



PELIGRO DE INCENDIOS EN EDIFICIOS ALTOS

Gabriel RODRIGUEZ J.*

RESUMEN

Se analizan las principales causas de la propagación de incendios en los edificios de gran altura, dando a conocer los resultados de una inspección técnica realizada en los principales tipos de edificios altos existentes en Santiago y haciendo un análisis de su diseño, elementos y materiales empleados en su construcción, desde el punto de vista de la propagación del fuego.

Se propone una serie de normas, disposiciones y acciones que deberían tomarse en cuenta en la legislación técnica pertinente, para evitar o aminorar el peligro de incendios en las construcciones de este tipo.

INTRODUCCION

Tanto en Chile en particular como en los países sísmicos en general, el principal peligro que se cierne sobre un edificio parece ser el terremoto, olvidando o relegando a segundo término al incendio. No obstante, ambos son catastróficos para los inmuebles y sus moradores, aunque de naturaleza diametralmente distinta.

* Investigador de IDIEM. Profesor de Aislación de Edificios en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile.

Un terremoto es una catástrofe nacional que se produce en un minuto, afectando generalmente a varias provincias con cientos o miles de edificios dañados e importantes pérdidas humanas. Su espectacularidad les hace ser siempre noticia mundial. En nuestro país ocurren cada 10 a 15 años como promedio. Son fenómenos de la naturaleza imposibles de evitar y aun de predecir, si bien sus efectos se pueden contrarrestar haciendo construcciones resistentes. Los países sísmicos que tienen experiencia al respecto, suelen tener legislaciones técnicas adecuadas.

Un incendio, en cambio, es un siniestro que ocurre durante un tiempo relativamente largo (desde unos 30 minutos hasta algunas horas) y que afecta a lo más unos pocos edificios. Da tiempo para que la gran mayoría de los moradores salven con vida. El siniestro se puede atacar con cierta eficacia, sea por los mismos moradores o mejor aun por brigadas de bomberos. Por estas causas el incendio apenas si es noticia local. No obstante, ocurren todos los días, durante todo el año. Digamos, para graficar la situación, que entre terremoto y terremoto los incendios se cuentan por miles y los daños materiales y humanos, a nivel nacional, son comparables con aquéllos.*

El incendio es un fenómeno producido únicamente por el hombre y aunque debiera ser posible evitarlo, es difícil conseguirlo en el 100% de los casos. Sus efectos pueden ser anulados o contrarrestados si se dispusiese de una acción mancomunada de todos: legislación técnica adecuada; proyecto y construcción realizado con conocimiento cabal de la fenomenología del incendio; control serio e integral de materiales y elementos; uso inteligente del edificio por parte de los ocupantes, quienes, además deben estar perfectamente instruídos de la acción, primero de prevención y luego de lucha en caso de siniestros.

Edificios altos se vienen construyendo en el mundo desde principios de siglo. No obstante, sólo después de los años cincuenta puede decirse que el peligro de incendios es una real amenaza para ellos debido, principalmente, a su atrevida esbeltez y a los nuevos materiales livianos de construcción, terminación y decoración que se han estado poniendo en uso en los últimos tiempos.

Aunque se han producido desastrosos incendios en Nueva York, Nueva Orleans, Chicago, así como en Tokyo, Hamburgo, Frankfurt, Bogotá, etc., el más catastrófico de todos fue, sin duda alguna, el del edificio Joelma de Sao Paulo, Brasil, en febrero de 1974, con un saldo de 230 muertos, 450 heridos y una torre de 26 pisos totalmente destruída¹.

En Chile, desde hace poco más de diez años, se vienen haciendo edificios de más de 15 pisos. Hay una tendencia clara a hacer edificios cada vez más altos, actualmente bordeando los 30 pisos, y en mayor número.

Si bien hasta el momento, felizmente, no ha habido que lamentar desgracias, ya se ha producido algunos principios de incendio que, por fortuna, no han llegado a mayores³. Sin embargo, dada la tendencia indicada, es natural esperar que, a me-

* Estadísticas norteamericanas demuestran que en el período de la guerra de Vietnam, en los Estados Unidos hubo más víctimas por incendios que en la guerra misma².

lida que aumente el número de edificios altos, aumenten también las probabilidades de que se produzcan incendios en ellos. Esta situación hace que sea necesario preocuparse con la debida anticipación de la prevención de incendios en este tipo de edificios.

Por otro lado, es legítimo que las autoridades nacionales, consecuentes con la economía del país, fomenten la construcción de altura en las grandes urbes, limitando el crecimiento en extensión, lo que evita la invasión de valiosos terrenos agrícolas y ahorra la enorme inversión y subsiguiente mantención que significa prolongar, a enormes distancias, toda la complicada infraestructura propia de la gran ciudad.

Nuestro país no cuenta con disposiciones técnicas adecuadas para la edificación en altura. La actual Ordenanza General de Construcciones data de 1931, con ligeras modificaciones posteriores. Urge, pues, una nueva legislación, moderna, acorde con los recientes diseños, materiales y tecnologías de la construcción; flexible para permitir una arquitectura creadora con personalidad propia; severa para evitar bajar la calidad y funcionalidad a límites inaceptables. Tampoco deberá caer en el otro extremo de hacer utópica su aplicación al no considerar la capacidad y realidad de la tecnología nacional.

Consciente de esta necesidad, el Ministerio de la Vivienda y Urbanismo está haciendo una revisión total de la Ordenanza, materia que será de por sí, larga y complicada*.

FENOMENOLOGIA DEL INCENDIO

Para que se produzca un incendio y se desarrolle o propague es necesario que concurren tres factores simultáneamente, son ellos la existencia de materiales combustibles en cantidad suficiente, la presencia de aire y la ocurrencia de una temperatura que produzca la ignición de los materiales.

Expondremos, en los capítulos sucesivos, la incidencia y significación de cada uno de los factores mencionados.

Materiales combustibles

A primera vista pareciera que un edificio tipo torre, hecho de acero y hormigón armado, con muros o tabiques de albañilería, fuese totalmente incombustible y en consecuencia a prueba de fuego. No obstante, esto es engañoso. El edificio contiene en sí numerosísimos materiales más o menos combustibles o débiles al fuego que en caso de incendio constituyen un peligro. Caen en este rubro la mayoría de los elementos de terminación, materiales de recubrimiento, instalaciones eléctricas y — lo que más asombra — el acero estructural no pro-

* Resistentemente la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior ha centralizado el estudio del *Capítulo Incendio* de la nueva Ordenanza, llamando a un comité de expertos en la materia. En representación del IDIEM asiste el autor, estimándose que el estudio de este punto quedaría finiquitado en el año 1978.

tegido. Agréguese a ello la carga combustible extra que se adiciona por concepto de alhajamiento y uso del edificio y se llegará a límites que pueden ser realmente peligrosos.

