



**Arquitectura Sismorresistente en Japón:
Soluciones Tradicionales y Contemporáneas**

**日本の耐震構造:
伝統的で現代的な解決法**

Ana Isabel Santos Aguilar

Tutor José Manuel Almodóvar Melendo

Grado en Estudios de Asia Oriental

Universidad de Sevilla

2019



RESUMEN Y ABSTRACT

Resumen

Los terremotos en Japón siempre han supuesto un gran desafío para su población. En la actualidad, es uno de los países mejor preparado para este tipo de desastres naturales. La arquitectura sismorresistente japonesa es de las más avanzadas del mundo. Y el objetivo principal de este proyecto es conocer su evolución hasta la actualidad. El origen geográfico del archipiélago es fundamental en su desarrollo histórico y cultural. Ha recibido influencias de muy distintas culturas, como la china y la occidental. Pero ha sabido adaptarlas a la suya, y así sacar lo mejor de ellas. Otro objetivo importante es entender las características principales de su arquitectura a través de sus edificios más clásicos. Las antiguas pagodas budhistas son aún un gran modelo para la arquitectura sismorresistente. La madera sigue siendo un material importante en su arquitectura. En la actualidad se cuenta con tecnologías muy avanzadas y un material muy resistente y flexible, como el hormigón armado. La tecnología de disipación de energía sísmica es la más usada en los edificios japoneses, y es donde más se investiga y desarrolla estos sistemas. Finalmente observamos que la arquitectura japonesa actual depende de muchos factores externos, pero también conserva su propia esencia.

Palabras clave: terremoto, sismorresistente, madera, hormigón armado.

Abstract

Earthquakes in Japan have always been a great challenge for its population. Currently, it is one of the countries best prepared against this type of natural disaster. The Japanese seismic architecture is one of the most advanced in the world. And, because of that, the main objective of this project is to present its evolution to the present. The geographical origin of the archipelago is fundamental in its historical and cultural development. It has received influences from very different cultures, such as Chinese and Western. But it has managed to adapt them to its convenience, and thus get the best out of them. Another important objective is to understand the main characteristics of its architecture through its most classic buildings. The ancient Buddhist pagodas are still a great model for earthquake-resistant architecture. Wood remains an important material in its architecture. Nowadays, it possesses very advanced technologies and a very resistant and flexible material, such as reinforced concrete. The seismic energy dissipation technology is the most used in Japanese buildings, and it is where most of these systems are researched and developed. Finally, we observe that the current Japanese architecture depends on many external factors, but also retains its own essence.

Key words: earthquake, earthquake-resistant, wood, reinforced concrete.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. BREVE INTRODUCCIÓN DE JAPÓN.....	7
3. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE JAPÓN.....	11
3.1. Cinturón de Fuego del Pacífico.	13
3.2. Desastres Naturales.....	17
3.2.1. Terremotos.	18
3.2.2. Tsunamis.	23
3.2.3. Erupciones volcánicas.....	25
4. ARQUITECTURA JAPONESA.....	28
4.1. Constantes en la arquitectura japonesa.	30
4.1.1. Asimetría.....	30
4.1.2. Módulo.....	31
4.1.3. Naturalidad.....	32
4.1.4. Indefinición.....	34
4.2. Evolución histórica.	35
4.2.1. Prehistoria.	35
4.2.2. Antigua (<i>Kodai</i> 古代).....	37
4.2.3. Medieval (<i>Chūsei</i> 中世).....	39
4.2.4. Premoderna (<i>Kinsei</i> 近世).	40
4.2.5. Moderna (<i>Kindai/Gendai</i> 近代/現代).....	43
5. PROGRESO JAPONÉS:.....	47
5.1. Soluciones tradicionales.....	47
5.1.1. Madera.	48
5.1.2. Pagoda.....	50
5.1.3. Otras técnicas sismorresistentes.....	52
5.2. Soluciones contemporáneas.	52
5.2.1. Hormigón armado.	53
5.2.2. Tipos de diseños sismorresistentes.	54
5.2.3. Edificios sismorresistentes en Japón.....	57
6. CONCLUSIONES.....	60
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
8. ANEXO.....	72

1. INTRODUCCIÓN

La arquitectura japonesa siempre ha presentado para los que son ajenos a ella una atracción bastante peculiar. El país asiático muestra fusiones culturales que sorprenden a más de uno. Y aunque existe una evidente preocupación de los japoneses por mantenerse auténticos y evitar las influencias externas, es en ese característico sincretismo donde reside la verdadera esencia nipona.

En el famoso libro *El elogio de la sombra* (1933) de Junichirō Tanizaki, vemos ese acercamiento cultural que hubo entre Japón y occidente. Además, el autor nos muestra la importancia de la religión autóctona japonesa, el shintoísmo, sobre la forma de actuar y pensar de su sociedad. *El libro del Té* (1906) de Okakura Kakuzō, también añade a ese “cóctel” la influencia del budhismo y el taoísmo en la cultura nipona. La apreciación de la naturaleza, una característica común de estas tres religiones está muy presente en la forma de ser japonesa. Sus vidas están constantemente pendientes del próximo movimiento que vaya a hacer la naturaleza. Por tanto, la protección de su patrimonio natural cobra una importancia máxima. El libro de *Natural Heritage of Japan* (2018) hace una excelente recopilación del patrimonio natural de este país, cuál ha sido su desarrollo y cómo se conserva en la actualidad. Se puede apreciar el esmero de los nipones para cuidar su entorno. Como se ha mencionado anteriormente, la naturaleza es la base de su cultura.

Este proyecto recoge información de distintos estudiosos de la cultura y arquitectura japonesa. El extenso conocimiento y vivencias del miembro de la Asociación de Estudios Japoneses en España, Javier Vives Rego, ha sido determinante para la comprensión de la arquitectura japonesa en este proyecto. Su visión de Japón, aunque en algunas ocasiones un poco idealizada, ayuda a entender muchos de los aspectos que determinan la cultura nipona. De una u otra forma, la arquitectura japonesa ha sorprendido a todo aquel que se ha atrevido a aprender más de ella.

También para la realización de este estudio se ha recurrido a distintas webs de divulgación cultural japonesa, como puede ser *Nippon.com* o *Japonismo.com*, ambas son dos excelentes ventanas hacia este país asiático. La información que otorgan al visitante está cuidada y contrastada, cada una con su propio estilo, muestran el mundo nipón más real y cercano. Y con el formato más personal que nos proporciona internet, el espacio

para los comentarios se convierte en un interesante debate cultural que muestra ambas visiones del mundo.

Por último, para acceder a datos de primera mano, destacar la labor de las distintas asociaciones japonesas que ofrecen su información traducida y de forma online y gratuita a todo el mundo. La Agencia Meteorológica Japonesa (*Japan Meteorological Agency*) comparte información a tiempo real del clima y la actividad volcánica y sísmica de Japón. En su web se pueden encontrar datos de hace tan solo unos minutos, hasta los de hace años. Es muy importante que, para un país que depende tanto de su clima y geografía, sus habitantes estén lo mejor informados posible. Por eso, también son los primeros en avisar a la población sobre los procesos de evacuación en caso de que ocurra algún desastre. La labor que desempeña la JMA, de sus siglas en inglés, es fundamental para la seguridad de los japoneses. También, la Organización Japonesa de Aislamiento Sísmico (*The Japan Society of Seismic Isolation*), aparte de ofrecer información sobre este diseño antisísmico y su funcionamiento, contribuyen en su investigación y en su uso extendido por todo el país. El Instituto de Arquitectos de Japón y la Organización de Seguridad Sísmica de Japón publicaron conjuntamente un detallado documento en el que ofrecían sus conocimientos sobre arquitectura antisísmica y medidas de seguridad. Ambas organizaciones, como otras muchas más del país, cumplen un gran papel en el desarrollo y la divulgación de la arquitectura sismorresistente.

El objetivo principal de este trabajo es comprender la evolución de la arquitectura japonesa para adaptarse a su actividad sísmica, desde sus rudimentarios inicios hasta la más moderna tecnología. Por todos es sabido que Japón se puede considerar uno de los países más seguros frente a un gran terremoto. Pero ¿cómo ha llegado hasta ahí? ¿Fue solo desarrollo nipón? ¿O alguien les mostró el camino que debían seguir? Para llegar a la respuesta de este objetivo, será importante entender antes otros aspectos del archipiélago japonés y su arquitectura.

Primero debemos aclarar la situación geográfica del país. Su arquitectura no habría tomado ese rumbo sino se encontrase donde está. La clave residirá en el origen volcánico del conjunto isleño. Todos esos volcanes activos que existen en las islas nos descubrirán el impresionante origen del archipiélago japonés. También será necesario conocer la historia catastrófica de Japón, pues los desastres naturales que lo acechan han supuesto siempre un antes y un después para la sociedad nipona.

Finalmente, para comprender cómo ha llegado Japón a ser puntero en el desarrollo de sistemas antisísmicos, debemos entender previamente la evolución de su historia arquitectónica. Aunque se trata de un conjunto de islas, no han estado completamente aisladas de sus vecinos continentales. Muchos de sus aspectos culturales más destacados les llegaron por influencia de otros países asiáticos. Y más tarde, fue occidente quien se adentró por completo en la sociedad nipona. Entonces, ¿es la arquitectura japonesa una copia de la de otros países? ¿Veremos las mismas estructuras construidas en Japón en otras zonas del mundo? Estas y otras cuestiones más serán resueltas a medida que avancemos en este estudio sobre la arquitectura sismorresistente japonesa.

2. BREVE INTRODUCCIÓN DE JAPÓN

Japón (en japonés: *Nihon* o *Nippon*, 日本) es un país compuesto por un numeroso conjunto de islas situadas al este de Asia, en el océano Pacífico (imagen 1). No tiene fronteras terrestres con sus vecinos asiáticos China, Rusia y la península coreana. El archipiélago tiene cuatro islas principales, Hokkaidō (北海道), Honshū (本州), Shikoku (四国) y Kyushū (九州), que componen

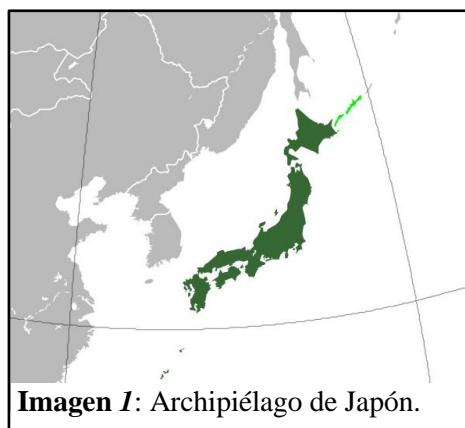


Imagen 1: Archipiélago de Japón.

la mayor parte del territorio, el resto está formado por más de 6800 islas de menor tamaño¹. La capital japonesa, Tokio, se encuentra en Honshū, y es el área metropolitana más grande del mundo, en cuestión de extensión. Además de ser una de las capitales más pobladas con 37 millones de habitantes. El país nipón alberga una población de más de 127 millones de habitantes en una superficie algo mayor que la de Alemania, 378 mil kilómetros cuadrados aproximadamente. Por tanto, la densidad de población es de 348 hab./km² (Banco Mundial, 2017). La administración local del archipiélago se divide en 47 regiones administrativas conocidas como “prefecturas”², que se agrupan en 8 zonas de mayor tamaño no oficiales (véase Anexo A).

El japonés es el idioma principal del archipiélago. Existen otras lenguas minoritarias, como la *ainu* y la familia de lenguas *ryūkyūenses*, que están en peligro de desaparición³. Los caracteres que componen el nombre de este país insular significan literalmente: *sol* y *origen*, en ese orden; es por ello por lo que también es conocido como el “País del Sol Naciente”.

En la actualidad, Japón es una de las grandes potencias económicas mundiales, es la tercera mayor economía de acuerdo a su PIB, detrás de China y Estados Unidos. También se trata del cuarto mayor exportador e importador de mercancías (Organización Mundial de Comercio, 2017). Su moneda oficial es el yen (¥), un euro equivale a 121,71¥ (mayo 2019). El estado de Japón es una monarquía constitucional, en la que el poder del

¹ El territorio de Japón se compone de 6.852 islas e islotes (Oficina de Información Diplomática del Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación del Gobierno de España, 2018).

² Una prefectura metropolitana (To), una prefectura territorio (Dō), dos prefecturas urbanas (Fu) y 43 prefecturas rurales (Ken), división conocida popularmente como *Todofuken*. (Luis Rodríguez, 2014. *Japonismo.com*).

³ Fuente: *Ethnologue.com*.

emperador está limitado por la Constitución de Japón de 1947, básicamente sus funciones como jefe de estado son ceremoniales. El antiguo emperador, Akihito (明仁), ha sido el primero⁴ en anunciar su intención de abdicar en su hijo mayor, el actual emperador Naruhito (徳仁) (imagen 2). Como ocurre en otros países, el gobierno es descentralizado y está dividido en tres poderes: ejecutivo, legislativo y judicial. Abe Shinzo (安倍 晋三) es, desde el año



Imagen 2: Naruhito y su esposa Masako ya proclamados.

2012, el Primer Ministro, el cual ha sido reelegido en varias ocasiones hasta la actualidad.

Abe pertenece al Partido Liberal Demócrata (PLD), que ha sido el partido político dominante en la historia reciente de Japón. El gobierno de Abe ha creado una nueva legislación que reinterpreta el artículo 9 de la constitución japonesa para permitir al país una participación más activa en la resolución de conflictos internacionales⁵. Otras de las propuestas de reforma del PLD son las “abonomics” (fusión del nombre del primer ministro y la palabra inglesa *economics*). Estas políticas se basan en la estrategia de las “tres flechas”: expansión monetaria, estímulo fiscal y reformas estructurales. Su aplicación ha tenido efectos positivos en la economía japonesa, con una tasa de crecimiento estimada para el 2017 del 1,9%, según la Oficina de Información Diplomática del Ministerio de Asuntos Exteriores del Gobierno de España. En lo que respecta a la política y relaciones exteriores, Japón forma parte de las principales estructuras multilaterales de cooperación internacional (Naciones Unidas, UNICEF, UNESCO, OMS, etc.), así como de las del ámbito económico, energético, etc. (OCDE, G-7, G-8, G-20, etc.). También participa en varios acuerdos internacionales con sus vecinos asiáticos (APEC, ASEAN + 3, SAARC), aunque decidió no tomar parte en el AIIB (Banco Asiático de Inversión en Infraestructuras) creado por China en 2015. Las relaciones de Japón con los países del continente asiático han sido muy marcadas a lo largo de la historia.

El estado de Japón ha alternado periodos históricos en los que ha tenido un aislamiento total, y otros en los que ha recibido una gran influencia de países extranjeros (Mikiso

⁴ “Akihito será el primer emperador japonés en abdicar en 200 años” (Justin McCurry, 2017. *Eldiario.es*).

⁵ La nueva legislación permitirá a Japón ser en el exterior un “contribuyente proactivo para la paz”, y utilizar sus recursos militares para el ejercicio de la “autodefensa colectiva”. (Oficina de Información Diplomática del Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación del Gobierno de España, 2018).

Hane, 2000). Las continuas luchas entre jefes de tribus y clanes por imponerse fueron las que marcaron la actividad política en la antigüedad. Hasta que finalmente un clan logró el control y estableció su dinastía imperial a finales del siglo V y principios del VI. Este sistema imperial sigue hasta nuestros días, nadie se ha atrevido a eliminarlo, ya que cuenta con un gran respeto y aprecio por parte del pueblo. Durante la mayor parte del tiempo, quienes gobernaban realmente en las islas eran la aristocracia cortesana. Esto cambió a finales del siglo XII y principios del XIII. Varios clanes guerreros tomaron el control político y ejercieron su poder, y fue entonces cuando se creó la figura del *Shōgun* (将軍 “comandante del ejército”). Hasta el siglo XVII, estos líderes tenían frecuentes enfrentamientos con otros dirigentes militares, pero fue en esta época en la que un clan se impuso sobre las demás, el clan Tokugawa, y se mantuvo hasta mediados del siglo XIX, cuando se dio el final de este doble sistema de gobierno Shōgun y Emperador. En 1868 se “restauró” (Ibid., p. 11) la autoridad imperial. Y fue tras la derrota de Japón en la Segunda Guerra Mundial, cuando el archipiélago adoptó un sistema de gobierno democrático, con una constitución impuesta por los estadounidenses. Todas estas circunstancias nos revelan una periodización histórica muy característica del país nipón:

Prehistoria	Paleolítico	50/35000 – 13/9500 a. P.*
	Jōmon	13/9500 – 2500 a. P.
	Yayoi	500 a. C. – 300
	Kofun	300 – 710
Antigua (<i>Kodai</i> 古代)	Nara	710 – 794
	Heian	794 – 1185
Medieval (<i>Chūsei</i> 中世)	Kamakura	1185 – 1392
	Muromachi	1392 – 1573
Moderna temprana o Premoderna (<i>Kinsei</i> 近世)	Azuchi-Momoyama	1573 – 1600
	Edo	1600 – 1868
Moderna (<i>Kindai / Gendai</i> 近代 / 現代)	Meiji	1868 – 1912
	Taishō	1912 – 1926
	Shōwa	1926 – 1989
	Heisei	1989 – 2019
	Reiwa	2019 – presente

*a. P.: Antes del Presente. Fuente: Japón. *Wikipedia, la enciclopedia libre*. Recuperado en mayo de 2019.

Debido a la insularidad de este país, la forma de pensamiento de los japoneses se ha visto afectada y, según la investigadora Mikiso Hane (2000), denota un profundo egocentrismo que ha derivado en un acusado nacionalismo. Este nacionalismo se vio reforzado ante la crecida presencia de China en el archipiélago, y luego con la apertura a Occidente en la era Meiji. Años más tarde este sentimiento nacionalista se convertiría en un fuerte militarismo e imperialismo frente a los países vecinos. Pero no evitó que la cultura japonesa se empapara de la influencia venida del extranjero, la sociedad nipona supo mantener sus tradiciones y aprovechar el conocimiento que le aportaba el exterior. Esta adaptación se ve claramente en la religión autóctona del archipiélago, el Shintoísmo es una forma de pensamiento animista, que respeta y admira a la Naturaleza. Las enseñanzas de esta religión se han extendido a lo largo de todas las islas y han calado en todos los aspectos de la vida de los japoneses. Los nacionalistas e imperialistas también usaron el shintoísmo como base de su argumento. Plasmaron en el Kojiki ⁶ (古事記) que la descendencia de uno de los dioses más importantes, la diosa del Sol (*Amaterasu Ōkami* 天照大神) (imagen 3), seguía la línea de la familia imperial, justificando así su derecho a gobernar (Ibid., p. 14). Además, el shintoísmo coexiste perfectamente con el Budhismo que llegó a Japón a través de la península coreana; la corriente Zen es la que más se siguió en el archipiélago. El confucianismo proveniente de China también tuvo cierta repercusión, fue la base del aprendizaje en los tiempos del clan Tokugawa. Todos estos aspectos, y la entrada de la cultura occidental a mediados del siglo XIX, han “dado lugar al peculiar carácter japonés” (Ibid., p. 15).



Imagen 3: Amaterasu, la diosa Solar

Como podremos ver en los siguientes apartados, este sincretismo característico de la cultura japonesa estará perfectamente reflejado en su forma de afrontar las dificultades que les presente la fuerza de la naturaleza.

⁶ Kojiki: “Registro de cosas antiguas”, es el libro escrito en japonés más antiguo que se conserva, en el que se recopila la mitología japonesa (material docente no publicado de Pilar Pavón Torrejón, 2018).

3. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE JAPÓN

El factor geográfico que caracteriza al archipiélago japonés ha sido crucial a lo largo de toda su historia. No hablaríamos del mismo país si las circunstancias que lo rodeasen fuesen otras completamente distintas.

Japón es un país que ocupa una serie de islas al noreste del continente asiático. Se extiende de norte a sur entre el Mar de Japón y el Océano Pacífico. Su superficie total es de 377.873 km² según la Oficina Nacional de Turismo de Japón, esta área lo ocupan en su mayoría sus 4 islas principales:

Hokkaidō	83.000
Honshū	231.000
Shikoku	19.000
Kyushū	42.000

Fuente: Oficina Nacional de Turismo de Japón, 2019.

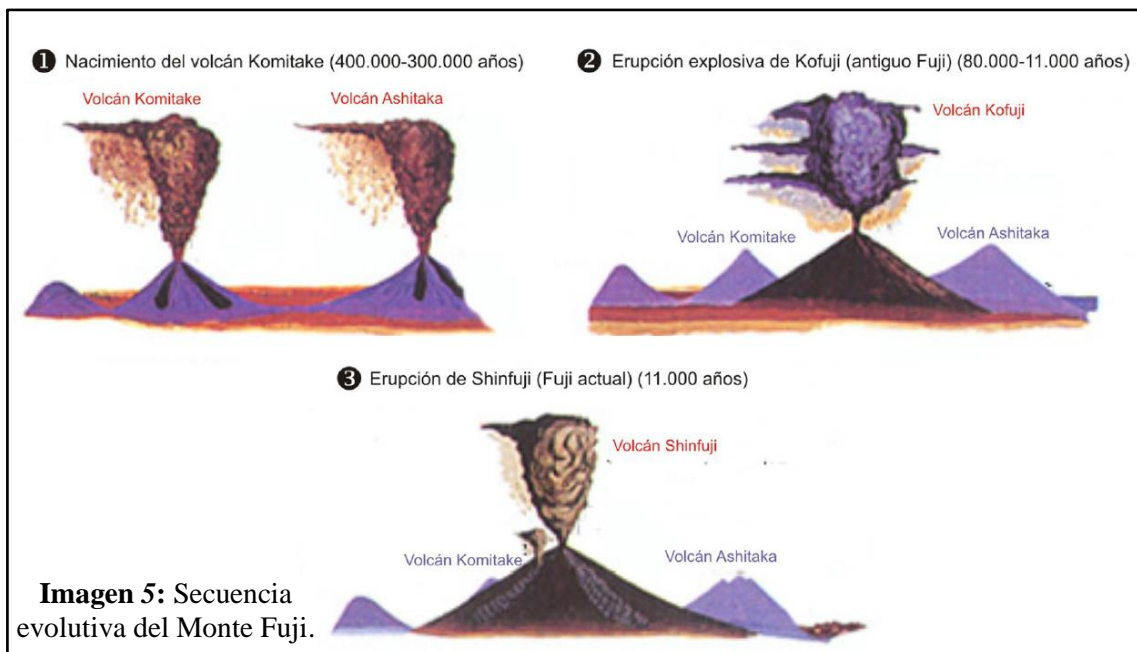
Cerca del 20% del territorio es llano, y es en el que se concentra la mayor parte de la población. El resto, más del 80% de la superficie del archipiélago es montañoso (Anne K. Petry, 2003). Japón consiste en una larga cadena montañosa que se encuentra sumergida en la placa continental, y las islas que están en la superficie son sus picos. En la isla principal, Honshū, confluyen tres cadenas montañosas que forman los Alpes japoneses: Akaishi (*Akaishi Sanmyaku* 赤石山脈), Hida (*Hida Sanmyaku* 飛騨山脈) y Kiso (*Kiso Sanmyaku* 木曾山脈) (Takeshi Toyoda et al., 2019). Este conjunto es conocido como el “techo” de Japón, ya que contiene las montañas más elevadas del archipiélago, muchas de ellas superan los 3.000 metros. La más alta de este conjunto es el Kitadake (北岳), con 3.193 metros. Le sigue, Hotakadake (穂高岳) y Ainodake (間ノ岳) ambas con 3.190 metros de altura. Pero la montaña con mayor altura de todo Japón es el Monte Fuji (*Fujisan* 富士山) (Imagen 4), con 3.776 metros. Se trata de un volcán dormido, el cual erupcionó por última vez en 1707 (Luis Carcavilla Urquí, 2018).



