

# **BASES DE LA** **INVESTIGACIÓN**

*“Testimoniar nuestro tiempo es tener conciencia de nuestro pasado, el significado y conocimiento de sus técnicas para no contradecirlas. Los monumentos no se deberían adorar como objetos sino entender su significado”.*

*Cristinelli, Giuseppe (1999)*

## 1.- INTRODUCCIÓN

---

*“La búsqueda de la modernidad nos llevó a descubrir nuestra antigüedad, el rostro oculto de la nación inesperada, lección histórica que no sé si todos han aprendido que entre: tradición y modernidad hay un puente. Aisladas, las tradiciones se petrifican y las modernidades se volatilizan; en conjunción, una anima a la otra y la otra le responde dándole peso y gravedad”.*  
Octavio Paz “La búsqueda del Presente”

El tema de esta investigación surgió al observar la **“irrupción”** que durante el siglo XX tuvieron los nuevos materiales, especialmente el hormigón armado, en relación con los materiales tradicionales en la restauración de edificios históricos. Nos interesó conocer las causas y los efectos de estas intervenciones, la confrontación de ambas técnicas, su posible incompatibilidad, el cambio de mentalidad que implicaron estos nuevos elementos, recordando que cada material y técnica representa el avance tecnológico y de conocimientos de su época y, sobre todo, investigar cuál ha sido la evolución en los criterios de intervención con este material.

En este momento, finales del año 2003, ha pasado suficiente tiempo para poder analizar los comportamientos, a medio plazo, de unas tecnologías que se presentaban como “definitivas”, y que al cabo de los años están poniendo en evidencia sus limitaciones y los efectos secundarios que producen sobre las estructuras primitivas y otros componentes (decoraciones y acabados) en la arquitectura histórica.

Estamos viviendo un momento singular de la tecnología constructiva, lleno de contradicciones. Por un lado, las nuevas técnicas y los nuevos materiales se incorporan al cambio general y progresivo del sector de la construcción; por el otro, **el desconocimiento y la desconfianza hacia las viejas tecnologías** es cada vez mayor y predomina una irracional fe ciega en unos nuevos materiales, no constatados

suficientemente como para introducirlos en edificios históricos que han perdurado generación tras generación integrando nuestra memoria histórica. Esta lucha tendrá su fin “*cuando se comprendan los edificios históricos y las normativas reconozcan que los materiales tradicionales deben ser usados con generosidad y sabiduría y se prohíban los remedos y las malas imitaciones*”.<sup>1</sup>

Antes que nada, es importante definir qué se entiende por edificio histórico y por tecnologías históricas, ya que forman la parte esencial de nuestro marco contextual. El **edificio histórico** es aquella obra de arquitectura construida en épocas pretéritas, con conceptos y tecnologías propias de los tiempos en que fueron construidas y que nos permiten conocer la actitud estética de una cultura, y el uso de los materiales que hace determinada sociedad para conseguir sus fines sociales y/o culturales. Las **tecnologías históricas** se caracterizan por el uso de materiales tradicionales como adobe, ladrillo, piedra y morteros de cal, transformados con métodos pre-industriales.

Todavía a principios del siglo XX, las restauraciones en edificios históricos se ejecutaban según técnicas y criterios propios de la construcción de obra de fábrica<sup>2</sup>; aún no aparecía la discontinuidad, bajo el aspecto técnico de materiales, entre arquitectura de nueva planta y restauración de edificios. Es decir, se utilizaban los mismos materiales y los mismos criterios estructurales, produciéndose que las dos actividades, nueva construcción y restauración, terminaran por nutrirse recíprocamente. Por lo tanto, antes de que se introdujera el hormigón armado en la arquitectura, la restauración del siglo XIX<sup>3</sup> como actividad constructiva, no variaba tecnológicamente de la construcción histórica, puesto que las formas de construir habían cambiado muy poco.

A partir de mediados del siglo XX se generalizó la práctica de usar el hormigón armado como recurso técnico para solucionar cualquier tipo de deterioro en los edificios

---

<sup>1</sup> **PEREZ, Salvador.** 2000, “La piel del armadillo” en *Informes de la Construcción* del Instituto Eduardo Torroja, Madrid, Vol. 52, N. 468, p. 56.

