



Universidad de Navarra

Documento de Investigación

DI nº 229

Junio, 1992

ASPECTOS ETICOS DE UNA CATASTROFE URBANA: LA ALUMINOSIS EN EL TURO DE LA PEIRA

Antonio Argandoña

IESE Business School – Universidad de Navarra

Avda. Pearson, 21 – 08034 Barcelona, España. Tel.: (+34) 93 253 42 00 Fax: (+34) 93 253 43 43

Camino del Cerro del Águila, 3 (Ctra. de Castilla, km 5,180) – 28023 Madrid, España. Tel.: (+34) 91 357 08 09 Fax: (+34) 91 357 29 13

Copyright © 1992 IESE Business School.

ASPECTOS ETICOS DE UNA CATASTROFE URBANA: LA ALUMINOSIS EN EL TURO DE LA PEIRA

Antonio Argandoña*

Resumen

A raíz del derrumbamiento de un edificio en Barcelona, en diciembre de 1990, se comprobó que un elevado número de viviendas, principalmente en dicha ciudad y en otras localidades de Cataluña, estaban aquejadas de un defecto estructural conocido como aluminosis, consistente en un deterioro del hormigón armado confeccionado con cemento aluminoso, que reducía considerablemente su resistencia y la del acero embutido. Con ello afloraron un conjunto de problemas económicos, sociales, políticos, y también morales, como el mismo uso de dicho cemento aluminoso –un producto de calidad pero que exige un manejo cuidadoso–, la falta de regulación del producto y de su utilización en la construcción, la escasa conservación de los edificios afectados, el descuido en su construcción, el retraso en la llegada de los conocimientos técnicos, la situación económica en que quedaban los afectados por la aluminosis, etc.

En este documento se explican detalladamente los hechos y sus antecedentes, tanto históricos como técnicos, económicos y jurídicos, para prestar especial atención a los aspectos de índole ética derivados del problema.

* Profesor de Economía, IESE

ASPECTOS ETICOS DE UNA CATASTROFE URBANA: LA ALUMINOSIS EN EL TURO DE LA PEIRA*

Introducción

El 11 de diciembre de 1990, una mujer de 71 años, Ana Rubio, falleció al derrumbarse la casa en que vivía, en el número 33 de la calle del Cadí, en un barrio de Barcelona llamado Turó de la Peira. Cuando los servicios técnicos inspeccionaron el edificio siniestrado comprobaron que algunas de las vigas del edificio destruido estaban en un deplorable estado de conservación. Los análisis subsiguientes mostraron que el cemento había perdido resistencia, en un proceso que se conoce con el nombre de aluminosis.

Esto hizo pensar que el problema podía afectar a otras muchas edificaciones, como se comprobó inmediatamente. Lo que empezó siendo un accidente más se convirtió pronto en un grave problema social, económico y moral.

El cemento aluminoso y la aluminosis

El cemento aluminoso se llama así por su elevado contenido en alúmina (concretamente, aluminato monocalcico)¹. Se obtiene fundiendo bauxita y caliza pura en un horno de reverbero (de ahí que se le conozca también como cemento fundido). El producto líquido resultante se vierte en moldes, se enfría, machaca y moltura sin adición alguna. Su principal componente es el aluminato monocalcico. La mezcla de cemento aluminoso con agua y áridos da lugar al hormigón aluminoso –que suele recubrir unas varillas de acero, para formar el hormigón aluminoso armado.

Los primeros estudios para la elaboración del cemento aluminoso se llevaron a cabo en Francia, en los años sesenta del siglo XIX, buscando un conglomerado que resistiese el ataque

* Preparado para la EBEN92 INTERNATIONAL CONFERENCE sobre Shaping Cities: The Role and Responsibility of Business Parik, octubre de 1992.

¹ Para la elaboración de los datos técnicos contenidos en este artículo me he beneficiado de la voluminosa información contenida en “Jornades tècniques sobre el ciment aluminós i el seus prefabricats. Característiques, problemàtica, detecció, diagnosi i actuacions”, Col·legi d’Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona, Barcelona, 24, 25, 26 i 27 d’abril de 1991.

destrutivo que sobre el cemento portland ejercían los sulfatos contenidos en el agua del mar y en los terrenos yesíferos. Así fue cómo en 1902 se patentó el cemento aluminoso fundido obtenido por J. Bied en las instalaciones de Le Teil, de la compañía Lafarge. En Estados Unidos, la empresa Aluminat Patents Co. explotó patentes similares bajo las marcas Alca y Cal Alca, ya en la década de 1910. Y en Reino Unido, la empresa Lafarge inició la fabricación en su planta de West Thurrock, Essex, en 1926. El uso comercial del cemento aluminoso no se desarrolló hasta los años veinte.

Propiedades del hormigón aluminoso

El hormigón aluminoso presenta características que lo hacen preferible al obtenido con cemento artificial (portland) en muchos usos.

Endurecimiento rápido. Su fraguado, como el del cemento portland, tiene lugar entre 2 y 4 horas, pero su endurecimiento es muy rápido (habitualmente, los encofrados del hormigonado se pueden retirar en 4 o 5 horas, y la mayoría de obras se pueden poner en servicio diez horas después del hormigonado, frente a 28 días para el cemento portland). El endurecimiento lo proporcionan los hidratos que resultan del fraguado, que forman una masa compacta con la arena y los demás materiales empleados en la mezcla.

Sin embargo, la resistencia del cemento aluminoso varía con el tiempo, dependiendo de factores como la naturaleza y composición de los áridos utilizados para la mezcla, la manejabilidad del hormigón (contenido de aire y agua, que determina la porosidad del producto), el procedimiento de mezcla (la resistencia obtenida a las pocas horas es muy pequeña para mezclas manuales y mejora cuando se emplean hormigoneras mecánicas) y el calentamiento del hormigón (en el proceso de fraguado se libera una gran cantidad de calor, que puede evaporar una parte del agua de la mezcla químicamente necesaria para el endurecimiento). Un hormigón aluminoso bien preparado conseguirá al cabo de unos cinco años una resistencia mínima que no será muy distinta de la que presentaba al cabo de un día. Pero si ese mismo hormigón se somete más adelante a temperaturas de 38°C, se deteriora rápidamente y su resistencia será pronto la de un cemento conservado durante un largo período a 38°.

Trabajo en tiempo frío. Precisamente ese elevado calentamiento permite preparar el hormigón incluso a temperaturas de -10°C; por la misma razón, presenta mayor resistencia a las heladas que el hormigón de cemento artificial, en iguales circunstancias.

Cualidades refractarias. El cemento aluminoso no se ve afectado por temperaturas de hasta 500°C, lo que lo hace particularmente útil para hormigones refractarios. Y mezclado con áridos refractarios puede alcanzar temperaturas de empleo de hasta 2.000°.

Resistencia a la corrosión. Otra propiedad del cemento aluminoso es su resistencia a la corrosión procedente de aguas puras, destiladas, de lluvia, de mar, de terrenos pantanosos, de alcantarillas, etc., así como de numerosos ácidos, aceites, etc.

Resistencia al desgaste. Finalmente, el cemento aluminoso presenta una resistencia al desgaste superior en un 50-100% a la del hormigón elaborado con cemento artificial.

La aluminosis

La aluminosis es el nombre dado a un conjunto de transformaciones químicas y físicas experimentadas por los hormigones obtenidos con cementos aluminosos, que reducen

notablemente su dureza, resistencia, compacidad y capacidad de protección de la armadura de acero. Pero no se trata de un proceso anormal: con el paso del tiempo, todos los hormigones experimentan transformaciones que afectan considerablemente a sus cualidades físicas. He aquí las más importantes que se dan en el cemento aluminoso.

Hidrólisis alcalina. El anhídrido carbónico atmosférico reacciona con álcalis libres en presencia de agua, formando carbonatos alcalinos, que atacan y descomponen los aluminatos cálcicos hidratados, formando un aluminato alcalino que se hidroliza y libera álcalis, los cuales continúan la reacción en un proceso indefinido. Al final, los hidratos se han convertido en caliza y gibsita, con derrumbe del hormigón.

Para que esta reacción tenga lugar, el hormigón debe ser poroso y se necesita la presencia de agua, anhídrido carbónico (de la atmósfera) y álcalis libres (procedente, por ejemplo, de cemento Portland utilizado junto con el aluminoso, o de los áridos). Para evitarla es suficiente que el hormigón esté bien compactado y que no presente poros (lo que se evita, principalmente, no empleando más agua de la imprescindible). La hidrólisis alcalina se conoce desde los estudios de E. Rengade, en 1936.

Conversión. Cuando el aluminato cálcico (el principal componente del cemento aluminoso) se hidrata, se producen hexahidratos (C_3AH_6) y gibsita (AH_3), que son estables, pero pueden formarse también decahidratos (CAH_{10}) y octahidratos (C_2AH_8), que cristalizan en el sistema hexagonal y que son los que provocan el rápido endurecimiento del hormigón. Ahora bien, éstos son termodinámicamente inestables a temperaturas superiores a los 18 o 20°C, y se transforman poco a poco en hexahidratos y gibsita, cuyos cristales cúbicos son de menor tamaño que los anteriores, liberándose agua en el proceso. Con ello cambia el color del hormigón (de gris oscuro a pardo); se rompen enlaces mecánicos y se debilita el hormigón; aumentan la porosidad, la permeabilidad y la disminución de la resistencia a las heladas (porque los nuevos cristales son de menor tamaño y porque se ha liberado agua); la mayor porosidad desprotege al hormigón de posibles ataques químicos, y, finalmente, se facilita la carbonatación, que permitirá la corrosión de las armaduras metálicas del hormigón armado, como se explica más adelante.

La conversión es un proceso natural, que ocurre siempre, aunque en una proporción variable, que depende principalmente de la proporción agua/cemento durante el fraguado, de la temperatura, la humedad y la conservación o “curado” en las primeras horas- pero no de la calidad del propio cemento.

- a) Una proporción agua/cemento superior a 0,4 es el principal determinante del grado de conversión del hormigón aluminoso y de su resistencia, porque el agua sobrante, al evaporarse, deja espacios vacíos que hacen poroso el hormigón (en tanto que un volumen de agua inferior al necesario deja cemento sin hidratar).
- b) La velocidad del proceso de conversión depende de la temperatura. En un muelle en Newcastle, la conversión fue de sólo un 20% en más de sesenta años, pero a temperaturas superiores a 30°C el deterioro puede completarse en menos de una semana.
- c) Cuando el hormigón trabaja en ambientes húmedos, la conversión es mayor y la resistencia final alcanzada es menor.
- d) También influye el “curado” del cemento: si éste se conservó durante las primeras 24 horas en agua y a bajas temperaturas, la conversión tarda más en producirse y la

porosidad es mucho menor. De ahí que no sea recomendable utilizar cemento aluminoso en grandes masas que no pueden hidratarse suficientemente durante el fraguado, y que alcanzan, por tanto, temperaturas elevadas en su interior.

Corrosión. Los accidentes provocados por el deterioro del cemento aluminoso suelen exteriorizarse cuando la armadura metálica ha sufrido un proceso de corrosión. El hormigón ejerce precisamente una función de protección de dicha armadura, tanto físicamente (aislándola del aire y de otros agentes externos) como mediante la *pasivación* del acero (su inmunización al deterioro electrolítico, gracias a la elevada alcalinidad del hormigón). Pero cuando se cuartea y aumenta su porosidad (por los procesos de conversión y de hidrólisis alcalina), se permite la penetración de agentes agresores sobre el acero, al tiempo que el CO₂ ambiental reduce la alcalinidad del hormigón (carbonatación), lo que elimina la pasivación química de las armaduras metálicas.