Imagen 4: Monte Fuji.

El monte Fuji fue declarado Patrimonio de la Humanidad en 2013, pero no dentro la categoría de elemento natural, ni mixta, sino en la cultural (Abhik Chakraborty et al., 2018). Este volcán, con su forma cónica simétrica, es uno de los más famosos a nivel global. Y se ha convertido en un símbolo nacional del país nipón. Gran cantidad de artistas y escritores lo han usado como inspiración, además de ser uno de los principales lugares de culto para los japoneses (Ibid., 167). Es por ello por lo que se decidió establecer el monte Fuji como Patrimonio Cultural de Japón.

Este solitario volcán (Ibid.) que vemos hoy en día, es el resultado del más reciente de los procesos geológicos por los que ha pasado a lo largo de cientos de miles de años. Hablando propiamente del monte Fuji, su actividad volcánica comenzó aproximadamente hace 100.000 años, esta primera formación se denomina Kofuji (古富士) o Antiguo Fuji. Luego, hace unos 11.000 años comenzó la actividad del Shinfuji (新富士) o Nuevo Fuji (Ibid., pp. 168-169). Y desde hace unos 5.000 mil años, se viene formando el Fuji que vemos hoy en día (Luis Carcavilla, p. 102). Muchos estudiosos apuntan a dos volcanes anteriores que serían los predecesores del Fuji, el Ashitaka (*Ashitakayama* 愛鷹山) y el Komitake (小御岳), cuyas formaciones fueron muy cercanas en el tiempo, hace unos 400.000 años⁷ (Imagen 5). Toda esta actividad volcánica y demás fenómenos geológicos se deben a la singular localización geográfica de este archipiélago.

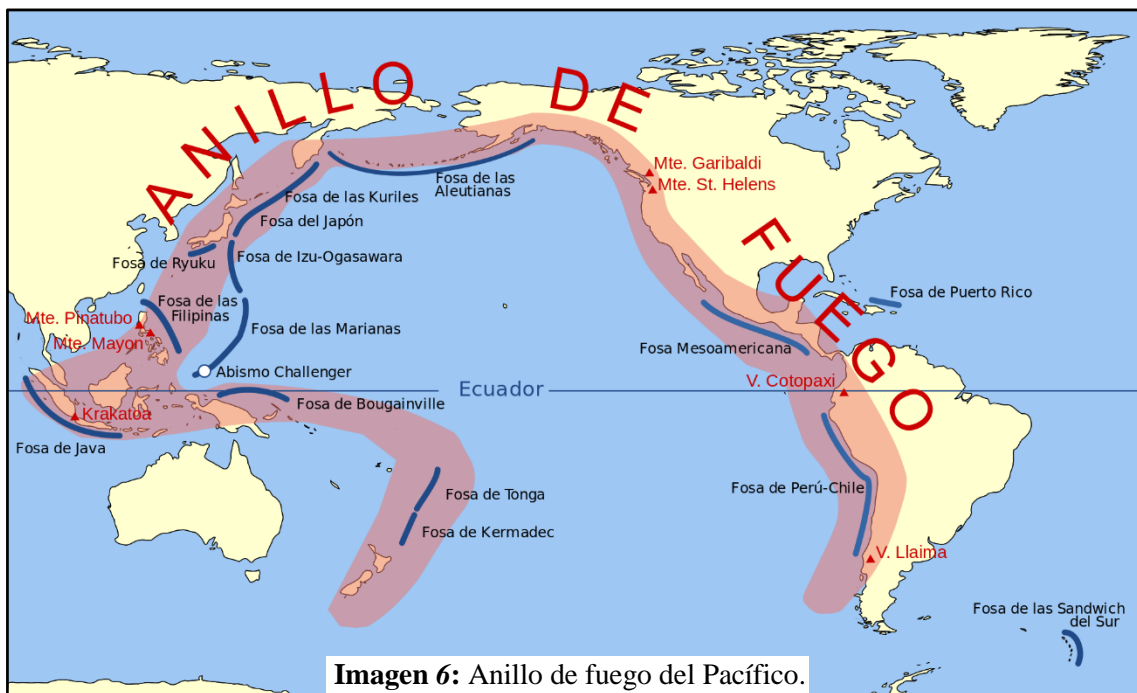


⁷ Fuente: *fujisan-net.gr.jp*.

Bajo la superficie de Japón colisionan tres placas tectónicas, y son fundamentalmente el motivo de toda esta actividad volcánica y sísmica. El país del Sol Naciente se encuentra en uno de los lugares con mayor movimiento de placas del mundo: El Cinturón de Fuego del Pacífico (Ibid., p. 103).

3.1. Cinturón de Fuego del Pacífico.

Esta famosa zona también conocida como Anillo de Fuego del Pacífico o Cinturón Circumpacífico (Adam Augustyn et al., 2019) (Imagen 6), contiene la mayor cantidad de volcanes activos y el mayor registro de sismos de todo el mundo⁸.



Todos los países que rodean al océano Pacífico, y cierta parte del Índico, pertenecen a este entramado de placas tectónicas que se encuentran en constante movimiento (véase Anexo B). Desde las costas más al sur de Oceanía hasta Asia, adentrándose por el sudeste asiático. Continúa hacia América a través del archipiélago Aleutiano. Y completa su recorrido pasando por todo el continente americano de norte a sur (Luis Carcavilla, p. 103). En total, esta zona geográfica del planeta se extiende por más de 40 mil kilómetros (Adam Augustyn et al., 2019). Lista completa de los países que se incluyen dentro del Anillo de Fuego:

⁸ Registra el 75% de los volcanes activos y el 80% de los grandes terremotos (Luis Carcavilla Urquí, 2018. *Atlas geológico de cuatro grandes montañas*).

Tabla 3: Países dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico	
América	Asia y Oceanía
Argentina	Brunéi
Bolivia	Filipinas
Ecuador	Indonesia
Costa Rica	Islas Salomón
Colombia	Japón
Canadá	Malasia
Chile	Nueva Zelanda
El Salvador	Papúa Nueva Guinea
Estados Unidos	Rusia
Guatemala	Samoa
Honduras	Singapur
México	Taiwán
Nicaragua	Timor Oriental
Panamá	Tonga
Perú	Tuvalu

Fuente: Cinturón de Fuego del Pacífico. *Wikipedia, la enciclopedia libre*. Recuperado en mayo de 2019.

Fue descubierto por un conjunto de geólogos, geofísicos y sismólogos a mediados del siglo XX (Martha Elena, 2018). Aunque ya se había observado con anterioridad, a mitad del siglo XIX, la posible relación que existía en esa intensa actividad volcánica que seguía las costas del océano Pacífico⁹. Los estudios de estos científicos del siglo XX iniciaron con el análisis de los sismos y erupciones volcánicas que tenían lugar en Japón. Finalmente, observaron que esta zona que rodea al océano Pacífico es donde convergen muchas placas tectónicas (Ibid.).

Estas placas son parte de la superficie terrestre, y la van modificando. Como si se tratase de las piezas de un rompecabezas, las placas tectónicas van desplazándose sobre

⁹ “They [the Japanese Islands] are in the line of that immense circle of volcanic development which surrounds the shores of the Pacific from Tierra del Fuego around to the Moluccas.” (Matthew Perry, 1852-54. *Narrative of the Expedition of an American Squadron to the China Seas and Japan*). Traducción propia: “Ellas [las islas japonesas] están en la línea de ese inmenso círculo de desarrollo volcánico que rodea las orillas del Pacífico desde Tierra del Fuego hasta las Molucas.”

el manto superior, unos pocos centímetros al año (Isabel Pérez, 2018), y al chocar entre sí generan una gran cantidad de energía y tensión que se libera hacia el exterior de distintas formas. Dependiendo de cómo interactúan se distinguen tres tipos de contacto entre placas: convergentes, divergentes y transformantes (Ibid.) (Imagen 7).

Las placas de tipo **transformante** se mueven de forma paralela y horizontal en sus límites. Un famoso ejemplo de este tipo es la falla de San Andrés en California, Estados Unidos. Las de tipo **divergente** son las que se van separando la una de la otra. En el espacio que van dejando, emerge lava o magma. Esto ocurre, por

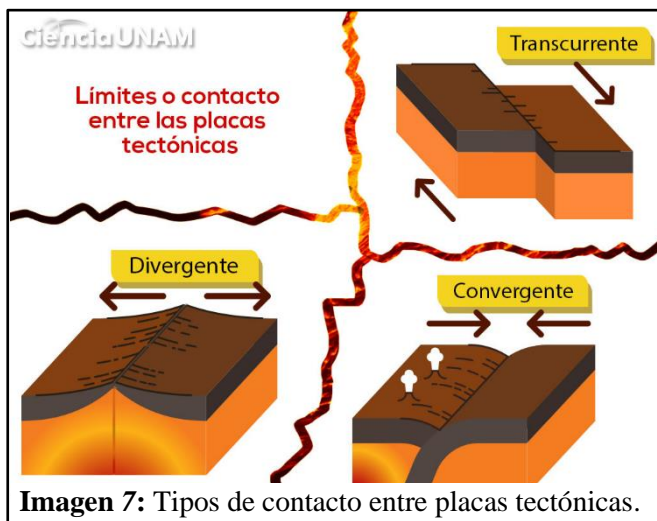


Imagen 7: Tipos de contacto entre placas tectónicas.

ejemplo, en el océano Atlántico, donde las placas euroasiática y norteamericana se van alejando. Puede generar terremotos y volcanes (Ibid.). Pero los grandes sismos tienen lugar en los límites de tipo **convergente**. Aquí, las placas chocan entre ellas y una se desplaza por encima de la otra. Esto crea un borde de subducción, en el que la placa de menor densidad, la oceánica¹⁰, se va destruyendo e introduciendo en el manto superior. Este es el caso más recurrente en el Cinturón de Fuego del Pacífico, sobre todo en los límites con el continente asiático.

Como ya se ha mencionado, es en los bordes de subducción donde ocurren los terremotos de mayor intensidad. Debido a que este tipo de desplazamiento es mucho más violento que los otros dos descritos anteriormente (Bethany D. Rinard, 2015). Las placas y el manto son materiales sólidos, al encontrarse crean una gran fricción entre sí, y esto finalmente hace que se ensamblen. Cuando la tensión llega a su punto más crítico, las rocas se rompen y se deslizan, formando así un sismo más o menos intenso dependiendo de lo que se haya movido esa placa. En el tiempo que se llevan registrando estos acontecimientos, es en el Anillo de Fuego donde han ocurrido los mayores terremotos de la historia (Ibid.).

¹⁰ “Dos de ellas colisionan y la menos densa (la oceánica) se mete por debajo de la de mayor densidad (la continental).” (Sergio Almazán, geólogo del Instituto Politécnico Nacional de México, 2018).

Otro efecto que tiene lugar en los bordes de subducción es el calentamiento de la placa que se sumerge. Gracias al agua del océano, ésta baja la temperatura necesaria para fundir la roca del manto, aunque sea en pequeñas cantidades. La roca fundida, al ser menos densa que las que están a su alrededor, asciende hasta llegar a la superficie. Y así emerge formando islas en las proximidades de los bordes de subducción. Muchas naciones isleñas han surgido debido a este proceso volcánico, como Filipinas e Indonesia (Ibid.).

Japón también se formó por la intensa actividad tectónica. Cuatro placas se encuentran justo en el archipiélago nipón: las placas continentales euroasiática y norteamericana y las placas oceánicas filipina y pacífica (Abhik Chakraborty et al., p. 3). Como ya hemos visto, las placas con menos densidad, las oceánicas, son las que se hunden, y las de mayor densidad, las continentales, se superponen a las anteriores. Por tanto, las placas pacífica y filipina son las que se introducen bajo las euroasiática y norteamericana (Ibid.). El origen del país nipón se cree que se remonta a hace más de 750 millones de años, cuando el supercontinente Rodinia¹¹ comenzó a fragmentarse. La ruptura de Rodinia está relacionada con la aparición del proto-océano pacífico, que se subdujo al margen continental hace unos 500 millones de años (Ibid.). Desde entonces, esta zona siempre ha estado activa geológicamente, no hay otro lugar del planeta en el que una placa se haya estado subduciendo durante tanto tiempo (Ibid., p. 9).

De este largo proceso de subducción surgieron las islas japonesas, como islas propiamente volcánicas que constantemente están a merced de lo que ocurra bajo su superficie. Es por esto por lo que los habitantes de este archipiélago están acostumbrados a los grandes terremotos, tsunamis y erupciones volcánicas. Debido al largo recorrido de la civilización japonesa, y a que los registros escritos son afortunadamente abundantes, se tiene un buen conocimiento de los desastres naturales que se han desarrollado en las islas, incluso de los que ocurrieron hace varios cientos de años (Bethany D. Rinard, p. 144). En la misma mitología japonesa encontramos varias deidades y monstruos que serían los responsables de estos acontecimientos. Por ejemplo, el origen de los terremotos

¹¹ Rodinia: (del ruso *родина*, *ródina*, patria) fue un supercontinente que existió hace 1100 millones de años, durante el Proterozoico. Reunía gran parte de la tierra emergida del planeta (*Wikipedia, la enciclopedia libre*. Recuperado el 13 de mayo de 2019 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Rodinia>).

y tsunamis se atribuían a un gigantesco pez gato o siluro, llamado Namazu (*Oonamazu* 大鯰) (Imagen 8). Vivía en las profundidades y al moverse provocaba estos grandes desastres (Ibid.). Otro ejemplo a destacar es sobre la diosa Izanami (*Izanaminomikoto* 伊邪那美命). A esta diosa de la fertilidad y el amor, que tuvo que vivir bajo tierra, se le vincula con los



Imagen 8: Namazu como logo de las rutas de huida de terremotos.

volcanes. Según la leyenda, fue ella quien movió las islas japonesas hacia el océano (Abhik Chakraborty et al., p. 19). Uno de los registros más antiguos que se tienen sobre erupciones volcánicas es de mediados del siglo VII. El documento describe que sobre el Monte Aso se alzaba desde el cráter una gran columna de fuego y llegaba hasta el cielo (Ibid., p. 20).

Debido a la particular zona geográfica en la que se localiza Japón, sus habitantes han tenido que adaptarse y saber convivir con estos devastadores acontecimientos.

3.2. Desastres Naturales.

Como hemos visto, Japón se encuentra en una zona muy propensa a sufrir grandes desastres naturales. Y sus habitantes han tenido que saber reponerse a cada uno de ellos.

Constantemente el público occidental nos sorprendemos de la actitud tan organizada y calmada de los japoneses ante grandes terremotos u otras catástrofes. Pero no es de extrañar, la misma forma de ser japonesa evita molestar o preocupar a los de su entorno y ponen al grupo sobre su propia persona. Pero el verdadero secreto está en la preparación (Bruno Picozzi, 2011), pues ellos saben que se encuentran en una de las regiones más peligrosas del mundo, y han aprendido a afrontar esta situación.

Desde muy temprana edad se educa a los niños para saber actuar ante cualquier tipo de desastre. De forma sistemática repiten año tras año las instrucciones que les enseñan desde los diferentes organismos del gobierno. El Sistema de Manejo de Desastres del estado japonés, centra todos sus esfuerzos en la prevención, mitigación y preparación de emergencias, más que en la recuperación y rehabilitación. Esta organización trabaja en conjunto con los sectores públicos y privados, con el fin de obtener una mejor actuación

ante problemas y que no se traben unos a otros (“Manejo de desastres en Japón”, 2016). La participación tan directa del gobierno nipón es clave en el manejo de estos sucesos. Constantemente revisan sus leyes y procedimientos para comprobar que son los más adecuados para la resolución de estas situaciones. Emin Nazarov, investigador del *Crisis Management Center*¹², comentó lo siguiente sobre la Ley de Alivio de Desastres japonesa: “En general, esta ley permite que ante un desastre las víctimas puedan mantener el orden social sin que sean un nuevo factor de problema” (Ibid.).

Con la intención de ayudar a otros países en una situación similar a la del país asiático, el gobierno nipón publicó su Libro Blanco de Gestión de Desastres. Este libro, además de servir de apoyo a las políticas de prevención y alivio de desastres del propio Japón, quiere ser un documento base que se pueda aprovechar a nivel internacional (Ibid.). Pero no pretende ser un instrumento rígido, como se ha mencionado anteriormente, el gobierno trabaja para que todo esté debidamente renovado, así que el Libro Blanco recibirá una actualización y revisión continua, junto con el Programa Internacional de Reducción de Desastres Naturales de la ONU (Ibid.).

La sociedad japonesa gustosamente ha estado compartiendo los conocimientos que han adquirido a lo largo del tiempo sobre este tipo de situaciones. Su experiencia se remonta a siglos y siglos de historia, pues es la base de su existencia. Japón no sería el mismo país si no estuviese en esta zona tan dinámica del planeta. Cada acontecimiento que han tenido que sufrir ha supuesto una nueva lección aprendida para los japoneses.

3.2.1. Terremotos.

En japonés terremoto se traduce como jishin (地震): 地 (ji) es el caracter que se refiere a suelo, tierra; y 震 (shin) significa temblor, sacudida. Literalmente se puede traducir como “tierra que tiembla”.

Los sismos son parte de la misma formación del planeta, son los causantes de la separación de los continentes y océanos (Bethany D. Rinard, p.72). Se originan en el interior de la tierra, a decenas de kilómetros, en las zonas de subducción pueden llegar a formarse a más de 600 kilómetros de profundidad (Isabel Pérez, 2018). Cuando alguien piensa en un terremoto, inmediatamente crea en su cabeza una imagen de destrucción,

¹² Emin Nazarov, investigador del Crisis Management Center del Ministerio de Situaciones de Emergencia de la República de Azerbaiyán.

pero no solo se trata de eso. Nuestro planeta está “vivo” gracias a estos movimientos, son los creadores de grandes montañas y profundos valles (Bethany D. Rinard, p.73). La vida como la conocemos depende del factor tan dinámico y cambiante de la Tierra. Los terremotos nos han ayudado a entender como es el interior de nuestro planeta, con el estudio de las ondas sísmicas se ha podido comprender mejor el material del que están hechas las distintas capas del globo terráqueo y cómo se comportan (Ibid.). Para medir esta actividad sísmica se han usado distintas escalas de magnitud; la primera fue ideada por Charles Richter y Beno Gutenberg en 1935. Esta forma de cuantificar los sismos ha sido revisada y mejorada a lo largo del tiempo, y en la actualidad se usa mayormente la escala de Magnitud de Momento¹³. En Japón, además de la magnitud, se hace uso de la escala de Mercalli modificada que mide la intensidad (Luis Rodríguez, 2017). Mientras que la magnitud no depende del lugar, la intensidad varía mucho de un sitio a otro. Si se está más cerca del epicentro, lugar en la superficie terrestre más cercano al hipocentro (origen del sismo), mayor será la intensidad. La Agencia Meteorológica de Japón usa una variante de la escala de Mercalli y mide el grado de agitación: unidades shindo (*Shindo* 震度) (véase Anexo C). En caso de terremoto, anuncian ambos datos, el de magnitud no cambia y el de intensidad puede variar dependiendo de la ciudad (Ibid.).

En el archipiélago japonés se dan continuamente terremotos, de media unos 1.500 al año, que son de menor o mayor grado (Ibid.). Es en su historia más reciente cuando ha vivido los sismos más devastadores que han supuesto un antes y un después en la sociedad nipona.

El terremoto más catastrófico que ha sufrido el conjunto japonés ocurrió a principios del siglo XX. El 1 de septiembre de 1923, minutos antes de las 12 de la mañana, un fuerte temblor asoló la región de Kantō, lugar en el que se encuentra la capital de Japón, Tokio. Llegó a la cifra de más de 140 mil víctimas mortales, mucho más del triple del segundo sismo más dañino en la historia japonesa¹⁴. Este acontecimiento recibe el nombre de **Gran Terremoto de Kantō** (*Kantō Daishinsai* 関東大震災) El sismo de 8,3 grados

¹³ La escala sismológica de Magnitud de Momento (Mw) es una escala logarítmica usada para medir y comparar terremotos. Está basada en la medición de la energía total que se libera en un sismo. Fue introducida en 1979 por Thomas C. Hanks y Hiroo Kanamori como la sucesora de la escala sismológica de Richter. (*Wikipedia, la enciclopedia libre*. Recuperado el 20 de mayo de 2019 de https://es.wikipedia.org/wiki/Escala_sismol%C3%B3gica_de_magnitud_de_momento).

¹⁴ Terremoto de Nankai el 20 de septiembre de 1498. Escala de 8,6 grados. Aproximadamente 31.000 víctimas mortales. (*Wikipedia, the free encyclopedia*. Recuperado el 20 de mayo de 2019 de https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_earthquakes_in_Japan)

duró entre 4 y 10 minutos según diversas fuentes, pero tuvo más de 800 réplicas en las siguientes horas y días (Bethany D. Rinard, p. 106). El mayor causante de víctimas fue el incendio que se propagó por toda la región. Este fuego se debió a la hora en la que tuvo lugar el terremoto. En muchas casas se estaba preparando el almuerzo, por lo tanto, había miles de hogares con los fuegos de cocina encendidos en ese momento. Además, septiembre es una época en la que los tifones se dan con regularidad en Japón, y justo uno estaba pasando por el archipiélago. Los fuertes vientos no hicieron más que avivar las llamas incluso cuando ya se creían extintas. Muchas personas que se pensaban a salvo sufrieron de nuevo la fuerza implacable del fuego. Todo este desastre acabó con la vida de 143 mil personas, otras 50 mil fueron heridas y más del 70% de la población de Tokio y Yokohama perdieron sus viviendas (Ibid.) (Imagen 9).