A grandes rasgos estos materiales son: elementos de metal estructural no protegido; elementos de plástico o madera sintética y natural, tales como pisos, tabiques, divisiones, closets y estanterías, cielos falsos, puertas, ventanas, etc.; materiales de terminación de origen orgánico, como pinturas, papeles, textiles o cueros naturales y sintéticos; eléctricos, como aislaciones, ductos, partes de artefactos de plásticos o goma, lámparas de acrílico, etc.; elementos de alhajamiento y uso, tales como cortinajes, alfombras, tapices, cuadros, muebles, rellenos de espuma u otros materiales orgánicos, libros, ropa y textiles, vajilla plástica, etc.; alimentos, como los farináceos (granos, harina, pan), azúcar, aceite, licores, etc.; fármacos, alcohol, algodón, perfumes y cosméticos; combustibles de uso corriente, como kerosene (parafina), gas licuado, alcohol de quemar, y otros varios, pero altamente peligrosos, como solventes para limpieza, cera para pisos, insecticidas líquidos, etc.

Todos estos componenetes que, en mayor o menor proporción, se encuentran en un edificio habitacional según el nivel socio-económico de los habitantes, serán el alimento del cual se nutrirá el incendio.

Aire

El aire, dada su composición, es el que proporciona el comburente, oxígeno, adecuado para la combustión. Está siempre presente renovándose a través de ventilaciones, junturas y rendijas, de modo que, aunque un recinto amagado esté cerrado, tendrá aire suficiente para mantener un fuego hasta que éste derribe una ventana o puerta, que son los elementos más débiles. La combustión no es más que una reacción química de oxidación rápida, fuertemente exotérmica y que por ello puede automantenerse como reacción en cadena, mientras haya oxígeno y combustible en cantidades suficientes.

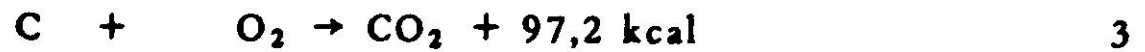
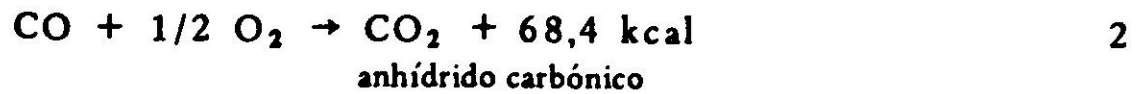
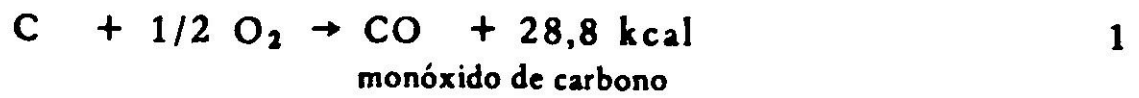
Prácticamente todos los materiales combustibles de un edificio son de origen orgánico* y en consecuencia, su composición molecular es principalmente a base de carbono (en alto porcentaje), hidrógeno (en mediano porcentaje), azufre (en pequeño porcentaje) y algunos otros elementos en muy poca cantidad.

Las sustancias con gran contenido de carbono, al arder, necesitan considerables cantidades de oxígeno, que al no conseguirlo del aire circundante, liberan parte del carbono en semicombustión, formando monóxido de carbono, altamente tóxico** y cantidades impresionantes de humo (carbono puro finamente dividido). Tal es el caso de muchos plásticos, textiles y maderas.

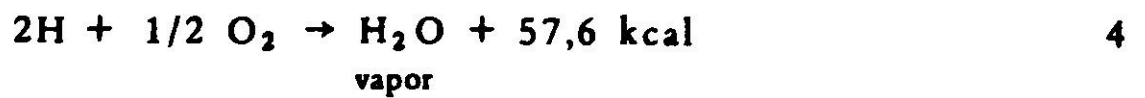
* Algunos metales y aleaciones son combustibles bajo ciertas condiciones, tal como el magnesio, con reacciones altamente exotérmicas.

** El monóxido de carbono es un gas inoloro e inodoro. Es tóxico en concentraciones tan bajas como 0.3% y su toxicidad se debe a que tiene más afinidad que el oxígeno del aire por la hemoglobina de la sangre⁴.

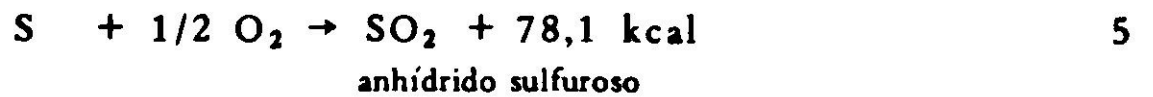
Las reacciones termoquímicas del carbono son⁴:



El hidrógeno muy ávido de oxígeno, forma directamente agua, que se desprende en forma de vapor:



y el azufre, al quemarse, produce anhídrido sulfuroso, gas irritante y tóxico, según la ecuación:



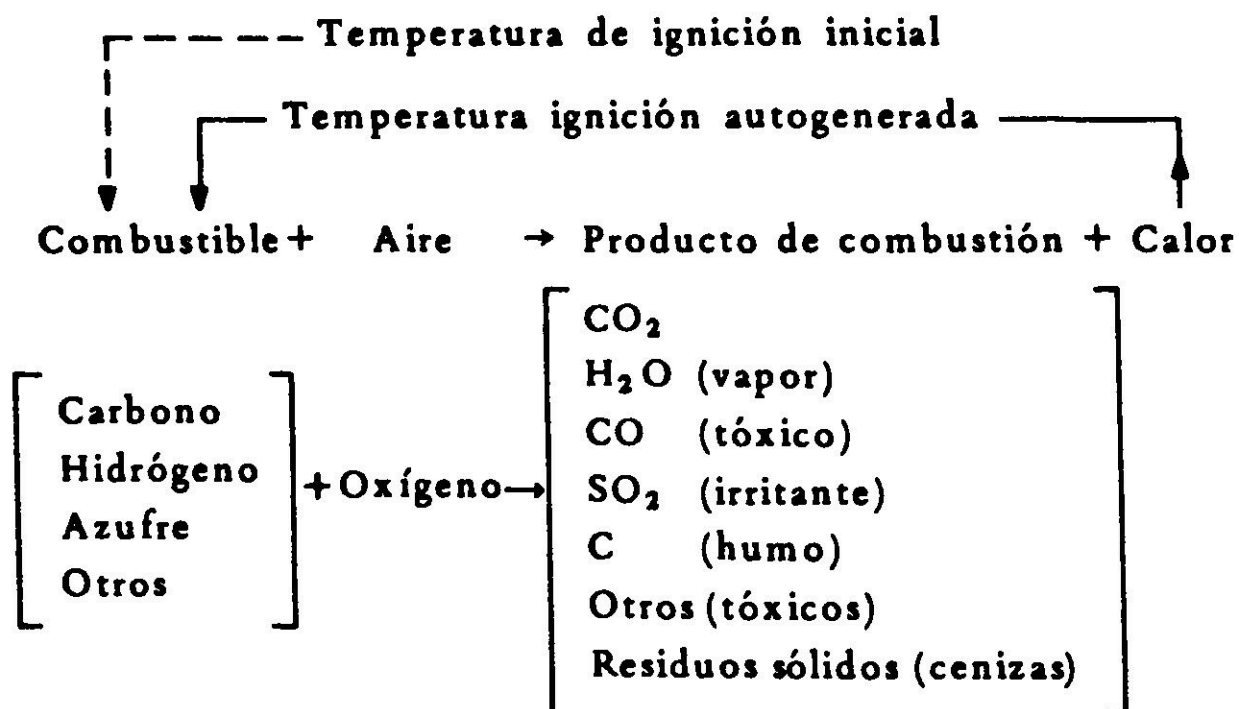
Los productos de combustión y sobre todo de combustión incompleta (CO y C) ofrecen doble peligro durante el incendio. Por un lado, el humo (C) impide la acción de escape de los ocupantes y la de salvataje de bomberos, el monóxido (CO) es altamente tóxico, presentando un severo peligro para ambos. Por otro lado, tanto el humo como el CO son combustibles, en consecuencia, en combinación con nuevas cantidades de aire fresco y a temperaturas de ignición adecuadas, entrarán en combustión según las reacciones (1) y (2) respectivamente. Esto suele ocurrir después que estos gases recorren largos espacios por los ductos y pasillos interiores del edificio, produciendo nuevos focos de incendio, generalmente en los pisos superiores.

Temperatura de ignición

Toda sustancia combustible, aun cuando esté finamente subdividida e íntimamente mezclada con el oxígeno del aire, necesita de una temperatura mínima para poder iniciar la reacción en cadena de la combustión. Esta temperatura de ignición es típica para cada sustancia. Así, por ejemplo, los productos celulósicos necesitan alrededor de 240°C para combustionarse. Temperaturas muy superiores a éstas se alcanzan por simple roce enérgico, chispas, fósforos, pavesas de cigarrillo, chispas eléctricas y metales calientes, como planchas eléctricas, tostadores, filamentos de ampolletas que se rompen, conductores eléctricos sobrecargados, aparatos de calefacción recalentados, etc.

En resumen, la confluencia de los tres factores citados, especialmente la temperatura en presencia de combustibles es el punto de partida de la macro-

reacción termoquímica llamada incendio. Ello ocurre, en la gran mayoría de los casos, por descuido, mal uso, ignorancia o confianza excesiva de los propios moradores del edificio. En el siguiente esquema se puede observar la termoquímica del incendio:



Carga combustible

De los tres factores descritos, la cantidad de materiales combustibles que posee el edificio ocupa el lugar más importante y sobre él pueden, tanto los constructores como los usuarios, ejercer cierto tipo de control muy útil en la prevención de incendios catastróficos.

Aun cuando se tomen muchas previsiones en cuanto a diseño geométrico, sistemas de alarma y ataque contra el fuego, si los materiales combustibles que encierra el edificio están en una proporción muy alta, será muy difícil detener un incendio declarado.

Se hace, pues, necesario cuantificarlo de algún modo. Para ello se hace uso del concepto de *carga combustible* que viene dado por la relación siguiente:

$$C_c = \frac{\sum m \cdot P_c}{S_f}$$

donde m = masa de los materiales combustibles que contiene el recinto, piso o edificio en cuestión, expresada en kg,

P_c = poder calorífico de dichos materiales, expresado en kcal/kg

S_f = superficie total del recinto, piso o edificio considerado, expresada en m²,

C_c = carga combustible media del recinto, piso o edificio, expresada en kcal/m²

Con el propósito de simplificar cálculos, en la Tabla I se da el poder calorífico de los principales materiales considerados.

TABLA I
PODERES CALORIFICOS kcal/kg

Maderas	3 900 – 5 000
Textiles	4 400 – 5 000
Gomas	8 300 – 10 500
Papel, celulosa	3 900 – 4 200
Materias grasas	7 500 – 9 500
Combustibles líquidos	10 000 – 11 000
Combustibles sólidos	5 500 – 7 800
Plásticos	4 000 – 10 000

Una vez determinada la carga combustible media se puede clasificar un edificio en función de su peligrosidad. (Esta peligrosidad suelen emplearla las compañías de seguros para fijar sus primas).

La legislación inglesa, por ejemplo, distingue tres categorías⁵:

- a) Edificios de baja carga combustible, inferior a 270 000 kcal/m², tales como edificios para la vivienda, oficinas, hospitales, etc.
- b) Edificios de carga moderada, entre 270 000 y 540 000 kcal/m², tales como fábricas o comercios que trabajan con materiales combustibles.
- c) Edificios de alta carga desde 540 000 hasta 1 080 000 kcal/m². Entre estos edificios se cuentan bodegas, almacenes, industrias especiales, etc.

La legislación pertinente deberá contener disposiciones proporcionalmente exigentes, según la carga combustible del edificio, impidiéndose el cambio de uso del mismo por este concepto, si no es para usos similares o de menor peligrosidad al que fue proyectado.

