos. Híbridos verticales.

03.3. Evolución de la estructura de rascacielos.

03.3.1. Muros de carga.

03.3.2. Edificios de pórticos de vigas y pilares.

03.3.3. Fazlur Khan. Modificación del tipo estructural con al altura.

Teoría y práctica.

03.3.4. Le Messurier y el edificio de estructura óptima (BRI=100).

03.3.5. Sistemas de amortiguación de movimiento: damping mass.

03.3.6. Superescrapers y estructuras redundantes.

03.3.7. Edificios ejecutados y en construcción más altos del mundo.

04. EVOLUCIÓN DEL TIPO ESTRUCTURAL TORRE EN MADRID.

04.1. Por qué se construyen torres en Madrid.

04.2. Evolución del tipo estructural torre en Madrid.

04.2.1. 1925-1960. Del sueño americano al rascacielos madrileño.

04.2.1. 1960-1970. La torre de viviendas de autor.

04.2.2. 1970-1990. La torre de oficinas. Azca y el eje Castellana.

04.2.2. 1990-hoy. El proceso de globalización.

05. EVOLUCIÓN DEL TIPO ESTRUCTURAL TORRE EN BARCELONA.

05.1. Por qué se construyen torres en Barcelona.

05.2. Evolución del tipo estructural torre en Barcelona.

05.2.1. 1883-1980. De la Sagrada Familia al Edificio Colón

05.2.2. 1980-1992. Objetivo: Olimpiada de Barcelona 92.

05.2.3. 1993-2004. Pretexto: Fórum de las Culturas 2004.

05.2.4. 2004-hoy. Rematando lo empezado. Del Llobregat al Besós.

Plaza de Europa, Diagonal Mar, Distrito 22@, y la Sagrera.

06. EVOLUCIÓN DEL TIPO ESTRUCTURA TORRE EN ALICANTE-BENIDORM.

06.1. Por qué se construyen torres en Alicante-Benidorm.

06.2. Evolución del tipo estructural torre en Alicante-Benidorm.

06.2.1. 1960-1970. De la estructura metálica al pórtico de hormigón.

06.2.2. 1970-1980. Introducción del forjado reticular.

06.2.3. 1980-1990. Estandarización de la estructura de torre levantina.

Pantallas de hormigón armado y forjados sin vigas.

06.2.4. 1990-2000. Hormigones de alta resistencia.

06.2.5. 2000-2009. Las torres de Benidorm del siglo XXI.

07. CONCLUSIONES.

08. BIBLIOGRAFÍA.

B.- ÍNDICE DOCUMENTO ANEJO.

09. ANEXOS.

09.1. ANEXO NUMÉRICO.

A1.1. Altura, esbeltez, tipo estructural.

A1.2. Análisis de Estabilidad.

A1.3. Imagen comparativa.

A1.4. Evolución con siluetas.

09.2. NORMATIVA DE REFERENCIA.

A2.1. Hormigón armado y pretensado.

A2.2. Forjados.

A2.3. Acero.

A2.4. Acciones.

09.3. ENTREVISTAS A INGENIEROS Y ARQUITECTOS DE RASCACIELOS.

Aguiló i Arán, Xavier

Blanco Temprano, Pedro Juan

García Rubio, M^a Carmen

Gómez Navarro, Miguel

Gómez Hermoso, Jesús

Gutiérrez de Tejada, Enrique

Martínez Calzón, Julio

Montoy, Joel

Obiol Sánchez, Agustí

Regalado Tesoro, Florentino

Solé, Josep Ramón

Viñals, José Ignacio

09.4. FICHAS DE EDIFICIOS

09.4.1. Madrid. Fichas de edificios.

09.4.2. Barcelona. Fichas de edificios.

09.4.3. Benidorm. Fichas de edificios.

C.- RESUMEN DE LA TESIS

Por diferentes motivos, en España sólo se edifica en altura con cierta continuidad durante parte del siglo XX y hasta el momento actual en Madrid, en Barcelona y en algunos puntos de la costa levantina. Benidorm es la mejor representante del fenómeno de concentración de rascacielos en la zona.

Fruto probablemente de mirar con ojos de Arquitecto, este trabajo de tesis se centra en el análisis comparativo de la evolución del tipo estructural *torre* en estas tres ciudades, análisis más cualitativo que cuantitativo. Se reflexiona sobre por qué se construyen torres, cómo se diseña su estructura y cómo se relacionan los rascacielos españoles con los rascacielos del resto del mundo. Se estudia la evolución en la manera de abordar el problema del diseño estructural, en la manera de formular el modelo, en la manera de calcularlo y la influencia de la normativa en el proceso. Se describe también la evolución de los materiales utilizados: cómo se usan y su calidad.