Imagen 9: Miles de casas destruidas tras el terremoto e incendio de Kantō.

La región de Kantō era el núcleo industrial de Japón, y las consecuencias del terremoto afectaron gravemente a este sector, además de la carga que supuso para una economía ya bastante tensa. La recuperación tardó más de lo pensado en llegar a la región (Ibid., p.107). Además de la complicada situación económica, a ésta se le añadió un alterado clima social. Un gran sector de la población atribuyó la causa de todos estos males a la presencia de coreanos en tierras japonesas (entre 1910 y 1945 Corea fue colonia de Japón). Rápidamente se extendieron rumores culpabilizando a los coreanos de todo tipo de delitos: provocar incendios, robos de comercios y casas, envenenamiento de los pozos de agua, etc. (Jonathan López-Vera, 2018). Grupos de ciudadanos japoneses se organizaron para vengarse por estos supuestos delitos. Y aunque la policía japonesa

intentó detenerlos, entre 6 mil y 10 mil coreanos fueron asesinados después del terremoto de Kantō (Bethany D. Rinard, p. 107).

Pasados más de 70 años, el siguiente gran desastre que azotaría Japón les recordaría que el poder destructivo de la naturaleza es imparables. El 17 de enero de 1995, un cuarto de hora antes de las 6 de la mañana, durante 20 catastróficos segundos, un terremoto de 7,3 grados de magnitud tuvo lugar cerca de la ciudad de Kobe (Ibid., p. 163). Este suceso se llevó la vida de más de 6.400 personas, el 80% de estas fallecieron por aplastamiento. (Georgina Higuera, 2011). Cerca de 26.800 sufrieron heridas y más de 300 mil perdieron sus hogares. Este desastroso hecho recibió el nombre de **Gran Terremoto de Hanshin-Awaji** (*Hanshin Awaji Daishinsai* 阪神・淡路 大震災) indicando que se trata de un evento similar al que ocurrió en Kantō en 1923. Hanshin es otra denominación que recibe la zona donde ocurrió el sismo, y Awaji fue el lugar del epicentro. Aunque fuera de Japón se le conoce más, como Gran Terremoto de Kōbe (Ibid.). El centro de esta ciudad fue destruido casi en su totalidad. Edificios y casas se derrumbaron y llenaron de escombros las calles (Imagen 10). Los servicios de trenes fueron detenidos repentinamente y se cortaron todas las provisiones de electricidad y agua. Esto dificultó las labores de extinción de incendios, lo que hizo que una gran tormenta de fuego arrasara toda la ciudad. Ese mismo día por la tarde había activos 234 incendios, y antes del mediodía del siguiente día había más de 500 (Bethany D. Rinard, p. 163). Otro de los problemas fue la licuefacción que se extendió a lo largo de todo el litoral. Como era una zona de mucho comercio marítimo, se había ganado terreno al mar para poder construir encima, y ese mismo terreno fue el más afectado. La licuefacción ocurre cuando el suelo actúa como un líquido y hace que los edificios se hundan en él. Con el movimiento de la tierra, el material suelto se compacta, hay menos espacio físico, y por tanto menos espacio para otros elementos como agua o aire. Así se reduce la densidad del suelo y ya no es capaz de soportar pesadas cargas, como edificios

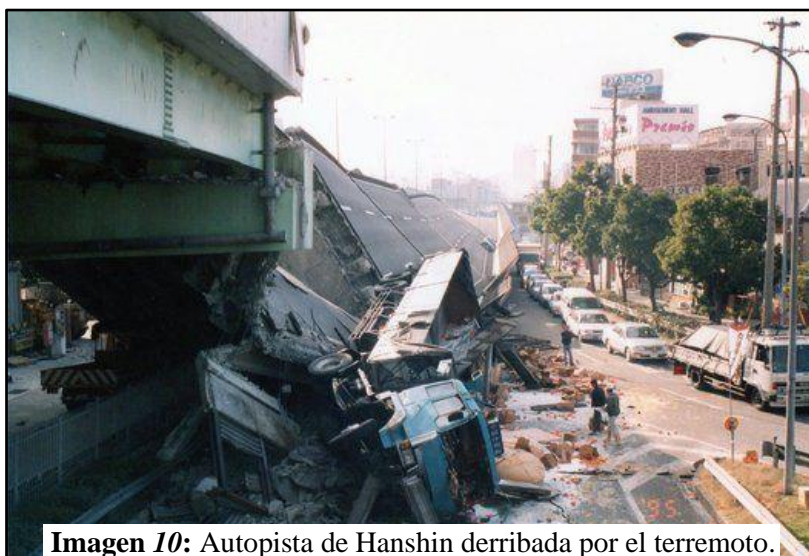


Imagen 10: Autopista de Hanshin derribada por el terremoto.

o vehículos (Ibid., p. 77). Este problema hizo que, en toda la costa de Kobe y alrededores, el nivel del suelo bajase unos metros, además de inutilizar todo tipo de carreteras o caminos (Ibid., p. 164).

A finales de la década de los ochenta se habían reforzado las ya estrictas normas de construcción que había en Japón, investigaciones posteriores al terremoto rebelaron que muchas de estas reglas no se habían respetado a la hora de edificar en esta zona. Al momento de la reconstrucción el seguimiento fue minucioso y se adoptaron nuevas medidas contra la actividad sísmica (Georgina Higuera, 2011). En total, el coste de la recuperación del desastre se estimó en 200 mil millones de dólares estadounidenses (Louise Comfort, 1995). Gracias al esfuerzo de las organizaciones japonesas y a la masiva llegada de voluntarios, esta región consiguió recobrase en unos 10 años, y prácticamente ya no hay ningún rastro del seísmo en la actualidad (Ibid.).

Después del Gran Terremoto Kōbe, aunque se sucediesen sismos de mayor magnitud, no volvió a causar esos estragos en la sociedad japonesa. Gracias a la tecnología y el avance en la construcción de infraestructuras, Japón se había convertido en el país mejor preparado para resistir grandes terremotos.

No fue hasta el 11 de marzo de 2011 que el archipiélago volviese a sufrir por la fuerza implacable de un sismo de 9,1¹⁵ grados de magnitud, el más potente de toda la historia del país. Incluso ha movido la isla de Honshū hacia el este cerca de 2,4 metros. El origen del sismo fue a 130 kilómetros del este de Sendai, en el océano. Aunque apenas hubo víctimas del terremoto en sí, fue debido al posterior tsunami que más de 15 mil personas perdieron la vida, 6 mil fueron heridas y unas 2 mil están aún declaradas oficialmente desaparecidas¹⁶. La Agencia Meteorológica de Japón nombró a este suceso como **Gran Terremoto del Este Japón** (*Higashi Nihon Daishinsai* 東日本大震災), en el extranjero también se lo conoce como el Terremoto de Tōhoku, que fue la región más afectada (Luis Rodríguez y Laura Tomàs, 2017). Muchos edificios fueron dañados o completamente derruidos, pero la mayor parte de las infraestructuras aguantaron el sismo debidamente. La mayor parte de los destrozos vinieron por el tsunami que llegó a la costa de Japón pocos minutos después del terremoto.

¹⁵ Según la actualización oficial del 11 de julio de 2016 del Servicio Geológico de los Estados Unidos, el terremoto de Tōhoku fue de 9,1 grados en la escala de Magnitud de Momento. Fuente: *earthquake.usgs.gov*.

¹⁶ Los últimos datos proporcionados por la Agencia Nacional de la Policía de Japón, 8 de marzo de 2019, los números son: 15.897 muertes, 2.533 desaparecidos y 6.157 heridos. Fuente: *npa.go.jp*.

3.2.2. Tsunamis.

El término tsunami (津波) es propiamente japonés: 津 (tsu) significa puerto, y 波 (nami) es ola. Se puede traducir como “ola de puerto”. Los tsunamis se originan en el fondo marino. Cuando éste se desplaza de alguna forma, vertical u horizontalmente, toda esa gran cantidad de agua se también mueve bruscamente (Bethany D. Rinard, p. 338). Los tsunamis tienen unas características muy interesantes que los hacen únicos. Una de las más destacables, es su capacidad de viajar a través de todo el océano. En aguas abiertas pueden alcanzar velocidades de 800 kilómetros por hora (Ibid., p. 339). Otro factor importante es que su energía se extiende desde la superficie hasta el fondo oceánico. Debido a esto, son casi imperceptibles cuando se está en medio del mar. Los científicos solo pueden saber si se va a dar un tsunami cuando ocurre un terremoto de más de 7 grados de magnitud. Y una última particularidad a destacar, es que los tsunamis al tocar tierra pueden durar horas, ya que se trata de una serie de olas que se desplazan unas detrás de otras (Ibid., p. 340).

Japón, como hemos visto, se encuentra sobre cuatro placas de subducción, y éstas son el principal motivo de la enorme cantidad de terremotos que sufre el país. Y son estos mismos terremotos los que pueden llegar a causar un gran número de tsunamis. Es por esto por lo que la palabra “tsunami” se ha esparcido más allá de las islas japonesas, pues su experiencia con la fuerza del mar es por todos ya sabida.

El tsunami que se recuerda más catastrófico en el país es el originado por el terremoto de 2011, también llamado **Gran Terremoto y Tsunami del Este de Japón** (Imagen 11).



Imagen 11: El tsunami arrasa la ciudad costera de Iwanuma.

Como sabemos, la mayor parte de las víctimas mortales y desapariciones fueron debidos al tsunami, en total más de 18 mil personas perdieron la vida o se dan por muertas. Justo después del terremoto, en menos de media hora, el tsunami ya llegó a la costa de Japón (Ibid., p. 307). En tan poco tiempo, los avisos no fueron emitidos con la suficiente antelación, por lo que hubo muchas personas que no pudieron ser evacuadas correctamente, y por eso el número de víctimas fue tan elevado. Las olas del tsunami llegaron a superar los 40 metros, poco pudieron hacer los rompeolas de las ciudades y pueblos costeros. Arrasó miles de kilómetros por toda la costa de Japón, creando toneladas y toneladas de escombros y desechos. Pero el daño más significativo fue en la central nuclear de Fukushima (Ibid.) (Imagen 12).

Los reactores se apagaron justo después del terremoto, antes de que los sistemas pudiesen fallar. Pero se requiere un enfriamiento de estos reactores para evitar una explosión o fusión nuclear. Con la llegada del tsunami, la fuente de energía de la planta nuclear sufrió graves daños, lo que hizo imposible esa necesaria refrigeración de los reactores. Finalmente, durante los siguientes días tuvieron lugar varias explosiones en los edificios de los reactores. Aunque no fueron completamente destruidos, sí dificultaron enormemente las labores de evaluación y control de la situación (Ibid.). Se considera este accidente como uno de los mayores desastres nucleares desde Chernóbil en Ucrania (1986). Al principio, se estableció un radio de evacuación en 10 kilómetros, pero con la primera explosión se amplió a 20 kilómetros, y a partir del 25 de marzo de ese mismo año, la policía japonesa expandió el radio a 30 kilómetros. Con las ya cientos de miles de personas evacuadas por el terremoto y tsunami, el desastre nuclear no hizo más que sumar, aproximadamente 500 mil japoneses que se vieron obligados a abandonar sus hogares (Luis Rodríguez y Laura Tomàs, 2017).



Imagen 12: Policías transportan un cuerpo en el área de Fukushima.

El Banco Mundial¹⁷ estimó el coste que supondrá recuperar toda esta zona de Tōhoku, se elevará sobre los 235 mil millones de USD (*United States Dollar*), convirtiéndose en el terremoto y tsunami más costoso, por encima del desastre de 1995 en Kōbe. El gobierno japonés, once meses después del sismo de Tōhoku, creó la Agencia de Reconstrucción, con el objetivo de organizar y rehabilitar cuanto antes las zonas devastadas. La Agencia de Reconstrucción funciona como una única “ventanilla” a la que acudir para evitar todo tipo de burocracias o papeleo que ralentice en exceso los procesos de restauración. En principio seguirá activa hasta 2021, justo diez años después del desastre. La recuperación total de la región se prevé muy lenta, pero está consiguiendo avanzar a buen paso (Ibid.).

3.2.3. Erupciones volcánicas.

En japonés la palabra volcán es *kazan* (火山): 火 (*ka*) es el carácter de fuego, y 山 (*zan*) el de montaña. Textualmente se traduce como “montaña de fuego”.

Las erupciones volcánicas también son un evento común para los japoneses. Ya que son una actividad directamente relacionada con el efecto de subducción de las placas tectónicas que hay bajo suelo japonés. Con cada erupción también obtenemos previamente un movimiento sísmico que lo acompaña, que nos anuncia ese inminente estallido. Los volcanes que se originan en los bordes de subducción son los más violentos, sobre todo los que se encuentran en el Cinturón de Fuego¹⁸.

El archipiélago nipón cuenta con más de 100 volcanes activos (imagen 13), 50 de ellos están

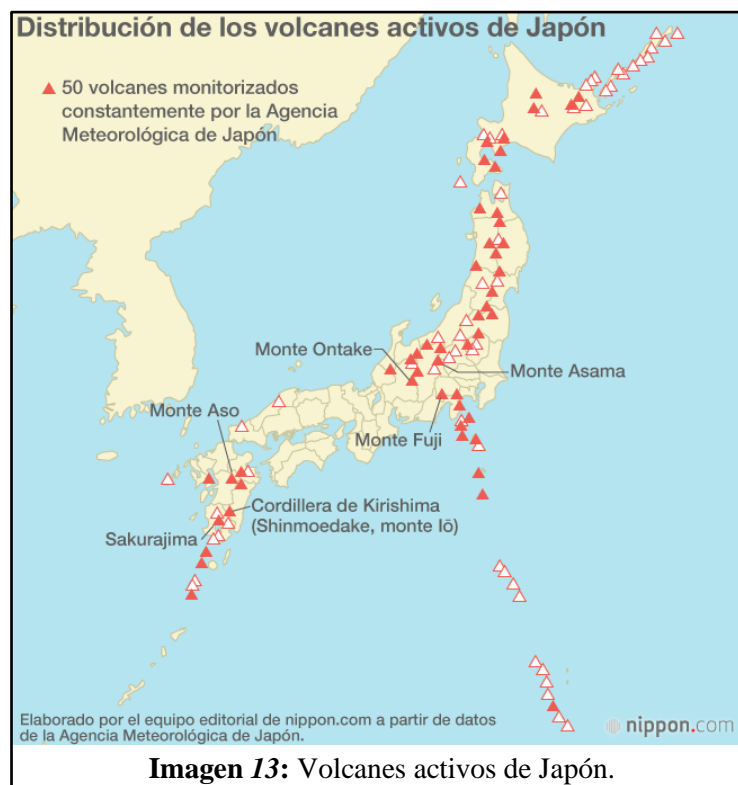


Imagen 13: Volcanes activos de Japón.

¹⁷ “Japan damage could reach \$235 billion, World Bank estimates” (Victoria Kim, 2011. *LA Times.com*).

¹⁸ “La principal característica del Cinturón de Fuego es que cada desplazamiento de las placas tectónicas genera cambios drásticos y violentos en la corteza terrestre, los cuales buscan ser liberados hacia la superficie a través de un edificio volcánico” (Sergio Almazán, geólogo del Instituto Politécnico Nacional de México, 2018).

constantemente monitoreados por la Agencia Meteorológica de Japón. Y es ésta quien informa sobre posibles erupciones en 41 de estos volcanes, con una escala que mide el riesgo en 5 niveles (“Los impredecibles volcanes de Japón”, 2018).

0	Inactivo. Sin fumarolas (grietas cerca del cráter de un volcán que expulsan gases y vapores) activas, sin actividad sísmica durante un largo periodo.
1	Calmado. Actividad sísmica menor, posibles fumarolas activas, pero sin signo de erupción inminente.
2	Volcanismo activo. Actividad sísmica notable, erupciones leves consideradas previas a una posible erupción.
3	Erupción. Erupción menor o un precursor de grandes erupciones, peligro en las áreas cercanas al cráter.
4	Erupción grande. Peligro cerca del cráter y alrededores.
5	Erupción muy grande. Peligro en un área más amplia.

Fuente: Natural Heritage of Japan, 2018.

Según la Agencia Meteorológica de Japón, actualmente existen dos volcanes dentro del nivel 3, a los que está prohibido acercarse: Sakurajima (桜島) y Kuchinoerabujima (口永良部島). Y otros cinco en el nivel 2, en los que se restringe el acceso a zonas cercanas al cráter (Ibid.). El resto de los volcanes activos están en el nivel 1, que sí permite la visita de los mismos, pues estas formaciones volcánicas son un preciado patrimonio natural para Japón. Por ejemplo, el monte Fuji recibe cerca de 300 mil turistas cada año (Abhik Chakraborty et al., p. 167). Pero siempre hay que estar alerta, ya que una predicción exacta difiere mucho según el volcán. Aunque estén dentro del nivel uno, podría entrar en erupción en cualquier momento. Cuantos más datos se tengan sobre dicho volcán, más precisa será la predicción de su actividad. Pero si no ha tenido ninguna señal de actividad volcánica en décadas, no se puede garantizar al 100% que sea seguro estar cerca del mismo (“Los impredecibles volcanes de Japón”, 2018). Por eso, aunque algunos volcanes estén clasificados como nivel uno, recomiendan ser cautos y prestar atención a las indicaciones del personal y las organizaciones que se encargan de monitorear estos volcanes.

Existen varios ejemplos de erupciones volcánicas que pillaron por sorpresa a montañistas, investigadores o turistas que no pudieron escapar a tiempo. A principios de

2018, el monte Motoshirane (*Motoshiranesan* 本白根山), después de más de tres mil años sin mostrar ninguna actividad, entró en erupción súbitamente. Una de las rocas despedidas por el volcán golpeó a un miembro de las Fuerzas de Autodefensa de Japón que se encontraba allí esquiando, junto a otros compañeros que resultaron heridos de diferente gravedad (Ibid.). Otro ejemplo es el ocurrido en septiembre de 2014: el monte Ontake (*Ontakesan* 御嶽山), situado entre las prefecturas de Nagano y Gifu, entró en erupción acabando con la vida de 58 personas y otras cinco fueron declaradas desaparecidas (Ibid.).

Como hemos visto, la sociedad japonesa tiene que convivir con innumerables tipos de acontecimientos naturales que amenazan constantemente su vida cotidiana. Pero esto no ha impedido que sigan residiendo en esta peligrosa región. Con cada desastre, se han recuperado y han seguido adelante con el espíritu reforzado. A lo largo del tiempo, han aprendido a adaptarse a las altas exigencias de la naturaleza, pues saben que enfrentarse a ella no los llevaría a ninguna parte. Este espíritu de superación lo vemos reflejado en su cultura y también en cómo lo han trasladado a su arquitectura a través de la historia.

4. ARQUITECTURA JAPONESA

La arquitectura que se desarrolla en Japón está directamente ligada al singular espacio geográfico en el que se encuentra. Sin las condiciones que rodean a este archipiélago, su cultura, y por tanto su arquitectura, no serían lo que vemos hoy en día.

El término que se usa hoy en día para hablar de arquitectura es *kenchiku* (建築): 建 (*ken*) significa edificio y 築 (*chiku*) es construir. Se podría traducir como “construcción de edificios”. Esta expresión se empezó a usar en el siglo XVIII, se tradujo de un texto chino, usando los mismos caracteres; pero esta palabra china era a su vez una traducción del inglés (Andrea González, 2016). En Japón ya existían con anterioridad algunas expresiones que se usaban para hablar de arquitectura. Por ejemplo: *zōka* (造家), que se refería a la construcción de casas, como refleja el segundo carácter que compone la palabra. Otro era el de *fushin* (普請), aunque éste no era del todo adecuado, pues expresaba la idea del apoyo económico que ofrecían los fieles para la construcción de los templos (Ibid, p. 443). Finalmente fue Itō Chūta (伊東忠太), famoso historiador de arquitectura de principios del siglo XX, quien acuñó el uso de *kenchiku* sobre *zōka* u otros términos. Explicaba que *zōka* era una palabra demasiado ambigua, mientras que *kenchiku* sí se ajustaba mejor a la idea de la palabra “arquitectura” (Ibid., p. 635-636).

Para comprender mejor la arquitectura japonesa, es importante comentar primero algunos aspectos que fueron determinantes para el desarrollo de la misma. Su innegable conexión con la china continental, las distintas religiones que se dieron en el archipiélago y, más recientemente, su relación con occidente, son los principales factores que han influido en la singular arquitectura nipona.

Las culturas de Japón y China han estado muy ligadas a lo largo de la historia. Sin duda el gigante asiático ha ejercido una gran influencia sobre el conjunto de islas asiáticas. A través de la península coreana, la cultura de la dinastía Han llegó a Japón. Aunque en un principio se siguió fielmente las directrices chinas, muy pronto los japoneses, en respuesta a la rectitud china, comenzarían a expresar sus propias ideas de arte, y asimismo de arquitectura. Las necesidades que cubre el tipo de construcción china pueden diferir de las japonesas (“Arquitectura”, 2017). Por ejemplo, la vida que se desarrolla en China incluye cierto mobiliario que en Japón no se usa, como las sillas. Lo que hacía necesario adaptar esta arquitectura a la vida japonesa, en la que se sentaban en el suelo. Otro aspecto

muy visible es en relación al uso de la madera. En Japón era el material estrella, resistente y lo suficientemente flexible para aguantar los terremotos, además de que es cálido para el invierno y fresco para los húmedos veranos de Japón (Ibid.). Aunque en China también se usaba, no era tan importante como lo era para los habitantes de estas islas.