DESARROLLO DE UN INCENDIO

Supongamos que se inicia un incendio en un edificio habitacional tipo torre, de hormigón armado, con muros divisorios incombustibles, de albañilería de ladrillos. El foco del incendio está en un departamento de un piso no muy alto, digamos 8º piso. En los primeros minutos las temperaturas medias alcanzan unos 300 grados Celcius, sin causar aún daños importantes. Mientras el fuego no derribe una puerta o ventana del recinto, parece atrapado en su lugar de origen, alimentado con la escasa cantidad de oxígeno que se introduce por las juntas. Lo probable es que se rompan primero los cristales de la ventana, instante en el cual una fuerte alimentación de aire avivará el fuego, cobrando renovado incremento y disminuyendo la cantidad de humo que, por falta de aire, se producía. La temperatura subirá por sobre 500°C. Lo probable es que grandes llamas asomen por la ventana rota alcanzando el piso inmediatamente superior, rompiendo a su vez los cristales de las ventanas y penetrando al piso 9º,

donde se iniciará un nuevo foco de incendio.

Suponiendo que no hay viento y que el fuego no se ha seguido propagando hacia otros departamentos, las cosas no cambiarán por varios minutos, propagándose sólo dentro de los ambientes contiguos de los departamentos señalados consumiéndose todos los elementos combustibles existentes. No obstante, cuanto el fuego derribe una puerta de acceso a los departamentos, habrá brusco y nuevo incremento, formándose, muy probablemente, una fuerte corriente de aire que, entrando por las ventanas, haga salir rápidamente llamas, el humo y los gases en semicombustión hacia los pasillos, cajas de escalera, caja de ascensores y ductos centrales. El fuerte efecto de tiraje de chimenea que en ellos se produce hará que el fuego rápidamente alcance los pisos superiores donde seguramente se iniciarán nuevos focos. En esta etapa el incendio elegirá la vía interior para propagarse, siendo ésta más catastrófica que la exterior de ventana en ventana.

Quienes vivan por debajo del primero de los pisos siniestrados no tendrán problemas de evacuación: *el fuego tiende siempre a subir*. En cambio, quienes vivan hacia arriba se encontrarán con serias dificultades: fuertes corrientes de aire caliente, humo y gases ascendentes le harán imposible la evacuación por escalera y ascensores.

Desde ese momento toda lucha contra el fuego y salvataje de los ocupantes será muy difícil, aunque los bomberos cuenten con los medios suficientes que le son tradicionales.

Las escalas telescópicas no alcanzan más allá de 8 pisos; el agua hay que elevarla a presión con bombas impelentes, el salvataje de los habitantes dificulta la lucha contra el fuego, la escalera central del edificio queda inutilizada y los ascensores se atascarán justo en los pisos siniestrados debido a relés automáticos térmicos o fotoeléctricos. Probablemente mucha gente se agolpe en la terraza, el único lugar de aparente refugio, pero será difícil que helicópteros de salvamento puedan operar con eficiencia, debido a las fuertes corrientes de aire y humo ascendente que, a más de ponerlos en peligro, les quita toda visibilidad.

En resumen, podemos enunciar las siguientes etapas en el desarrollo de un incendio.

1. El fuego se mantiene en el lugar de origen, sin peligro para el resto del edificio, en tanto los muros, cielos, pisos, ventanas y puertas que los encierran, resistan la acción del mismo.
2. Una vez liberado del lugar de origen, las cosas se complican y el fuego puede tomar dos caminos, de preferencia hacia arriba: a) por el exterior rompiendo ventanales y penetrando en los pisos cercanos; b) por el interior a través de la caja de escalera (y otros ductos) que haciendo las veces de chimeneas, conducen gases combustibles, humo y chispas a los pisos superiores, creando nuevos focos de incendio.
3. Las temperaturas alcanzadas en los recintos que se queman son muy variables, dependiendo del tiempo en que el fuego actúa, del poder calorífico

de los materiales que se queman, de la carga combustible del recinto, del grado de división que esos materiales tienen y de la alimentación de aire fresco que nutre el fuego. En focos iniciales pueden producirse temperaturas medias de 300 a 500°C, pero luego éstas llegan a 800 y en el frente de avance sobre 1000°C. Muy pocos materiales pueden resistir estas altas temperaturas por mucho tiempo.

4. Desde el punto de vista del salvataje y de la lucha contra el fuego, el edificio se divide en dos partes: la inferior al piso siniestrado que no ofrece problemas, y la superior, en donde los habitantes quedan virtualmente atrapados, viéndose muy dificultada la acción de los bomberos por sobre el piso 8º, máxima altura a que alcanzan las escaleras telescópicas.

INSPECCION TECNICA A LOS EDIFICIOS ALTOS DE SANTIAGO

Santiago de Chile cuenta ya con cerca de una cincuentena de edificios tipo torre, entre los cuales algunos están en construcción. Varios de ellos son edificios solitarios, pero otros se han hecho en grupos de dos, tres o más edificios similares, siendo el más numeroso el grupo llamado *Remodelación San Borja*, que cuenta con 18 edificios.

En ellos hemos realizado una revisión técnica, tomando como base uno de cada grupo, con más de 15 pisos*.

La intención era palpar el grado de protección que los edificios de este tipo presentan respecto al incendio, para luego proponer medidas o fijar criterios para una legislación que regularice su construcción, uso y destino.

Se puso especial atención a los materiales empleados en la construcción de los edificios: sobre todo en aquellos lugares de uso común de los mismos, tales como accesos, pasillos, cajas de escala, así como muros, tabiques, pisos, puertas, ventanas, etc. Además se puso atención al diseño, en cuanto tiene que ver con la seguridad del edificio.

La Fig. 1 muestra un mapa esquemático de Santiago con la ubicación de los grupos estudiados.

Hay otros edificios altos, tipo torre, que no hemos considerado, ya sea por estar inconclusos, ya por estar destinados a oficinas comerciales u oficinas, o por ser edificios en que funcionan organismos especiales. Tal es el caso del Edificio Endesa, Empresa Nacional de Electricidad, del edificio Diego Portales, Sede de Gobierno y del edificio Santiago Centro, inconcluso, por nombrar sólo tres.

* Esta revisión ha sido realizada, en gran medida, por el alumno de Ingeniería Civil Sr. Carlos Dummer, quien realiza su memoria de título en este tema, bajo la dirección del autor.