El resultado final es la corrosión de la armadura, como consecuencia de la cual aumenta su volumen (porque el óxido ocupa más espacio que el metal), hasta llegar a romper el hormigón que rodea la armadura; el acero pierde sección mecánica, y también adherencia con el hormigón, por la interposición de la capa de óxido. Esta pérdida de adherencia puede ser especialmente crítica frente a los esfuerzos cortantes en viguetas pretensadas.

El empleo del hormigón aluminoso

Por todo lo dicho, el hormigón aluminoso exige un manejo adecuado:

1. Una dosificación mínima de 400 kilos por metro cúbico de hormigón.
2. Una proporción máxima agua/cemento de 0,4 en peso y 1,3 en volumen (incluyendo la humedad que será absorbida por los áridos empleados y que no llegará a reaccionar con el cemento).
3. No debe contener azufre.
4. Ni áridos que tengan álcalis libres o liberables.
5. Ni arenas con elevada proporción de finos (menos de 0,5 mm).
6. Debe procurarse un buen recubrimiento de las armaduras metálicas.
7. Evitar el sobrecalentamiento y la desecación superficial prematura al retirar el molde o encofrado, durante las primera 24 o 48 horas.
8. Debe evitarse el uso de aditivos.
9. Deben limpiarse cuidadosamente los útiles empleados, especialmente de restos de otros cementos.

Con todo, y dada la elevada resistencia mecánica que alcanza el hormigón aluminoso, las pérdidas debidas a la conversión y carbonatación suelen ser poco significativas, desde el punto de vista estructural, en la mayor parte de los casos. Pero aunque el hormigón esté bien conservado, se corre el peligro de la corrosión de la armadura metálica, que suele ceder a los esfuerzos cortantes (provocando la rotura típica de una vigueta que sostiene un techo en un punto próximo a la pared que la soporta). Esto es particularmente grave porque no suelen presentarse señales que anuncien la inminencia del derrumbamiento (que, además, es probable

que ocurra por la noche, cuando baja la temperatura y aumenta la condensación, lo que activa la corrosión).

En las muestras analizadas de las viguetas utilizadas en la construcción de viviendas en Cataluña en los años 1950-1970 se observa el incumplimiento de la proporción agua/cemento (exceso de agua) y, a menudo, el empleo de acero de baja calidad. En las viguetas fabricadas a pie de obra se observan también problemas de mala compactación del hormigón y de insuficiente adherencia al acero. También el soporte constructivo (paredes, pilares, etc.) de la época era muy sencillo. Además, una vez instaladas las vigas, se han podido producir cambios en su entorno que hayan afectado a su capacidad de resistencia: escapes de agua o incendios, instalación de hornos o de establecimientos que elevan el grado de humedad o la temperatura. O, finalmente, es probable que cuando se construyeron las viviendas se llevaran a cabo los cálculos para resistencias bajas (350 kg/m^2), inferiores a las que hoy en día se ve sometida una vivienda (650 kg/m^2).

En un artículo publicado en 1976 afirmaba un experto sobre el tema:

«En este campo hemos visto de todo: desde la adopción de una dosis reducida de cemento (altas resistencias, doble precio) hasta la utilización de alambres del diámetro y de la calidad de los de las telas de gallinero, pasando por la “compactación” a base de patadas al molde –lo que requiere una consistencia de “caldo”–, el poco o ningún riego y un largísimo etcétera, que les ahorro.»

Y concluye:

«En resumen: el cemento aluminoso es un conglomerante especial, de empleos específicos, que hay que tratar, en correspondencia, con un cuidado especial.

Dos grandes enemigos:

1. La rutina del maestro de obra o albañil.
2. Su gran resistencia inicial, unida al precio más elevado. Consecuencia: la mitad de dosificación»².

La regulación del cemento aluminoso en otros países

Los primeros accidentes

La difusión del cemento aluminoso no fue rápida. Durante la primera guerra mundial se utilizó en Francia para la construcción de emplazamientos de artillería y refugios, por su rápido endurecimiento. Pero la comercialización no se produjo hasta finales de la década de 1910, cuando el cemento *fondur* de Lafarge recibió la autorización ministerial.

En 1926 se conocieron en Francia los primeros casos de deterioro del hormigón aluminoso –aunque otras construcciones de esa época se mantienen aún en excelente estado de conservación, como un

² Sánchez Pérez, «Consideraciones de importancia acerca del cemento aluminoso», extracto de la ponencia presentada a las I Jornadas de Durabilidad, publicado en el *Butlletí Informatiu del Col·legi Oficial d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Catalunya*, 26, noviembre de 1976, y reproducido en *Jornades tècniques... obra cit.*, págs. 493-495.

punte en Inglaterra que data de 1926, o las obras del puerto de Halifax, en Nueva Escocia, de 1930, en que se emplearon 18.000 toneladas de cemento aluminoso.

En 1961 se produjeron en Baviera (Alemania) derrumbes de los techos de algunas viviendas y establos construidos con cemento aluminoso alemán. Se trataba, sin embargo, de un producto muy distinto del cemento fundido de patente francesa –en concreto, contenía sulfatos que, en contacto con el agua, se convertían en gases que minaban la estructura del hormigón y atacaban el acero. A consecuencia de aquellos accidentes, en 1962 se prohibió el uso de cemento aluminoso en Alemania.

Una encuesta llevada a cabo en 1976 en Hungría mostró que numerosos edificios construidos con hormigón aluminoso necesitaban alguna reparación o refuerzo.

En Reino Unido, el uso del cemento aluminoso fue muy extenso en los años que siguieron a la segunda guerra mundial, hasta que ocurrieron tres accidentes en poco tiempo. El 17 de junio de 1973 se derrumbó parte del techo de la sala de lectura de un edificio de la Universidad de Leicester. Al día siguiente cayó el techo de la sala de reuniones de la Escuela femenina de Camden, en Londres. Y el 8 de febrero de 1974 cayó parte del techo del edificio de la piscina de la escuela secundaria Sir John Cass, en Stepney, Londres. Aunque el cemento aluminoso tuvo su parte en los tres accidentes, sólo el tercero se podía atribuir directamente a él.

La regulación

Tanto los accidentes ocurridos por el uso inadecuado del cemento aluminoso como el avance de los conocimientos científicos (en buena parte debido al interés de los fabricantes en conocer mejor las propiedades, posibilidades y limitaciones del producto) llevaron a un conjunto de regulaciones que fue cambiando en el tiempo. La normativa francesa ha sido siempre la más avanzada. En el **Anexo 1** se recogen algunas de las normas más relevantes. Puede observarse cómo se suceden períodos de autorización más o menos amplia con otros de restricción y aun prohibición en su uso.

El cemento aluminoso se fabrica en un buen número de países (Francia, Finlandia, Checoslovaquia, Estados Unidos, Reino Unido, Italia, Países Bajos, etc.), aunque sometido a reglamentaciones diversas.

El cemento aluminoso en España

En 1928, Cementos Molins, S.A. adquirió la patente de fabricación del cemento *fondue* de Lafarge, que comercializó con el nombre de Electroland a partir del año siguiente. No ha habido otro fabricante del producto en España. En el **Anexo 2** figuran las cifras de producción anual en los años 1950-1970.

Los primeros usos de cemento aluminoso en España se localizan en obras públicas –presas, canales, etc.–, generalmente en zonas en que los sulfatos desaconsejaban el empleo de cemento portland. Algunos empleos ya antiguos son los saltos de San Lorenzo (1928-1929), La Plana (1930), Flix (1941-1946), Balaguer (1954-1959), Menuza (1958), etc., que no presentan anomalías significativas al cabo de los años. Salvo casos esporádicos, no se utilizó cemento aluminoso en edificios residenciales o industriales hasta los primeros años cincuenta, correspondiendo su uso más intenso a los años 1955-1965, en forma de viguetas de hormigón armado y bloques pequeños, prefabricados o elaborados a pie de obra. A partir de 1970 su uso

decaeró considerablemente, porque su precio no resistía la competencia de nuevas variedades de cementos portland que permitían fraguados y endurecimientos acelerados.

A diferencia de la Administración francesa, la sensibilidad de la española por la seguridad y el buen empleo del cemento aluminoso ha sido tradicionalmente reducida. En el **Anexo 3** se recoge un breve resumen de dicha regulación.

En resumen, puede afirmarse que el cemento aluminoso ha sido desde sus orígenes un producto de calidad en cuanto a su fabricación, pero sometido a posibles errores y defectos de uso, que las regulaciones vigentes en cada momento no corrigieron con suficiente firmeza. Es significativo, por ejemplo, el hecho de que en las regulaciones oficiales se haya exigido habitualmente una resistencia inmediata mínima, pero no una resistencia mínima posterior.

Para la valoración jurídica y ética del empleo de cemento aluminoso es importante el estado de los conocimientos técnicos sobre el tema en cada momento. Como es lógico, hay un desfase entre los estudios e informes más avanzados llevados a cabo fuera y su divulgación en España. El **Anexo 4** ofrece un breve panorama sobre este tema.

La construcción de viviendas en España, 1950-1970

Para hacerse una idea cabal de las circunstancias sociales, económicas y políticas que rodearon el empleo de cemento aluminoso en los años cincuenta y sesenta es necesario analizar brevemente la evolución de la industria de la construcción en ese período. El **Anexo 5** recoge las cifras oficiales de construcción de viviendas entre 1951 y 1970.

La economía española había salido de la guerra civil (1936-1939) en condiciones muy precarias, lo que, unido al aislamiento internacional provocado por la política autárquica del régimen del general Franco y por la segunda guerra mundial, demoró mucho la recuperación económica. Esta tuvo lugar, tímida y desigualmente, en los años cincuenta, cuando se produjo una apertura parcial de la economía al exterior y se redujeron algunas de las pesadas regulaciones e intervenciones que gravaban la actividad productiva.

El panorama cambió bastante después del Plan de Estabilización (1959) y de la liberalización y apertura (parciales), que explican el fuerte crecimiento de la economía española en los años sesenta, a pesar de que continuaron las actitudes intervencionistas y el proteccionismo.

Lo anterior permite valorar los problemas que por el lado de la oferta se produjeron en el sector de la construcción, principalmente el aislamiento tecnológico (las relaciones técnicas entre Cementos Molins y Lafarge no se reanudaron hasta 1968), y la falta de productos básicos, sobre todo acero, que quedaron sometidos a racionamientos y cuotas de suministro. Las técnicas y los materiales de trabajo eran rudimentarios, al menos cuando se juzgan con criterios actuales (o con los de otros países más adelantados, en aquellas fechas), y no estaba arraigado el cuidado de la calidad, principalmente en viviendas baratas, en que contaba, sobre todo, el coste bajo y la venta rápida.