La diferencia de climas entre el continente y el archipiélago también afectaba al diseño de los edificios. Como hemos mencionado, el verano japonés es húmedo y caluroso, y para afrontar estos largos periodos veraniegos, los arquitectos nipones optaron por la solución de elevar sus casas (Ibid.). Además de darle un concepto completamente abierto para que el aire circulara lo mejor posible. Entraremos más en profundidad en el uso de la madera en el apartado dedicado a la arquitectura sismorresistente. Por ende, vemos que la sociedad japonesa tiene que estar muy en consonancia con la naturaleza que le rodea, para así aspirar a una mejor calidad de vida. Esto podemos verlo reflejado en la religión autóctona nipona, el Shintoísmo (*Shintō* 神道): “el camino de los *kami*”. Para los creyentes de esta práctica, los *kami* (神) son espíritus o dioses que habitan el cosmos, cada uno de ellos relacionados con un fenómeno o hecho distinto, normalmente natural. Por eso se define también como una religión que adora a la naturaleza (Botond Bognar, 2003). El shintoísmo, y luego a partir del siglo VI, el Budhismo, ejercerían una gran influencia en la arquitectura japonesa. Ambas religiones supieron complementarse y convivir la una con la otra. El shintoísmo tomó prestado algunas ideas de los templos budhistas, como las columnas rojas y las paredes blancas (“Arquitectura”, p. 3). Incluso, en algunas ocasiones, un mismo recinto acogía santuarios de ambas religiones. El shintoísmo es bastante flexible en este aspecto, por eso fue capaz de sobrevivir hasta la actualidad a la entrada del budhismo, del confucianismo e incluso del cristianismo, además de que supo adaptarse muy bien a estas nuevas corrientes (Botond Bognar, p.11).

Y finalmente, a mediados del siglo XIX, fue la influencia de occidente la que marcó la nueva línea que seguiría la arquitectura japonesa. Con la restauración Meiji se empezaron a introducir las técnicas y diseños occidentales. Después de la Primera Guerra Mundial (1914-1918), fue cuando entraron a trabajar grandes arquitectos internacionales, como el estadounidense Frank Lloyd Wright o el alemán Bruno Taut. Sometieron a una reevaluación la tradicional arquitectura japonesa (“Arquitectura”, p. 4). Y en la actualidad son los arquitectos japoneses los que traspasan las fronteras y dejan su huella allá por donde van. Han logrado fusionar la arquitectura tradicional con los avances tecnológicos

y científicos. Andō Tadao (安藤忠雄), Itō Toyō (伊東豊雄) o Kurokawa Kishō (黒川紀章) son algunos de los nombres que más resuenan hoy en día en el plano global.

4.1. Constantes en la arquitectura japonesa.

Las distintas influencias que ha recibido, mezclada con la cultura autóctona del archipiélago, se han visto reflejados en una serie de constantes que han marcado el rumbo de esta peculiar arquitectura.

4.1.1. Asimetría.

La arquitectura china tiene un diseño muy medido y recto. Cada cosa tiene que estar en un lugar determinado. Con el tiempo Japón empezó a cambiar este modelo. Primero en los complejos budhistas y luego se fue extendiendo hacia los hogares japoneses (Javier Vives, 2016).

Según los chinos, la planta debía estar aplanada, los edificios debían estar ordenados siguiendo una alineación determinada o manteniendo una distancia equitativa respecto a un eje vertical (Imagen 14). Era un esquema muy simétrico que siguieron los japoneses rigurosamente para sus templos budhistas. Aproximadamente en el siglo XIII se promulgó una ley imperial que prohibía levantar más construcciones budhistas en la ciudad de Kioto. Por tanto, se tuvieron que trasladar a las montañas, lo que dificultaba enormemente seguir respetando ese diseño tan riguroso. Antes que modificar el terreno, prefirieron adaptarse a él y fueron construyendo los templos donde les era posible (Ibid.). Tiempo antes, con la introducción del Budhismo Zen, además de la misma influencia del shintoísmo (Botond Bogнар, p. 11), se fueron cambiando gradualmente los patrones que les enseñaron los chinos (Imagen 15). Ambas

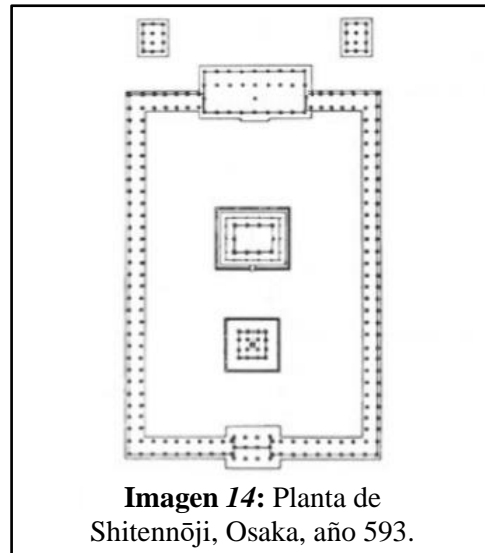


Imagen 14: Planta de Shitennōji, Osaka, año 593.

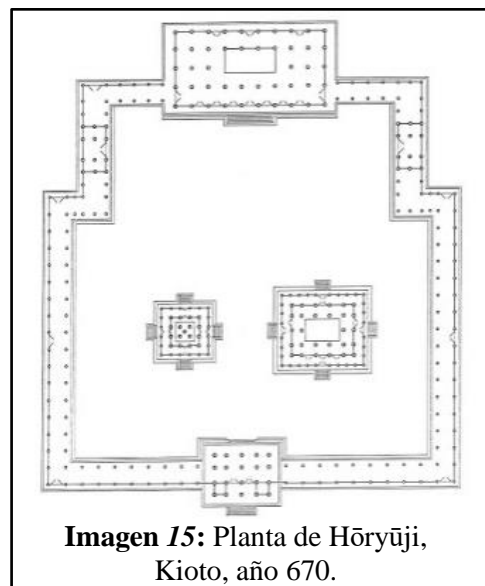


Imagen 15: Planta de Hōryūji, Kioto, año 670.

religiones optaban por un planteamiento más orgánico, que estuviese más en armonía con la naturaleza (Javier Vives, 2016). Pronto, este estilo asimétrico se iría empleando en las viviendas de la aristocracia. Al principio, cuando seguían las normas chinas, se basaban en una simetría de dos ejes, el vertical y el horizontal. Después prescindirían de uno de ellos y finalmente de ambos, reafirmando el gusto nipón frente al continental. Desde entonces, la arquitectura japonesa no se volvería a basar más en los esquemas simétricos chinos (Ibid.).

Esta nueva forma de disponer los templos, casas y demás, también afectaría al sistema de crecimiento de estos lugares, tanto dentro de una misma residencia como en la urbanización de las ciudades. A excepción de algunas capitales históricas, como Kioto y Nara (que se construyeron siguiendo un esquema de tablero de ajedrez), las urbes japonesas son “orgánicas”, crecen de forma desorganizada. La ampliación se hace por partes, por unas especies de módulos que se van añadiendo, teniendo especial cuidado de no afectar a lo que ya está construido (Ibid.). Este concepto de división nos lleva a la siguiente constante que se repite en la arquitectura japonesa.

4.1.2. Módulo.

Esta forma de crecimiento de las ciudades es un reflejo del procedimiento que también se seguía dentro de las casas niponas. Las viviendas tradicionales tenían una estructura que se basaba en los pilares, así evitaban las paredes fijas para que fuese un espacio abierto. Y las medidas de estas zonas estaban fijadas por los tatami¹⁹ (畳), que son “la verdadera célula generadora de todo el espacio arquitectónico” (Ibid.). Así, mediante los shōji²⁰ (障子) dividían las distintas zonas de los hogares, creando módulos que podían cambiar de tamaño y forma fácilmente. Con el tatami consiguieron estandarizar la arquitectura japonesa, a partir de la longitud de este elemento se creó una unidad de medida básica para la construcción, el *Ken* (Ibid.). El tatami se utilizó en todo tipo de lugares, desde las pequeñas casas de té, hasta las enormes salas de los palacios.

El concepto de módulo fue evolucionando con el tiempo, esta estandarización ayudó mucho a los procesos de construcción, los hizo más rápidos y eficientes. Esta idea llegó

¹⁹ Tatami: esta palabra significa “doblada y apilada”. Es una especie de estera que se coloca en el suelo. Generalmente de 90 cm de ancho por 180 cm de largo, y se hacían con pasta de arroz comprimida y eran tejidas con hierbas. Se trata de un elemento tradicional de las casas japonesas (Andrea González, p. 470).

²⁰ Shōji: paneles translúcidos que normalmente designan a las puertas deslizantes de las casas tradicionales japonesas. Se hacían con papel washi (Andrea González, p. 400).

a los años setenta en formato de “cápsula”. Como explica Javier Vives, pasaron de “la célula bidimensional, tatami, [...] a la célula tridimensional, la cápsula” (2016). El famoso Hotel Cápsula (1972) de Tokio, el Edificio Nakagin (Imagen 16), es la imagen de este nuevo paso de la arquitectura japonesa. Cada módulo prefabricado de menos de diez metros cuadrados venía completamente equipado. Desde entonces, este concepto se usó en muchos de los hoteles que se han construido después. En la actualidad, este afamado hotel se encuentra bastante deteriorado y se ha planteado demolerlo, ya que renovarlo saldría demasiado caro. Pero como se trata de un icono de la corriente



metabolista japonesa, en 2014 se comenzó una campaña para salvar la torre. Hoy en día el edificio sigue en bastante mal estado, solo unas cuantas cápsulas se pueden alquilar, y aun así sus inquilinos tienen muchas complicaciones con varios de los servicios básicos, como la falta de agua caliente. Se construyó pensando que podría llegar a durar 200 años si cada 20 se iban renovando las cápsulas, pero desde que se inauguró hace más de 40 años, no se han cambiado ninguno de estos módulos (Laura Tomàs, 2014).

4.1.3. Naturalidad.

Otro aspecto a destacar de la arquitectura japonesa tradicional es su rechazo a adornar o enmascarar los elementos de sus construcciones como los pilares, puertas o paredes. Se prefiere dejar tal como es, sin retoques (Javier Vives, 2016).

No querían atentar contra la esencia de estos materiales, ya que les estarían “faltando el respeto” al pretender ocultarlos bajo otros artificios. Se pusieron ahí pensando en que cumplirán cierta función, y para no restarle protagonismo, no querían revestirlo con nada más. En el caso de la madera, los carpinteros japoneses elegían cuidadosamente cual sería la más adecuada para el sitio en el que quisieran emplearla, si era para interiores o exteriores (Ibid.). Dejar que estos elementos envejecieran y que se viera ese proceso es

una belleza muy apreciada por los nipones. Le dan mucho valor al paso del tiempo, que les recuerda constantemente que “estamos de paso” en este mundo, un concepto bastante relacionado con el pensamiento zen (Ibid.). Pero esta apreciación les viene de antes, no solo del buddhismo zen, siglos antes ya se construían templos shintoístas de madera en los que no se pintaban ni pilares ni paredes. La corriente zen ayudó a reafirmar esta tendencia japonesa.

Por influencia china, hubo un tiempo en el que se pintaron las columnas de los templos de color rojo, pero después dejaban que el color se fuese desvaneciendo con el pasar de los años (Ibid.). También, como no echaban ningún tipo de producto en las maderas, tenían que ingeniar otras formas de alargar su vida. A parte de saber qué tipos de maderas eran más adecuadas para cada lugar, se colocaban unos grandes voladizos en los techos de los templos para proteger los pilares y fachadas de la lluvia. No solo se aplicaba este concepto a los exteriores, también dentro de casas y templos se evitaba retocar cualquier elemento (Ibid.), y así dejar que éstos envejecieran naturalmente.

En el siglo XX esta característica de la arquitectura japonesa siguió siendo muy notable. El gusto por la madera continuó, pero el material que destacó en las nuevas infraestructuras fue el hormigón (Ibid.). Este austero material se muestra liso, sin ocultarlo bajo ningún tipo de pintura, en su estado más natural. Posiblemente el caso más sonado es el de los edificios del famoso arquitecto Andō Tadao, prácticamente el hormigón se convirtió en su sello personal. En sus diseños prevalecía el uso de este material tanto en techos como en paredes. Otro arquitecto que también marcó tendencia con el hormigón más allá del archipiélago japonés fue Tange Kenzō (丹下健三). Sus obras fueron muy admiradas en el ámbito occidental. Pues supo compaginar perfectamente la tradición y la modernidad (Ibid.). Haciendo uso del hormigón, era capaz de plasmar en sus edificios la tradición japonesa. Uno de sus edificios más emblemáticos, la piscina y pabellón olímpico de Tokio (1964) (Imagen 17) es un perfecto ejemplo de esta idea de mezcla de épocas. El gigantesco techo colgante de esta construcción recuerda al



Imagen 17: Estadio Nacional de Yoyogi.

de los clásicos templos budhistas, muy bien combinado con el aspecto moderno que le da el hormigón visto. “Lo que había conseguido Tange no era solo superar la dicotomía tradición modernidad, sino demostrar que el lenguaje arquitectónico del siglo XX podía ser universal y regional al mismo tiempo.” (Javier Vives, junio 2016).

La inclinación japonesa hacia lo natural y sencillo sigue estando muy presente tanto en su cultura como en su arte y arquitectura. Sin duda la influencia del buddhismo y, en especial, del shintoísmo son muy notables.

4.1.4. Indefinición.

Esta característica está muy ligada a la misma construcción de los edificios tradicionales, sobre todo con el concepto de módulo que vimos anteriormente. Este aspecto se basa en la sutil diferenciación de los espacios en la arquitectura japonesa.

Gracias a una construcción en módulos, el alterarlos se hace muy sencillo. No son espacios determinados e inamovibles. La estructura en vigas y columnas en las que se basan la mayoría de estos edificios permite esta capacidad de modificarlos a gusto. Las puertas correderas, shōji o fusuma²¹ (襖), son piezas muy ligeras y de fácil manejo que dan la libertad de ponerlas y quitarlas sin complicaciones. Al retirarlas todas, se crea un amplio espacio que llega hasta el jardín (Ibid.). Se pierde esa separación y todos los elementos fluyen con naturalidad. En la imagen 18 se puede apreciar este concepto. Los inquilinos podrían estar tomando un té dentro y pareciera que están en medio del jardín. Otro aspecto a resaltar en esta imagen es la penumbra que hay dentro de la estancia. Gracias a los grandes voladizos del techo, el interior queda recogido y a salvo de los rayos del sol, así también como de la lluvia y otros fenómenos meteorológicos.

Javier Vives nos resume los aspectos principales que hicieron a la arquitectura tradicional japonesa única en el mundo: “Estructura de pilares y vigas de madera;



Imagen 18: Shisendō, Kioto.

²¹ Fusuma: muy parecidos a los shōji, pero los fusuma son opacos (Andrea González, p. 458). Frecuentemente se adornaban con pinturas.

cerramientos, tanto exteriores como interiores, de paneles corredizos, y pavimentos de tatami.” (julio 2016). Estos elementos fueron la base de su arquitectura y sirvieron de guía para el desarrollo de la misma. Además, también fueron muy influyentes en la arquitectura moderna occidental.

En el siglo XX, en occidente se buscaba el ideal de una vivienda para una familia media. Su objetivo era crear residencias adecuadas para la creciente población urbana, nacía así el movimiento Funcionalista. El movimiento Organicista también denotó que debían de ser hogares acogedores, agradables, y si era posible que se integraran en la naturaleza. Estas dos corrientes encontraron en la arquitectura nipona la solución a sus exigencias (Ibid.). Las revistas de arquitectura americanas y europeas se obsesionaron con las grandes creaciones de los japoneses. Incluso hoy en día, los arquitectos de este país obtienen un gran prestigio a nivel internacional (Ibid.).

4.2. Evolución histórica.

Para entender un poco mejor la arquitectura nipona, haremos un repaso de su evolución a lo largo de la historia; desde sus más humildes inicios en las comunidades de cazadores, hasta los grandes rascacielos corporativos del siglo XXI. La clasificación histórica seguirá la mostrada en la tabla 1 del primer apartado de este proyecto.

4.2.1. Prehistoria.

Las primeras viviendas del **periodo Jōmon** eran construcciones rudimentarias en las que se hacía un pequeño foso en el suelo y se apisonaba esa tierra. El techo estaba hecho con paja de forma que recogiera el agua de lluvia en unas jarras para su almacenamiento. En esta misma época, las temperaturas disminuyeron drásticamente y esto llevó a que se perdiese gran parte de la población (James T. Ulak, 2012). Empezaron a preocuparse más por el ritual. Cerca de los poblados empezaron a levantar círculos concéntricos de piedra para ceremonias funerarias y otros tipos de actos.

A partir del **periodo Yayoi** vemos cierta influencia del continente, coincide con la época de florecimiento de la dinastía Han (206 a.C. – 220 d.C.). Si en la anterior época vemos que el pueblo estaba muy influenciado por los condicionantes naturales, en este podemos ver como aprenden a adaptarse gracias a las técnicas traídas de China y Corea (Ibid.). Con la agricultura que se desarrolló, hicieron falta lugares de almacenaje, surgieron los graneros con tejados de paja en forma de “V” y los suelos se elevaron.

Con el tiempo aparecieron nuevas costumbres para los ritos funerarios, y las más características eran las tumbas en forma de montículos. Estos túmulos se denominaban kofun (古坟) y de ahí procede el nombre de esta época: **periodo Kofun**. Aunque sufrieron muchas variaciones con el tiempo, estuvieron presentes durante toda esta etapa (Ibid.). En los objetos dentro de estas tumbas y las formas de los montículos podemos observar el cambio en las sociedades que se ocurrieron en Japón, desde comunidades agrícolas interdependientes hasta el reino unificado de principios del siglo VIII (Ibid.). A principios de esta etapa podemos ver que se adaptaban al terreno y buscaban montículos en los que poder trabajar y depositar los ataúdes. Tenían forma circular y eran un tanto toscos, con una base triangular que vistos desde arriba parecían un antiguo ojo de cerradura. Dentro cabía un ataúd de madera y objetos que se relacionaban con el fallecido, así indicaban su estatus social, y también con el tamaño del sepulcro (Imagen 19). Después del siglo IV fueron mejorando la técnica y ya no les era necesario buscar un lugar que les viniese bien, eran capaces de construir los montículos en lugares llanos (Ibid.). A finales del siglo V se empezó a cambiar el acceso, una entrada horizontal facilitaba el uso múltiple de la tumba, surgió la noción de panteón familiar. También, gracias a la influencia continental, se comenzó a decorar las paredes del recinto mortuario con diferentes diseños (Ibid.). El final del periodo Kofun se subdivide normalmente en otros dos, Asuka (552-646) y Hakuho (646-710), en los que el buddhismo finalmente llegó al país del Sol Naciente.

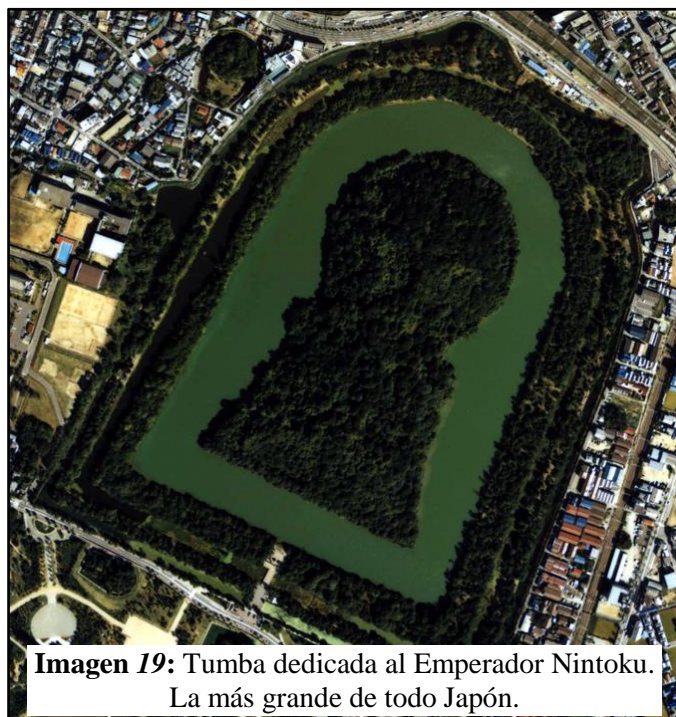


Imagen 19: Tumba dedicada al Emperador Nintoku. La más grande de todo Japón.

El periodo **Asuka** fue un tiempo de transformación para la sociedad japonesa. Continuó la influencia china y coreana, sobre todo con la llegada del buddhismo, que tuvo una gran acogida por el pueblo y la corte, el príncipe Shōtoku (574-622) la convirtió en religión oficial del estado. Cuando el buddhismo llegó a Japón ya tenía mucho recorrido, se había ido adaptando a las culturas y países por los que había pasado, y asimismo ocurrió

cuando llegó a las islas (Ibid.). Los enterramientos al estilo kofun desaparecieron en esta época, ya que en la tradición budhista se incineraban los cuerpos. La expresión artística de este periodo se desarrolló en los templos y recintos religiosos. Como ya se ha mencionado, al principio los templos budhistas japoneses se construían tal cual se hacían en el continente, sobre todo siguiendo el ejemplo coreano. Estos complejos religiosos eran bordeados por una muralla, y los edificios estaban dispuestos simétricamente según el eje norte-sur. Las estructuras más importantes eran la pagoda, forma derivada de la estupa india, y el kondō (金堂), literalmente “pabellón dorado”; ambos se usaban para la adoración (Ibid.). La construcción de estos edificios se basaba en pilares de madera en vertical sobre bases de piedra. Los elementos horizontales se iban agregando en diferente grado de dificultad (Ibid.). En el periodo **Hakuhō** la expansión del budhismo fue extraordinaria, y los distintos gobernantes lo usaron como instrumento de unificación. El templo Hōryū (*Hōryūji* 法隆寺) (Imagen 20), reconstruido cerca del año 680, es el depósito más importante de la cultura de Asuka y Hakuhō. Fue el primero en emplear un diseño asimétrico en la distribución de las infraestructuras, rompiendo así con los cánones continentales. La pagoda y el kondo estaban sobre un eje horizontal, uno al lado del otro, y la puerta de entrada al recinto está ligeramente fuera del eje vertical (Imagen 15). Esta asimetría sería característica en la estética japonesa (Ibid.).



Imagen 20: Kondō y pagoda del templo Hōryū.