<sup>2</sup> En España le llaman obra de fábrica, en Italia costruzione in muratura y en México construcción de mampostería, este término se refiere a las construcciones antiguas donde su sistema estructural esta basado en muros y bóvedas, específicamente a través de estructuras de sillares, mampostería o ladrillo y mortero de cal como aglutinante.

<sup>3</sup> Un ejemplo de restauración de esta época es la obra de Elies Rogent en Santa María de Ripoll, Cataluña (1865-1886), en la que se pretendía que la actuación fuera una obra moderna, que “*refleje el espíritu y la técnica de su época*”, pero hoy se hace difícil distinguirla por la identidad de tecnologías entre la obra del

históricos, hecho que modificó radicalmente la concepción estructural de estas construcciones y, como consecuencia, produjo una manera distinta de comprenderlos y de intervenirlos.

El hormigón armado no sólo creó un nuevo tipo de arquitectura, sino que **impuso e impone una nueva forma de restaurar** los edificios históricos, reduciendo el ámbito de la construcción histórica y tristemente, desestimando un patrimonio de conocimientos que poco a poco están siendo olvidados; como dice Liugi Sorrentino *“la gran difusión de estos nuevos materiales provocó el abandono de la práctica de restaurar edificios de mampostería con mampostería”*<sup>4</sup>.

A partir de que surge este nuevo material se produce una confianza en que los refuerzos con hormigón armado proporcionarían la resistencia y la seguridad a la estructura, omitiendo, en algunos casos, la posibilidad de una restauración más coherente. Por esto es importante tener presente el concepto de que **el hormigón armado es un material homogéneo, isótropo<sup>5</sup> y elástico, mientras que los edificios de mampostería son heterogéneos, anisótropos y presentan un comportamiento plástico**. A pesar de estas diferencias en el comportamiento estructural, con excesiva facilidad se sigue recurriendo al acero o al hormigón armado, cuya efectividad y coexistencia en materia de restauración es en algunas ocasiones “dudosa”.

Otro factor que influye, a partir del siglo XX, para que se difunda el uso del hormigón armado y se produzca un cambio en la mentalidad se debe a la **teoría de la elasticidad**, probablemente debido a este hecho: *“se presupone que las fisuras y grietas en los edificios históricos indican un peligro inminente en su estabilidad, pero esto no necesariamente es así”*; actualmente hay varios debates sobre cuál es la mejor manera de aproximarse al estudio de las estructuras de fábrica y sobre sus intervenciones.<sup>6</sup> En muchas ocasiones, las grietas y las fisuras son una de las maneras que tiene el edificio

---

siglo XI y la del siglo XIX. En este caso, el uso del cemento rápido identifica la obra de Rogent, aparte de otras consideraciones proyectuales como el cimborrio.

<sup>4</sup> **SORRENTINO Luigi**. 1999, “Comportamento sismico delle costruzioni murarie storiche” Cap. 4. L’opera di Antonio Giuffrè: riflessioni sul restauero strutturale nel novecento. Tesi di laurea in Problemi statici del restauro. Università “La Sapienza”, Roma.

<sup>5</sup> Dicese del cuerpo que tiene las mismas propiedades en todas direcciones. Diccionario enciclopédico de Espasa Calpe. Tomo 7 Madrid 1984.

<sup>6</sup> **HUERTA, Santiago**. 1995. prólogo del libro *Teoría, historia y restauración de estructuras de fábricas*. Heyman Jacques. España.

de mampostería para “defenderse” por lo que **hace articulaciones que le permiten moverse sin colapsarse.**

La utilización de refuerzos de hormigón armado y las inyecciones armadas fueron las técnicas para consolidar estructuras de edificios históricos más utilizadas desde los años cincuenta hasta los noventa, considerándolas altamente satisfactorias; esto favoreció a su rápida expansión por muchos países como la mejor y la única solución para conservar el patrimonio, estableciéndose como una -regla universal-. Rafael Esponda (1975) decía que “*cada monumento deberá ser visto como caso único, porque tal es en cuanto a obra de arte y tal deberá ser también su restauración y el uso de los materiales*”<sup>7</sup>.