La legislación preveía que las viviendas sociales fuesen de reducidas dimensiones, con escasos servicios y comodidades (no eran infrecuentes las cocinas de carbón, los baños y suelos de cemento, la falta de ascensores, etc.). Además, no estaba previsto que esas viviendas soportasen pesos por metro cuadrado como los mínimos actuales, ni que necesitasen instalaciones para un amplio abanico de electrodomésticos y accesorios, con lo que esto supone en cuanto a

instalaciones de electricidad, gas, agua, antenas colectivas de televisión, portero electrónico, etc., que ha habido que añadir después.

Por otro lado, el déficit inicial de viviendas (cifrado entre 80.000 y 100.000 en 1950, y ampliado a más de un millón en 1958), el fuerte crecimiento de las rentas familiares y la migración hacia las ciudades generaron una elevada demanda de vivienda. Desde 1964, los Planes de Desarrollo, que fueron el instrumento oficial de la programación del crecimiento económico, pusieron énfasis en la construcción de viviendas, no sólo para atender a la demanda, sino también como motor de otros sectores (desde materiales y maquinaria de construcción hasta muebles y complementos para el hogar) y como creador de empleo (la construcción era entonces un sector intensivo en trabajo no cualificado, lo que permitía absorber la oferta de mano de obra procedente del campo).

Para llevar a la práctica esa política se concedieron generosas ayudas públicas de diversa índole: subvenciones directas, ventajas fiscales, créditos privilegiados y preferencia en la obtención de materiales para las viviendas protegidas (1939) y luego para las viviendas bonificables de iniciativa privada (1944). En 1954 se dio un nuevo impulso, con las viviendas de renta limitada, de promoción privada, también con subvenciones, exenciones y bonificaciones fiscales, y préstamos sin interés o con intereses subvencionados –ventajas todas ellas dirigidas, como las anteriores, al constructor, no al comprador. En 1955 se publicó el primer Plan Nacional de la Vivienda, y en 1961 el segundo, más ambicioso, que debía llegar hasta 1976, pero que cayó en el olvido a raíz de la primera crisis del petróleo en 1973.

Las facilidades dadas a la construcción de viviendas dieron lugar a la aparición de un elevado número de empresas, a menudo con escasos recursos y experiencia, que se dedicaron a la construcción de alojamientos de baja calidad, basando su rentabilidad en las generosas ayudas oficiales y en una elevada rotación de sus fondos, lo que exigía cortos períodos de construcción –a lo que contribuía el cemento aluminoso– y gran rapidez de venta, lo que venía garantizado por la escasez y la elevada demanda, –y de cobro–, pues era frecuente vender los pisos aun antes de empezar a construirlos.

Hay que señalar también la casi completa desaparición de la vivienda para alquiler desde que la Ley de Arrendamientos Urbanos de 1946 congeló totalmente las rentas. Por otro lado, la oportunidad de una recuperación rápida de la inversión mediante venta hacía poco atractiva la construcción para alquiler. Finalmente, la Ley 49/1960 incentivó claramente el acceso a la propiedad horizontal, animando aún más, si cabe, la producción para venta.

La incidencia del problema en Cataluña

El uso de cemento aluminoso en los años 1950-1970 fue particularmente intenso en Cataluña, donde se consumió más de la mitad de la producción (**Anexo 6**) –y, dentro de Cataluña, en Barcelona y su zona de influencia. Otras regiones afectadas fueron Madrid, Levante, las islas Baleares y Canarias y, en menor medida, Aragón.

El número de viviendas construidas en Cataluña en los años considerados se calcula en 871.878, según el censo de viviendas de 1981, o en 982.751, según la Dirección General de la

Vivienda. Según la primera fuente, fueron 251.037 entre 1951 y 1960, y 620.828 en la década siguiente, lo que representaba, respectivamente, el 12 y el 29,7% del parque existente en 1981³.

La concentración del problema en Cataluña se relaciona con varios fenómenos específicos del lugar y de la época:

1. Elevado crecimiento de la población, natural y por inmigración: 1.889.010 habitantes entre 1950 y 1970, lo que supone un crecimiento del 58,7%.
2. Alta inmigración a Cataluña, especialmente hacia la conurbación de Barcelona, que creció entre 1961 y 1970 en 706.229 habitantes, de los que 500.115 fueron inmigrantes.
3. Fuerte crecimiento de los suburbios de Barcelona y del área urbana que rodea la ciudad: L'Hospitalet (50.000 viviendas entre 1950 y 1970), Badalona (33.000), Santa Coloma (24.000), Cornellà (17.000), Sant Boi (11.000), etc.
4. Intensa promoción pública de la vivienda –entre 13.000 y 15.000, en esos años.
5. Escasa atención a la conservación de edificios, no sólo en aquellos años, sino también después. Según una estadística de 1988, España dedicaba sólo un 17,2% de los recursos del sector de la construcción a la rehabilitación, frente al 40,8% en Países Bajos, el 35,3% en Alemania Federal, el 32,5% en Francia y el 38% en Reino Unido.

Después del accidente de noviembre de 1990 se localizaron viviendas afectadas en el mismo barrio del Turó de la Peira, así como en otras áreas de Barcelona, y en L'Hospitalet de Llobregat, Vilanova y Santa Coloma de Gramanet. Poco a poco la información sobre el uso del cemento aluminoso fue ampliándose. A mediados de abril de 1991, la Dirección General de Arquitectura y Vivienda de la Generalitat de Catalunya –el gobierno autónomo catalán– estimaba que se había utilizado dicho cemento en unas 30.000 viviendas y locales, en todas las comarcas catalanas, lo que representa un 3,4% de las construidas entre 1950 y 1970.

En noviembre de 1991 los medios de comunicación dieron cuenta de la presencia de cemento aluminoso en 467.011 viviendas, un 53% de las construidas en Cataluña entre 1950 y 1970; de ellas, 87.000 estarían más o menos dañadas, estimándose su coste de reparación en 149.209 millones de pesetas –y se esperaba que las demás necesitarían también algún tipo de reparación en el futuro. En los medios de comunicación se daba a menudo por supuesto que todas las viviendas construidas total o parcialmente con cemento aluminoso sufrían de aluminosis, lo cual, como se ha indicado más arriba, no tiene por qué ser así.

En febrero de 1992, la Generalitat y el Ayuntamiento de Barcelona estimaban entre 35.000 y 40.000 el número de viviendas afectadas por la aluminosis en la ciudad de Barcelona, aunque sólo se habían localizado unas 15.000 –de ellas, unas 26.000 son de promoción privada; 5.800 del Patronato Municipal de la Vivienda, y 1.900 dependen de ADIGSA, una empresa de la Generalitat que centraliza el parque de viviendas dependiente de dicho gobierno autonómico. El número de viviendas que debían ser demolidas por estar afectadas por la aluminosis y por otros defectos estructurales o de conservación se cifraba en abril de 1992 en unas 2.000.

El estudio más exhaustivo llevado a cabo hasta el momento es una investigación del Institut de Tecnologia de la Construcció (ITEC) sobre una muestra de edificios construidos entre 1955 y

³ Véanse los artículos de Ventura, F.X., «Problemàtica socio-econòmica generada pel ciment aluminós», y Jover, A., «Característiques del sector de la construcció entre 1950 y 1970», ambos en Jornades tècniques... obra cit.

1965 en toda Cataluña. De él resulta que el 87,03% de las viviendas no presenta lesión alguna (incluyendo un 21,99% de viviendas con algunas vigas de hormigón aluminoso y un 21,14% con todas sus vigas de dicho material), un 4,68% sufre lesiones leves (0,83% con alguna viga aluminosa y 2,53% con todas las vigas aluminosas) y un 8,29% lesiones graves (3,60% y 2,94%, respectivamente). Aplicando estos porcentajes al parque de viviendas construidas entre 1951 y 1970, resulta la siguiente estadística, referida a Cataluña⁴:

Lesiones	No aluminoso	Parte aluminoso	Todo aluminoso
Graves	15.209	31.413	25.615
Leves	10.871	7.575	22.400
Ninguna	378.796	193.756	186.252

En dicho estudio se calcula también el coste de las reparaciones, estimadas en 149.209 millones de pesetas, de los que 40.849 corresponden a viviendas con lesiones leves (7.578 millones con parte de sus vigas de hormigón aluminoso y 22.400 con todas sus vigas de dicho material), y 108.360 millones a lesiones graves (47.122 y 38.423 millones, respectivamente).

En el resto de España se estimaba en unas 300.000 las viviendas construidas con hormigón aluminoso, pero sólo un 7% de las mismas necesitaba una reforma urgente, según datos publicados en la prensa en noviembre de 1991.

La aparición del problema de la aluminosis en Barcelona

Aunque se habían producido varios accidentes relacionados con el uso de cemento aluminoso (hundimiento de una fábrica de hilados en el barrio de Gracia, el 24 de febrero de 1962; hundimiento de un edificio en Badalona, el 21 de julio de 1989; cierre de la escuela Rius i Taulet, en septiembre de 1989), la magnitud del problema pasó inadvertida hasta el 11 de noviembre de 1990, fecha en que se derrumbó el interior del bloque de viviendas del número 33 de la calle del Cadí, en el barrio Turó de la Peira de Barcelona, resultando una persona muerta y dos heridas. En el bar de la planta baja dos hombres se salvaron resguardándose bajo la barra. El edificio había sido construido en 1955.

Cuando los técnicos revisaron el estado de la vivienda siniestrada, observaron que las vigas, de hormigón aluminoso, estaban en un lamentable estado, presentando los caracteres de la aluminosis. Inmediatamente se revisaron otras viviendas en el mismo barrio, procediéndose al desalojo de tres bloques, al apuntalamiento de más de cien viviendas y establecimientos comerciales, y a un estudio más detallado, del que resultó la recomendación de demoler 369 viviendas –dos manzanas enteras. Poco después los estudios se ampliaron a otros barrios y localidades.

El informe pericial encargado por el juez señalaba que fueron al menos dos los factores causantes del siniestro: el deterioro de las viguetas de hormigón aluminoso fabricadas a pie de obra y el deficiente mantenimiento de la terraza de la finca derruida. En cuanto a la primera causa, el informe del ingeniero José Villalba señalaba que el uso de cemento aluminoso no puede considerarse una anomalía; que los conocimientos existentes hace treinta años no eran

⁴ «Resum de dades de l'estudi de l'estat dels sostres de formigó dels habitatges de Catalunya (1951-1970) i la incidència de la presència de ciment aluminós», ITEC, Barcelona, julio de 1991.

los mismos que se tienen en la actualidad, y que faltó también una regulación suficiente del empleo del cemento aluminoso. «La Administración española ha reaccionado tarde y con poca efectividad ante el problema de la aluminosis, aunque a partir de 1974 se tiene plena constancia de los graves problemas que con seguridad se generarán. Con todo, a pesar de que el edificio de Cadi 33 es un inmueble de construcción sencilla, no se hubiese producido el derrumbamiento si no hubiese sido por la pérdida paulatina de resistencia del hormigón.»

En lo relativo al deficiente mantenimiento de la finca, observable “a primera vista”, el informe señalaba que la ampliación de uno de los áticos con la construcción de dos dependencias modificó la superficie de la terraza. También se añadió una solera sobre la anterior, lo que dejó sin ventilación la antigua cámara de aire, lo que permitió alcanzar altas temperaturas; también se modificó el desagüe. El perito opinaba que, tras las obras, aumentaron las filtraciones de agua y la humedad, que «incidieron sensible y negativamente sobre las vigas del forjado, igual que la elevada temperatura de la cámara de aire». Estas causas externas influyeron en el derrumbe en la misma medida que la degradación de las vigas por la aluminosis. Señalaba asimismo que la técnica de fabricación, aunque era la aconsejada en la época, no era la más idónea, a la vista de los conocimientos posteriores, y que también se emplearon gravas y arenas no adecuadas. En el informe se rechazaba un defecto en el proyecto y en la calidad del cemento aluminoso como causas del siniestro.