4.2.2. Antigua (*Kodai* 古代).

Durante el **periodo Nara** aún había una fuerte influencia china. La misma capital, Heijōkyō (actualmente Nara), fue diseñada siguiendo un patrón de tablero de ajedrez, y muchos templos y palacios fueron construidos según el estilo Tang (“Arquitectura”, p. 1). Se renovaron las relaciones con la china imperial, Japón quería copiar su modelo político y cultural. Se estableció una nueva sociedad jerárquica, en términos simbólicos y reales, con todo el poder bajo el emperador (James T. Ulak, 2012). El budhismo recibió aún más apoyo gubernamental gracias a estos cambios. El emperador Shōmu (724-749)

fue quien fortaleció la idea de que la religión debía ser un poder de apoyo e integrado en el gobierno del estado. Por tanto, en esta época se construyeron aún más templos y palacios al estilo budhista. Esta fusión de religión y estado llevó a que más tarde los sacerdotes pudiesen inmiscuirse en los asuntos políticos, lo que degeneró en numerosos problemas para la administración central (Ibid.). Las últimas décadas de este periodo consistieron en intentos de regularizar los gastos del gobierno y controlar el poder del clero budhista. Fue el emperador Shōmu quien mandó construir el famoso Gran Buddha (*Daibutsu* 大仏) dentro del Templo Tōdai (*Tōdaiji* 東大寺) (Imagen 21). Este gran complejo se considera el símbolo del periodo Nara. Otro famoso templo es el Kōfuku (*Kōfukuji* 興福寺) del clan Fujiwara. Fue concebido como un centro de culto y aprendizaje monástico; además de servir para proporcionar servicios sociales a la población (Ibid.).



A finales del siglo VIII la capital se volvió a cambiar de sitio, ahora estaría en Kioto, antiguamente conocida como Heian (*Heiankyō* 平安京), literalmente “Capital de la paz y tranquilidad”. Y de ahí procede el nombre de esta nueva etapa: **periodo Heian**. Como ocurrió en Nara, también se construyó siguiendo el modelo de la antigua capital china Chang’an (Ibid.). Este siguió siendo el lugar de residencia imperial hasta 1868. Durante casi cuatro siglos, Heian fue testigo de un notable florecimiento del arte japonés. El caos político que estaba ocurriendo en estos momentos en China hizo que se dejaran de hacer las embajadas al continente. Al librarse de la influencia china, la cultura japonesa pudo desarrollarse y reflejar los gustos propios de sus habitantes (Ibid.). Esto se vio reforzado por la aristocracia que ya apoyaba fielmente las artes religiosas y seculares. Surgió el estilo shinden (*Shindenzukuri* 寝殿造), que se emplearía en la gran mayoría de las casas aristocráticas, el predecesor del estilo shoin (*Shoinzukuri* 書院造) (Andrea González, p. 452). El estilo shinden básicamente consistía en que los edificios principales y dormitorios estaban en el centro, y se conectaban a otras construcciones circundantes mediante pasillos techados (“Arquitectura”, p. 2). Continuando con la arquitectura

buddhista, a principios del siglo IX surgió una nueva rama que tomaría bastante fuerza: escuela Shingon (*Shingonshū* 真言宗), forma Vajrayāna del buddhismo. La escuela shingon construía sus templos en las montañas, así que tuvieron que adaptarse a ese terreno tan irregular, creando soluciones verdaderamente únicas (James T. Ulak, 2012).

4.2.3. Medieval (*Chūsei* 中世).

El final del periodo Heian, mediados del siglo XII, se vio envuelto en una gran guerra entre dos clanes guerreros, los Taira y los Minamoto. En el año 1192 finalmente ganó el clan Minamoto. Dio comienzo al nuevo **periodo Kamakura**. Se mantuvo la corte imperial, pero a efectos prácticos, era el shōgunato quien gobernaría el país. Este sistema doble de gobierno se mantendría hasta la restauración Meiji (Ibid.). El shōgun Yoritomo localizó su centro de poder en Kamakura. Ahora la administración del país dependía de un poder militante, en el que presidían los valores guerreros de la fuerza, disciplina, austeridad e inmediatez; estos aspectos también se encontraban en las prácticas del buddhismo Zen. Esta forma del buddhismo no gozaba de mucha fama antes del siglo XII, pero con el shōgunato logró extenderse a todo el estado y conseguir muchos adeptos. Otras escuelas budhistas también se hicieron más famosas, lo que supuso un aumento de la iconografía de esta religión (Ibid.). Debido a las devastadoras guerras que se ocurrieron en el anterior periodo, se desarrolló un nuevo concepto de vacío. Marcó un estilo más directo que en la época Heian; tipificó la franqueza estética de esta nueva etapa. Las líneas simples fueron la principal característica del buddhismo zen, incluía columnas o pilares junto a otros elementos horizontales (Ibid.). Sin embargo, por lo general la característica principal de la mayor parte de los templos budhistas era de ser ostentosos, demasiado decorativos (Ibid.).

Llegados al siglo XII, debido a un intento de reestablecer el poder imperial, hubo un guerrero comisionado del shōgun, Ashikaga Takauji (足利 尊氏), que se reveló y consiguió usurparle el poder, comenzó una nueva etapa en la historia japonesa: **periodo Muromachi**. La familia Ashikaga mantuvo el control de la administración principal hasta mediados del siglo XV (Ibid.). El desenlace de esta era fue provocado con la guerra Ōnin (1467-77). Finalmente, a finales del siglo XVI, principios del XVII, fue cuando el daimyō²² (大名) Oda Nobunaga (織田 信長) y sus aliados lograron consolidar el poder

²² Daimyō: literalmente “gran hombre”, fueron poderosos terratenientes provinciales (Mikiso Hane, p. 42).

(Ibid.). El periodo Kamakura estuvo marcado por la prolongada agitación civil, la notable fluidez social y la creatividad. El clan Ashikaga continuó con la revolución cultural de los Minamoto. Las clases sociales tradicionales fueron cambiadas, en un proceso hacia una relativa meritocracia, ahora alguien humilde podría estar al mismo nivel que uno de la corte. Aunque hubo muchas quejas por parte de la aristocracia, esto tuvo múltiples efectos beneficiosos para las artes, pues artistas que no venían de una familia importante también podrían desarrollarse y conseguir fama (Ibid.). Por parte de los gobernantes militares se estimuló en gran medida el arte zen y la cultura china; y desde la corte se apoyaban más en las artes indígenas del país, sobre todo en el shintoísmo. Esta interacción fortaleció a ambas corrientes de la cultura japonesa (Ibid.). Pero la principal característica de esta época fue el protagonismo que alcanzó la ceremonia del té, que cada vez ganaba más fama ya que vinculaba la sensibilidad religiosa con el conocimiento artístico (Okakura Kakuzō, 1906). El formato de las casas de té (Imagen 22) alentó los cambios arquitectónicos del periodo Muromachi. La arquitectura doméstica comenzó a adquirir una apariencia más modesta. El grandioso estilo shinden del periodo Heian quedaba completamente abandonado, ya no querían demostrar tantas pretensiones. Por ejemplo, los jardines Muromachi se hicieron para difuminar la línea entre lo creado por el hombre y la naturaleza (James T. Ulak, 2012).



Imagen 22: Casa de té japonesa.

4.2.4. Premoderna (*Kinsei* 近世).

En el clima militarista que se vivió en este breve espacio temporal del **periodo Azuchi-Momoyama**, impulsó en gran medida la construcción de castillos. También en este periodo se consolidó el estilo shoin para las viviendas y templos. Nobunaga situó en Azuchi su gobierno, además de construir allí su gran fortaleza. Aunque el castillo se incendió al poco tiempo de morir Nobunaga (Ibid.). Su sucesor, Toyotomi Hideyoshi (豊

臣 秀吉) también levantó varios castillos, uno de ellos en Momoyama. Estas innovadoras estructuras supusieron un gran desafío para sus diseñadores (Ibid.).

El castillo japonés (Imagen 23) es una forma arquitectónica totalmente nativa que se desarrolló a finales del siglo XVI y principios del XVII. Aunque su principal objetivo era la defensa militar, también simbolizaban el prestigio de su señor (“Arquitectura”, p. 2). Antes de este tiempo de guerras



Imagen 23: Castillo de Himeji en Kōbe.

y hostilidad, la arquitectura militar se limitaba a pequeñas fortalezas de madera (James T. Ulak, 2012). Su máxima expresión fue entre el 1600 y el 1615, además de ser el periodo en el que se construyeron la mayoría de los castillos existentes. Después, ordenaron que por cada dominio solo habría un castillo, y todos los demás fueron destruidos (Ibid.). La distribución general consistía en una gran torre reforzada, llamada tenshu (天守), y alrededor se disponían los jardines y demás fortificaciones utilizadas con fines oficiales o privados. El recinto estaba rodeado por fosos profundos y enormes muros de piedra (Ibid.). Los interiores de los castillos fueron los que presentaron más retos decorativos. Los espacios grandes se subdividían mediante paneles deslizantes, en la mayoría de los casos usaban fusuma. Además de biombos plegables, en japonés byōbu (屏風), para dar un poco más de intimidad en estos espacios. Ambos elementos se decoraban con pinturas. Dependiendo de la riqueza y predisposición del daimyō, estos formatos dieron lugar a extensos programas de pintura artística (Ibid.).

El estilo shoin, que pudo entrecruzarse en el periodo Muromachi, continuó refinándose en este. Los edificios que estaban dentro de las fortalezas que se usaban como viviendas seguían normalmente este estilo de arquitectura. Asimismo, se usaba en los templos y otros tipos de arquitectura doméstica (“Arquitectura”, p. 2). Este estilo continuaba con la idea de fluidez espacial del shinden, pero mucho más perfeccionado y con varios cambios. Respecto a elementos modificados, estos se basaban en el tipo de cerramientos y en el pavimento. El estilo shoin introdujo las puertas deslizantes exteriores shōji y las interiores

fusuma, además del amado²³ (雨戸). En el suelo, se pusieron esterillas de paja (tatami) por todos los emplazamientos no húmedos (Javier Vives, 2013). En algunas ocasiones, en la sala principal, parte del suelo estaba elevado, ese lugar estaría reservado para la persona presente de mayor rango (James T. Ulak, 2012). Las principales características del estilo shoin (Imagen 24) eran tres: El tokonoma (床の間), un pequeño rincón en el que se exponía una o varias piezas de arte, normalmente de caligrafía o ikebana²⁴ (生け花). “Puede afirmarse que un interior es inequívocamente japonés cuando existe un tokonoma.” (Javier Vives, 2013). Al lado del tokonoma frecuentemente se encontraba una especie de estantería formada por unos estantes escalonados, y con un pequeño armario con puertas correderas. Y la zona de estudio, llamado tsukeshoin (付書院), con una repisa baja pegada a la pared a modo de mesa, y en frente una ventana que podía abrirse para admirar el jardín (Ibid.).



Imagen 24: Habitación de estilo shoin.

Aunque fuese un periodo corto, Azuchi-Momoyama tuvo un fuerte esplendor cultural y arquitectónico. A la muerte de Toyotomi Hideyoshi, fue su hijo de 5 años quien le heredó, pero realmente el poder estaba en manos de los consejeros de Hideyoshi. Uno de ellos, Tokugawa Ieyasu (徳川 家康), finalmente se convirtió en shōgun y trasladó la sede del gobierno a Edo (actualmente Tokio). Después derrotó al resto de consejeros y asumió el poder total, comenzando así una nueva era que duraría 250 años: **periodo Edo** (James T. Ulak, 2012). Una de las políticas más importantes de esta época era el *Sankin kōtai*, que consistía en que los daimyōs debían realizar visitas periódicas a Edo y mantener allí una residencia en la que permanecieran miembros de la familia o personas cercanas al daimyō. Esto fue un factor muy importante en el crecimiento de la ciudad. No solo ocurrió

²³ Amado: paneles plegables de madera que se usaban para proteger el interior de las viviendas de estilo shoin (Javier Vives, 2013).

²⁴ Ikebana: arte japonés del arreglo floral.

en Edo, esta época se basó en una próspera cultura urbana favorecida por los grandes comerciantes (Ibid.). Respecto al contacto con el exterior, fue bastante escaso, ya que en 1639 se implementó una política de aislamiento nacional. El único puerto que permitía el comercio con extranjeros, en este caso holandeses, era en Nagasaki. En el siglo XIX, occidente ejerció una gran presión para que Japón les permitiese acceder a sus puertos. Finalmente consiguieron acuerdos con un shōgunato bastante debilitado, lo que provocó la ira de muchos. En la década de 1860 varios clanes del sur y oeste de Japón comenzaron una rebelión. En 1868 vencieron al shōgunato y “restauraron” el poder imperial, poniendo fin al gobierno Tokugawa (Ibid.). El sentimiento nacionalista que desembocó en la restauración imperial comenzó a formarse en el siglo XVIII, cuando surgió una escuela de ideología nacional, autóctona. Esta forma de pensar postulaba la singularidad y superioridad inherente de la cultura nipona. Alentó el estudio detallado de la literatura clásica japonesa, formó una base filosófica para el shintoísmo y promovió la lealtad directa al emperador en lugar del shōgun (Ibid.). En el desarrollo arquitectónico vemos perspectivas muy diferentes proporcionadas por el renacimiento aristocrático y la exhibición pomposa favorecida por los nuevos poderosos.

Destacó una fusión del estilo shoin con las casas de té, el estilo sukiya (*Sukiyazukuri* 数寄屋造り). Se trata de una interpretación más moderna de los estilos Heian, cohesionados con las innovaciones arquitectónicas del desarrollo de las casas de té. “Caracterizado por una delicada sensibilidad, elementos de madera elegantes y una simplicidad sin ornamentos” (“Arquitectura”, p. 2). Los caminos serpenteantes cuidadosamente planeados que atravesaban el jardín conectaban los edificios principales. Las vistas estaban medidas y perfectamente orquestadas para que el huésped viese lo que quería el diseñador. El jardín que en este periodo se plantea se alejaba del aspecto natural del de las casas de té del periodo Muromachi, y se notaba claramente la mano del paisajista (James T. Ulak, 2012).

4.2.5. Moderna (*Kindai/Gendai* 近代/現代).

Esta nueva era supuso la entrada de occidente a Japón. Con la restauración Meiji, los avances y técnicas occidentales fueron introducidas en la arquitectura japonesa. La edad moderna ha sido para Japón un tiempo para definir sus relaciones culturales y políticas tanto con otros países asiáticos como occidentales (Ibid.).

El gobierno del **periodo Meiji** buscaba alcanzar los estándares industriales occidentales y absorber su cultura en todos los niveles posibles. En la década de 1870, muchos expertos occidentales, entre ellos estrategas militares, ingenieros ferroviarios, arquitectos, filósofos y artistas, fueron invitados a Japón para enseñar en sus universidades, o ayudar de alguna otra forma con el proceso de crecimiento y cambio del país (Ibid.). En este tiempo, las dos principales influencias occidentales venían de los ingleses y alemanes. Los edificios eran un ejemplo de hibridación de los estilos inglés o alemán con el japonés. Un buen ejemplo de ello es el Colegio Elemental Kaichi (1876) (Imagen 25) en la prefectura de Nagano. Se usaron materiales tradicionales nipones, como es el uso de la madera, sobre diseños y métodos occidentales. El ejemplo de Kaichi se usó para más escuelas japonesas (“Arquitectura”, p. 4). También se intentó emular la monumentalidad de los edificios occidentales, pero no salió del todo bien. Durante la década de 1880 hubo cierta reacción contraria a tanta influencia extranjera, y se quiso volver a los modelos asiáticos, pero después de la Primera Guerra Mundial la arquitectura tradicional japonesa fue sometida a una gran transformación cuando arquitectos como Frank Lloyd Wright o Bruno Taut fueron a trabajar a Japón (Ibid.).



Imagen 25: Colegio Elemental Kaichi.

El **periodo Taishō** se caracterizó por ser un tanto más liberal en el ámbito de las artes, en comparación con la época anterior. Se lo ha considerado como un periodo romántico y eufórico de creatividad cultural (James T. Ulak, 2012). La arquitectura de esta época logró asimilar rápidamente las formas occidentales, se crearon estructuras bastante alejadas de las sensibilidades japonesas tradicionales. Los grandes edificios públicos ya no se construían en madera, sino con ladrillo reforzado, a veces revestidos con piedra, al estilo europeo. El hormigón armado con acero se introdujo en este periodo y permitió espacios interiores más grandes y seguros (Ibid.).

A partir de 1930 Japón entró en una fuerte etapa de militarismo y expansionismo, durante el **periodo Shōwa**. Este proceso culminó en la Segunda Guerra Mundial y en la

derrota de Japón en 1945. La ocupación de las fuerzas aliadas fue básicamente estadounidense, así que la influencia de EE.UU. fue muy considerable. La arquitectura de posguerra vio sus logros más dramáticos en las interpretaciones contemporáneas de las formas tradicionales (Ibid.). Esto fue gracias a los esfuerzos por reconciliar la arquitectura tradicional y moderna. Uno de los arquitectos más famosos e influyentes de esta época fue Tange Kenzō, que logró fusionar la arquitectura tradicional nipona con los avances tecnológicos y científicos (“Arquitectura”, p. 4) (Imagen 26). Fue quien diseñó el famoso Estadio Nacional de Yoyogi para los Juegos Olímpicos de 1964 en Tokio. Otro célebre arquitecto fue Andō Tadao, los proyectos residenciales en los que trabajó están muy marcados por materiales naturales y una integración cuidadosa con la naturaleza (James T. Ulak, 2012). En los años 70 los arquitectos japoneses experimentaron con un mayor acercamiento artístico a la arquitectura, cosa que se alejaba del objetivo del periodo anterior que se basaba en los conocimientos técnicos (“Arquitectura”, p. 4).



Imagen 26: Catedral de Santa María de Tokio, diseñada por Tange Kenzō, terminada en 1964.

A principios de los años 90 (**periodo Heisei**) hubo una ralentización en el desarrollo de la arquitectura japonesa debido al estallido de la burbuja inmobiliaria. Aun así, muchos arquitectos extranjeros encontraron a Japón como el lugar ideal para hacer negocios (Ibid., p. 5). Pero esto no impidió que los japoneses gozaran de buena fama fuera del archipiélago. Durante esta época cada vez más eran contratados para realizar proyectos en el extranjero. Andō consiguió varios galardones internacionales, como el Premio de Arquitectura Pritzker en 1995 y la Medalla de Oro Real otorgada por el Instituto Real de Arquitectos Británicos en el 97. Itō Toyō también recibió este último premio en 2006 (Ibid.). El inicio de siglo ha seguido esta misma estela y la arquitectura japonesa sigue estando presente en todo el mundo como líder vanguardista, pero sin dejar de lado el gusto

japonés por lo tradicional. Por ejemplo, esto se puede ver claramente en la torre de comunicaciones Tokyo Skytree (Imagen 27), con 634 metros de altura, su figura con curvas marcadas y combaduras evoca a la arquitectura tradicional japonesa. Además, dependiendo del ángulo en que la mires y el lugar en el que estés, su aspecto va cambiando, esta torre se ha convertido en todo un hito de la arquitectura nipona (Ibid.).

Como hemos podido observar, la arquitectura japonesa ha vivido muchos cambios a lo largo de su historia, recibiendo muy distintas influencias, como puede ser la inicial china y la más reciente occidental. Sin dejar de lado su visión, se ha adaptado a estas nuevas ideas, las ha madurado y las ha hecho propias. Otro aspecto importante fue la religión, tanto el buddhismo como el shintoísmo marcaron el rumbo de su arquitectura. Los distintos templos sirvieron como guía para la concepción del ideal de las viviendas niponas. Después fue el modelo occidental el cual determinó el camino del diseño japonés, pero se supo ajustar para que la esencia nipona siguiese estando presente. Japón supo aprovechar cada ocasión que tuvo para evolucionar y adaptarse a las nuevas circunstancias, sin olvidar las suyas propias.



Imagen 27: Tokyo SkyTree en el centro. Al fondo a la izquierda la Tokyo Tower. Y al fondo a la derecha el Monte Fuji.

5. PROGRESO JAPONÉS: ARQUITECTURA SISMORRESISTENTE

Ya hemos analizado la actividad geográfica que envuelve a Japón, además de hacer un breve recorrido por las catástrofes más significativas para la población nipona. Después conocimos los rasgos principales de su arquitectura, y comprendimos su evolución a través de la enorme capacidad de afrontar nuevas situaciones y aprender de ellas de la sociedad japonesa. En este apartado haremos un repaso de los grandes avances que ha hecho el país para sobrevivir a la gran actividad sísmica que tiene que vivir día tras día.

Por todos es sabido que Japón podría considerarse actualmente, el país más seguro frente a grandes terremotos. Como hemos visto, el terremoto de 2011 no fue en sí el causante de tantas muertes, sino el posterior tsunami. En general, la mayor parte de las infraestructuras resistieron bastante bien el sismo de 9,1 grados, el cuarto más fuerte registrado en la historia. La clave de este éxito es la estricta normativa antisísmica que aplica el gobierno japonés a todos los edificios, además de la intensa preparación que reciben sus habitantes desde muy temprana edad. Asimismo, las constructoras niponas están siempre investigando y comprobando cuales son los mejores métodos, técnicas y materiales, para que así sus obras sean cada vez más seguras (Teresa Guerrero, 2011). “De cada seísmo se aprenden nuevas lecciones que ayudarán a salvar más vidas en el futuro.” (Ibid.).

Para llegar a este nivel de seguridad han tenido que pasar por muchas dificultades, ha sido un sistema de aprendizaje gradual en el que iban avanzando poco a poco. Veremos cómo han sido esos cambios, tanto en técnicas como en materiales, y algunos de sus principales ejemplos.

5.1. Soluciones tradicionales.

La vivienda tradicional japonesa, se hacía en madera. En sus inicios, sobre el periodo Jōmon, la base era sobre suelo pisado dentro de una pequeña fosa. Pero más tarde se empezaron a construir los edificios principales con madera, mediante técnicas de ensamblaje, además de que el suelo se elevaba sobre el terreno. Aunque esto no significa que existiesen técnicas específicas para dar más seguridad a las construcciones ante los sismos. Estas edificaciones se realizaban de forma empírica, era cuestión de práctica, no

se basaban en ninguna base científica; aunque sí eran conscientes de que la madera era un buen material para resistir a los terremotos (Olimpia Niglio y William Valencia, 2014).

5.1.1. Madera.

Este material se convirtió en la solución a las principales dificultades que afectaban a las viviendas japonesas: moho, tifones y terremotos. Aunque la madera es débil ante incendios, definitivamente era el menor de los problemas que se les presentaba a los nipones (Anne Kohtz, 2016).