Uno de los primeros edificios arqueológicos que requirió actuaciones urgentes por los daños que estaba ocasionando el hormigón armado fue el Partenón, intervenido en los años treinta por el ingeniero Nicolaos Balanos siguiendo los postulados de la Carta de Atenas, quien rellenó el friso con elementos de hormigón armado y a partir de 1980 se mostraron rupturas gravísimas por el descubrimiento del hierro a la vista. En el primer coloquio internacional sobre el deterioro de las piedras, Theodore Skoulikidis (1971) explicó que las “*sucesivas restauraciones de la Acrópolis, en donde el mármol fue reforzado con elementos de hormigón armado y acero, presentan fuertes degradaciones*”.<sup>8</sup>

Estas anomalías de distinta clase que se han comenzado a presentar, en las últimas dos décadas del siglo XX, en los edificios restaurados con este material, solicitan un análisis detallado con el objeto de establecer algunos **parámetros límites** que hay que fijar en estas actuaciones. De esta manera se podrá evitar la formación de mecanismos destructores y se conocerá a fondo, de qué modo la presencia del hormigón armado afecta a las construcciones tradicionales; esto con la vital finalidad de conservar y rescatar nuestro patrimonio monumental de intervenciones que presentan una reducida durabilidad en sus materiales.

---

<sup>7</sup> **ESPONDA, Rafael.** 1976, Artículo extraído sobre “Recientes tendencias y experiencias”. México.

<sup>8</sup> **SKOULIKIDIS, Theodore.** 1971. “Deterioration des matériaux de construction et notamment des marbres para la corrosion de l’acier incorpore”. Chambéry, p. 41-45 La Rochelle. Iccrom. XIX D 84.

## **2.- OBJETIVOS**

---

Uno de los objetivos de este proyecto de investigación consistió en analizar la evolución que han tenido, en el siglo XX, los criterios de intervención con hormigón armado en los edificios históricos, desde sus orígenes hasta su situación actual, examinando la formación de los planteamientos teóricos, las razones de su éxito, sus principales usos, la puesta en práctica y, sobre todo, la evaluación de su efectividad a mediano plazo. Nos interesó valorar los efectos sobre los comportamientos estructurales, la vulnerabilidad que presentó el conjunto, la durabilidad del material y la compatibilidad con los materiales tradicionales.

El propósito principal de este estudio es la obtención de mayor conocimiento sobre las condiciones reales de una muestra de edificios restaurados con hormigón armado, en México y en España, durante la segunda mitad del siglo XX, confrontando la información básica sobre el estado inicial antes de introducir el hormigón, la evolución de la técnica aplicada y la naturaleza de los posibles cambios en el tiempo, **a fin de guiar a las futuras estrategias de intervención y de realizar una constatación de los hechos.**

La obtención de tales rectificaciones deberá servir como **experiencia** para revalorar las técnicas tradicionales, adquirir nuevos conocimientos sobre las restauraciones con hormigón armado y sentar las bases para nuevas líneas de investigación hacia una correcta utilización de ambos materiales.

Entre los objetivos específicos están:

- Comprender el desarrollo histórico a cerca de los criterios y procedimientos del hormigón armado durante el siglo XX.
- Conocer cuáles fueron los motivos para impulsar al hormigón armado como técnica de restauración.
- Cotejar entre lo que se dice y lo que hace sobre los criterios del hormigón armado.
- Investigar cuál es la opinión que actualmente tienen diversos especialistas tales como arquitectos, restauradores, arqueólogos, químicos, geólogos e ingenieros sobre el comportamiento y eficiencia que han tenido las intervenciones con este material.
- Analizar cuáles son las razones para que se continúe utilizando este material.
- Reconocer si en últimas fechas están surgiendo otros criterios y/o alternativas para restaurar edificios históricos.
- Examinar si coexiste algún tipo de relación entre esta técnica de intervención y el contexto de los edificios.
- Observar el papel que ha desempeñado el factor tiempo en la durabilidad y resistencia de estas actuaciones.
- Ampliar el estado de conocimiento tanto de la teoría como de la práctica sobre la restauración con hormigón armado dentro de España y México.
- Estudiar y descubrir a través de las entrevistas realizadas hacia los técnicos especializados, cuáles fueron las razones para utilizar este material, cómo se fueron desarrollando los principios teóricos y como ejecutaron esta técnica durante los últimos cuarenta años.

### **3.- VALORACION DEL ESTADO DE LA CUESTION.**

---

Es importante destacar que, durante esta investigación, hemos encontrado diferentes criterios, y que muchos de ellos se contradicen, tanto en la teoría como en la puesta en práctica del hormigón armado en edificios históricos; pero todas estas recomendaciones han servido para conocer y valorar, de forma general, la utilización de este material en la restauración.