El documento se organiza en tres capítulos principales: evolución del tipo estructural *torre* en Madrid, evolución del tipo estructural *torre* en Barcelona y evolución del tipo estructural *torre* en Benidorm. En cada uno de estos capítulos se reflexiona sobre las etapas por las que ha pasado la construcción de torres en la ciudad y se analizan las características comunes y diferenciales de los edificios de cada etapa.

Para enmarcar tanto temporal como geográficamente las torres españolas, en los capítulos introductorios se razona sobre por qué se construyen y se han construido torres o edificaciones que se pueden considerar precedente de las mismas. Y se expone la evolución de los *rascacielos* del mundo desde tres puntos de vista: geográfico, conceptual y estructural.

En el capítulo de conclusiones se destilan las similitudes y diferencias detectadas en la evolución de los tipos estructurales de los edificios descritos.

Y por último se añaden cuatro capítulos anejos, en los que se incluye documentación elaborada durante el proceso de investigación para llegar a las conclusiones.

En el primero, numérico, se incorporan operaciones sencillas que explican el comportamiento estructural de algunos de los edificios analizados a lo largo del documento y datos curiosos que relacionan el tamaño de las distintas torres.

En el segundo se enumera la normativa técnica (sobre acciones en general, sobre sismo, sobre hormigón, sobre acero y sobre forjados) que estuvo vigente en España desde la publicación de la primera en 1944 (sobre hormigón armado) hasta nuestros días.

En el tercero, se incluye el resumen de algunas de las entrevistas que se han hecho a arquitectos e ingenieros de las torres españolas. Escuchar a los que proyectaron y a los que calcularon los edificios analizados fue una experiencia francamente enriquecedora.

En el cuarto se incluyen fichas con la explicación conceptual de la estructura de algunas torres españolas que se convierten en representativas por haberse concebido como *estructura de un rascacielos*, no como simple pila de plantas en vertical.

Aunque se ha publicado mucho sobre estructura de torres, en concreto sobre las torres españolas la información se encuentra muy dispersa. Fundamentalmente en artículos de revistas técnicas de las distintas épocas. Este documento la ordena hasta lo publicado antes de 2009. Respondiendo a la pregunta: "¿ha evolucionado el tipo estructural torre en España o sólo se han construido estructuras puntuales de torres sin relación entre ellas?" como hilo conductor, se ha generado un discurso que indaga en el por qué surgen las torres españolas, dónde y cómo se han construido y quiénes han intervenido en el diseño y en el cálculo de su estructura. Y trata de anticipar cuál será el siguiente paso, que sin duda recogerá la experiencia de lo ya construido.

D.- CONCLUSIÓN

Una de las aportaciones más interesante de este trabajo de investigación ha sido probablemente el análisis comparativo de las torres españolas entre sí y con las del resto del mundo (posible tras la descripción aislada de los edificios altos más representativos de cada etapa y cada lugar). Esta información se resume en los gráficos de las conclusiones y los documentos anejos.

Otra aportación importante son las entrevistas a personas que han intervenido en el diseño, cálculo y ejecución de las estructuras de torres españolas. Recogen las experiencias del proceso descritas por protagonistas del mismo.

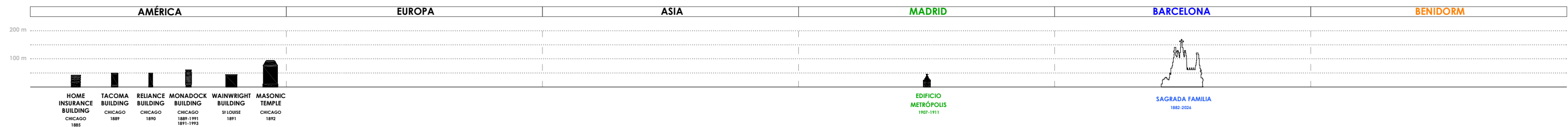
Se demuestra en el análisis que ni la evolución de los materiales y técnicas constructivas, ni la evolución de las herramientas de cálculo, ni los cambios de normativa; ni siquiera la intensidad de las acciones laterales (viento y sismo) o el tipo de terreno, han condicionado la evolución del tipo estructural "torre" en España. En las torres españolas el condicionante fundamental del tipo estructural ha sido el uso y la consiguiente disposición de los espacios arquitectónicos.