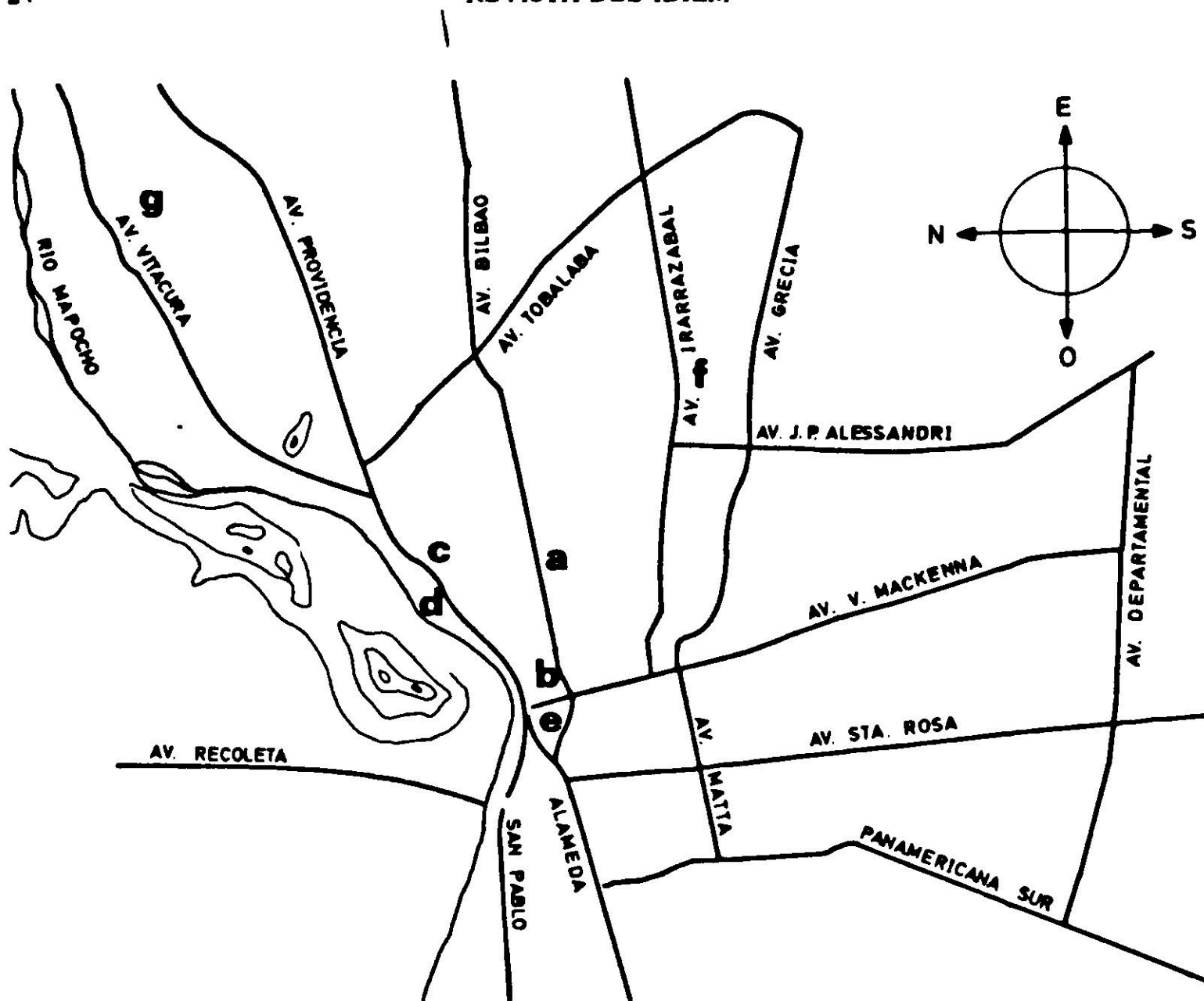


Fig. 1. Plano esquemático de Santiago.

La Tabla II muestra los grupos de edificios en estudio, el número de ellos y su ubicación.

TABLA II
EDIFICIOS Y GRUPOS ESTUDIADOS

Grupos o remodelaciones	Pisos	N° de edificios	Ubicación (calles)	Planta Fig. 3
Inés de Suárez	21	3	A. Varas/ F. Bilbao	a
Seminario	19	2	Seminario 143	b
Carlos Antúnez	23	2	Providencia/C. Antúnez	c
Torres de Tajamar	27	2	Andrés Bello	d
San Borja	22	18	Portugal, Torre 4	e
Irene Frei	15	3	Irarrázabal/Lo Plaza	f
San Luis	25	3	A. Vespucio/Pte. Kennedy	g

En la Fig. 2 se muestran muy esquemáticamente la planta de los edificios y las distancias que le separan de otros que le rodean porque cuanto más cercanos se encuentren, mayor es la probabilidad que un incendio se propague de uno a otro sólo por radiación. En la Fig. 3 se presenta una vista panorámica de algunos de los edificios inspeccionados.