Posiblemente, la existencia de múltiples opiniones y formas de actuación, se deba a que el tema de los efectos del hormigón armado y de las investigaciones sobre estas nuevas tecnologías en el campo de la restauración, se han ido desarrollando paulatinamente.

A partir de la década de los ochenta, en la restauración estructural comenzaron a concurrir múltiples posturas sobre la forma de intervenir edificios históricos, esto produjo diversas alternativas. Una de ellas, fue protagonizada por Antonino Giuffrè que tenía la intención de recuperar las técnicas artesanales que estaban ya en el olvido. En esta misma línea sobre el rescate de las técnicas tradicionales se enfocaron los Congresos del ICCROM en Roma, Italia (1981) titulado “*Mortars, cements and grouts used in conservation of historic buildings*” y el de Salamanca (1984)<sup>9</sup>.

Pero a pesar de esta búsqueda para recuperar las técnicas tradicionales como recurso de restauración y del surgimiento de las primeras patologías por las intervenciones inadecuadas en los monumentos con hormigón armado, a mediados de los ochenta Aldo Aonzo, consideraba a este material “*como el instrumento y la técnica determinante en*

---

<sup>9</sup> En las reuniones celebradas en Salamanca en septiembre de 1984, patrocinadas por el Consejo de Europa, dentro del Reglamento de la Asistencia Técnica relativa a la Conservación del Patrimonio Cultural Inmobiliario, se estudiaron los problemas de la alteración de la piedra y de los materiales empleados, establecen que: “*los morteros de cemento Pórtland son incompatibles con los morteros de cal*” **GARATE ROJAS, Ignacio**. *Artes de la Cal*

*la restauración, como medio constructivo moderno, científicamente controlable y necesario para la conservación”.*<sup>10</sup>

Al haber realizado este proceso de búsqueda sobre la evolución de los criterios de intervención con hormigón armado, he observado que la mayoría de la información documental<sup>11</sup> se refiere únicamente al uso del hormigón armado, ya sea en obra nueva o como técnica de intervención; pero en muy pocos casos, hasta el momento, he encontrado un estudio exhaustivo sobre el desarrollo que ha tenido este material en la restauración –específicamente, sobre la evolución de los criterios de intervención y acerca de la rectificación de esta técnica en un período de tiempo-. Los artículos a los que me refiero son:

- **Stefano Gizzi**, (1988), “L’uso dei nuovi materiali nel restauro dei monumenti: Problemi ed errori tecnici e carte del restauro”,
- **Enric Pallot** (1997) “L’utilisation du béton dans la restauration des monuments historiques”,
- Las actas del **Congreso en Bressanone del año 2000**, Italia, que hacen referencia a edificios italianos intervenidos con nuevos materiales como el hormigón armado y a la evaluación de esta técnica en un período de tiempo,
- **Luigi Sorrentino** (2000), Tesis de laurea “Comportamento sismico delle costruzioni murarie storiche. Evoluzione e interpretazione mecánica dei criteri e delle tecniche di intervento”.

Pero, a pesar de la existencia de estos importantes estudios sobre la evolución de los criterios de intervención con hormigón armado, es notorio que es indispensable realizar más investigaciones sobre este tema, ya que estos cuatro documentos han puesto en evidencia la problemática que genera este material en la restauración y la importancia en profundizar y conocer lo que pasa en la realidad con esta técnica.

Recientemente se ha comenzado una nueva visión de restaurar sin hormigón armado, se recomienda que en la práctica se deben evitar, las intervenciones indiscriminadas “*tales*

---

<sup>10</sup> **AONZO, Aldo**. Era el presidente de la Asociación Italiana Técnica del Cemento cuando escribió en el prólogo del libro *Restauro e cemento in architettura*. CARBONARA, 1985. Italia. AITEC.

<sup>11</sup> Y con esto me refiero a publicaciones en revistas, actas de congresos y libros.