El tóxico moho afecta a todo tipo de edificios a lo largo del mundo. En otros lugares inventaron diferentes métodos para aislarlo y hacer que la circulación del aire interior y exterior fuese lo más limitada posible. Pero no tardaron tiempo en darse cuenta de que lo más indicado era tener un debido control de la humedad y una adecuada ventilación. Para lograrlo tuvieron que apoyarse en sistemas de ventilación estructurales y mecánicas, que además de ser más caro, añadía más complejidad a las construcciones (Ibid.). En Japón debido al clima tan húmedo que tiene, sobre todo en verano²⁵, se convierte en el lugar ideal para la aparición del moho y otros hongos. En las viviendas tradicionales este problema se solucionó elevando el edificio (Imagen 28) y teniendo unos espacios interiores bastante abiertos, así el aire podría circular por dentro y debajo de las casas. Este procedimiento lo vemos también en templos y santuarios (Ibid.). Aunque esto puede servir para que el ambiente sea agradable en verano, no es nada cómodo para el invierno, pero los habitantes japoneses prefirieron vestirse con varias capas de ropa antes de que sus casas pudiesen ser inseguras. En la actualidad, está prohibido elevar de esta forma los edificios, pues actuarían como un conducto que absorbe el oxígeno durante un incendio (Ibid.).



²⁵ Puede alcanzar hasta el 70% de humedad, ya que es en verano la época de lluvias y tifones, estos últimos sobre todo en el mes de septiembre (Anne Kohtz, 2016).

Otra solución, más radical, pero ampliamente usada era demoler el edificio entero. La cultura japonesa es la cultura de lo efímero, son conscientes de que todo tiene un final. Así mismo con la arquitectura, una casa se consideraba vieja a partir de los treinta años. Entonces se desmontaba, se aprovechaban las partes aún resistentes, y se volvía a construir un edificio nuevo (Ibid.). A parte del moho, también erradicaba las plagas de insectos. Esta costumbre de reconstruir frecuentemente podemos verla en uno de los templos más famosos de Japón: el Santuario de Ise (*Isejingū* 伊勢神宮), que se destruye y reconstruye siguiendo un ritual cada 20 años (Imagen 29). También, ocurría cuando un emperador fallecía, se construía otra residencia imperial, o incluso se trasladaba la capital a otro lugar. Sea por ritual o costumbre, la base de este procedimiento es la limpieza, evitar todo lo posible que el deterioro de los edificios ya sea por moho o por el envejecimiento del mismo, afecte a las personas que vayan a vivir bajo él (Ibid.).



Imagen 29: Parte del ritual en el que se transporta por la ciudad, la madera que será usada en la próxima reconstrucción del santuario de Ise.

En cuanto a tifones y terremotos, la madera ha ejercido un gran papel. Para los tifones eran necesarios grandes y pesados techos, y para resistir a los sismos la madera era lo suficientemente flexible (Ibid.). Los tejados en voladizo protegían el interior de las viviendas de la lluvia, y su gran peso evitaba que saliese volando por los fuertes vientos. El ideal sería sujetar este gran techo con enormes piedras o paredes de aglomerado, pero estarían indefensos ante el poder de los terremotos. En la arquitectura tradicional japonesa, gracias al tipo de ensamblaje en las casas, la energía lateral de los terremotos se reduce en gran medida. Los edificios estaban contruidos como una silla, pilares separados en la base, pero unidos por un techo superior, esto le daba bastante libertad de movimiento a toda la construcción (Ibid.). Por último, hay que destacar que las especies de madera japonés que se usaban más, como el ciprés o el cedro, ofrecían una gran resistencia al moho y otros insectos, lo que los hacía aún más ideales para el clima del archipiélago; además estaban listos para ser talados y utilizados en 40 ó 60 años (Ibid.).

“Los carpinteros japoneses han sacado el máximo provecho de las técnicas de construcción con madera durante generaciones, [...] construcciones que pueden servirnos de referencia para un estilo de vida moderno, sostenible, seguro y libre de moho.” (Anne Kohtz, 2016).

5.1.2. Pagoda.

Por tanto, podemos entender este vasto uso de la madera en la mayor parte de las construcciones japonesas. Un edificio bien diseñado de este material puede llegar a durar cientos de años, incluso en edificios de una altura considerable. La llegada del buddhismo, aparte de nuevas creencias, también trajo nuevos modelos arquitectónicos. Principalmente afectó a la arquitectura monumental, básicamente templos y monasterios. Entre estas nuevas infraestructuras, la que más destacó fue la pagoda (*Tō* 塔). Herencia de la estupa budhista, la estructura de las pagodas presenta un sistema resistente a los sismos muy interesante (Olimpia Niglio y William Valencia, p. 115). En la actualidad apenas hay pagodas que hayan sido derrumbadas por algún terremoto.

Primero, como ya hemos comentado, el material del que están hechas. La flexibilidad de la madera permite absorber el movimiento del sismo y después recuperar su forma original. No es un material que se rompa con facilidad. Después, la carpintería está cuidadosamente realizada, pues es una estructura que se ha construido sin tornillos ni ningún otro material para unir la madera. Los tablones y demás piezas tienen huecos y formas que encajan perfectamente entre ellos. Ante un caso de sismo, este tipo de ensamblaje lo que hace es que se afiance aún más la unión (Ueda Atsushi, 2005).

Otro aspecto importante es la estructura laminada de las pagodas. Cada uno de los pisos, o “láminas”, se mueve independientemente, como si se tratase de una torre de cajas, cada vez más pequeñas. Cada planta está incorporada a las demás solo en las juntas, pero es una unión eficaz y muy fuerte (Ibid.). Además, cada lámina permite una cierta cantidad de oscilación. Esto hace que, si una se inclina demasiado a la izquierda, la que esté por encima lo hará hacia la derecha, haciendo que recupere el equilibrio (Imagen 30). El arquitecto Ueda Atsushi compara ese

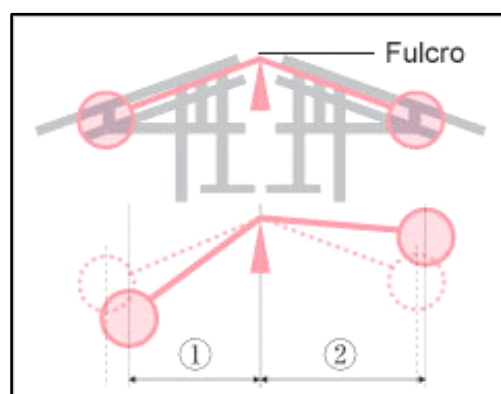


Imagen 30: Movimiento de las pagodas durante un sismo.

movimiento con el que hace el tradicional juguete de equilibrio yajirobe²⁶ (*Yajirobee* やじろべえ) (Imagen 31). Pero con un terremoto bastante fuerte, se podría esperar que uno de los pisos saliese despedido de su base. Esto no ocurre gracias el pilar central (*Shinbashira* 真柱) (Imagen 32) que atraviesa toda la torre hasta el suelo. Durante un seísmo, el pilar oscilará un poco, como un péndulo, contrarrestando la fuerza del terremoto, y volverá a su posición original (Ibid.).



Imagen 31: Juguete de equilibrio Yajirobe.

Las altas pagodas japonesas, de cinco o tres pisos, aunque son parecidas a las chinas o coreanas, tienen un aspecto que las hace únicas. Se puede decir que es debido al carácter sísmico del archipiélago japonés, unido al conocimiento y técnicas de los nativos (Ibid.). Esta sabiduría se ha ido pasando de generación en generación y ha llegado a nuestros días. Muchos edificios modernos siguen el ejemplo de las pagodas, sobre todo el concepto de flexibilidad que las caracteriza (Ibid.).

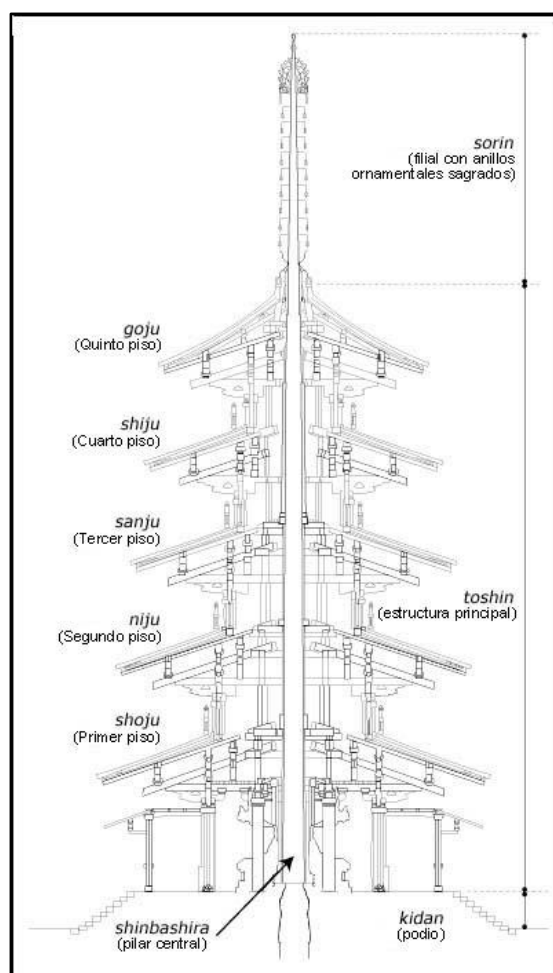


Imagen 32: Pagoda de 5 pisos del templo Hōryū.

“Las pagodas de cinco pisos [...] han mantenido toda su belleza [...], fascinando a todo el que las contempla. Sin duda preservan secretos que representan la esencia de la ciencia y tecnología y abren nuevas posibilidades a la arquitectura moderna” (Ueda Atsushi, 2005).

²⁶ Este juguete cuenta con dos brazos, con un peso en cada uno. Al inclinar demasiado hacia abajo uno de ellos, el peso del otro, al estar más lejos del centro, ejercerá más fuerza y se recuperará el nivel.

5.1.3. Otras técnicas sismorresistentes.

El edificio de madera más largo de Japón es el templo Sanjūsangendō (三十三間堂) en Kioto. Su nombre significa literalmente “Edificio con treinta y tres espacios”. La reconstrucción de este templo, en el año 1266, muestra otra forma de salvaguardar a los edificios de la fuerza de los terremotos (Olimpia Niglio y William Valencia, p. 116). La técnica empleada se llama hanchiku (版築), literalmente “entreplanta”. La base del templo se coloca sobre varios niveles de arena y arcilla, y los pilares de madera se diseñaron para que puedan moverse libremente en las zanjas en las que se hincaron. El resto de la estructura sigue el sistema de ensamblaje de maderas (Ibid.).

El templo Tōdai de Nara se intervino en varias ocasiones para reforzar su estructura ante posibles sismos de mayor magnitud. Después del siglo XVIII se colocaron elementos de hierro en algunas columnas (Imagen 33) para mejorar su resistencia, aún hoy en día se pueden ver esos refuerzos (Ibid., p. 115). Más tarde se añadió más partes en hierro al sistema de ensamblado de las vigas de madera. Por último, para proteger al Gran Buddha de la sala principal, se reforzó el techo con una estructura reticular en acero (Ibid., p. 116).



Imagen 33: Pilar del templo Tōdai.

5.2. Soluciones contemporáneas.

Fue a finales del siglo XIX cuando se empezaron a ver estudios científicos importantes sobre los terremotos en Japón. En este periodo no existían ninguna orden o ley que regulase la construcción de los edificios para protegerlos de los seísmos. En el año 1920 se creó una ley que buscaba reglamentar la gran expansión urbana que se estaba dando. Pero no tenían ninguna especificación antisísmica (Ibid., p. 120). No fue hasta el Gran Terremoto de Kantō de 1923, que se decidió regular esta situación. El gobierno promulgó varias leyes para el reforzamiento de las estructuras y la conservación de la arquitectura

existente. Más tarde, en 1950 se aprobaron otras tres leyes importantes: una para definir cómo se debe de proteger la vida de las personas y las técnicas adecuadas para construir estructuras seguras; otra para la formación de los arquitectos e ingenieros que trabajasen en la edificación; y la tercera para controlar la calidad de las construcciones y los materiales usados (Ibid.). Desde entonces se han ido revisando todas estas leyes y normativas para que estuviesen lo más actualizadas posibles.

Se han ido realizando muchos trabajos para reforzar edificios valiosos para Japón. Por ejemplo, la Biblioteca Imperial, construida en 1906 y ahora conocida como Biblioteca Internacional de los Niños. El famoso arquitecto Andō Tadao fue quien diseñó el proyecto de restauración del edificio. Para que fuese más resistente a los sismos, se usó el sistema de aislamiento de base (se explicará en el siguiente apartado) y la obra se finalizó en 2002 (Ibid., p. 121). Para la arquitectura tradicional, como lo son los templos, se ha trabajado de otra forma menos invasiva. Se aplican métodos que respetan las técnicas antiguas y apenas se usa tecnología moderna. En menos de 100 años, el país ha conseguido adecuar, ejecutar y programar una gran cantidad de intervenciones para hacer que estas construcciones sean “más seguras y compatibles con las características de un territorio con alta sismicidad” (Olimpia Niglio y William Valencia, 2014, p. 121).

Para las nuevas edificaciones, se usan los métodos y materiales más modernos, sin olvidar el material predilecto japonés, la madera. Hoy en día sigue habiendo muchas casas que se construyen con un esqueleto de madera, pues sigue siendo un material idóneo para resistir a los terremotos. Aunque el elemento más usado en la actualidad es el hormigón armado, desde que se introdujo en el periodo Taishō, no ha parado de usarse. Pero su diseño ha ido evolucionando para ofrecer una óptima resistencia al movimiento de los sismos.

5.2.1. Hormigón armado.

Este material relativamente reciente, es hoy en día uno de los más usados en todo el mundo. Se trata de un compuesto formado por aglomerante (normalmente cemento), arena y grava, todos mezclados con agua en cierta cantidad; y se vierte sobre una estructura de acero, aunque también se puede añadir en fibras con la mezcla anterior (José Luis G., 2019). El cemento es muy moldeable, por eso ha gustado mucho en Japón, pues permitió a los hábiles carpinteros nipones adaptarse rápidamente a este material (Javier Vives, 2016). Al mezclarse con el agua, su carácter semifluido lo hace aún más

interesante, ya que puede adoptar cualquier forma y llegar a todos los rincones. Además de que se puede adherir a muchos materiales distintos. Cuenta con una capacidad de endurecerse muy rápida, y de ahí que aguante tan bien la presión; pero esto a su vez es un problema, ya que no es muy flexible en ese aspecto (José Luis G., 2019). Se convierte en un sólido muy rígido que ante un fuerte movimiento podría romperse. Es por eso por lo que se añade la malla de acero, que le da más ductilidad, y así podrá doblarse antes de mostrar cualquier signo de resquebrajamiento (Ibid.). Su función principal reside en la cimentación, es perfecto para aguantar todo el peso de un edificio. Además, se suele usar para suelos, paredes, cubiertas de tejados, etc. se puede aplicar para casi cualquier cosa; gracias a su maleabilidad es posible ubicarlo en muy distintos lugares de los edificios (Ibid.).

Aunque el material con el que se construye es muy importante, para aguantar un gran terremoto no solo nos podemos fijar en este aspecto, un eficaz diseño sismorresistente podría ser crucial para que estos edificios sigan en pie.

5.2.2. Tipos de diseños sismorresistentes.

En Japón, se usaron soluciones antisísmicas durante cientos años con las pagodas y otros edificios emblemáticos. Pero no fue hasta el siglo XX que se tomaron más en serio estas medidas. Con el desastre de Kantō aún muy reciente, en 1924 el gobierno decretó las primeras normas de construcción resistente a los terremotos. Desde entonces, han ido aprendiendo y utilizando nuevas formas, técnicas y materiales.

La energía que recibe una construcción durante un terremoto puede soportarla de diferentes maneras: por **resistencia**, **ductilidad** o **disipación** (Ingeniería Sísmica, s.f.). Mediante la resistencia se trata de aumentar el tamaño de la estructura para que pueda resistir el sismo por cuenta propia. La ductilidad busca aguantar el movimiento del terremoto haciendo que el edificio sea lo suficientemente flexible, la estructura recibirá daños, pero no se romperá. Y la disipación consiste en una intervención más directa en la construcción. Mediante distintos sistemas, se ayuda al edificio para que apenas se vea afectado por el sismo (Ibid.). Esta última es la más usada en la actualidad, pues se puede aplicar a todo tipo de edificios, tanto a los más nuevos, como a los que ya se hayan construido hace años.

Los sistemas de protección sísmica que se usan hoy en día van desde diseños relativamente simples hasta unidades completamente automatizadas. Pueden clasificarse en tres categorías: activos, semiactivos y pasivos (Carlos López et al., 2012).

Los **sistemas activos** son complejos, incluyen sensores de movimiento, sistemas de control y procesamiento de datos, y demás tipos de sensores. Todo para saber la respuesta sísmica de la construcción a tiempo real, detectar los diferentes movimientos y aplicar la fuerza necesaria para contrarrestarlos. A parte de ser un sistema caro, también precisa de una fuente de alimentación externa para estar en funcionamiento durante el terremoto (Ibid.). Pero son los mejores sistemas antisísmico que hay en nuestros días, pues ofrecen la respuesta necesaria para soportar la fuerza del temblor. Este tipo de sistema se ha desarrollado en Japón y en los EE.UU., pero es en el archipiélago donde más se han aplicado (Ibid.). Los **sistemas semiactivos** tienen un funcionamiento parecido a los primeros. También tienen un mecanismo que monitoriza en tiempo real la respuesta de la construcción, pero no aplica una solución directa al mismo. Hay un dispositivo externo (no pertenece a la estructura del edificio) que recibe la señal del sismo, seguidamente modifica sus propiedades mecánicas para disipar la energía del terremoto. Un buen ejemplo de esto son los amortiguadores de masa semiactivos (Ibid., p. 13). Los **sistemas pasivos** son los más usados generalmente hoy en día. Sin ningún dispositivo que les indique la fuerza e intensidad del sismo, estos sistemas permiten que el movimiento que sufre la estructura se reduzca mediante sistemas mecánicos. Por ejemplo, el aislamiento de base entraría en este sistema (Ibid.).

Los edificios japoneses han pasado por todos estos sistemas, algunos con mejores resultados que otros. A continuación, se explicarán algunos de los dispositivos que más se han utilizado en las construcciones niponas y han demostrado su eficacia:

- Aislamiento de base: básicamente disminuyen los daños que pueda causar el temblor, reduciendo la aceleración y aumentando el tiempo de vibración de la estructura (véase Anexo D). Básicamente, reduce el movimiento lateral del edificio (Laura Sanz, 2017). Este tipo de aislamiento fue usado en Japón por primera vez en 1983 en una casa. Se puso un aislamiento de base de neopreno (láminas de neopreno y acero colocadas de forma alternativa). Después de demostrar su buen funcionamiento, se desarrolló en institutos de investigación de las principales constructoras japonesas (Ibid., p. 55). Este es el sistema más

utilizado para rehabilitar edificios, ya que ha demostrado su gran eficacia, es de fácil instalación y bastante económico.

- Amortiguador de masa integrado: funciona como un péndulo, al inclinarse hacia un lado el edificio, este amortiguador lo hará hacia el lado contrario. Se ha visto que funciona muy bien con edificios de gran altura. El problema es que se trata de un sistema bastante amplio, ya que necesita de un gran peso (Ibid., p. 57). Puede funcionar de varias formas: activa, pasiva, semiactiva o un híbrido de éstas. En Japón se empezó a usar en torres de observación durante los 80, a partir de los 90 se desarrolló para edificios altos. Un claro ejemplo sería el que podemos encontrar en la torre Taipei 101 de Taiwán (Ibid. 58) (Imagen 34), en este caso es un sistema activo. La torre Yokohama Landmark también cuenta con este tipo de amortiguadores de masa, pero están escondidos en el piso 71.

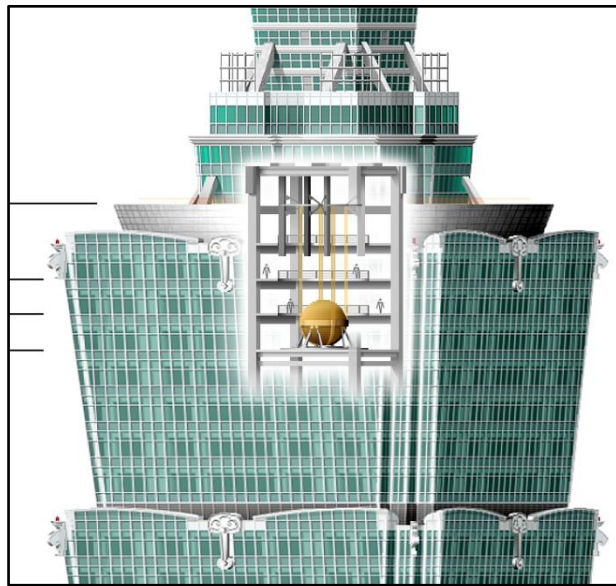
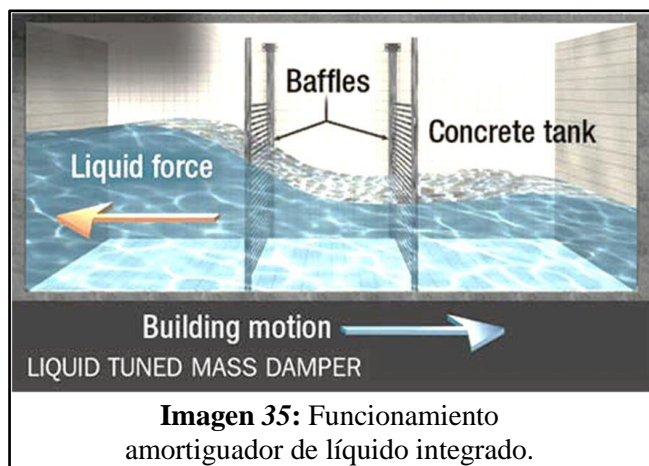


Imagen 34: Amortiguador de masa del Taipei 101.

- Amortiguador de líquido integrado: se trata de un sistema más reciente. Absorbe la energía de la estructura mediante acciones viscosas del líquido y la rotura de la ola, es decir, el líquido se mueve dentro del contenedor rígido para disipar la energía del temblor (Ibid., p. 59) (Imagen 35). Los casos en los que se ha aplicado este sistema han demostrado muy buenos resultados, por ejemplo, en la Gold Tower de Utazu. Se instaló un tanque de 10 toneladas de amortiguador líquido, representa el 1% del peso



total de la torre. Se pudo comprobar que la respuesta estructural mejoró en un 50%. Además de no necesitar más espacio dentro del edificio, es un sistema bastante económico (Ibid., p. 60).

Existen muchos y diversos sistemas para disipar la energía de los terremotos, éstos anteriormente mostrados han sido algunos de los más usados en Japón. Siempre están buscando la manera de proteger y salvaguardar la vida de sus habitantes, es por eso por lo que la investigación y el desarrollo son aspectos muy importantes para el gobierno japonés.