La construcción de edificios altos está muy supeditada a los ciclos económicos. Las torres más altas se proyectan en épocas de bonanza y se inauguran usualmente en los puntos bajos del ciclo económico. Sin embargo el tema de la construcción en altura, con sus defensores y detractores, nunca dejará de ser actual.

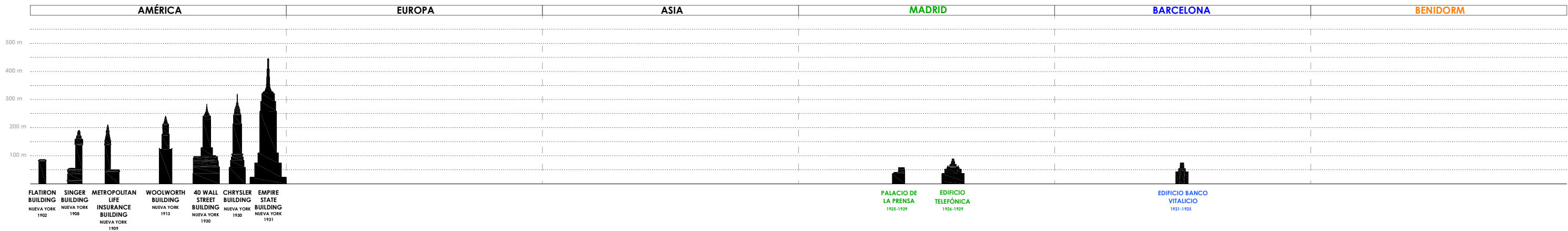
Desde siempre los hombres han desafiado a la gravedad construyendo en altura. De ese afán por alcanzar el cielo nacieron las torres. ¿Qué arquitecto se negaría al reto de proyectar y construir un rascacielos si tuviera la oportunidad de hacerlo? Probablemente muy pocos.