*como las inyecciones de cemento en todas las fábricas, la obra de redes electrosoldadas o la sustitución sistemática de las armaduras de cubierta, que no correspondan al intento de contrastar una particular forma de vulnerabilidad”. Debe, más bien, favorecer a intervenciones mínimas dirigidas a obtener una puntual consolidación estructural aprovechando la interacción entre las partes verificando o reconstruyendo la eficacia de las conexiones a través de cordones y ligaduras.*<sup>12</sup>

Este desarrollo posiblemente se deba a una reacción ante los perjuicios causados por la utilización indiscriminada, durante el siglo XX, del hormigón armado, y quizás, por la presencia de múltiples patologías y por intentar comprender el comportamiento mecánico de una estructura histórica y de sus técnicas constructivas después de observar que la técnica moderna con hormigón armado no ha dado los resultados anhelados. En **1999** Eduardo González Fraile dice que *“poco a poco, se ha ido alcanzado una mejor comprensión del valor y la pertinencia de las técnicas tradicionales, no porque supongan un epígono romántico de purismo en la voluntad del restaurador, sino, sobre todo, porque se conoce su mayor eficacia y adecuación al conjunto del monumento”*.<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup> **D’AVINO, Stefano.** 1998 *“Técnicas constructivas” en Actas del 2do. Congreso Historia de la Construcción*, España. P. 120

<sup>13</sup> **GONZALEZ, Eduardo.** 1999, “Patrimonio, restauración y nuevas tecnologías”.

## **4.- JUSTIFICACIÓN**

---

Esta investigación pretende conocer las diferentes acciones restauradoras que han “sufrido” los edificios durante la segunda mitad del siglo XX, en España y en México, con la aplicación de técnicas modernas -muchas de ellas irreversibles, que afectan de manera importante, la concepción de la estructura original- y, especialmente, plantear una problemática sobre estas intervenciones. Además, nos interesa conocer como se han comportado estas restauraciones en **zonas sísmicas**, ya que en mi caso por vivir en México en una área de alto riesgo sísmico, donde el patrimonio se ha visto tristemente deteriorado y un recorrido por las estructuras históricas es un poco desolador, me ha llevado a la necesidad de querer y tener que comprender los criterios de intervención y las técnicas sismo-resistentes, para la mejor concepción de la estructura y la **aplicación de materiales idóneos** en los edificios históricos.

Algunas de las cuestiones que plantea esta tesis son:

**¿Qué tan válido ha sido utilizar el hormigón armado sin saber a ciencia cierta como se comportarán y actuarán en las restauraciones (aspectos como la durabilidad y la compatibilidad)?**

**¿Qué sucede en la estructura interna de los edificios históricos al reforzarlos con hormigón armado?**

**¿Cuáles han sido las razones por las que se ha utilizado el hormigón armado en la restauración?**

**¿Estos recursos ayudan a disminuir o aumentan la vulnerabilidad del sistema estructural?**

Estas son algunas de las interrogantes de la investigación; como primera hipótesis pienso que sólo se pueden introducir estas técnicas, con un total respeto y conocimiento hacia los distintos componentes -materiales y estructuras- del edificio histórico con la intención de mejorar su calidad, preservarlo dentro de nuestra memoria y cuando no haya otra solución.

En los últimos años están surgiendo diferentes controversias acerca de cómo y con qué materiales hay que intervenir los edificios históricos *–sin olvidar que algunos nuevos materiales se comportan estructuralmente de manera distinta a las fábricas tradicionales y que el conjunto de fábricas preexistentes y las aportadas serán siempre mejor si unas y otras responden a las mismas técnicas–* este concepto de revaloración servirá para preservar las técnicas tradicionales y garantizar la continuidad documental.

Finalmente, quiero hacer una reflexión sobre la situación actual que las innovaciones tecnológicas han producido en la restauración, como consecuencia de que la *“evolución en las tecnologías constructivas a lo largo de la historia, demuestra el esfuerzo constante del hombre por crear, construyendo y reconstruyendo espacios”*.<sup>14</sup>

Convendría recordar que la aplicación de ciertos materiales y técnicas de intervención, como el hormigón armado, que se pensaba en un primero momento como muy eficaz, en algunos casos, esta comenzado a observarse que no ha superado la **“prueba del tiempo”**, manifestándose incompatibilidades con otros elementos, debido a las características internas de los mismos materiales o a errores por la puesta en obra, ya sea, por problemas **en la técnica de ejecución, en la calidad o en la cantidad del material.**