En casi todas las viviendas del barrio se habían llevado a cabo reformas y mejoras de las fincas, que tenían, al principio, cocina de carbón, fregaderos y platos de ducha de cemento y una calidad mínima en los acabados. Sus propietarios no pensaban que un edificio necesita siempre obras de mantenimiento, salvo cuando ocurren percances. El hecho de no poder repercutir los costes de las reparaciones en los alquileres, de acuerdo con la legislación vigente en el período, explica también la inhibición de los propietarios, en el caso de viviendas en alquiler. También el parque público ha estado particularmente abandonado hasta finales de la década de los setenta.

En otros lugares de España se han detectado problemas de aluminosis, pero de muy poca gravedad. En Madrid hubo alarma en dos fincas: paseo de la Castellana, 200, y calle Julián Gayarre, 8, pero sin peligro de derrumbamiento inmediato. El clima seco de la capital ayuda al mantenimiento de las propiedades del hormigón aluminoso.

Las querellas judiciales

Al producirse una muerte debido al derrumbamiento se abrió el correspondiente sumario judicial para discernir la posible existencia de un delito, que afectaría al constructor y al arquitecto, José Canela Tomás. Además, el Ayuntamiento de Barcelona presentó una querella contra la inmobiliaria promotora de las viviendas afectadas por la aluminosis en el barrio del Turó de la Peira, por su presunta responsabilidad en el deterioro del barrio. También presentaron querellas similares la Asociación de Vecinos del Turó, por presunto delito de imprudencia temeraria, y la Federación de Asociaciones de Vecinos de Barcelona. Las querellas se presentaron contra el promotor y constructor, Román Sanahuja Bosch, hoy octogenario; contra su hijo, Román Sanahuja Pons, actual director de la empresa; contra las personas responsables de las inmobiliarias del Grupo Inmobiliario Sanahuja, Edificios y Construcciones Sociales, S.A. y Construcciones Sociales Sanahuja, S.A., y contra cualquier persona que en la investigación apareciera relacionada con el accidente.

Las querellas se presentaron por los presuntos delitos de imprudencia temeraria con resultado de muerte, o bien de homicidio, lesiones y daños, así como por un delito de riesgo. De

apreciarse una conducta culposa en los responsables, podrían ser considerados responsables de un delito de imprudencia temeraria con resultado de muerte, por actuar con negligencia y abandono. También se señaló que los responsables pudieron incurrir en una “actividad dolosa permanente”, porque –se alegaba– conocían el mal estado del barrio, la mala calidad de los materiales de construcción empleados y el deterioro de los edificios, que hacían posible un accidente, sin que se hubieran tomado medidas para prevenirlo –lo que sustanciaría la querrela por homicidio, lesiones y daños. Finalmente, el delito de riesgo se imputa a quienes infringen las reglas de la seguridad en la construcción o conservación de edificios, poniendo con ello en peligro la vida, integridad o salud de las personas, aunque no se lleguen a producir daños físicos.

«En las mezclas de hormigón arrojaban hasta virutas de madera y serrín –denunciaba en la prensa Pilar García, una vecina del barrio, recordando la construcción del mismo–, que nos ponían los pelos de punta a los que presenciábamos día a día cómo los bloques de la calle del Cadí subían con la rapidez de la espuma.»

Las asociaciones de vecinos solicitaron también que la Administración asumiera subsidiariamente la cobertura de las responsabilidades, hasta que el juez dictase sentencia –y aun después, en previsión de la probable insolvencia de los presuntos culpables.

En declaraciones a la prensa, el abogado de Román Sanahuja Bosch manifestó que su cliente «no es ni se siente responsable. Lo que sí se siente es solidario, y está muy afectado por todo lo ocurrido». Ante el juez declaró ignorar el peligro que entrañaba el uso de cemento aluminoso, y aseguró que el material utilizado era “sencillo” pero no defectuoso.

Las responsabilidades jurídicas

Aunque nuestro punto de vista debe ser el de la ética, no podemos omitir las consideraciones jurídicas que el caso presenta. El Anexo 7 presenta un análisis detallado de la legislación, que aquí resumimos en lo que se refiere a la responsabilidad por ruina de edificios construidos con cemento aluminoso⁵.

1. Para el ejercicio de una acción de responsabilidad civil por ruina de una vivienda, que dé derecho a indemnización por daños y perjuicios (incluyendo los gastos de reparación, daños a bienes y a personas, daño moral, etc.), hay que demostrar, en primer lugar, que el deterioro del cemento aluminoso es la única causa de la ruina o, al menos, la causa principal, si concurren varias. Además, debe probarse que existió una falta de diligencia, y la consiguiente infracción de una norma objetiva, escrita o no, acerca del comportamiento que deben seguir los que participan en la construcción. Dichas normas son parte de la *lex artis* de la profesión, que incluye las disposiciones legales y administrativas, los usos, costumbres y los criterios de actuación aplicables a la misma. Ese conjunto de normas, que evolucionan con el tiempo, es el que se debe exigir a todo buen profesional, y su contenido deberá concretarse para el lugar y tiempo en que tuvo lugar la construcción de los edificios afectados.

En concreto, habría que precisar cuáles eran en aquel momento las técnicas aceptadas de uso de cemento aluminoso –y es difícil que pueda probarse una falta de diligencia

⁵ Tanto la explicación del Anexo 7 como la contenida en los párrafos que siguen se basan en Ráfols, Joan, «Problemàtica jurídica i legal», en *Jornades tècniques...* obra cit., págs. 95-142.

en un tema no sujeto a regulación hasta 1968. Por otro lado, el plazo de prescripción a que se hace referencia en el **Anexo 7** parece exigir que el vicio aparezca antes de diez años desde la conclusión de la obra, lo que no es aplicable a este caso. A primera vista, pues, no hay lugar para una responsabilidad civil con obligación de reparar los daños causados.

2. En cuanto a la responsabilidad penal, si hubo imprudencia temeraria –lo que no parece probado, a la vista de la reglamentación y del estado de los conocimientos en los años considerados– y se interpreta el plazo de prescripción como se indica en el **Anexo 7**, cabe una pena de prisión menor, que se reducirá a arresto menor y multa de 50.000 a 100.000 ptas. si hay imprudencia simple con infracción de reglamentos, y a una multa de 25.000 a 100.000 ptas. si falta dicha infracción.

Dimensiones sociales del problema

Los costes e inconvenientes para los afectados por la degradación del cemento aluminoso son de muy diversa naturaleza, además del coste económico de reparación del edificio. Deben vivir, a menudo, en viviendas apuntaladas, con serios inconvenientes, si no han tenido que abandonarlas e instalarse en un hotel (a costa del Ayuntamiento). Experimentan el temor a un posible derrumbe, la incertidumbre sobre su futuro y la indignación o la resignación por su situación. Ha aumentado el número de personas aquejadas de depresión y el de niños con problemas de rendimiento escolar. El nivel de vida de los vecinos se ha reducido considerablemente, por la pérdida de valor de su vivienda y por la incertidumbre sobre el coste de su reparación, coste que ellos deberán asumir, al menos en parte. Los comercios del barrio experimentan una reducción considerable de la demanda, y algunos han tenido que cerrar, sin posibilidad de vender el local por su estado deteriorado.

¿Se trata de un problema que afecta específicamente a personas de bajos ingresos? Al principio, algunos medios de comunicación pretendieron hacer del accidente de la calle del Cadí un alegato contra el régimen franquista, por la significación que tuvo en su día el promotor y por la vinculación de los numerosos bloques de viviendas baratas a la política de desarrollo de los años sesenta. Cuando se observó la amplitud del uso de cemento aluminoso, su extensión a todo tipo de barrios, ricos y pobres, y la parte que la falta de conservación de los edificios podía tener en el accidente, la campaña política se desvaneció.

En contra de lo que la prensa aireó en un principio, el uso de cemento aluminoso no implica una construcción de poca calidad. Al contrario, se trata de un producto bueno y caro que, no obstante, resultaba rentable por la velocidad de endurecimiento, que evitaba las largas esperas propias de otros cementos. Ahora bien, el uso del cemento aluminoso fue particularmente intenso en la construcción de bloques de viviendas, tanto en zonas residenciales como en suburbios y en zonas turísticas –pero también en viviendas unifamiliares, edificios para usos industriales, escuelas, hospitales, hoteles, etc. Dado el auge de la construcción de viviendas sociales y de renta limitada para personas de bajos ingresos, durante los años 1950-1970, son éstas las más afectadas cuantitativamente. En estos casos el problema se complica por la escasa calidad de la construcción, la artificialidad de la formación de la comunidad, la forma desestructurada de acceso a la propiedad y la falta de conservación por parte tanto de los propietarios como de los inquilinos y de la Administración.

El problema social específico de las viviendas afectadas por la aluminosis se centra en la población de bajos recursos, a menudo ya en la edad de jubilación o próxima a ella, que se encuentra sin medios económicos para hacer frente a una reforma profunda o a una reconstrucción total de la vivienda. Pero se extiende también más allá, como indicador, de un lado, del grado de deterioro del parque de viviendas en general⁶, y de otro, de la situación económica de un segmento de la población que se encuentra sin recursos para hacer frente a gastos extraordinarios.

Las soluciones

Ante la evidencia de que el hormigón armado de un edificio está dañado caben fundamentalmente cuatro soluciones:

1. *Reparación*: intervención puntual que consiste en devolver su capacidad original a un elemento que la ha perdido, total o parcialmente.
2. *Refuerzo*: intervención puntual o general que consiste en incrementar la capacidad de trabajo de un elemento, al resultar insuficiente para su uso previsto.
3. *Sustitución*: intervención puntual o general, que consiste en reemplazar un elemento por otro.
4. *Derribo*: intervención que consiste en hacer caer el edificio afectado.

Cuando el daño se debe a aluminosis, se puede descartar la primera solución, pues no se ha encontrado el modo de llevar a cabo una reparación. Se conocen y se han aplicado diversos sistemas de refuerzo y sustitución de vigas en mal estado. En cuanto a la decisión de derribo, debe tomarse atendiendo a los datos disponibles sobre el edificio y su estado de conservación, que van mucho más allá de la simple presencia de cemento aluminoso en las vigas que sostienen los techos.

La rehabilitación es cara. Sustituir una viga cuesta entre 100.000 y 200.000 ptas. Cambiar el forjado dañado de un techo, unas 30.000 ptas. por metro cuadrado. Ello implica 2,5 millones de pesetas para una vivienda de 50 o 60 metros cuadrados (como son la mayoría del barrio más afectado), que se reduce a la mitad si sólo hay que reparar baños y cocinas. Dada la magnitud del problema, los técnicos suelen rechazar el derribo, si no es imprescindible (y si no concurren otras circunstancias: por ejemplo, la reducida dimensión de las 609 viviendas, de entre 37 y 50 metros cuadrados, que un informe técnico de febrero de 1992 aconsejaba derribar en el barrio barcelonés de La Verneda). Varias empresas han diseñado y patentado sistemas de rehabilitación para sustituir o reforzar las viguetas dañadas.