E.- GRÁFICOS

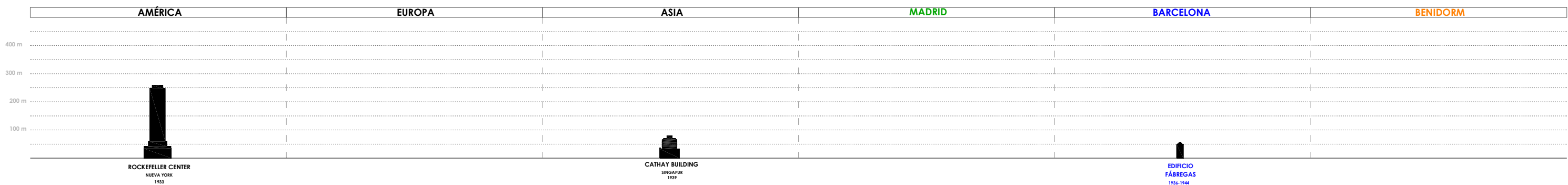
PERÍODO I. 1880-1900



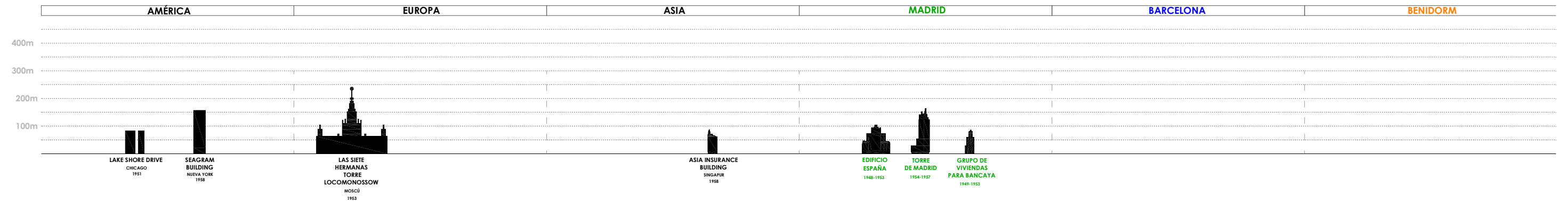
PERÍODO II. 1900-1930



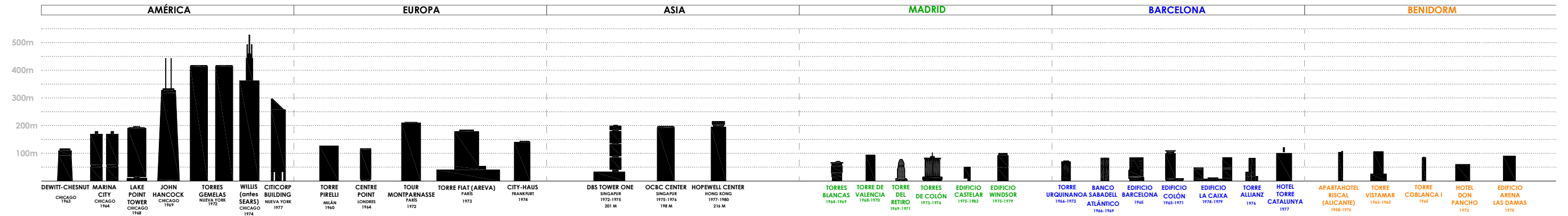
PERÍODO III. 1930-1945



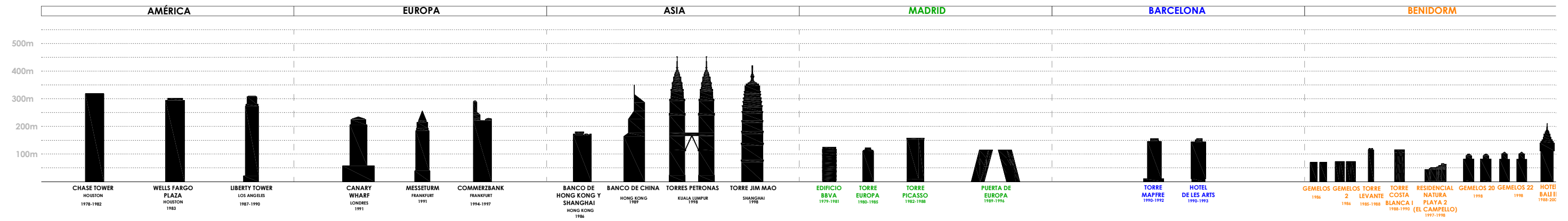
PERÍODO IV. 1945-1960



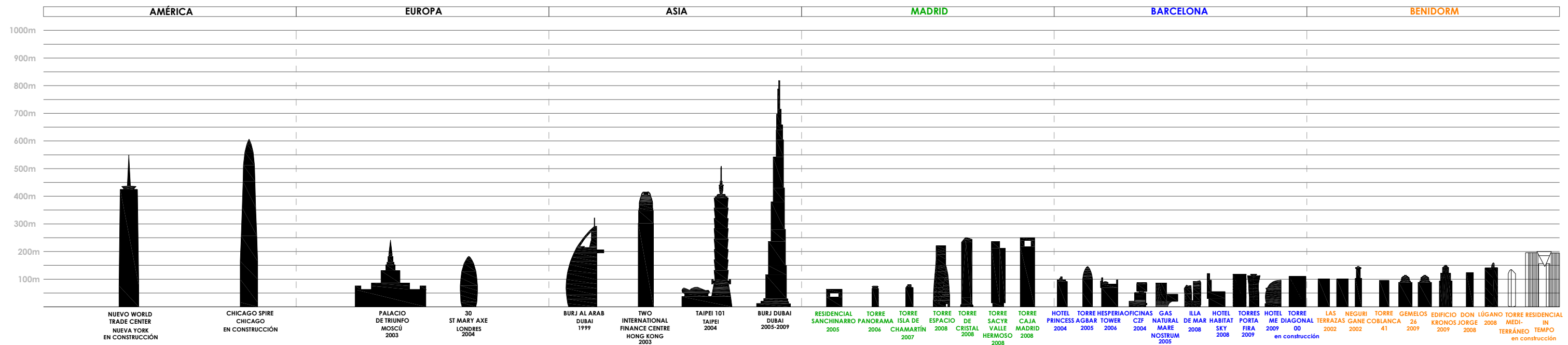
PERÍODO V. 1960-1980

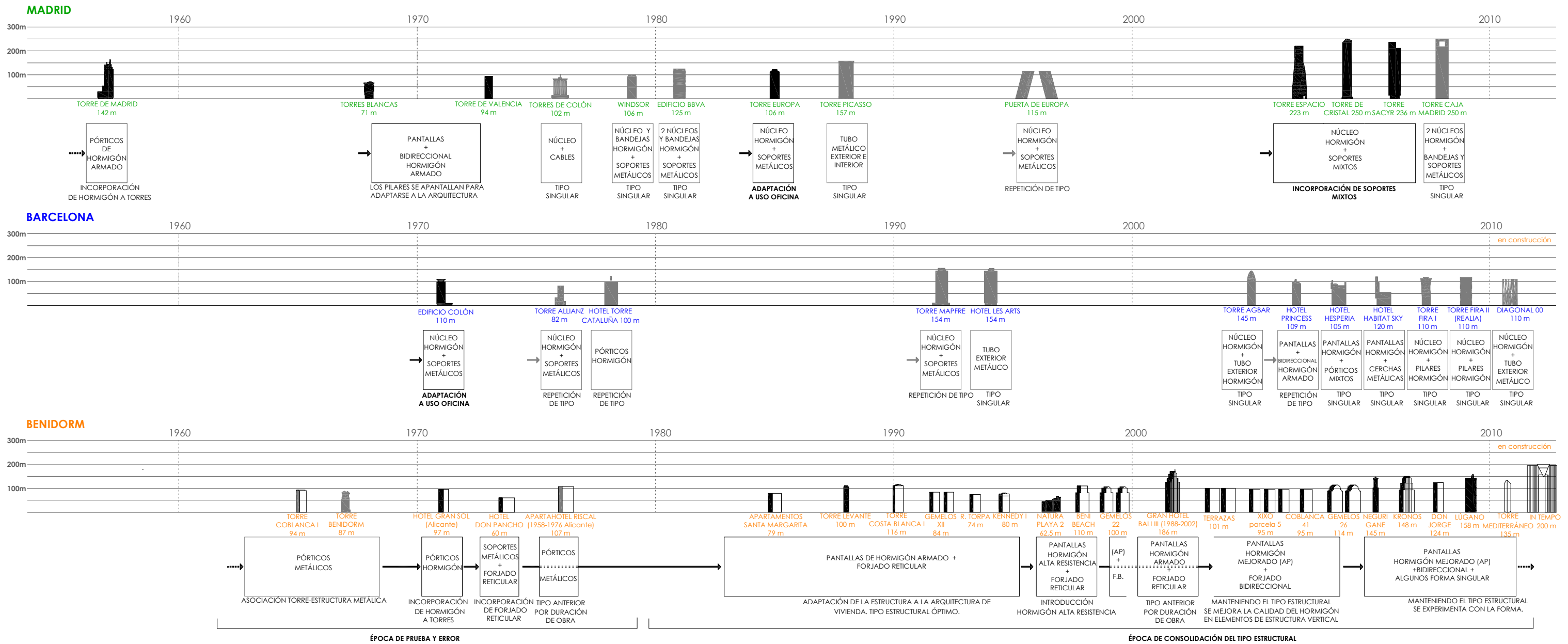


PERÍODO VI. 1980-2000



PERÍODO VII. 2000-Hoy





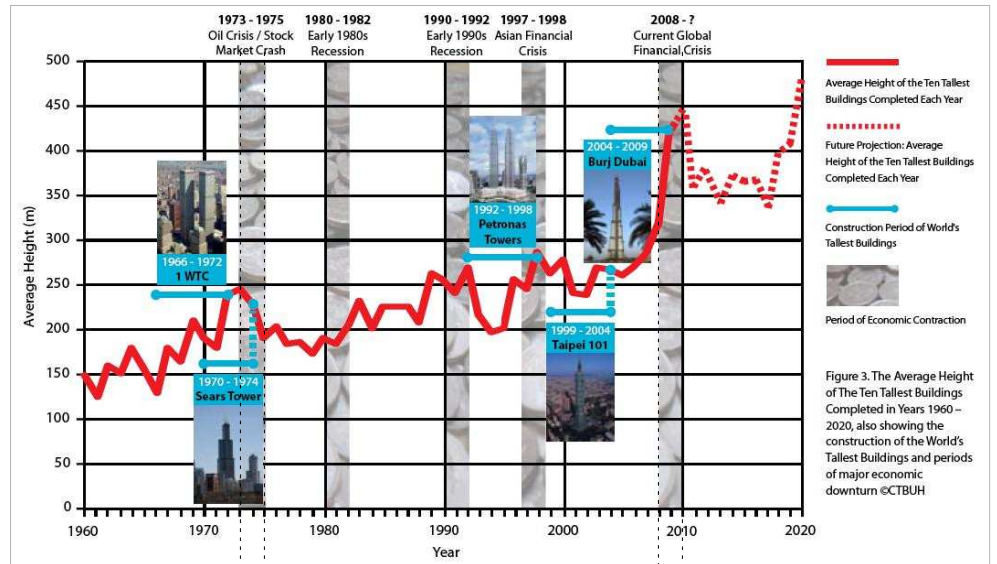
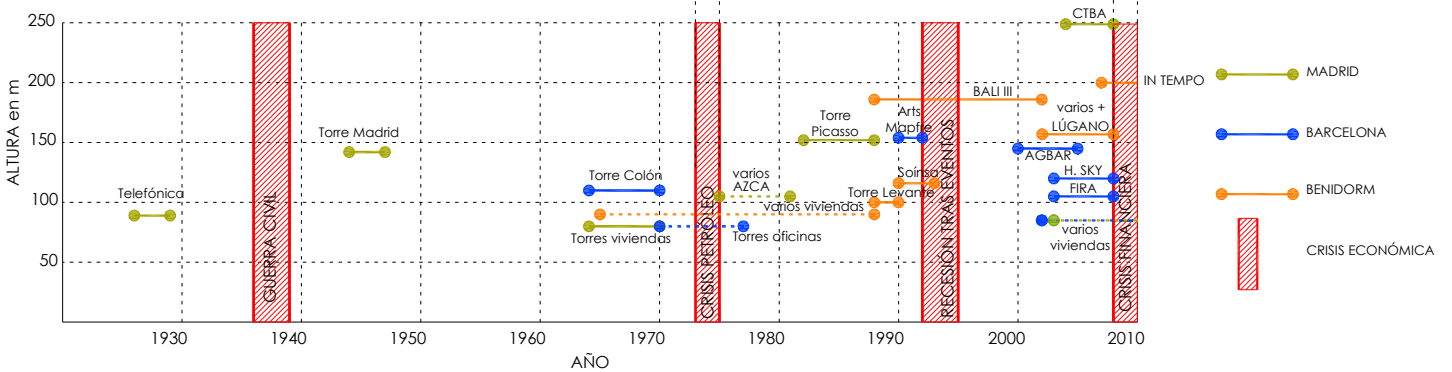


Figure 3. The Average Height of The Ten Tallest Buildings Completed in Years 1960 – 2020, also showing the construction of the World's Tallest Buildings and periods of major economic downturn ©CTBUH



Arriba, cuadro CTBUH relacionando media de altura de edificios en el mundo y crisis económicas.

Abajo, relación análoga de torres españolas.

F.- MODIFICACIONES PARA CONVERTIR EN LIBRO LA TESIS.