Muchas de estas reflexiones se hicieron acerca del uso de cosidos, inyecciones y zunchos de hormigón armado en consolidaciones de estructuras históricas en uno de los últimos congresos de restauración en Italia, expuesto en las Actas Bressanone del año 2000. Se podría considerar que su trascendencia y valoración radica en que son el primer documento de restauración que se enfoca en investigar los efectos que el tiempo ha producido y en la verificación de estos trabajos utilizando materiales modernos (hormigón armado, acero y resinas); como dice Renata Prescia *“de manera colectiva se*

---

<sup>14</sup> PEREZ –SOMARRIBA , F. 1996. “Informes de la Construcción”, Vol. 48. No. 446, nov/dic

*presentaron ponencias, identificando los parámetros comunes que ayudaran a establecer un protocolo sobre registros de datos útiles para un monitoreo en el tiempo sobre las restauraciones con hormigón armado”*<sup>15</sup>. Se presentaron algunos inmuebles donde se demostró que en lugar de resolver el problema, esta técnica produjo otro tipo de repercusiones en el ámbito de la conservación; de esto menciona *Michele. Cordaro*<sup>16</sup> *sobre la materia del monumento y la imagen del monumento.*

Los ejemplos italianos expuestos en las Actas Bressanone del Congreso de Restauración de Italia del año 2000 sirven como antecedente para justificar la importante necesidad de investigar sobre el impacto que ha tenido el hormigón armado como técnica de restauración de edificios históricos a partir de los años sesenta.

No pretendemos trazar una historia exhaustiva sobre edificios históricos restaurados con hormigón armado, independientemente de los límites en tiempo que tiene mi beca de estudio, sino también, porque consideramos que escogiendo algunos **casos característicos donde se observen los problemas ocasionados por estas incompatibilidades mecánicas, físicas y químicas**, se podrá analizar a fondo la problemática de estas intervenciones. Por lo tanto, estudiando algunos edificios restaurados con hormigón armado, en España y en México, intentaremos conocer las razones que motivaron su uso y su difusión, analizar los criterios de intervención y evaluar, aproximadamente después de cuarenta años<sup>17</sup>, cuáles han sido las consecuencias de estas actuaciones; de este modo podríamos comprender - **los posibles límites del hormigón armado en la restauración de edificios históricos** -.

Dichos casos estudiados en la tesis serán sólo una ejemplificación de un modo de proceder generalizado de mediados del siglo XX, basado por un lado, en la búsqueda de nuevos recursos tecnológicos para salvaguardar los deterioros presentes en los edificios históricos con materiales a los que se les suponía mayor resistencia y durabilidad, y por el otro, en la fascinación de la nueva tecnología, en la desconfianza hacia las técnicas tradicionales y en el desconocimiento sobre el comportamiento estructural de

---

<sup>15</sup> **PRESCIA Renata.** 2000, “La verifica del tempo sulla compatibilità tra materiali diversi”, en *Actas Bresannone*. Italia, p. 427-436.

<sup>16</sup> **CORDARO Michele.** 1998. “Materiali costitutivi e materiali di restauro vecchi e nuovi”, en Min, BB.CC.AA. e ICR, *Diagnosi e progetto per la conservazione dei materiali dell’architettura*, Roma. p. 343-348.

dichos inmuebles. En muchos casos, esta manera de restaurar y la seguridad sobre ésta práctica con hormigón armado, influyeron fuertemente en las generaciones posteriores para aplicar “recetas”, donde muchas veces se debieron haber realizado, precedentemente, una campaña exhaustiva sobre la diagnosis del edificio y sobre la necesidad de utilizar éstas nuevas inserciones.

Antón Capitel (1996) en referencia a la aplicación de las técnicas de restauración dice *“no sólo basta encontrar una técnica eficaz e impedir la ruina de un monumento, también es necesario que dicha técnica no se produzca en contra de la naturaleza de los valores técnicos propios de éste. Como ejemplo podrían ser los refuerzos estructurales con hormigón armado -un zuncho para una fábrica antigua del gótico- la solución técnica puede ser eficaz, pero “traicionaría” el sentido estructural original, ya que en el gótico la forma resolvía por sí sola el comportamiento mecánico y su voluntad de expresión”*.<sup>18</sup>

Si bien es cierto, que el conocimiento y la experiencia acerca de los tratamientos capaces de proteger del deterioro a los edificios, y de los efectos del hormigón armado a mediados del siglo XX eran todavía escasos, actualmente, el mercado mundial se sigue viendo inundado de estos nuevos materiales, nuevas técnicas constructivas y nuevos métodos de cálculo estructural, razón por la cual muchas veces se incorporan estos avances técnicos y científicos sin respeto a las obras históricas y sin conocer a fondo las consecuencias.