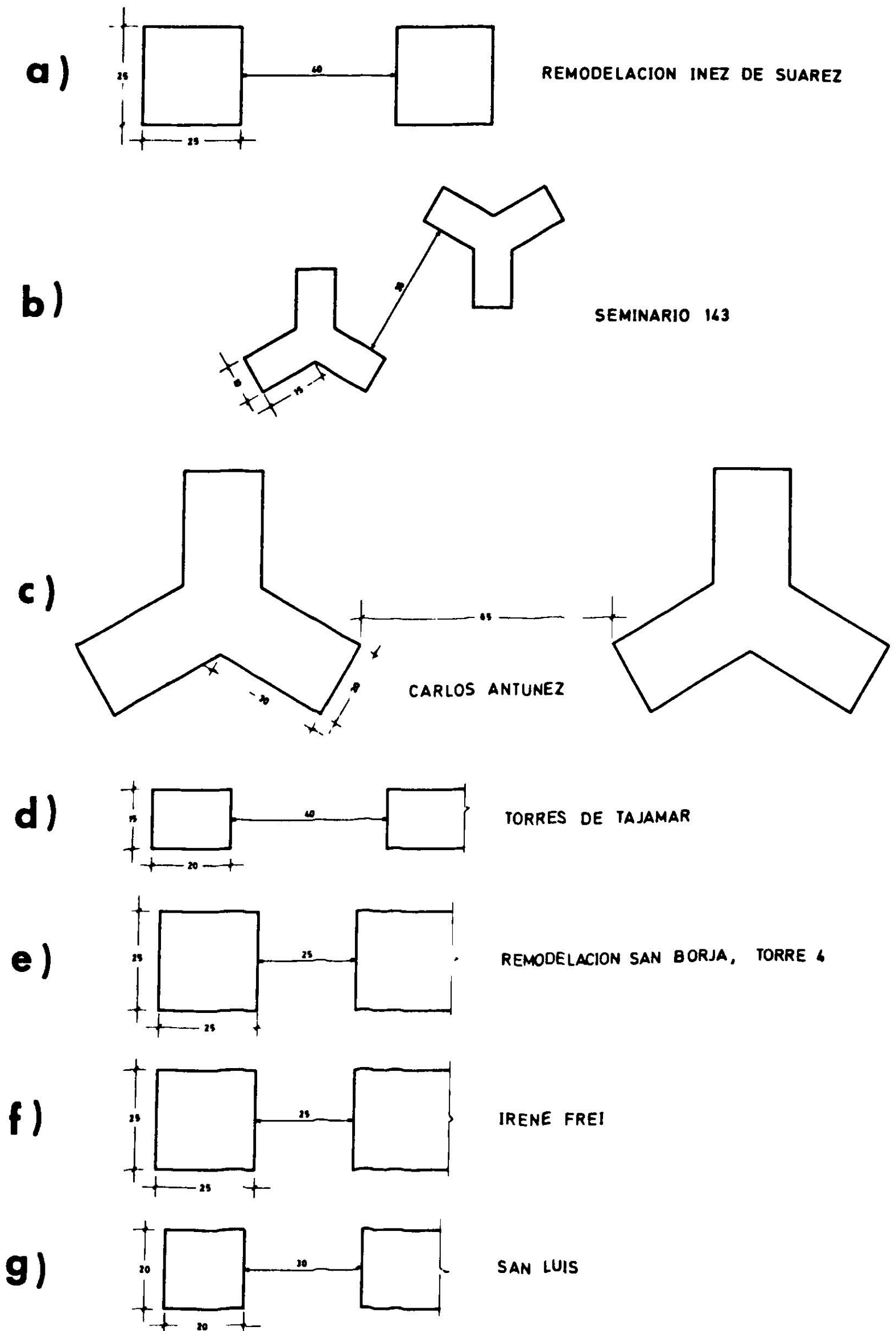


Fig. 2. Planta y dimensiones en metros, aproximada.

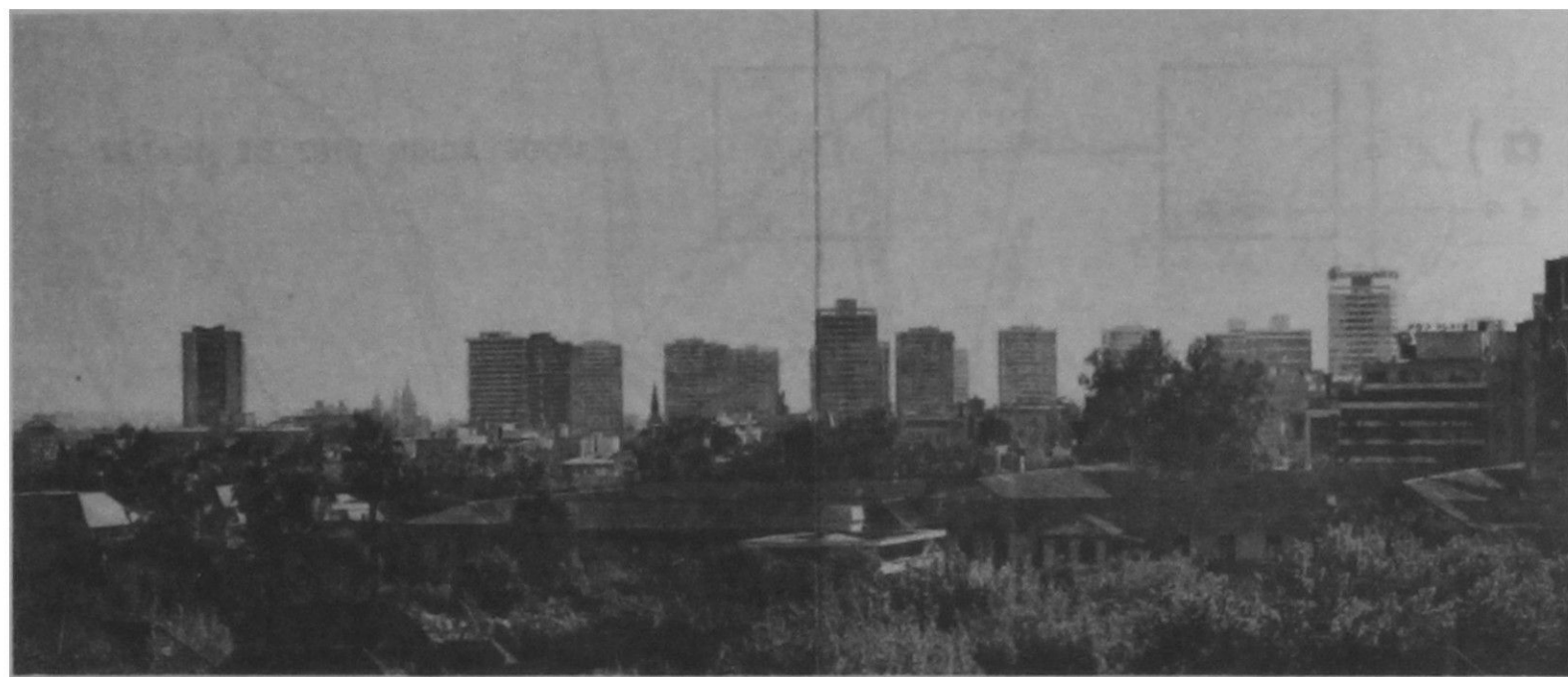


Fig. 3. Vista panorámica de la Remodelación San Borja, tomadas desde E. Yañez/Infante hacia el Poniente.