5.2.3. Edificios sismorresistentes en Japón.

Muchas de las construcciones más seguras del mundo se encuentran en Japón. Como hemos visto, desde inicios del siglo XX el gobierno ha puesto especial hincapié en la edificación urbana. Todos estos esfuerzos los podemos ver hoy en los altos rascacielos que dibujan el horizonte nipón, a pesar de las fuertes sacudidas, todos siguen en pie y así estarán durante muchos más años. En este apartado se nombrarán algunos de estos icónicos edificios de Japón.

- **Kasumigaseki** (*Kasumigasekibiru* 霞が関ビル) (Imagen 36): es el primer rascacielos construido en Japón. Desarrollado por Kajima Corporation, fue completado en 1968, se encuentra en el barrio japonés tokiota del mismo nombre, y cuenta con una altura de 156 metros, que se traducen en 36 pisos. Antes de este edificio, solo construían hasta una altura de 10 plantas para evitar posibles derrumbes en caso de terremotos. Desde entonces, rápidamente se empezaron a levantar más edificios de aún más altura (Edward G., 2016).



Imagen 36: Kasumigaseki.

- **Abeno Harukas** (*Habenoharukasu* あべのハルカス) (Imagen 37): es actualmente el edificio más alto de Japón y se encuentra en la ciudad de Ōsaka.

Se completó después de cuatro años en marzo de 2014, por Takenaka Corporation. Su altura llega a los 300 metros, 60 plantas sobre el nivel del suelo. Los tres últimos pisos están dedicados a un mirador desde el que se puede ver todo Ōsaka. También cuenta con un museo de arte, el centro comercial más grande de Japón, un hotel y numerosas oficinas (Laura Tomàs, 2015).

- **Tokyo SkyTree** (*Tōkyō Sukaitsurī* 東京スカイツリー) (Imagen 38): esta

torre de televisión y radiodifusión se ha convertido en todo un símbolo de la ciudad de Tokio. Con sus 634 metros de altura, es la torre de comunicaciones más alta del mundo, prácticamente dobla la altura de la Torre de Tokio, solo está por debajo del Burj Khalifa de Dubái. El diseño del estudio Nikken Sekkei es “todo un nuevo desarrollo urbanístico” (Luis Rodríguez, 2012). Cuenta con un complejo comercial y de oficinas y con dos miradores en la zona más alta de la estructura. Los diseñadores tuvieron presente 3 conceptos fundamentales para esta torre: que fue un “diseño futurista e innovador con la belleza tradicional japonesa” (Ibid.), que sirviera como empuje económico para dicha zona de la ciudad y, obviamente, que fuese resistente a los desastres naturales que acontecen el archipiélago. Esto último se pudo comprobar con muy buenos resultados en el terremoto de Tōhoku de 2011, las obras de la torre ya estaban muy avanzadas, y lograron aguantar el



sismo sin ningún problema (Ibid.). Su estructura se constituye como la de un gran árbol. Las profundas raíces de la base de la Tokyo SkyTree se componen de tubos de acero de 2,3 metros de diámetro y 10 centímetros de ancho. En el centro tiene una columna de hormigón armado estructuralmente separada del árbol de acero que la rodea (Tokyo SkyTree, s.f.). Este diseño recuerda al pilar central, el shinbashira, de las pagodas de tres y cinco pisos.

También es importante destacar la labor del arquitecto estadounidense Frank Lloyd Wright en el **Hotel Imperial de Tokyo**. Este edificio significó el inicio de toda esta arquitectura sismorresistente del siglo XX. Su estructura con cemento armado y la estratificación de sus cimientos lo hizo el edificio más seguro durante el terremoto de Kantō de 1923 (Fernando Vegas, 2004). Fue un gran ejemplo a seguir. Además, el diseño de Wright siempre ha estado muy inspirado en la estética japonesa (Javier Vives, 2016). Finalmente, el edificio entró en declive y en 1968 fue demolido, a parte de la gran especulación que existía en esa zona (Fernando Vegas, p. 32).

Uno de los proyectos más ambiciosos del país nipón es la *Sky Mile Tower*, una enorme estructura que se elevará a 1700 metros de altura en la bahía de Tokio en el año 2045 (Rosario Fernández, 2016). Este gigantesco rascacielos pertenece al macroproyecto ecológico de *Next Tokyo*, que consistirá en un distrito residencial construido sobre un conjunto de islas artificiales que estará adaptado al cambio climático que prevén las autoridades niponas, como un gran aumento del nivel del mar u otros desastres naturales devastadores (Ibid.). Otro gran reto japonés está relacionado con su material predilecto en la antigüedad, la madera. La empresa Sumitomo Forestry, junto a Nikken Sekkei han planteado un nuevo rascacielos de madera que ayudará a luchar contra la contaminación en el centro de Tokio. Este edificio, el *W350* llegará a los 350 metros de altura y estará hecho en un 90% de madera, el resto será en acero para poder controlar las vibraciones de posibles sismos. Antes de adentrarse en esta gran labor, tienen pensado en construir un edificio más pequeño para comprobar que todo saldrá bien con el *W350*. Definitivamente, Japón es un país que no deja de mirar hacia arriba, sin perder de vista el suelo que pisan sus pies.

6. CONCLUSIONES

Japón ha conseguido sobreponerse a miles de desastres durante toda su historia. Debido a la localización en la que se encuentra, justo encima de 4 placas tectónicas, los terremotos son su “pan de cada día”. Conocer esta circunstancia que rodea al archipiélago es clave para entender la evolución de su cultura y, por tanto, también de su arquitectura.

En este proyecto hemos analizado esta circunstancia especial del archipiélago japonés y se han visto los desastrosos efectos que ha tenido sobre su población. Desde el terremoto de Kantō de 1923 hasta el más reciente terremoto y tsunami de la costa este de Japón, el conjunto de islas ha evolucionado sobremanera. Los métodos de precaución y evacuación han sido la clave para el gobierno japonés durante los últimos años. Desde pequeños se les ha inculcado cuidadosamente qué es lo que deben de hacer u cómo comportarse ante un sismo; es el primer paso para la seguridad ciudadana. Todo esto sin olvidar todo lo invertido, estudiado y aprendido sobre construcciones sismorresistentes.

Pero antes de llegar a la tecnología tan avanzada de la que disponemos hoy en día, la arquitectura japonesa ha sufrido un desarrollo desorbitante desde sus más tempranos comienzos. Las distintas influencias que ha recibido del exterior aplicadas a su propio conocimiento han dejado obras arquitectónicas impresionantes y duraderas. Tanto la influencia china como la occidental han jugado un papel imprescindible en su cultura y arquitectura. Además, es mediante el continente asiático que llega a Japón el buddhismo. El contacto de esta religión india, a través del filtro chino y coreano, con la autóctona japonesa, el shintoísmo, se consiguió un sincretismo religioso que aún hoy en día está muy presente en los habitantes nipones. Más tarde, con la apertura de Japón, la influencia occidental cubrió todo el país. El estado se embarcó en un proyecto que pretendía alcanzar los avances tecnológicos occidentales y aplicarlos a la tradición japonesa. Hoy en día se ha conseguido un buen balance de estos dos aspectos que han hecho al país estar siempre a la cabeza de los más modernos estilos arquitectónicos.

El objetivo principal de este proyecto era conocer esa evolución arquitectónica que los llevó a la más alta tecnología sismorresistente. Después de conocer su historia, hemos comprendido a través de sus características principales el desarrollo de la arquitectura japonesa. Cada parte de las viviendas tradicionales niponas nos han ido desvelando su capacidad estructural y hasta donde pueden llegar. La composición en módulos intercambiables ha sido una de las claves para la arquitectura moderna. Además de la gran

importancia del tatami, que sigue siendo una unidad de medida ampliamente utilizada en Japón.

Pero de este tipo de construcciones, lo más destacado es el uso de la madera. En la madera los japoneses encontraron un gran alivio para su seguridad. La fuerza y flexibilidad de este material lo ha hecho irremplazable durante siglos. Los carpinteros japoneses han sabido hacer un excelente uso de este material que les ha otorgado la naturaleza. Incluso hoy en día sigue siendo bastante utilizada para las estructuras de las casas japonesas. Un buen ejemplo de esta efectividad constructiva lo hemos visto en las pagodas. Altos edificios que pueden llegar a los 5 pisos que aguantan hasta el más fuerte de los terremotos. La singular forma de las pagodas ha hecho que éstas sean capaces de moverse junto al temblor de la tierra y luego volver a recuperar su posición original.

Desde la pagoda hasta los inalcanzables rascacielos, Japón ha desarrollado una tecnología increíble que les ha ayudado a solucionar las dificultades que le suponía su propia tierra. Los nuevos materiales que han conseguido durante el siglo XX no tienen nada que envidiar a la tradicional madera japonesa. En especial el hormigón armado y el acero han sido los elementos predilectos de los arquitectos nipones. La carrera hacia el cielo, para Japón a supuesto todo un desafío, pues su superficie no para de generarles dificultades. Es por ello por lo que han invertido todos sus esfuerzos en desarrollar una tecnología que les permitiese seguir viviendo en su país.

La tecnología sismorresistente ha permitido elevar a Japón a las alturas, y no planean frenar. El gobierno japonés ha puesto en marcha muchos proyectos para mejorar la calidad de vida de sus habitantes. ¿Hasta dónde serán capaces de llegar? Sin duda el pueblo nipón ha demostrado su implacable carácter y ha sobrepasado todos los niveles conocidos. Ante grandes desastres naturales no han tirado la toalla y han seguido aprendiendo y mejorando. En el futuro aparecerán nuevos desafíos que se convertirán en otro reto superado para los nipones. El progreso japonés, como si se tratase de un gran árbol con profundas raíces, continúa creciendo, impasible, más allá de lo imaginable.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ainu. (s. f.). Recuperado 3 de mayo de 2019, de Ethnologue website: <https://www.ethnologue.com/language/ain>

Arquitectura. El desarrollo de la arquitectura japonesa. Una coexistencia armoniosa de tradición e innovación. (2016). Recuperado 28 de mayo de 2019, de Web Japan website: <https://docplayer.es/23462053-Arquitectura-el-desarrollo-de-la-arquitectura-japonesa-una-coexistencia-armoniosa-de-tradicion-e-innovacion.html>

Blanco, M. E. (2018, junio 10). La zona más activa; el Cinturón de Fuego, región volcánica. Excelsior. Recuperado de <https://www.excelsior.com.mx/global/la-zona-mas-activa-el-cinturon-de-fuego-region-volcanica/1244394#view-1>

Carcavilla, L. (2018). Atlas geológico de cuatro montañas míticas. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 26 (1). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/323906311_Atlas_geologico_de_cuatro_montanas_miticas

Chakraborty, A., Mokudai, K., Cooper, M., Watanabe, M., & Chakraborty, S. (Eds.). (2018). Natural Heritage of Japan: Geological, Geomorphological, and Ecological Aspects (1.a ed.). Springer International Publishing.

Comfort, L. (1995). Self-organization in Disaster Response: The Great Hanshin Japan Earthquake of January 17, 1995. Quick Response Report, 78. Recuperado de <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Abril2006/CD2/pdf/eng/doc8691/doc8691-a.pdf>

Datos sobre Japón. (s. f.). Recuperado 21 de mayo de 2019, de Oficina Nacional de Turismo de Japón website: <https://www.turismo-japon.es/organiza-tu-viaje/informacion-practica/datos-sobre-japon>

Fernández, R. (2016, julio 5) El rascacielos más alto del mundo estará en Tokio. Expansión. Recuperado de <http://www.expansion.com/directivos/2016/07/05/577b96fae5fdea2a768b4624.html>

G., J. L. (2019, mayo 14). Hormigón Armado: composición, características y aplicaciones [Blog]. Recuperado 26 de mayo de 2019, de Blog Reformas website:

<https://materialesalicante.com/hormigon-armado-composicion-caracteristicas-aplicaciones/>

G. Seidensticker, E. (2016) Tokyo-Yokohama Metropolitan Area. Recuperado 31 de mayo de 2019, de Encyclopaedia Britannica website: <https://www.britannica.com/place/Tokyo-Yokohama-Metropolitan-Area>

Geografía y clima. Un país con topografía y clima diversos. (2017). Recuperado 26 de mayo de 2019, de Web Japan website: https://web-japan.org/factsheet/es/pdf/es01_geography.pdf

González Martínez, A. J. (2016). J.A.D.E. jardín y arquitectura doméstica del este: (la casa contemporánea japonesa, el refugio y el jardín, Tokio: 1991-2011) (Tesis, Universidad Politécnica de Madrid). Recuperado de http://oa.upm.es/40747/1/ANDREA_JULIA_GONZALEZ_MARTINEZ_01.pdf

Guerrero, T. (2011, marzo 23). Los edificios japoneses, los mejor preparados para resistir un seísmo. El Mundo. Recuperado de <https://www.elmundo.es/elmundo/2011/03/21/ciencia/1300706112.html>

Hane, M. (2011). Breve Historia de Japón. Alianza Editorial.

Higueras, G. (2011, marzo 22). Sin rastro del seísmo de 1995 en Kobe. El País. Recuperado de https://elpais.com/diario/2011/03/22/internacional/1300748419_850215.html

Hinga, B. D. R. (2015). Ring of Fire: An Encyclopedia of the Pacific Rim's Earthquakes, Tsunamis, and Volcanoes: An Encyclopedia of the Pacific Rim's Earthquakes, Tsunamis, and Volcanoes. ABC-CLIO.

Ingeniería sísmica. (s. f.). Recuperado 2 de mayo de 2019, de Wikipedia website: https://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_s%C3%ADsmica

Japan. (2017). Recuperado 2 de mayo de 2019, de World Trade Organization website: <http://stat.wto.org/CountryProfile/WSDBCountryPFView.aspx?Language=E&Country=JP>

Japan. (2019, mayo 30). Recuperado 15 de mayo de 2019, de Encyclopaedia Britannica website: <https://www.britannica.com/place/Japan>

Japón. (2019, febrero). Recuperado 26 de mayo de 2019, de Gobierno de España website: http://www.exteriores.gob.es/Documents/FichasPais/JAPON_FICHA%20PAIS.pdf

Japón tendrá el rascacielos de madera más alto del mundo. (2018, febrero 24). El País. Recuperado de https://elpais.com/internacional/2018/02/22/mundo_global/1519327578_174130.html

JMA Volcanic Warnings and Alert Levels. (s. f.). Recuperado 14 de mayo de 2019, de Japan Meteorological Agency website: https://www.jma.go.jp/jma/en/Activities/volcano_1.pdf

Kakuzo, O. (1906). El libro del Té. Recuperado 20 de febrero de 2019, de: <http://www.mauriciovelandia.com/te.pdf>

Kim, V. (2011, marzo 21). Japan damage could reach \$235 billion, World Bank estimates. Los Ángeles Times. Recuperado de <https://www.latimes.com/business/la-fgw-japan-quake-world-bank-20110322-story.html>

Kohtz, A. (2016, noviembre 9). Madera, moho y arquitectura japonesa. Recuperado 4 de mayo de 2019, de nippon.com website: <https://www.nippon.com/es/views/b02314/>

López, C., Retamales, R., & Kannegiesser, T. (2011). Protección Sísmica de Estructuras Sistemas de Aislación Sísmica y Disipación de Energía. Recuperado de http://descargas.coreduc.cl/Proteccion_Sismica_de_Estructuras_-_Febrero_2012_CLR_v4.1.pdf

López-Vera, J. (2018). El gran terremoto de 1923 [Blog]. Recuperado 19 de mayo de 2019, de historiajaponesa.com website: <https://www.historiajaponesa.com/el-gran-terremoto-de-1923/>

Los impredecibles volcanes activos de Japón [Blog]. (2018, julio 3). Recuperado 18 de mayo de 2019, de nippon.com website: <https://www.nippon.com/es/features/h00190/>

Manejo de desastres en Japón: institucionalidad fuerte y cultura cívica. (2016, octubre 27). Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Recuperado de <http://www.bcn.cl/observatorio/asiapacifico/noticias/sistema-manejo-desastres-japon-prevencion>

McCurry, J. (2017, diciembre 1). Akihito será el primer emperador japonés en abdicar en 200 años. eldiario.es. Recuperado de https://www.eldiario.es/theguardian/abdicacion-emperador-japones_0_713928974.html

Meshcheryakov, A. N. (2016, abril 20). Los desastres naturales y el espíritu de los japoneses [Blog]. Recuperado 19 de mayo de 2019, de nippon.com website: <https://www.nippon.com/es/column/g00353/>

Mt. Fuji's geography and geologic features. (s. f.). Recuperado 23 de mayo de 2019, de Fujisan-net website: http://www.fujisan-net.gr.jp/english/4_04.htm

National Police Agency of Japan. (2019). Police Countermeasures and Damage Situation associated with 2011Tohoku district - off the Pacific Ocean Earthquake. Recuperado de https://www.npa.go.jp/news/other/earthquake2011/pdf/higaijokyo_e.pdf

Niglio, O., & Valencia, W. (2014). Reducción del riesgo sísmico para el patrimonio arquitectónico Una comparación entre experiencias de Colombia y Japón. Apuntes, 27, 106-123. <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana>

Pérez, I. (2018, noviembre 12). Cinturón de Fuego, zona de sismos y volcanes. Recuperado 21 de mayo de 2019, de Universidad Nacional Autónoma de México website: <http://ciencia.unam.mx/leer/807/cinturon-de-fuego-zona-de-sismos-y-volcanes->

Petry, A. K. (2003). Geography of Japan. National Clearinghouse for United States-Japan Studies. Recuperado de https://is.muni.cz/el/1421/jaro2014/JAP130/um/33044964/Geography_of_Japan.pdf

Picozzi, B. (2011, marzo 13). ¿Por qué el pueblo japonés reacciona de forma tan ejemplar ante las catástrofes? La información. Recuperado de https://www.lainformacion.com/mundo/catastrofes-y-accidentes/terremoto/por-que-el-pueblo-japones-reacciona-de-forma-tan-ejemplar-ante-las-catastrofes_jnv6wdnf6sjsjsbkzdyb5/

Preparados para un gran terremoto en Tokio [Blog]. (2016, junio 1). Recuperado 20 de mayo de 2019, de nippon.com website: <https://www.nippon.com/es/features/h00138/>

Rodríguez, L. (2011, mayo 21). Visitar la Tokyo Skytree, el mirador más alto de Japón [Blog]. Recuperado 25 de mayo de 2019, de Japonismo website: <https://japonismo.com/blog/viajar-a-tokio-para-ver-la-nueva-tokyo-sky-tree>

Rodríguez, L. (2014, octubre 22). Todofuken o la organización territorial y administrativa de Japón. Recuperado 2 de mayo de 2019, de Japonismo website: <https://japonismo.com/blog/todofuken-o-la-organizacion-territorial-y-administrativa-de-japon>

Rodríguez, L. (2017, marzo 13). Terremotos en Japón: mediciones y prevención [Blog]. Recuperado 20 de mayo de 2019, de Japonismo website: <https://japonismo.com/blog/terremotos-japon>

Rodríguez, L., & Tomàs, L. (2017, diciembre 7). La región de Tohoku y el Gran Terremoto del Este de Japón. Recuperado 20 de mayo de 2019, de Japonismo website: <https://japonismo.com/blog/tohoku-gran-terremoto-del-este-de-japon>

Sanz Esteban, L. (2017). Sistemas constructivos para sismos (Proyecto Fin de Grado, Universidad Politécnica de Madrid). Recuperado de http://oa.upm.es/47076/1/TFG_Sanz_Esteban_Laura.pdf

T. Ulak, J. (2012, septiembre). Japanese architecture. Recuperado 22 de mayo de 2019, de Encyclopaedia Britannica website: <https://www.britannica.com/art/Japanese-architecture>

Tanizaki, J. (1933) El Elogio de la sombra. Recuperado 10 de abril de 2019, de: http://www.tallerbaliero.com.ar/descargas/02_ElogioDeLaSombra-Tanizaki.pdf

The Editors of Encyclopaedia Britannica. (2019, enero 31). Ring of Fire. Recuperado 15 de abril de 2019, de Encyclopaedia Britannica website: <https://www.britannica.com/place/Ring-of-Fire>

Tokyo Sky Tree. (s. f.). Recuperado 16 de mayo de 2019, de <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/tokyo-sky-tree/>

Tomàs, L. (2015, mayo 21) El mirador de la torre Abeno Harukas de Osaka [Blog]. Recuperado 30 de mayo de 2019, de Japonismo website: <https://japonismo.com/blog/mirador-abeno-harukas-osaka>

Tomàs, L. (2015, mayo 21) El Nakagin Capsule Tower y su ¿futura demolición? [Blog]. Recuperado 18 de mayo de 2019, de Japonismo website: <https://japonismo.com/blog/nakagin-capsule-tower-demolicion>

Ueda, A. (2005). Pagodas de Cinco Pisos: ¿Por qué los Terremotos no las Pueden Derrumbar? Una Sabiduría Procedente del Pasado. Nipponia, 33. Recuperado de <https://web-japan.org/nipponia/nipponia33/es/topic/index.html>

Vives Rego, J. (2013, mayo 29). Arquitectura japonesa: del estilo shinden al shoin I [Blog]. Recuperado 10 de mayo de 2019, de <https://culturanipon.blogspot.com/2013/05/arquitectura-japonesa-del-estilo.html>

Vives Rego, J. (2013, mayo 31). Arquitectura japonesa: del estilo shinden al shoin II [Blog]. Recuperado 11 de mayo de 2019, de https://culturanipon.blogspot.com/2013/05/arquitectura-japonesa-del-estilo_31.html

Vives Rego, J. (2013, mayo 11). Arquitectura japonesa: una característica [Blog]. Recuperado 5 de mayo de 2019, de <https://culturanipon.blogspot.com/2013/05/arquitectura-japonesa-1.html>

Vives Rego, J. (2016, mayo 3). Constantes en la arquitectura japonesa, tradición y modernidad I [Blog]. Recuperado 12 de mayo de 2019, de <https://culturanipon.blogspot.com/2016/05/constantes-en-la-arquitectura-japonesa.html>

Vives Rego, J. (2016, mayo 17). Constantes en la arquitectura japonesa, tradición y modernidad II [Blog]. Recuperado 12 de mayo de 2019, de https://culturanipon.blogspot.com/2016/05/constantes-en-la-arquitectura-japonesa_17.html

Vives Rego, J. (2016, mayo 31). Constantes en la arquitectura japonesa, tradición y modernidad III [Blog]. Recuperado 14 de mayo de 2019, de https://culturanipon.blogspot.com/2016/05/constantes-en-la-arquitectura-japonesa_31.html

Vives Rego, J. (2016, junio 14). Constantes en la arquitectura japonesa, tradición y modernidad IV [Blog]. Recuperado 14 de mayo de 2019, de <https://culturanipon.blogspot.com/2016/06/constantes-en-la-arquitectura-japonesa.html>

Vives Rego, J. (2016, junio 28). Constantes en la arquitectura japonesa, tradición y modernidad V [Blog]. Recuperado 15 de mayo de 2019, de https://culturanipon.blogspot.com/2016/06/constantes-en-la-arquitectura-japonesa_28.html

Vives Rego, J. (2016, julio 12). Constantes en la arquitectura japonesa, tradición y modernidad VI [Blog]. Recuperado 15 de mayo de 2019, de <https://culturanipon.blogspot.com/2016/07/constanten-en-la-arquitectura-japonesa.html>

Vives Rego, J. (2016, julio 26). Constantes en la arquitectura japonesa, tradición y modernidad VII [Blog]. Recuperado 16 de mayo de 2019, de https://culturanipon.blogspot.com/2016/07/constanten-en-la-arquitectura-japonesa_26.html

Volcanic Warnings. (s. f.). Japan Meteorological Agency. Recuperado de https://www.jma.go.jp/en/volcano/map_0.html

Wachtmeister, J. (2013). Kochuu: arquitectura japonesa. Influencias y origen. Fund. Caja de arquitectos.