La respuesta de la Administración al problema planteado por la degeneración del hormigón aluminoso no fue inmediata, en espera de una información más completa sobre la amplitud del problema, sus causas y sus remedios. La medida central que se adoptó fue la concesión de ayudas para la rehabilitación de viviendas (no sólo de las afectadas por aluminosis), de acuerdo

⁶ El problema de la aluminosis ha despertado la atención pública sobre el estado de conservación del parque de viviendas en Cataluña y en toda España. Según un informe del Col·legi Oficial d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Catalunya, el 44,5% de los defectos que se denuncian proceden de errores en el proyecto arquitectónico (la falta de definición del proyecto hace que el constructor adopte soluciones inadecuadas); un 22,5% se atribuye a fallos de construcción; el 17,8% a materiales defectuosos; el 11% a falta de mantenimiento, y el resto a otras causas.

con el Decreto de la Generalitat de Catalunya 204/1991 de 16 de septiembre, con un fondo de 27.000 millones de pesetas creado con aportaciones de la Generalitat (15.000 millones) y del gobierno central (12.000 millones), que cubre los años 1991 a 1994. A la rehabilitación de viviendas de propiedad pública se dedicarán 9.000 millones.

La cuantía de la subvención a fondo perdido a los propietarios se regulaba de acuerdo con los ingresos familiares, llegando al 50% del coste de la rehabilitación (más las aportaciones a cargo de los Ayuntamientos) cuando dichos ingresos no superan en 2,5 veces el salario mínimo interprofesional, bajando al 30, 20 y 10% como aportación mínima. En las viviendas de promoción pública, la reparación corre íntegramente a cargo de la Administración.

Además, se hicieron planes para la construcción de viviendas, en el mismo barrio afectado o en otros, para poder alojar a los vecinos cuyas casas debían derribarse. Dado que el Plan General Metropolitano, que regula las condiciones urbanísticas en la ciudad de Barcelona, es más exigente que el vigente en los años cincuenta y sesenta, es difícil volver a construir en los mismos barrios afectados un número de pisos similar al que habría que derribar.

Los afectados y las asociaciones de vecinos llevaron a cabo acciones de reivindicación, solicitando la ampliación de las ayudas para rehabilitación y su extensión más allá de 1994, si surgían nuevos casos, así como la realización de inversiones en los barrios afectados, obras de prevención, y la exención del pago del impuesto sobre bienes inmuebles y del 2% del valor catastral reseñado en la declaración del impuesto sobre la renta. En una manifestación ante el edificio siniestrado, en el primer aniversario del accidente, se leyó una “carta” de Francisco Almagro, un vecino, a Ana Rubio, la fallecida en el accidente, llamándola “mártir de nuestro barrio”, lamentando que «fue necesario que tú perdieras la vida (...) para que el barrio tomase conciencia de denuncia colectiva, y censurando a tantos culpables, que resulta difícil acusar».

La Generalitat de Catalunya elaboró prontamente una ley sobre la conservación de edificios, regulando las obligaciones del propietario y las ayudas para llevarla a cabo.

En algunos casos se han sugerido soluciones imaginativas. La prensa recogió en marzo de 1992 la iniciativa de los vecinos de las 364 viviendas de la Travessera de Les Corts y de la calle Comandante Benítez, de Barcelona, para demoler el bloque afectado por aluminosis y reconstruirlo rebajando algo la altura del techo de las viviendas, para dar cabida a un número igual de las mismas, más plazas de garaje y oficinas, cuya venta permitiría financiar la operación sin apenas costes adicionales para los vecinos.

Implicaciones éticas

El deterioro de las viviendas debido a la aluminosis plantea una amplia gama de problemas económicos, políticos, sociales y éticos; nosotros nos ocuparemos principalmente de estos últimos, sin olvidar que están relacionados con todos los anteriores. En concreto, podemos identificar las siguientes responsabilidades, referidas unas veces al momento de la construcción, otras a la situación actual y, finalmente, al período de tiempo transcurrido:

1. Del fabricante de cemento aluminoso.
2. Del fabricante de viguetas y otros prefabricados.
3. Del constructor.
4. Del arquitecto y otros técnicos que intervinieron.

5. Del propietario de la vivienda.
6. Del inquilino.
7. De las autoridades.
8. De la sociedad en general.

No es fácil sacar conclusiones acerca de las conductas éticamente correctas o no de los anteriormente implicados, porque la ética no es el mero cumplimiento externo de unos códigos morales (y menos aún de unas leyes o regulaciones), sino una conducta que responde a una actitud interior, que no se puede juzgar desde fuera. De todos modos, podemos intentar algunas consideraciones, a la vista de la información disponible.

Ante todo, no debe confundirse la responsabilidad moral con la jurídica. Los jueces se fijan en la disconformidad de ciertas conductas con la ley para determinar una responsabilidad civil o penal. Sin embargo, la ética va más allá de la ley, porque ésta no puede contemplar todos los casos posibles, ni puede estar continuamente al día –por ejemplo, en lo relativo a conocimientos técnicos– ni puede juzgar de intenciones. Por ello, el cumplimiento de las leyes (justas) forma parte del deber moral, pero no lo agota.

1. El fabricante de cemento aluminoso

- a) *En la fabricación.* El cemento aluminoso es un producto conocido, cuya fabricación debe seguir las normas establecidas por la patente de Lafarge, por el estado de los conocimientos en cada momento y por la reglamentación vigente –que en el período considerado fue el *Pliego general de condiciones e instrucciones para la recepción de aglomerantes hidráulicos en obras de carácter oficial*, de 1930, y sus versiones de 1959 y 1964. Parece que Cementos Molins S.A. cumplió debidamente sus responsabilidades en este punto.
- b) *En la distribución.* Tratándose de un producto que exige condiciones de uso específicas, el fabricante debe hacerlo notar así, y tratándose de un conocimiento propio de especialistas, no puede suponerse que todos los usuarios conocen suficientemente esas reglas. De hecho, se incluyeron advertencias en los sacos, se repartieron folletos y se dieron conferencias explicativas. Parece que también en este punto se atendió suficientemente a la responsabilidad del fabricante.

2. El fabricante de viguetas y prefabricados

El fabricante de prefabricados debía proporcionar productos de la calidad especificada en cada caso –al menos la exigida por las regulaciones vigentes y la que se consideraba normal entre los técnicos o en el mercado–, y debía hacerla patente al comprador en cada caso. Ahora bien, no hubo en España reglamentación para el uso de cemento aluminoso hasta finales de la década de los sesenta, lo que, probablemente, exonera a los fabricantes de responsabilidad jurídica. En cuanto a la *lex artis* de los especialistas, se señala en el Anexo 4 que no era bien definida. Y si bien las regulaciones de otros países y las publicaciones especializadas extranjeras contenían reglas específicas, es dudoso que en el estado de los conocimientos técnicos de aquellos años se pudieran considerar exigibles en España.

Además, los fabricantes de prefabricados solían ser empresas pequeñas, surgidas de la oportunidad de negocio creada por el florecimiento de la construcción de viviendas, sobre bases técnicas y medios no siempre adecuados. No podemos juzgar su comportamiento ético, pero es probable que no se prestase la atención debida a algunos requisitos del uso del cemento

aluminoso que, como hemos visto, resultan muy importantes para su duración y resistencia. Al haberse hallado viguetas construidas con materiales de baja calidad, parece lógico concluir que quizá hubo ignorancia vencible (y, por tanto, culposa) en algunos fabricantes de viguetas y prefabricados. La falta de preparación técnica de esos fabricantes no es, en todo caso, un eximente, sino más bien un agravante, desde el punto de vista ético.

3. El constructor

Adquisición de viguetas. El constructor de las viviendas debió poner los medios a su alcance para que la obra resultase de la calidad especificada. Es verdad que se trataba de viviendas sencillas y baratas, pero esto no le autorizaba a utilizar materiales cuya calidad fuese inadecuada o que pudiesen constituir un peligro para los usuarios. En concreto, tenía obligación de cerciorarse de la calidad de los materiales que adquiriría –en nuestro caso, de las viguetas.

Fabricación de viguetas. También tenía obligación de que las viguetas construidas a pie de obra reuniesen las condiciones especificadas antes. Como se indicó en su lugar, las muestras estudiadas sugieren que su calidad era, a menudo, deficiente.

Construcción del edificio. Corresponde también al constructor observar las normas de construcción y, en concreto, de uso del cemento aluminoso, de acuerdo con las disposiciones vigentes, el criterio de los técnicos y el estado de los conocimientos.

Conservación del inmueble. El constructor debió tener en cuenta también que la humedad y las altas temperaturas podían perjudicar la resistencia del hormigón aluminoso, lo que hubiese exigido los correspondientes aislamientos –algo impensable en construcciones baratas, y aun caras, en aquellos años, en que además se carecía de los materiales adecuados. En todo caso, debió comunicarse a los inquilinos los peligros potenciales resultantes de aquellas humedades y cambios de temperatura –todo ello, obviamente, si el constructor tenía conocimiento de esos peligros.

En última instancia, estos puntos nos remiten a los considerados en el apartado anterior: la inexistencia de reglamentación y la poca difusión de los conocimientos técnicos adecuados. Las conclusiones a que llegamos son similares: es probable que no se pueda censurar moralmente a los constructores por su ignorancia acerca de las condiciones de manipulación y uso del cemento aluminoso, aunque la aparente falta de cuidado en la construcción ya sugiere una posible falta de los conocimientos debidos. En todo caso, conforme nos adentramos en la década de los sesenta, la presunción de imprudencia crece, pues el avance de los conocimientos fue cada vez mayor: se impartieron folletos, se dieron conferencias, los manuales incluían más información, etc., y aparecen las primeras regulaciones en España que, al menos, debieron alertar a los constructores acerca de sus deberes.

El hecho de que los constructores fuesen frecuentemente empresas pequeñas, a menudo ocasionales, con escasos medios y conocimientos, no reduce su responsabilidad moral: la ignorancia culpable de los deberes de la propia profesión nunca puede ser un eximente ético.

La responsabilidad moral del constructor se extiende también a los actos de sus subordinados, al menos en la medida en que aquel debió procurar que se llevasen a cabo con las debidas condiciones técnicas.

4. El arquitecto y otros técnicos que intervinieron

Las responsabilidades de los arquitectos, aparejadores, ingenieros, etc. que participaron en la construcción –tanto de prefabricados como de viviendas– es independiente de la de los constructores, por su papel técnico, por sus conocimientos y por la responsabilidad separada que la reglamentación y la práctica les confiere. De nuevo, su responsabilidad ética se remite a la ausencia de reglamentación y al estado de los conocimientos. Sin embargo, de ellos se debe esperar una mayor información, más al día que la del constructor, por lo que la excusa de la ignorancia es, en ellos, menos aceptable⁷.

5. El propietario

La responsabilidad principal del propietario de un inmueble es la de su conservación en adecuadas condiciones de uso, seguridad y salubridad. Como indicamos en su lugar, parece que esa conservación ha sido insatisfactoria en muchos casos –y esto se refiere tanto al primer propietario como a los siguientes, y a las comunidades de propietarios en viviendas en régimen de propiedad horizontal. Hay una responsabilidad moral por ello, en la medida en que hubiese supuesto un peligro para el mismo propietario-inquilino, para otros inquilinos o para terceras personas, aun en ausencia de cemento aluminoso, atendiendo a las circunstancias: edad del edificio, deterioro aparente, conocimiento acerca de las condiciones de conservación y reparación, etc.