TABLA III

CARACTERÍSTICAS DE EDIFICIOS ALTOS DE USO HABITACIONAL DE SANTIAGO

Características	Inés de Suarez	Seminario	Carlos Antúnez	Torres de Tajamar	San Borja	Irene Frei	San Luis
Altura en pisos	21	19	23	27	22	15	25
Cajas de escalera	1	1	1	1	1	1	1
Ascensores	2	2	4	3	2	2	2
Ascensor de servicio	0	0	0	0	0	0	0
Estanque agua techo	0	+	+	0	0	0	0
Sistema hidroneumático	+	0	0	+	+	+	+
Recate aéreo (terraza)	0	0	0	0	0	0	0
Accesos expeditos (bombas)	+	0	0	0	0	0	0
Cortafuegos horizontales	0	0	0	0	0	+	0
Cortafuegos verticales	0	0	0	0	0	0	0
Puertas cortafuegos	0	0	0	0	0	0	0
Escaleras y caja incombustible	+	+	+	0	0	+	0
Escalera de seguridad	0	0	0	0	0	0	0
Adecuados vías escape	0	0	0	0	0	0	0
Ventanas incombustibles	0	0	0	+	+	+	+
Balcones o salientes	0	0	0	0	0	+	0
Sobre ventilación caja escala	+	0	+	0	+	0	0
Pisos incombustibles	0	0	+	0	0	0	0
Cielos yeso	+	+	+	+	-	+	+
Muros enyesados	0	+	+	+	-	+	+
Tabiques incombustibles	+	-	-	+	0	+	-
Alarmas automáticas	0	0	0	0	0	0	0
Alarmas manuales	0	0	0	0	0	0	0
Red húmeda	0	+	0	0	+	0	0
Red seca	+	0	0	0	0	+	+
Red inerte (eléctrica)	0	0	0	0	0	0	0
Sistema eléctrico emergencia	0	0	0	0	0	0	0
Extintores suficientes	0	0	0	0	0	0	0
Brigadas de emergencia	0	0	0	0	0	0	0

+ Sí, en porcentaje importante.

0 No, no hay o esté en porcentaje mínimo.

- Sin información.

La inspección, que se resume en la Tabla III, se ha realizado teniendo en cuenta los siguientes aspectos globales:

- Uso del edificio y cantidad de ocupantes.
- Disposición general: ubicación, planta, altura, tipo de construcción, accesos y evacuaciones, cercanía de otros edificios, etc.
- Diseño adecuado a la seguridad: cortafuego, fachadas con saliente, dimensiones de vías de escape, estanque de agua, acceso de bomba, etc.
- Materiales de construcción empleados: muros, cielos, pisos, puertas, ventanas, terminaciones, etc.
- Sistemas de detección y lucha contra incendio: detección, alarma, redes de emergencia de agua y luz, facilidades a bomberos, sistemas de extinción, etc.

Aquellos aspectos generales que no se pueden tabular se exponen en el párrafo de título *Otros factores detectados*.

Ejemplo de cálculo de la carga combustible

En la Tabla IV se muestra el cálculo aproximado de la carga combustible para un departamento típico de 60 m² pudiéndose ver que está sólo un 10^o/o por debajo del límite máximo de la norma inglesa.

TABLA IV
CALCULO DE LA CARGA COMBUSTIBLE

Recinto o elemento	Masa kg	P _c , Poder calorífico kcal/kg	Carga calorífica M cal
Living-comedor	600	4500	2700
Dormitorio 1	240	4500	1080
Dormitorio 2	240	4500	1080
Dormitorio 3*	240	4500	1080
Cocina y despensa	220	4500	990
Baño	30	4500	135
Otros	400	4500	1800
Elementos de alto P _c	35	10000	350
Materiales de la construcción	1200	4500	5400

Total 14.615 Mcal
Superficie 60 m²
Carga combustible promedio 243.583 kcal/m²

(Nota: 1 Mcal = 1.000 kcal)

* Con frecuencia este dormitorio, cuando no se ocupa como tal, se ha convertido en *bodega* con alta carga combustible.

OTROS FACTORES DETECTADOS

1. El diseño y construcción de los edificios, tanto desde el punto de vista global como en sus detalles, muestra un evidente descuido o desconocimiento del fenómeno incendio.
2. Las vías de escape y acceso, en general, son inadecuadas, insuficientes o se han limitado en su capacidad por pequeñas construcciones o instalaciones hechas a posteriori, que las han inutilizado o estropeado.
3. Si bien es cierto que a algunos edificios se les instaló sistemas de lucha contra el fuego, éstos están abandonados, inutilizados o simplemente inadecuados. Ejemplos: red húmeda sin mangueras, extinguidores insuficientes o descargados, red seca de dimensiones no compatibles con equipo de bomberos, etc.
4. A los usuarios no se les ha prohibido alterar el edificio y modificar el uso de ciertos sectores tales como la transformación de terrazas o balcones en recintos cerrados, las construcciones ligeras en azoteas y en ellas, la instalación indiscriminada de antenas de televisión y alambres para la ropa, las hacen inutilizables en caso de emergencia, etc.
5. Debido a que los diseños no consultan generalmente elementos de protección solar en las ventanas, los usuarios han instalado diversos tipos de persianas, generalmente de madera exteriores que constituyen un factor importante de propagación de fuego por vía exterior.
6. Es común que los edificios estén rodeados por sus cuatro costados por jardines, sin pavimentos de acceso para vehículos pesados como son los carros bomba y escaleras telescópicas.
7. Descuido generalizado en el uso de calefacción individual y acumulación de combustibles en los departamentos, especialmente en aquellos edificios sin calefacción central o con ella en desuso. Caso típico es la remodelación del edificio San Borja, que habiendo sido diseñada con una planta de calefacción centralizada, ésta se encuentra en desuso, lo que ha obligado a los habitantes a comprar y utilizar aparatos de calefacción pequeños de la más variada índole, generalmente alimentados a parafina (kerosene) o gas licuado, con el consiguiente peligro de incendios.
8. Los moradores y personal que atiende los edificios no tienen idea alguna de las acciones y medidas que deben tomar y realizar en caso de incendio. Esta instrucción la consideramos de gran importancia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De lo expuesto hasta aquí podemos deducir que los actuales edificios habitacionales construidos en Santiago, adolecen de un sinnúmero de defectos o deficiencias respecto al peligro de incendios, en general producidos

desconocimiento del fenómeno y sobre todo por falta de una legislación técnica de construcción que aunque mínima, ofrezca un cierto nivel de seguridad de los edificios.

No es el caso que deseemos proponer toda una legislación al respecto, tarea que no sería de nuestro alcance y que compete a los organismos de planificación, sino más bien sugerir algunas cuestiones de tipo general surgidas del estudio hecho y de la experiencia recogida.

Lo más importante se resume en los siguientes puntos:

1. No debe permitirse el cambio de uso de ningún edificio, ni en total ni en parte. Ello exigiría severas transformaciones al modificarse drásticamente el número de habitantes y la índole de ocupación. Muchas de estas modificaciones son impracticables.
2. Debe estudiarse una clasificación que en alguna medida refleje la peligrosidad del edificio, por ejemplo: bajo el criterio de carga combustible y poner cierto grado de exigencias.
3. Las exigencias deben propender más hacia un diseño y construcción adecuadas que hacia dotar al edificio de sofisticados sistemas de detección y lucha contra el fuego.

El diseño evitará la propagación del incendio, primero desde el lugar de origen y luego por las vías exterior e interior.