IMÁGENES:

Portada: Michelle (2016). Recuperado de <https://bellemichelle.com/2016/tokyo-asakusa/>

Imagen 1: Connormah (2009) *Japan (orthographic projection)*. Recuperado de [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Japan_\(orthographic_projection\).svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Japan_(orthographic_projection).svg)

Imagen 2: Asahi Simbun (2019) *New Emperor Naruhito Enthroned*. Recuperado de <https://www.diezminutos.es/familia-real/otras-monarquias/g27329069/naruhito-masako-emperadores-japon/>

Imagen 3: Amaterasu cave crop (2006). Recuperado de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amaterasu_cave_crop.jpg

Imagen 4: Fuji Sunrise Kawaguchiko 2025WP (2005). Recuperado de <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:FujiSunriseKawaguchiko2025WP.jpg>

Imagen 5: Secuencia evolutiva del Monte Fuji (2018). Recuperado de http://www.fujisan-net.gr.jp/english/4_04.htm

Imagen 6: Eccles, D. (2011) *Pacific Ring of Fire-es*. Recuperado de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pacific_Ring_of_Fire-es.svg

Imagen 7: Castrejón, B. (2018) *Límites o contacto entre las placas tectónicas*. Recuperado de <http://ciencia.unam.mx/leer/807/cinturon-de-fuego-zona-de-sismos-y-volcanes->

Imagen 8: Bouwers, K. (2018) *Why is there a catfish on roadside signs?* Recuperado de <https://www.timeout.com/tokyo/news/tokyo-q-a-why-is-there-a-catfish-on-roadside-signs-062818>

Imagen 9: Lang, G. (2011) *A view of the devastation in Tokyo after the 1923 earthquake and fire, seen from the top of the Imperial Hotel in Tokyo*. Recuperado de <https://www.theatlantic.com/photo/2011/03/1923-kanto-earthquake-echoes-from-japans-past/100025/#img07>

Imagen 10: Yoshino, T. (2016) 灘区・国道 43 号線岩屋交差点. Recuperado de https://www.huffingtonpost.jp/2015/01/16/story_n_6486238.html#gallery/5c5cecdde4b0974f75aa8bc3/27

Imagen 11: El tsunami arrasa la ciudad costera de Iwanuma en el norte de Japón con olas de hasta cuatro metros tras el terremoto de 8.9 grados en la escala de Richter (2011). Recuperado de <https://www.lavanguardia.com/galerias-fotos/20110311/54125727820/todas-las-imagenes-del-devastador-tsunami-en-japon.html?galleryMode=vertical#14>

Imagen 12: Komae, H. (2011) *El desastre continúa: 7 años después de Fukushima*. Recuperado de <https://www.semana.com/vida-moderna/articulo/7-anos-del-desastre-nuclear-de-fukushima/559804>

Imagen 13: Distribución de los volcanes activos de Japón (2018). Recuperado de <https://www.nippon.com/es/features/h00190/>

Imagen 14: Planta de Shitennō-ji, Osaka, 593 (2016). Recuperado de https://culturanipon.blogspot.com/2016/05/constantes-en-la-arquitectura-japonesa_17.html#more

Imagen 15: Masuda, T. (1971) *Planta de Hōryū-ji, Kioto, 670*. Recuperado de https://culturanipon.blogspot.com/2016/05/constantes-en-la-arquitectura-japonesa_17.html#more

Imagen 16: Meow, J. (2013) *The Nakagin Capsule Tower*. Recuperado de <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nakagin.jpg>

Imagen 17: Fujii, N. (2013) *Gimnasio Nacional de Tokio*. Recuperado de <http://catalogo.artium.org/dossieres/exposiciones/premios-pritzker-viaje-por-la-arquitectura-contemporanea/obra-seleccionada-23>

Imagen 18: Vives, J. (2016) *Shisendō, Kioto*. Recuperado de <https://culturanipon.blogspot.com/2016/07/constantes-en-la-arquitectura-japonesa.html>

Imagen 19: Nintoku Tomb (1985). Recuperado de <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NintokuTomb.jpg>

Imagen 20: 663highland (2006) *Horyu-ji 11s3200*. Recuperado de <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Horyu-ji11s3200.jpg>

Imagen 21: 663highland (2008) *Daibutsu-den in Todaiji Nara 01bs3200*. Recuperado de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Daibutsu-den_in_Todaiji_Nara01bs3200.jpg

Imagen 22: Sakaguchi, H. (2014) *Teahouse veranda*. Recuperado de <http://kiarts.com/portfolio/san-rafael/>

Imagen 23: Reggaeman (2002) *Himeji Castle The Keep Towers*. Recuperado de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Himeji_Castle_The_Keep_Towers.jpg

Imagen 24: Ignis (2006) *Takagike Kashihara JPN 001*. Recuperado de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Takagike_Kashihara_JPN_001.jpg

Imagen 25: Iry (s. f.) *Escuela Primaria Kaichi Gakko*. Recuperado de <https://www.japanhoppers.com/es/chubu/matsumoto/kanko/1454/>

Imagen 26: Morio (2003) *20030702 2 July 2003 Tokyo Cathedrale 4 Tange Kenzou Sekiguchi Tokyo Japan*. Recuperado de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:20030702_2_July_2003_Tokyo_Cathedrale_4_Tange_Kenzou_Sekiguchi_Tokyo_Japan.jpg

Imagen 27: Skytree & alrededores (2018). Recuperado de <https://www.gotokyo.org/es/destinations/eastern-tokyo/skytree-and-around/index.html>

Imagen 28: Kohtz, A. (2016) Recuperado de <https://www.nippon.com/es/views/b02314/>

Imagen 29: Tawashi (2007) *Hoeisya Ichinichi-Shinryomin*. Recuperado de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hoeisya_Ichinichi-Shinryomin.jpg

Imagen 30: Los principios del juguete de equilibrios yajirobe (2005). Recuperado de <https://web-japan.org/nipponia/nipponia33/es/topic/index.html>

Imagen 31: ゆ〜らとカラスが揺れるかかしやじろべえ (2009). Recuperado de <https://www.amazon.co.jp/%E5%92%8C%E9%9B%91%E8%B2%A8%E3%81%AE%E3%81%8A%E5%BA%97-%E5%92%8C%E6%95%AC%E9%9D%99%E5%AF%82-%E3%82%86%EF%BD%9E%E3%82%89%E3%81%A8%E3%82%AB%E3%83%A9%E3%82%B9%E3%81%8C%E6%8F%BA%E3%82%8C%E3%82%8B%E3%81%8B%E3%81%8B%E3%81%97%E3%82%84%E3%81%98%E3%82%8D%E3%81%B9%E3%81%88/dp/B00L9PMW10>

Imagen 32: Dibujo seccionado de la pagoda de cinco pisos en el Templo Horyu-ji, mostrando el pilar central (2005). Recuperado de <https://web-japan.org/nipponia/nipponia33/es/topic/index02.html>

Imagen 33: Nara - Columna de Todaiji (s. f.). Recuperado de <http://kyoan.blogspot.com/2007/05/viajes-japon-nara.html>

Imagen 34: Someformofhuman (s. f.) *Taipei 101 Tuned Mass Damper*. Recuperado de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Taipei_101_Tuned_Mass_Damper.png

Imagen 35: Sanz, E (2017) *Funcionamiento amortiguador de líquido integrado*. Recuperado de http://oa.upm.es/47076/1/TFG_Sanz_Esteban_Laura.pdf

Imagen 36: Jones, J. (2010) *Kasumigaseki Building cropped*. Recuperado de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kasumigaseki_Building_cropped.jpg

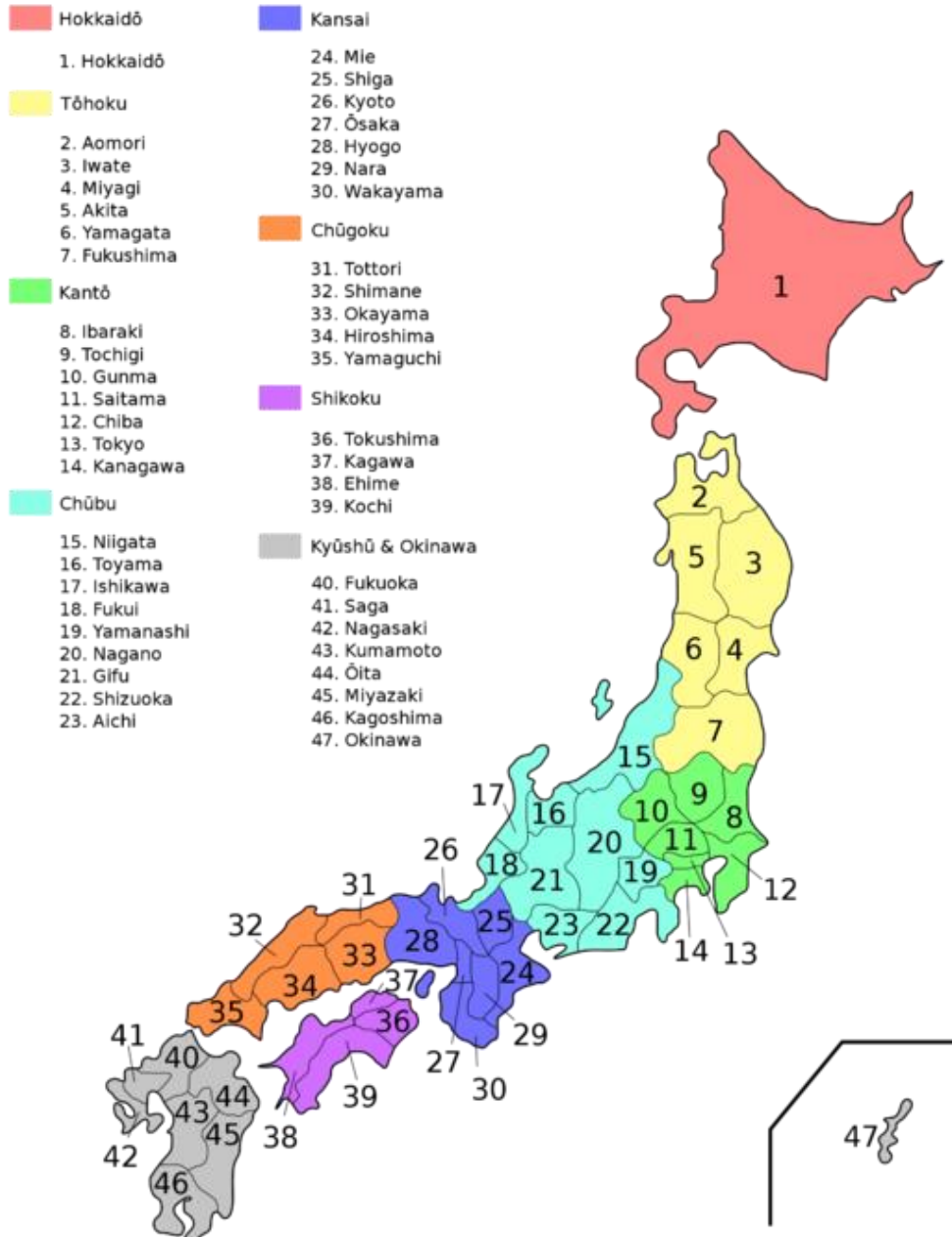
Imagen 37: Oilstreet (2014) *Abeno Harukas Osaka Japan 01-r*. Recuperado de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Abeno_Harukas_Osaka_Japan01-r.jpg

Imagen 38: Kakidai (2012) *Tokyo Sky Tree 2012 V*. Recuperado de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tokyo_Sky_Tree_2012_%E2%85%A4.JPG

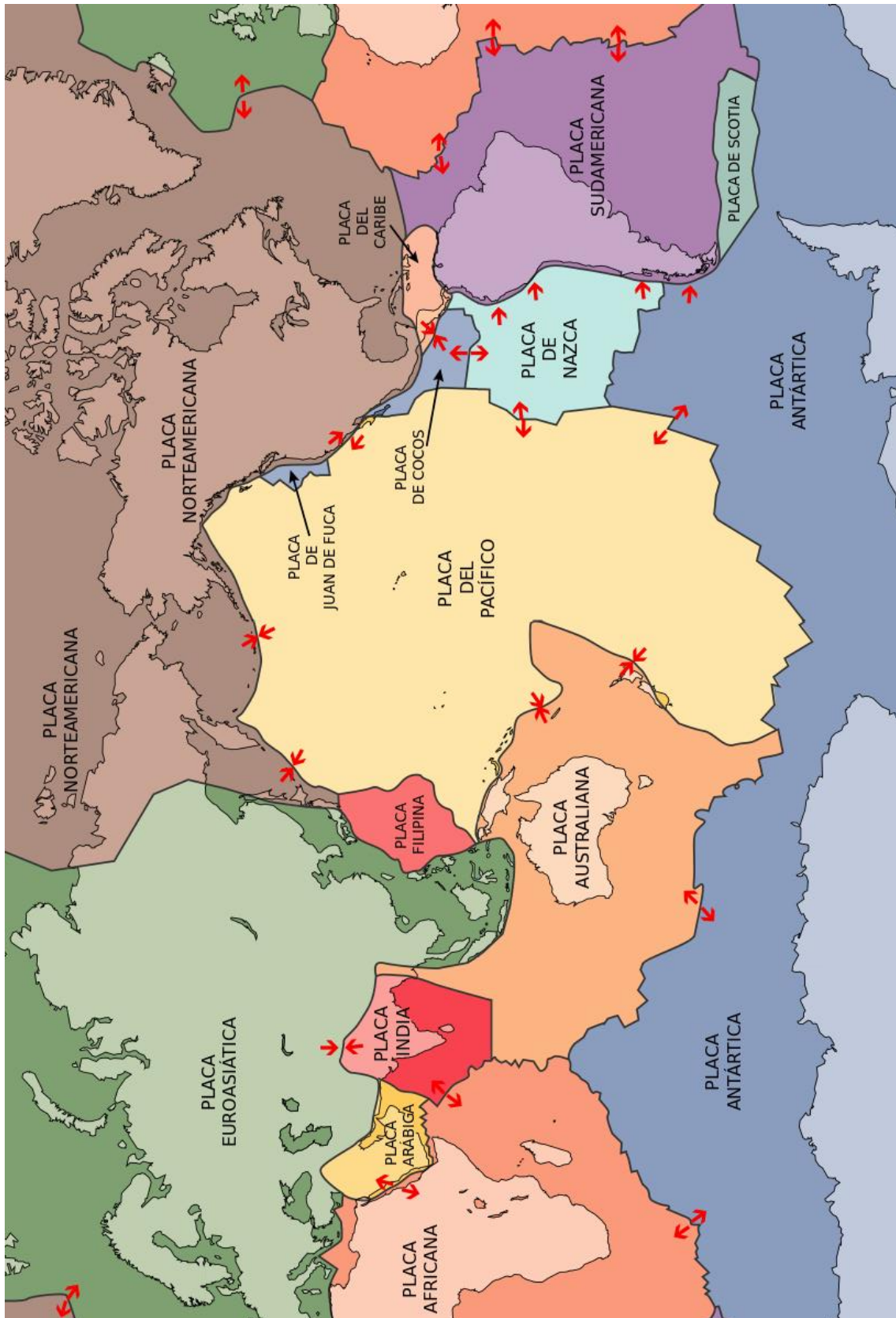
8. ANEXO

ANEXO A: Regiones y Prefecturas de Japón. Fuente: *Wikipedia.org* (2010).

Regiones y Prefecturas de Japón



ANEXO B: Dirección de choque de las placas tectónicas del Pacífico. Fuente: *Wikipedia, la enciclopedia libre* (2014).



ANEXO C: Cuadro explicativo de la Escala de Intensidad Sísmica de JMA. Fuente: Japonismo.com (2017).

Cuadro Explicativo de la Escala de Intensidad Sísmica de JMA

0 [Shindo 0]
Imperceptible por las personas.

1 [Shindo 1]
Ligeramente sentido por algunas personas que están dentro de las casas.

2 [Shindo 2]
Sentido por muchas de las personas dentro de las casas.

3 [Shindo 3]
Sentido por la mayoría de las personas dentro de las casas.

4 [Shindo 4]

- Muchas personas son sorprendidas.
- Objetos colgados tales como lámparas se balancean significativamente.
- Adornos inestables pueden caerse.

6 Débil [Shindo 6 Débil]

- Es difícil mantenerse de pie.
- Muchos muebles no fijados pueden caerse. Puertas pueden trabarse.
- Azulejos y ventanas pueden ser dañados y caer.
- En construcciones de madera con baja resistencia a terremotos, los azulejos pueden ser dañados y caer y las casas pueden curvarse o desmoronarse.

Alta resistencia a terremotos Baja resistencia a terremotos

5 Débil [Shindo 5 Débil]

- Muchas personas quedan asustadas y sienten la necesidad de agarrarse a algo estable.
- Platos guardados en armarios y objetos en estantes pueden caerse.
- Muebles no fijados pueden moverse y caer.

6 Fuerte [Shindo 6 Fuerte]

- Es imposible moverse sin gatear. Las personas pueden ser lanzadas por el aire.
- La mayoría de los muebles no fijados se mueven y pueden caer.
- Construcciones de madera con baja resistencia a terremotos están más propensas a curvarse o desmoronarse.
- Grande gritas pueden formarse, y grandes desmoronamientos pueden ser vistos.

Alta resistencia a terremotos Baja resistencia a terremotos

5 Fuerte [Shindo 5 Fuerte]

- Muchas personas sienten dificultad para andar sin agarrarse de algo estable.
- Platos guardados en armarios y objetos en estantes probablemente se caerán.
- Muebles no fijados pueden caerse.
- Paredes de bloque de concreto no reforzados se pueden desmoronar.

7 [Shindo 7]

- Construcciones de madera con baja resistencia a terremotos están más propensas a curvarse o desmoronarse.
- Construcciones de madera con alta resistencia a terremotos pueden curvarse en algunos casos.
- Construcciones de concreto reforzadas con baja resistencia a terremoto son más propensas a desmoronarse.

Alta resistencia a terremotos Baja resistencia a terremotos

Mantenga la calma y asegure su propia seguridad

Si usted siente un temblor

- Proteja su cabeza y refúgiense debajo de una mesa
- No corra para afuera de casa
- No se preocupe en apagar el gas de la cocina
- Entrar en pánico puede ocasionar heridas

Si usted escucha/ ve una alerta previa de terremoto

- Al dirigir un vehículo encienda la luz de parqueo, y, entonces desacelere calmadamente
- Manténgase lejos de portones, muros, máquinas de venta automática y construcciones
- Vaya inmediatamente para las áreas montañosas cuando un fuerte temblor se sienta cerca del mar

Tome las residencias a prueba de terremotos y fijar los muebles para prepararse para terremotos.

Ministerio de la Tierra, Infraestructura, Transporte y Turismo
Agencia Meteorológica de Japón

この資料は、気象庁の「震度と揺れ等の状況」を三重県がスペイン語に翻訳したものです。

Address: 1-3-4 Otemachi, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8122
 Phone: 03-3212-8341
 Website: <http://www.jma.go.jp/> 平成21年3月31日

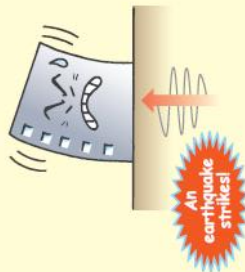
El "Cuadro Explicativo de la Escala de Intensidad Sísmica de JMA" fue producido por la Agencia Meteorológica de Japón y traducido para español por el Gobierno de Mie.

What is seismic isolation? — Protecting human life and property from earthquakes

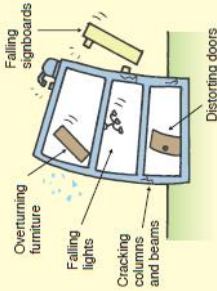
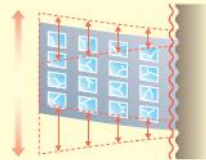
How buildings sway during an earthquake

Ordinary building

Earthquake vibrations transmit directly to a building.



The building sways violently when an earthquake strikes.



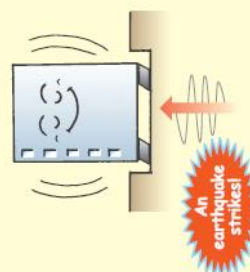
A building sways violently, so that furniture, etc., turn over, posing a danger to human life.

Inside of a room

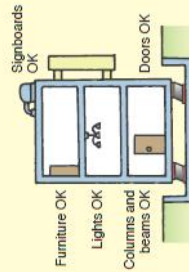
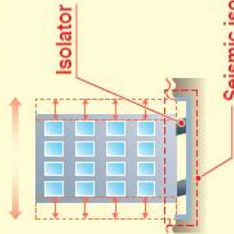


Seismically isolated building

Earthquake vibrations are reduced.



A building sways slowly when an earthquake strikes.



Isolators absorb vibrations, so that vibrations hardly transmit to a building. Furniture, fixtures, etc., are as usual.

Inside of a room