Tratándose de viviendas en arrendamiento, existe el atenuante de la congelación de alquileres, que hacía no provechosa, o incluso fuertemente gravosa para el propietario, esa conservación. En este caso quedaba al menos su responsabilidad de llamar la atención de los inquilinos y de las autoridades acerca de la necesidad de esa conservación y de su imposibilidad de hacerle frente.

Los accidentes aquí descritos han servido para que los propietarios de otras viviendas hayan llevado a cabo revisiones de los edificios de su propiedad, adquiriendo una mayor conciencia de sus deberes legales –y es de suponer que también morales– acerca de la conservación de los mismos. En cuanto a la reparación de los edificios dañados, es también parte de su responsabilidad, siempre que dispongan de los medios suficientes; en caso contrario, deberán actuar, como se indica antes, dando cuenta a los inquilinos y a las autoridades. Obviamente,

⁷ El profesor Domènec Melé me hizo llegar la copia de una carta, dirigida por el que fue gerente de una empresa fabricante de viguetas a un alumno suyo, haciendo referencia al comportamiento del padre de éste. Entresaco de ella algunos párrafos, omitiendo los nombres propios: «Un día de tantos se presentó en la fábrica de “Viguetas N”, de la que era director técnico, D. XX.

»Lo saludé y le expuse que, no encontrando en el mercado el cemento portland que veníamos utilizando, para evitar la paralización de la fábrica había adquirido un cemento distinto en el mercado.»

- «Pues vamos a verlo». Al comprobar que era cemento aluminoso, me dijo: «Este cemento no se puede emplear. Absolutamente prohibido».

- «Pero D. X, no existe otro, tendría que paralizar la fábrica, con enorme perjuicio económico.»

- «Lo siento, pero no se puede; terminantemente prohibido utilizar este cemento.»

A mi insistencia, me comentó:

- «Haga lo que quiera, pero desde este momento renuncio a la dirección de la industria; considéreme dimitido. Es más: las vigas que estén fabricadas hay que inutilizarlas. Pueden cortarse y servir de hincos para vallas.»

Ante esta decidida actitud, le contesté:

- «Comprendo sus argumentos y paraliza la fabricación. Y así estuvimos bastantes días, hasta que logramos el cemento especial que habitualmente empleábamos.»

Esta carta muestra la actitud ética de no pocos técnicos de la época. Lamentablemente, no sabemos la fecha a que se refiere la anécdota –probablemente es posterior al Decreto de 7 de febrero de 1966.

existe el derecho moral a repercutir los gastos de reparación en los alquileres de las viviendas, con las salvedades hechas antes acerca de este tema.

6. El inquilino

El inquilino puede tener responsabilidades por el mal uso de la finca, o por transformaciones y mejoras de la misma que hayan podido poner en peligro su conservación –como se ha puesto de manifiesto en los informes periciales citados antes. En tal caso, la responsabilidad se debe determinar por su conocimiento de ese riesgo –conocimiento que parece bastante improbable, sobre todo cuando se trata de reformas que, aparentemente, mejoran la finca, pero que la dañan de forma imperceptible. Esa responsabilidad sí la tendría, en su caso, el técnico que llevó a cabo la reparación –que frecuentemente debió carecer de los debidos conocimientos y aun de la cualificación para llevarla a cabo en condiciones adecuadas.

7. Las autoridades

En la época de la construcción. Es función de las autoridades competentes *dictar y hacer cumplir las normas* que regulan la fabricación y uso de materiales que, como el cemento aluminoso, pueden provocar accidentes. Es obvio que las autoridades españolas omitieron este deber, al menos hasta la segunda mitad de la década de los sesenta, y eso a pesar de que eran conocidos los accidentes ocurridos por el empleo de hormigón aluminoso, así como la regulación restrictiva en otros países. La falta de preparación técnica de los funcionarios, la urgencia de la construcción de viviendas, etc., no pueden servir de excusa a este incumplimiento.

En los años siguientes. Las Administraciones subsiguientes dictaron normas restrictivas sobre el uso de cemento aluminoso. Debieron, además, tomar las medidas oportunas para *evitar los accidentes en las viviendas ya construidas*, una vez que los conocimientos sobre el tema fueron siendo mayores –evitando, claro está, un movimiento de pánico en los afectados. Estas medidas no se adoptaron.

En la actualidad. Las diversas Administraciones implicadas, principalmente la del gobierno catalán y de los ayuntamientos, han tomado *medidas para identificar, cuantificar y resolver los problemas* presentados: subvenciones para la reparación, cobertura de ciertos gastos (por ejemplo, hoteles para los desalojados de las viviendas en ruina), estudios sobre las causas y extensión del problema, ofrecimiento de asesoramiento técnico, planes para la construcción de nuevas viviendas, etc. Puede discutirse si esos medios han sido suficientes o no, pero resulta claro también que las autoridades deben contemplar otros muchos problemas y actuaciones, lo que limita los medios disponibles para el que nos ocupa.

En todo caso, la responsabilidad por *la conservación, reparación y, en su caso, reconstrucción de las viviendas de propiedad pública*, corresponde íntegramente a las autoridades, aunque ello no debe dar lugar a un tratamiento discriminatorio para las viviendas de promoción privada, ni viceversa.

¿Tienen obligación las autoridades de *proporcionar fondos a todos los particulares afectados, para la reparación o reconstrucción* de sus viviendas? La respuesta afirmativa debería basarse, bien en la *falta de regulación* del uso de hormigón aluminoso, bien en un deber genérico de la Administración de asumir todos los riesgos extraordinarios de los particulares. Respecto del primer punto, no parece que esto cree inmediatamente el deber de ayudar a cada uno de los

damnificados –y el consiguiente derecho de éstos a una subvención–, sino un deber genérico de socorro (solidaridad), al que nos referimos más adelante. Pretender que la Administración deba regular todo posible riesgo implica sobrevalorar dicha capacidad regulatoria y exigir a la Administración una tarea que le supera, y llevaría consigo también un deterioro de la responsabilidad de los particulares.

El mismo argumento sirve para rechazar el deber de la Administración de *asumir todos los riesgos extraordinarios de los particulares*, como el que nos ocupa aquí. Es verdad que en nuestra sociedad hay voces que reclaman ese deber público, pero la concepción del hombre y de la sociedad que parece subyacer en esa postura no parece la más adecuada para gestionar los asuntos públicos. El hombre no puede pretender ser el controlador de todos los fenómenos, ni, por tanto, puede establecer un contrato social por el que los demás le compensen de las pérdidas extraordinarias en que pueda incurrir –en ocasiones, por culpa suya. La generalización de ese presunto deber de la Administración implicaría la pérdida de libertad y autonomía de la persona, y un crecimiento indeseable del aparato burocrático.

Pero, entonces, ¿cómo deben actuar las autoridades cuando una persona sufre un serio revés económico, como es la pérdida de su vivienda, sin posibilidades de hacerle frente, por razones de edad, falta de medios económicos, etc.? Este caso es distinto del anterior: cada persona debe hacer frente a los riesgos ordinarios y extraordinarios de la vida, pero tiene un derecho genérico a que la sociedad le ayude, en casos extremos, cuando el interesado no pueda hacerlo. O, dicho de otro modo, *la sociedad no puede permitir que uno de sus miembros caiga en un estado de indigencia*, sin culpa por su parte –y aun en casos de una cierta negligencia–, al menos en sociedades desarrolladas que disponen de medios para ello. En tales casos parece lógica una gradación de ayudas: primero, el propio interesado, aunque sea a costa de su nivel de vida, porque cada persona es el primer responsable de su propio sustento y desarrollo. Luego, la familia, que no en vano es el primer ámbito de vida de la persona. A continuación pueden venir las sociedades intermedias –vecinos, comunidad local, comunidad religiosa, etc.–, por razón de su proximidad. Finalmente, la sociedad en su conjunto –y, como gerente de los asuntos públicos, el Estado o quien le represente. Parece razonable, pues, que las autoridades hayan diseñado un sistema de ayudas en función de los medios económicos de los afectados.

8. La sociedad en general

¿Tiene la sociedad en general algún tipo de responsabilidad por lo ocurrido? Este sería un tema muy discutible, pues no parece que la sociedad, en abstracto, sea un sujeto de deberes como el que contemplamos. Y, sin embargo, puede argumentarse que algo de ello existe.

En primer lugar, la sociedad deber de *evitar que alguno de sus miembros caiga en la indigencia*, como ya se ha señalado antes.

En segundo lugar, puede hablarse de una responsabilidad genérica de la sociedad por la *desatención de problemas* como el de la seguridad en la construcción –y otros muchos: seguridad en el trabajo, seguridad y sanidad de alimentos y otros bienes de consumo y de producción, protección del medio ambiente, etc. No cabe duda de que la sociedad española se desentendió de muchas de esas cuestiones, en un proceso que resulta de la falta de formación y sensibilidad, de la pérdida de ciertos valores, de un cambio en las instituciones, y, naturalmente, de una cierta despreocupación por la responsabilidad de todos en los asuntos sociales –que es un problema ético.

Esto no puede, a nuestro juicio, convertirse en un derecho a una contraprestación de la sociedad por esas omisiones. Pero sí debe llevar a un proceso de rearme moral y social que fomente el sentido de responsabilidad de todos en la consecución del bien común. En definitiva, estos presuntos deberes de la sociedad lo son de cada uno de sus componentes y de las estructuras intermedias.

Conclusión

El derrumbamiento de unas viviendas y el deterioro de otras muchas como consecuencia de un empleo inadecuado de cemento aluminoso han planteado un problema económico, social y político a la sociedad española, en particular a la catalana. Nos hemos ocupado, principalmente, de su vertiente moral, y no hemos encontrado culpables manifiestos –ni era ése nuestro objetivo. Hubo, probablemente, desidia, falta de profesionalidad y competencia y exceso de ánimo de lucro en algunos constructores y técnicos. Hubo también un abandono de los deberes de la Administración, al menos cuando se compara con la atención prestada al tema en otros países –pero esa desatención no implica una menor culpabilidad de los interesados. Y se dio también una situación en que la sociedad española renunció a ciertos valores, premió conductas menos adecuadas y, sobre todo, olvidó los deberes éticos propios de toda la sociedad, de cada uno de sus miembros y del Estado, en cuanto a la promoción y defensa del bien común. En todo caso, la existencia de una responsabilidad moral por los males causados lleva consigo la obligación de reparar esos males, independientemente de lo que decidan los tribunales.

Si estos accidentes sirven para que la sociedad española –las empresas, los consumidores y usuarios, los técnicos, las autoridades, etc.– gane en hondura moral, será válido el dicho de que “no hay mal que por bien no venga”, aunque no parece que la reacción observada hasta el momento siga esta línea.

Anexo 1

Evolución de la legislación sobre el uso de cemento aluminoso en otros países

Se recogen aquí sólo algunas de las normas más relevantes, como muestra de la evolución de los conocimientos y de la regulación acerca de su fabricación y su uso⁸.