Antonino Giuffrè establece en 1985 que: *“es necesario conocer la lengua de los antiguos constructores, como colocaban y cosían las piedras, como unían los elementos, como proporcionaban el espesor de arcos, muros y bóvedas. Dice que esta información es indispensable para realizar un diálogo con las estructuras históricas, pero naturalmente, no basta “oggi possiamo imparare il latino, ma non possiamo piu pararlo”*<sup>19</sup>. Es decir, además de conocer y aprender la técnica antigua es necesario

---

<sup>17</sup> Estos cuarenta años servirían como período de prueba en el análisis de estas intervenciones, lo hemos considerado como un factor razonable y útil para establecer si el comportamiento ha sido el esperado.

<sup>18</sup> **CAPITEL Antón.** 1996. “Ciencia y técnica especializada en la restauración de monumentos: problemas conceptuales y otros problemas”, En *Ingeniería Civil*. España.

<sup>19</sup> **GUIFFRÈ, Antonio.** 1985, “Pietà per i monumenti” en *Restauro e cemento in architettura* 2. Roma. AITEC.

interpretarla correctamente para poder restaurarla. Por esto creo que es necesario hacer una meditación acerca del extensivo uso del hormigón armado.

De aquí nació mi inquietud, que durante este proceso se ha convertido en una necesidad, por conocer tanto las técnicas y materiales tradicionales como los modernos, sus sistemas constructivos, sus comportamientos en sismos, sus patologías, sus criterios de intervención; es decir, **la comprensión de los edificios del pasado como unidades constructivas y como el mejor documento para representar la evolución del hombre en el tiempo.**

## 5.- METODOLOGÍA DE TRABAJO

---

Esta investigación está planteada desde una visión general hacia lo particular, para tener una perspectiva lo más amplia posible de factores tecnológicos, científicos, económicos, históricos y sociales y, al mismo tiempo, poder evaluar de manera global las consecuencias en la muestra representativa.

La metodología de esta investigación, a través del análisis del muestreo de edificios históricos intervenidos con hormigón armado en España y en México, está comprendida por varias fases tendientes a conocer diferentes puntos de vista, como: el comportamiento mecánico - químico - físico, la durabilidad de los nuevos materiales, la compatibilidad entre técnicas, la idoneidad o no de las soluciones constructivas y la valoración de los resultados en la restauración. Esto permitirá tener una mejor visión del tema (**pasado - presente - futuro**) y poder contrastar entre la teoría (representada por el modelo ideal) y la práctica (representada por el modelo real) de éstas intervenciones.

El marco teórico de este estudio se basó en distintos esquemas metodológicos que ya se han aplicado en la valoración del estado actual del patrimonio construido, algunos específicamente en la comprobación de las intervenciones con nuevos materiales. Tal es el caso del estudio realizado en (1985) por la Asociación Italiana Técnica Económica del Cemento (AITEC)<sup>20</sup> acerca del comportamiento del hormigón en las restauraciones realizadas en Italia durante los años sesenta – setenta. Otras referencias que utilizamos, son el modelo IDEAL-REAL aplicado por la arquitecta Teresa Guevara<sup>21</sup>, para la confrontación de las variables: riesgos, amenazas y vulnerabilidad en las intervenciones.

---

<sup>20</sup> **CARBONARA Giovanni.** 1985 *Restauro e cemento in Architettura* Vol. I y II. A.I.T.E.C. Roma, Italia.

<sup>21</sup> **GUEVARA Teresa.** 1999 “Un modelo procedimental para la reducción del riesgo sísmico en el patrimonio construido”, en *Memorias del Curso Internacional sobre protección del patrimonio construido en zonas sísmicas*. 26 al 30 de julio. Comisión de Estudios de Postgrado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

También el estudio de PRUEBA DEL TIEMPO de Vittorio Fiore<sup>22</sup> (2000) y algunos parámetros del informe AFTER TEN en 1995<sup>23</sup> y del método SCCM de la Diputación de Barcelona en la iglesia de San Vicente de Malla en Vic, restaurada con hormigón armado en los años ochenta. El objetivo de estos instrumentos ha sido fundamental para rectificar y mejorar los procesos de intervención dentro de los trabajos de conservación y mantenimiento. Afortunadamente, en los últimos años, se ha iniciado una etapa de exploración sobre el comportamiento de estos nuevos materiales en la restauración, teniendo al factor **tiempo** como un elemento que pone a la luz dicha efectividad y que juega un papel muy importante para la estimación de riesgos y para la permanencia de una técnica de intervención en el patrimonio histórico.