El texto de la tesis requiere una OPERACIÓN DE SÍNTESIS para ENFATIZAR los conceptos de tipo evolutivos a destacar en una publicación destinada al público en general y a arquitectos en particular.

1.- Fundir el contenido más interesante para publicar un único tomo:

- 1.1.- Reducir el capítulo de Precedentes de Rascacielos a una muy breve introducción (si no eliminarlo).
- 1.2.- Revisar y sintetizar el capítulo de Evolución de la Construcción de "Rascacielos" en el Mundo.
- 1.3.- En el capítulo de Evolución del tipo estructural torre en Madrid, incluir lo esencial de las entrevistas realizadas a los técnicos que han intervenido en el proyecto, cálculo y ejecución de las estructuras de las torres madrileñas.
- 1.4.- En el capítulo de Evolución del tipo estructural torre en Barcelona. Incluir lo esencial de las entrevistas realizadas a los técnicos que han intervenido en el proyecto, cálculo y ejecución de las estructuras de las torres de Barcelona.
- 1.5.- En el capítulo de Evolución del tipo estructural torre en Benidorm. Incluir lo esencial de las entrevistas realizadas a los técnicos que han intervenido en el proyecto, cálculo y ejecución de las estructuras de las torres de Benidorm.
- 1.6.- Reelaborar el capítulo de conclusiones como de síntesis comparativa de todo el discurso.
- 1.7.- Revisar Dibujos y Gráficos. Los gráficos comparativos de los Anexos se incluirán en el capítulo de síntesis comparativa.
- 1.8.- Fichas de torres: si se considerase oportuno, se incluirían al final de modo sintético los datos más relevantes de las torres españolas más representativas.

2.- Posible índice de la publicación:

- 1.- Prólogo (una o dos páginas introductorias)
- 2.- Rascacielos en el Mundo. Evolución geográfica, conceptual y estructural.
- 3.- Rascacielos en España.
 - Madrid
 - Barcelona
 - Benidorm
 - Síntesis comparativa