1927. Francia. La Circular ministerial de Obras Públicas número 33 señala ciertas condiciones para el empleo de cemento aluminoso.

1928. Francia. Una nueva circular confirma las precauciones anteriores. Es interesante hacer notar que señala una proporción máxima de cemento por volumen de hormigón, lo que más tarde se demostró erróneo.

1935. Francia. Se insiste en la impermeabilidad del cemento, en una nueva circular, a raíz de los resultados de la primera encuesta sobre el empleo de cemento aluminoso. Se cambia la proporción máxima de cemento por volumen de hormigón, pero sigue sin regularse la proporción de agua.

1937. Reino Unido. La Institution of Structural Engineers da instrucciones sobre el empleo de cemento aluminoso.

1943. Francia. La Circular Schwartz, de 5 de enero, somete el empleo del cemento aluminoso en obras públicas a una autorización ministerial, previamente justificada. La interpretación extensiva de esa limitación la convirtió casi en una prohibición, excepto en obras de carácter provisional.

1951. Reino Unido. El Building Research Digest de 1951 establece nuevas reglas para el uso de cemento aluminoso.

1955. Hungría. Se suspende el uso de cemento aluminoso, al comprobar su pérdida de resistencia con el paso del tiempo.

1957. Reino Unido. El British Standard Code of Practice, CP 114, autoriza el empleo de cemento aluminoso en estructuras de hormigón armado.

1959. Reino Unido. Se autoriza el empleo de cemento aluminoso en hormigón pretensado, con autorización del ingeniero (CP 115).

1962. República Federal de Alemania. Se prohíbe el empleo de cemento aluminoso.

1964. Reino Unido. Nuevo informe de la Institution of Structural Engineers.

1965. Reino Unido. Se autoriza la utilización de cemento aluminoso en prefabricados de hormigón, con la aprobación del ingeniero (CP 116). Sin embargo, no se trata suficientemente el problema de la conversión.

1970. Francia. La Circular Vasseur (núm. 31) autoriza el uso de cemento aluminoso en pretensados, sin otras limitación que el cumplimiento de las instrucciones de uso que se especificaban.

⁸ Esta lista está tomada de diversos artículos de las ya mencionadas Jornades tècniques..., obra cit.

Anexo 1 (continuación)

1972. Reino Unido. Se autoriza la utilización de cemento aluminoso en estructuras de hormigón (CP 110).

1974. Reino Unido. Después de los accidentes ocurridos en 1973 y 1974, se deja a la experiencia y la responsabilidad del ingeniero el uso de cemento aluminoso.

1975. Reino Unido. Informe de un subcomité del Building Regulations Advisory Committee sobre los accidentes de 1973-1974, seguido de otro informe en 1976 a cargo de la Institution of Structural Engineers.

1979. Francia. La Circular Maurus (núm. 34) autoriza el empleo de cemento aluminoso en todo tipo de obras, bajo las condiciones estrictas y detalladas contenidas en la circular de 1970.

1991. Francia. Se normaliza el cemento aluminoso y su guía de utilización (NF P-15-315 y 316).

Anexo 2

Producción de cemento aluminoso en España, 1950-1970

Año	Toneladas
1950	2.192
1951	6.194
1952	9.609
1953	15.406
1954	16.861
1955	23.065
1956	26.028
1957	31.442
1958	30.452
1959	32.017
1960	33.602
1961	38.410
1962	44.356
1963	55.035
1964	59.134
1965	62.051
1966	62.127
1967	59.662
1968	55.491
1969	61.654
1970	59.181

Fuente: Rosell, J. R., «Momentos históricos de utilización y limitación», en Jornades tècniques sobre el ciment aluminós i el seus prefabricats, Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona, Barcelona, 1991, pág. 32.

Anexo 3

La regulación del cemento aluminoso en España⁹

La primera mención oficial del cemento aluminoso es el *Pliego general de condiciones e instrucciones para la recepción de aglomerantes hidráulicos en obras de carácter oficial*, de 1930, que regula su fabricación y uso. Se exige una resistencia mínima a los 28 días de 230 kg/cm², y una proporción agua/cemento de 0,43. Dicho pliego es objeto de referencia en disposiciones posteriores (1941 y 1944), sin cambios sustanciales.

Durante los años que siguieron a la guerra civil (1936-1939) impera el criterio de economía de materiales escasos. El Decreto de la Presidencia del Gobierno de 11 de marzo de 1941 señala que «en la construcción de pisos se procurará igualmente la máxima economía de hierro, sustituyéndolo con procedimientos a base de hormigón armado del mínimo porcentaje de armaduras». De acuerdo con ello, una Orden de 1 de mayo de 1944 exige un dictamen previo de la Dirección General de Arquitectura para todo sistema especial de forjados en la edificación.

Los pliegos de 1959, 1964, 1975 y 1985 contemplan el uso de cemento aluminoso en obras públicas. El actualmente vigente data de 1988 (Real Decreto 1312/1988, de 28 de octubre), extendiéndose a las obras tanto de carácter público como privado.

Un Decreto de 7 de febrero de 1966 obliga a la autorización previa del método de fabricación de viguetas prefabricadas (aunque, de hecho, no se aplica hasta dos o tres años después).

En 1968 se publica la primera «Instrucción para el proyecto y la ejecución del hormigón en masa y armado» (EH 68; Decreto de 20 de septiembre), en que se exige una justificación especial para el empleo de cemento aluminoso. También en la *Instrucción* revisada en 1973 (EH 73; Decreto de 19 de octubre) se exige un "estudio especial" y el cumplimiento de las instrucciones de uso, que se incorporan como Anexo 4. El mismo contenido se repite en las Instrucciones de 1980, 1982 y 1988 (EH 80, 82 y 88).

En cuanto a los pretensados, la *Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado* (EP 77; Decreto de 18 de febrero) prohíbe la utilización de cemento aluminoso. La aprobación definitiva de dicha *Instrucción* data de 1980 (EP 80; Real Decreto de 14 de abril), reiterándose la prohibición.

En 1985 se normalizan los cementos, incluido el aluminoso (UNE 80.301-85), actualizándose en 1988 (UNE 80301-88).

En 1986, la Generalitat de Catalunya comunica a los colegios profesionales interesados su propósito de advertir a los propietarios de edificios construidos entre 1954 y 1964 de la necesidad de una inspección técnica, y solicita su ayuda para una campaña de formación de técnicos para tal fin. La campaña se llevó a cabo, pero la advertencia a los propietarios, no.

En 1990, el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, y el gobierno de la Comunidad Autónoma de Canarias, llegan a un acuerdo para la rehabilitación de 1.600 viviendas de promoción pública afectadas por aluminosis, con una aportación de 6.000 millones de pesetas.

⁹ La fuente de este Anexo son también los artículos recogidos en *Jornades tècniques...*, obra cit.

Anexo 4

Evolución de los conocimientos técnicos acerca de los problemas del cemento aluminoso

Los primeros informes franceses sobre la conversión del cemento aluminoso datan de 1930, aunque los conocimientos no se concretaron definitivamente hasta finales de los años sesenta. Alrededor de 1928 se recomendaba:

- Evitar la mezcla de cemento aluminoso con otros cementos o cales.
- Trabajar con herramientas limpias y sin trazas de otros cementos.
- Evitar que los hormigones contuviesen agua de mar, se calentasen al sol o adquiriesen temperaturas elevadas.
- Evitar dosificaciones de cemento demasiado elevadas (por encima de 400 kg por metro cúbico).
- Hacer cuidadosamente la mezcla, para garantizar una buena distribución del cemento con la arena.
- Trabajar la mezcla más que con otros cementos.
- Mojar el encofrado antes de la puesta en obra del hormigón.
- Mantener el hormigón mojado durante el fraguado y los días siguientes.
- Utilizar espesores de hormigón reducidos.
- Si adquiría un color marrón terroso, vigilar la obra y derribar las zonas sospechosas.

Como en otros países, también en España los primeros problemas derivados del empleo de dicho material se atribuyeron a un insuficiente empleo de agua. De ahí que el texto de Moral, F., «Hormigón armado», Dossat, Madrid, 1947, que fue ampliamente utilizado hasta los años sesenta, recomendase relaciones agua/cemento aluminoso superiores a 0,85 e inferiores a 1.

A principios de los años sesenta, el texto de Robson, T. D., «High alumina cements and concretes», Wiley, Londres, 1962, recoge el estado de los conocimientos sobre el tema, señalando claramente la naturaleza de la conversión del cemento aluminoso y su método de uso. La versión castellana apareció en 1965, «Los cementos aluminosos y sus hormigones», Cárcamo, Madrid.

Hay que mencionar también las conferencias que en 1963 impartió en Madrid y Barcelona el técnico francés H. Lafuma, y que fueron publicadas en 1964 por el Instituto Eduardo Torroja (monografía nº 239), insistiendo en las condiciones correctas para el uso de dicho cemento. El mismo instituto llevó a cabo en aquellos años estudios sobre el comportamiento a corto y medio plazo de los hormigones y morteros de cemento aluminoso. En 1969, Cementos Molins S.A. ofreció una conferencia coloquio a almacenistas distribuidores sobre el uso correcto del cemento aluminoso, de acuerdo con lo que constituía el conocimiento internacional en aquel momento. Desde 1930 este fabricante había editado folletos que informaban claramente acerca del uso del cemento aluminoso.

Anexo 4 (continuación)

En ese mismo año, 1969, la Comisión de Durabilidad de la Federación Internacional del Pretensado publicaba en Moscú sus advertencias sobre los problemas y métodos de uso del cemento aluminoso, después de una comunicación en el mismo sentido en 1967.

Finalmente, en 1976, C. D. George, director técnico de Lafarge, publicó el resultado de un amplio estudio sobre la durabilidad del cemento aluminoso y las condiciones para su empleo («Emploi du béton de ciment alumineux dans la construction», *Revue des matériaux de construction*, 701, abril de 1976, págs. 201-209).

Anexo 5

La construcción de viviendas en España, 1951-1970

Año	Viviendas
1951	57.000
1952	63.000
1953	67.000
1954	87.000
1955	112.000
1956	122.000
1957	108.000
1958	129.321
1959	137.695
1960	144.280
1961	148.020
1962	162.445
1963	206.697
1964	256.894
1965	283.285
1966	268.366
1967	204.471
1968	248.089
1969	270.254
1970	308.049

Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

Anexo 6

Consumo de cemento aluminoso en Cataluña, 1950-1970

Año	Toneladas
1950	1.589
1951	3.040
1952	5.952
1953	–
1954	10.229
1955	14.117
1956	21.348
1957	19.648
1958	20.071
1959	20.449
1960	19.655
1961	21.898
1962	26.640
1963	32.075
1964	38.475
1965	38.605
1966	34.133
1967	25.078
1968	19.883
1969	–
1970	–

Fuente: Ventura, F.X., «Problemàtica socio-econòmica generada pel ciment aluminós», en *Jornades tècniques sobre el ciment aluminós i el seus prefabricats*, obra cit., pág. 66.

Anexo 7

Las responsabilidades civil y penal por vicios en la construcción en la legislación española

La legislación española contempla una responsabilidad civil, y otra penal, en la construcción de edificios.