### **Descripción del instrumento de investigación.**

La metodología se basa en un conjunto de “procedimientos”, que ayudaron a comprender mejor los edificios restaurados con hormigón armado. Lo primero que se propone en este esquema es formular y conocer ambas situaciones: **la ideal**, delimitada por los planteamientos teóricos del hormigón armado en la restauración y por los criterios sobre la elección de este material en las estructuras de mampostería y **la real**, entendida como el comportamiento que ha tenido este material después de un período de prueba de treinta a cuarenta años y a través de la confrontación con la práctica de los edificios históricos intervenidos con hormigón armado. Por lo tanto, este instrumento se basa en “**cotejar lo real con lo ideal**”; esta confrontación de aspectos servirá como una herramienta en la rectificación de la técnica de restauración; recordando que el proceso no es lineal, sino que es necesario la retroalimentación de conceptos y factores, un ir y venir, reconsiderar caminos y criterios. Analizadas estas dos fases se podrá evidenciar si se presenta una discrepancia, la cual estará representada por los efectos positivos y/o negativos (incompatibilidades y deterioros) del hormigón armado en las estructuras tradicionales; esta divergencia de resultados, será el factor analizado para llegar a una correcta evaluación, después de treinta o cuarenta años del uso del hormigón. La constatación de las diferencias evidenciará un problema en el conocimiento de esta

---

<sup>22</sup> **FIGLIOLE** Vittorio, **DE VIRGILO Alessia**, **VIVO Aldo**. 2000. La Universidad Federico II de Nápoles creó un instrumento para conocer lo construido, diagnosticar deterioros y orientar las estrategias de intervención. Este trabajo fue expuesto en el Congreso de Restauración “La prueba del tiempo: verifiché degli interventi per la conservazione del costruito” en Italia y publicado en las Actas Bressanone del 2000.

<sup>23</sup> **CASANOVAS, Xavier**. 1995 “Informe AFTER TEN, valoración sobre les condicions d’ús del cementeri i l’eglesia de St .Vicens de Malla” OTD, Oficina Técnica de Diagnosis. Barcelona. Colegio de Arquitectos Técnicos y Aparejadores de Barcelona.

técnica de intervención, motivando a buscar como resolverlo y, por lo tanto, procediendo a diseñar una nueva solución. Así mismo, si no hay discrepancia entre lo real y lo ideal no hay problema en la teoría planteada.

Por lo tanto, este sistema informativo pretenderá servir como **modelo de evaluación y rectificación cronológica**, en la investigación sobre los refuerzos estructurales con hormigón armado en edificios históricos y en su mantenimiento programado.

### **Descripción del Esquema básico.**

Los puntos seguidos en mi estudio fueron:

#### **a).- IDEAL – PASADO: usos**

- Estado antes de la intervención.
- Porqué se decidió utilizar este sistema de refuerzo.
- Formulación de objetivos del estado ideal.
- La teoría de intervención.
- Criterios utilizados.
- Comprensión del sistema constructivo original y el esquema de deterioros.
- Que se buscaba resolver al introducirle el hormigón armado.

#### **b).- REAL – PRESENTE: efectos**

- Cómo se ha comportado la estructura restaurada (durabilidad del material)
- Se resolvió el problema original.
- Que interacción ha tenido lo nuevo con lo viejo. (compatibilidad)
- Aparecieron nuevos problemas o patologías.
- Ha tenido alguna intervención posterior o fases de mantenimiento.
- En caso de zona sísmica, cómo se ha comportado el sistema estructural.
- Estimación de riesgos.
- Documentación cronológica de las intervenciones e inspecciones.

#### **c).- LO QUE SE ESPERA – FUTURO: estrategias.**

- Vulnerabilidad.- aspectos modificables para mejorar las condiciones.
- Patrones de comportamiento.
- Expectativas de la técnica.
- Estrategias para un nuevo plan de intervención y mantenimiento.