4. Vital es la inteligente elección de materiales, exigiendo aquellos que son incombustibles o resistentes al fuego, especialmente para las áreas o sectores más peligrosos. Un papel importante juegan, en este punto, puertas y ventanas que, como vimos, son los puntos débiles de cada recinto.
5. Debe haber un número de sistemas de emergencia, tales como eventual sobreventilación de la caja de escaleras, acceso a terrazas, instalación de redes húmedas y secas, facilidades para la operación de bomberos, etc.
6. Debe procurarse instruir a los habitantes de los edificios altos en cuanto a la prevención de incendios y muy particularmente respecto a la acción racional que deben realizar en caso de siniestro. Para ello deben formarse brigadas que, incluso una vez por año, realicen simulacros de entrenamiento. La televisión puede ser un buen medio para ello.
7. La legislación que se dicte debería ser realista, de acuerdo con nuestro nivel económico, social y tecnológico, pero debe ser enérgica para no permitir abusos en su no aplicación. Deberá permitir el control de calidad de los materiales y de los elementos en forma expedita y racional, proporcionando además los medios adecuados para que las Municipalidades aprueben o reciban las construcciones cuando cumplan acabadamente con el espíritu de la legislación y no con la simple letra, como comúnmente ocurre.

Sólo de esta manera pensamos que es posible evitar lamentables catástrofes en el futuro.

Estamos concientes de que es difícil emprender una tarea de tanto alcance,

sobre todo porque no sólo depende de la autoridad, sino de la comunidad entera que debe actuar en este sentido con *voluntad de cuerpo*.

Para todos hay un factor común que debe estar siempre presente: prevención. Prevención en el sentido de diseñar, proyectar, calcular y construir edificios realmente a prueba de incendios. Prevención del usuario, que debe ser instruído en las causales de incendio, ya que de su descuido dependen casi todos los desastres. Y prevención muy principalmente de las autoridades, que deben crear los mecanismos y fomentar los medios para que una ágil, viva y moderna legislación técnica de construcción sea creada, y mantenida constantemente al día, dando a los organismos de control las herramientas necesarias para que ese control sea efectivo y se cumpla la ley o la norma sin subterfugios ni dilaciones. Sólo entonces será natural habitar un enésimo piso con placer, con el placer que da la confianza de vivir seguro.

BIBLIOGRAFIA

1. *Fire Journal*. julio 1974.
2. NFPA (National Fire Protection Association). *Introduction to Fire Protection*, 1974.
3. ESPEJO, E. Inspector Técnico del Cuerpo de Bomberos de Santiago. Comunicación privada.
4. RODRIGUEZ, G. *Sistemas de calefacción pequeños*. Cartilla Sodimac 1705/29, 1974.
5. FM (Factory Mutual) *Handbook of loss prevention*. 1972.

FIRE HAZARDS IN TALL BUILDINGS

SUMMARY

The main causes for fire propagation in tall buildings are analysed as an introduction to exposing a technical inspection performed on the more outstanding tall buildings of Santiago in which an analysis was made of its design and construction features from the standpoint of fire hazards.

Some standards and recommendations are proposed to avoid or minimize fire hazards in tall buildings.

GLOSARIO

Brigada de emergencia. Grupo de voluntarios que vican en un edificio y que se instruyen y entrenan para actuar en caso de siniestro. Además, a su vez, instruyen y entrenan al resto de los habitantes.

Carga calorífica. Cantidad total de calor potencial que encierra un recinto, departamento, piso o edificio. Se suele expresar en millones de calorías (megacalorías, Mcal) y se obtiene de multiplicar la masa (kg) de los materiales y enseres por su poder calorífico (kcal/kg).

Carga combustible. Cantidad de calor potencial por unidad de superficie construída que contiene un recinto, departamento, piso o edificio. Se acostumbra a expresar en kcal/m².

Combustion. Reacción química exotérmica de oxidación entre un material combustible y el oxígeno del aire.

Cortafuego. Elemento de gran resistencia al fuego que divide dos recintos que se desean proteger. Puede ser vertical como los muros cortafuego que separan un departamento de otro, u horizontal tal como una losa que separa un piso de otro.

Escala de seguridad. Escala y caja de escala separada de la de uso corriente, hecha de materiales totalmente incombustible, para evacuación de emergencia.

Extintidor. Dispositivo portátil que guarda en un depósito a presión un agente extintor que puede ser agua, polvo químico, gas inerte, espuma, etc. y que dispone de boquillas para expulsarlo en forma de chorro dirigido sobre un fuego incipiente.

Fuego. Combustión declarada y en desarrollo producida accidentalmente.

Poder calorífico. Cantidad de calor que un material combustible genera por unidad de masa, al combustionarse. Se expresa en kcal/kg.

Productos de combustión. Compuestos que se generan en la combustión. Los más comunes son: anhídrido carbónico, monóxido de carbono (tóxico), carbono (humo), vapor de agua, cenizas (residuos sólidos), y pequeñas cantidades de otros gases tales como anhídrido sulfuroso, etc.

Red húmeda. Instalación de agua especial para caso de incendio a usar por los mismos habitantes o por los bomberos. En los edificios altos se instala una tubería en un shaft central y en cada piso se le mantiene conectada una manguera con pitón, capaz de llegar al punto más apartado de cada piso.

Red inerte. Red eléctrica, blindada contra incendios, para uso de emergencia por personal especializado o por el Cuerpo de Bomberos. Generalmente por medio de ella se alimentan luces estratégicamente colocadas, especialmente en escaleras. También puede alimentar uno o varios ascensores.

Red seca. Cañería especial para uso de los bomberos instalada verticalmente en un shaft del edificio, con arranques en cada piso. El extremo inferior termina hacia el exterior a la altura de 1 m aproximadamente con el fin de conectar allí un carro bomba que la alimentará. Su diámetro y tipo de rosca debe ser estandarizado y compatible con los implementos del Cuerpo de Bomberos.

Resistencia al fuego. Tiempo durante el cual un elemento de construcción es capaz de soportar sin deterioro y sin transmitir temperaturas de ignición, el impacto de un fuego estándar (la norma ISO ha fijado un fuego tal que imprime sobre un elemento una temperatura dada por la relación $t = 345 \log (8 m + 1)$ donde t es el alza de temperatura sobre la inicial, en °C, y m el tiempo en minutos en que el fuego actúa sobre el elemento).

Temperatura de ignición. Temperatura necesaria para iniciar una combustión.