La *responsabilidad civil* supone la existencia de un acto antijurídico que lesiona derechos subjetivos privados y al cual se impone como sanción civil la indemnización por daños y perjuicios. Puede ser contractual, si se deriva de un contrato existente entre el perjudicado y el causante del daño, o extracontractual, cuando el actuar negligente de una persona sea causante de daño a otra con la que no le vinculaba contrato previo. Separadamente se trata de la llamada *responsabilidad decenal*.

1. *Responsabilidad civil contractual*. En el caso que nos ocupa se pueden dar varios tipos de contrato.
 - a) El más relevante aquí es el que se acuerda entre el dueño de la obra y el contratista, quedando éste obligado a la construcción del edificio conforme a lo pactado en el contrato, a las reglas del arte de la construcción y a los usos y normas profesionales, en tanto que el propietario se compromete al pago del precio. Es obvio que una construcción defectuosa puede dar lugar a responsabilidad civil contractual (arts. 1.089, 1.091, 1.101 y 1.258 del Código Civil español, en adelante, CC).
 - b) Otro caso de responsabilidad civil contractual tiene lugar cuando el propietario que encargó la construcción, o el promotor de la misma, venden la vivienda a un tercero. En tal caso, el comprador puede exigir la compensación por los vicios o defectos ocultos de la cosa vendida, pero sólo durante seis meses a contar desde la entrega (art. 1.490 del CC). Según la jurisprudencia del Tribunal Supremo, puede también exigir la responsabilidad civil derivada del incumplimiento del contrato a que nos hemos referido antes, dado que el vendedor tiene obligación de entregarlo en condiciones de plena habitabilidad, seguridad, higiene y duración.
2. *Responsabilidad civil extracontractual*. El art. 1.902 del CC establece que «el que por acción u omisión causa daño a otro interviniendo culpa o negligencia, está obligado a reparar el daño causado». De la ruina total o parcial de los edificios se ocupa explícitamente el art. 1.907: «El propietario de un edificio es responsable de los daños que resulten de la ruina de todo o parte de él, si ésta sobreviniere por falta de las reparaciones necesarias» (se entiende por ruina del edificio no sólo su deterioro físico irremediable, sino también su incapacidad para servir para el uso a que se había destinado). Si dicha ruina «tuviera lugar por defecto de construcción, el tercero que lo sufra sólo podrá dirigirse contra el arquitecto o contra el constructor dentro del tiempo legal» (art. 1.909) que, según el art. 1.591, es de diez años –aunque puede también dirigir su acción contra quien considere causante del daño, sea el constructor, el arquitecto u otra persona interviniente, a tenor del art. 1.902.

Anexo 7 (continuación)

Para que se pueda exigir responsabilidad civil extracontractual es necesario que haya habido actuación negligente del propietario, en cuanto a las reparaciones necesarias, a las que se refiere el art. 389 del CC. En la jurisprudencia se vienen exigiendo como requisitos para la acción de responsabilidad civil extracontractual: «a) una acción u omisión antijurídica o ilícita; b) una lesión o daño; c) la culpa del agente, y d) una relación de causalidad entre la acción u omisión y el daño producido» (sentencia de la Sala Primera del Tribunal Supremo, de 26 de noviembre de 1990).

3. Un caso especial de responsabilidad civil específica del contratista y del arquitecto en la construcción de un edificio es la llamada responsabilidad decenal. Según el art. 1.591 del CC, «el contratista de un edificio que se arruinase por vicios de la construcción responde de los daños y perjuicios si la ruina tuviere lugar dentro de diez años, contados desde que concluyó la construcción; igual responsabilidad y por el mismo tiempo tendrá el arquitecto que la dirigiese, si se debe la ruina a vicio del suelo o de la dirección. Si la causa fuere la falta del contratista a las condiciones del contrato, la acción de indemnización durará quince años».

Consignamos separadamente este tipo de responsabilidad, porque no queda claro en la doctrina si es de carácter contractual o extracontractual, ya que puede ejercerse tanto dentro del contrato de construcción como fuera de él. Para ejercerla hace falta: a) que los responsables hayan intervenido en la construcción de la obra como contratista o arquitecto; b) que el edificio adolezca de vicios constructivos, lo que presupone una culpa profesional (y esa culpa se supone si la ruina tiene lugar en el plazo de diez años citado), y c) que se hayan producido daños y perjuicios indemnizables, causados por la ruina del edificio (incluidos los perjuicios ocasionados por no haber podido utilizar el edificio, los gastos de reparación y el llamado "daño moral").

La *responsabilidad penal* supone un acto antijurídico de mayor gravedad y carácter antisocial, que lesiona un bien jurídico que el Estado considera digno de protección y que merece como sanción una pena. Para que exista responsabilidad penal es necesario, ante todo, que lo establezca una ley, y, además, que exista dolo o culpa. El primero tiene lugar cuando el causante de la infracción se representa el probable resultado dañoso de su acción y lo desea o, al menos, lo acepta; si no hay tal aceptación –bien porque el causante era consciente del posible daño, pero supuso que no se produciría, o porque ni siquiera se representó el posible resultado, pudiendo y debiendo hacerlo–, se habla de culpa. Cuando el hecho se causare por mero accidente, sin dolo o culpa del sujeto, se llama fortuito y no es punible.

1. El supuesto de que el culpable actuase con dolo, es decir, con la clara intención de producir la ruina del edificio y causar daños a personas y bienes, o, al menos, aceptando de antemano la posibilidad de aquella ruina y daños, puede descartarse razonablemente en este caso. Nos limitaremos, pues, a las situaciones en las que pueda existir culpa o imprudencia.

Anexo 7 (continuación)

2. En la actual regulación del Código Penal (CP) español (arts. 565, 586 bis y 600) se distinguen tres clases de *imprudencia*: la *temeraria* (cuando se infringen las más elementales normas de cuidado y diligencia que aun la persona menos diligente o cuidadosa observaría, actuando sin la menor preocupación por las consecuencias dañosas que la acción pueda provocar), la *simple con infracción de reglamentos* (cuando se infringen las normas de cuidado y diligencia propias de una persona medianamente diligente, estando dichas normas recogidas en alguna ley, reglamento u otra norma jurídica), y la *simple sin infracción de reglamentos*. La gradación de las penas establecidas por el CP distingue entre los casos de imprudencia temeraria en hechos que, si mediare dolo, constituirían delito, y simple imprudencia o negligencia con infracción de reglamentos, quedando despenalizados los demás supuestos (es decir, aquellos hechos que, por la importancia o cuantía del daño causado, sólo darían lugar a falta, así como la imprudencia simple sin infracción de reglamentos, y aun la imprudencia temeraria o simple con infracción de reglamentos, cuando los daños producidos son de cuantía inferior a la prevista en el Seguro Obligatorio de automóviles).
3. La Ley 3/1989 de 21 de julio introdujo en el Código Penal el *delito de riesgo*, que castiga a «los que en la apertura de pozos o excavaciones, en la construcción de edificios, presas, canalizaciones u obras análogas, o en la conservación, acondicionamiento o mantenimiento de los mismos, infringieren las reglas de seguridad establecidas, cuya inobservancia pudiera ocasionar resultados catastróficos y pusieren en concreto en peligro la vida, la integridad o la salud de las personas». Su novedad radica en que no es necesario que se hayan producido daños, sino que basta una conducta peligrosa por incumplimiento de las normas de seguridad. Por la fecha de entrada en vigor de esta ley, este delito no es aplicable a la situación que aquí nos ocupa –salvo que se atribuya delito de riesgo a la falta de conservación continuada de los edificios.

Todas las responsabilidades anteriores pueden atribuirse a todas o a algunas de las personas que participan en la construcción: el *arquitecto* (como técnico proyectista y como técnico director de obra), el *aparejador o arquitecto técnico* (que tiene una intervención distinta y propia en la construcción), *otros técnicos* que hayan podido intervenir (ingenieros, geólogos, etc.), el *constructor* (la persona física o jurídica que tiene a su cargo ejecutar materialmente la obra, y que responde también del trabajo ejecutado por las personas que ocupare en la obra), los *subcontratistas*, si lo hay, los *fabricantes* y *suministradores* de material, el promotor (la persona que inicia, promueve, coordina y dirige todos los esfuerzos necesarios para la construcción del edificio, que en los años cincuenta y sesenta solía coincidir con el constructor) y el *propietario* del edificio ruinoso (en cuanto a la obligación de conservarlo en las adecuadas condiciones de uso, debiendo efectuar las reparaciones oportunas o, si no le es posible, ponerlo en conocimiento de la autoridad competente para que adopte las medidas oportunas).

Pueden exigir responsabilidades:

1. El *propietario* del edificio, *que lo encargó* al contratista, por la responsabilidad civil de éste, del arquitecto y del subcontratista –pero no de los fabricantes y suministradores de material, cuando los vicios de éste sean causantes de la ruina del edificio, aunque puede ejercer la acción correspondiente contra el constructor o los técnicos por falta de

Anexo 7 (continuación)

diligencia en el control de la calidad del material, y puede también reclamar contra el fabricante o suministrador de acuerdo con la acción genérica de responsabilidad extracontractual prevista en el art. 1.902 del CC.

2. El *propietario* del edificio *que lo adquirió* una vez concluido, y que puede ejercer las mismas acciones que el indicado en el párrafo anterior, así como contra el anterior propietario por los vicios o defectos ocultos (acción que vence a los seis meses de la entrega de la cosa).
3. Los *terceros* perjudicados, que pueden ejercer la acción de responsabilidad civil extracontractual contra el propietario del edificio (art. 1.907 del CC) y contra el constructor y los técnicos (si la responsabilidad prevista en el art. 1.591 se entiende de naturaleza extracontractual).

Un aspecto particularmente importante en el caso que consideramos es el *plazo de prescripción* de la responsabilidad civil y penal. 1) el ejercicio de la acción de *responsabilidad civil contractual* (por incumplimiento del contrato) prescribe, como regla general, a los quince años (art. 1964 del CC); 2) la acción para exigir el cumplimiento de las *obligaciones derivadas de la culpa o negligencia* expira al cabo de *un año* (art. 1.968, 2), y 3) en el caso de *responsabilidad civil por ruina de edificios* (art. 1.591) se establece un plazo de *diez años*, pero no hay acuerdo en la doctrina acerca de su interpretación: si se trata de un plazo de garantía (de modo que los defectos de construcción deben aparecer dentro de los diez años y, a partir de ese momento, discurre el plazo de prescripción de quince años para ejercer la acción contra el contratista o los técnicos) o un plazo de prescripción (la acción debe ejercerse improrrogablemente antes de los diez años desde la conclusión de la obra). Una sentencia del Tribunal Supremo de 15 de octubre de 1990 parece dirimir esta cuestión en el primero de los sentidos mencionados.

En el *ámbito penal* se establece también un plazo de prescripción, considerando que una reacción social tardía resultaría extemporánea, inadecuada e injusta, tanto para el autor del delito como para la sociedad, ya que la pena que se impondría difícilmente tendría una función rehabilitadora. El art. 114 del CP establece que el delito de imprudencia temeraria prescribe a los cinco años de su comisión, y las faltas de imprudencia simple, con o sin infracción de reglamentos, lo hacen a los dos meses. En cuanto al momento de comisión del delito, varias sentencias del Tribunal Supremo consideran que no es el de la construcción del edificio, sino el de la manifestación del daño (sentencias de 26 de octubre de 1971, 27 de diciembre de 1974 y 21 de abril de 1989).